

# Think Big! – Luftreinhaltung bei Grosstanklagern

Beate Cürten | Abteilung für Umwelt | 062 835 33 60

**Benzin gehört zu den leichtflüchtigen organischen Luftschadstoffen. Am Beispiel der Tankanlage Mellingen AG (TAMAG) wird aufgezeigt, welche Massnahmen im Bereich Luftreinhaltung bei Grosstanklagern zum Stand der Technik gehören.**

Grosstanklager sind Zentrallager für Heizöl, Benzin und Diesel, welche die Versorgung der Tankstellen, Heizöllieferanten und Industriebetriebe mit Treib- und Brennstoffen sicherstellen. In der Schweiz gibt es rund 60 solcher Lager.

Obwohl die Umstellung der Fahrzeugflotte in der Schweiz von Verbrennungsmotoren auf Elektromotoren voranschreitet, wird der überwiegende Anteil der Fahrzeuge in der Schweiz nach wie vor von Verbrennungsmo-

toren angetrieben. Fossile Kraftstoffe wie Benzin und Diesel spielen daher auch mittelfristig noch eine wichtige Rolle. Die beiden Kraftstoffe gehören zu den sogenannten VOC («volatile organic compounds»), flüchtige organische Verbindungen). VOC sind Luftschadstoffe, die zur Bildung von bodennahem Ozon, dem sogenannten Sommersmog, beitragen. Diesel mit einem Siedebereich von 180 bis 360°C hat dabei einen vergleichsweise niedrigen Dampfdruck, ist also nicht be-

sonders flüchtig. Anders sieht es beim Benzin aus: Je nach Sorte verdampft es bereits ab 30°C, also bei einer Temperatur, die insbesondere in den heissen Sommermonaten durchaus erreicht wird.

## **Emissionsschutz aus Sicherheits- und Umweltschutzgründen**

Sowohl aus Sicherheitsgründen (Brandgefahr) als auch aus Sicht des Umweltschutzes (Luftreinhaltung) müssen Emissionen von Benzindämpfen so weit wie möglich verhindert werden. Dazu werden verschiedene technische Massnahmen eingesetzt. Bei Kraftfahrzeugen sind dichte, druckfeste Benzintanks und die Katalysatortechnik übliche und allgemein bekannte

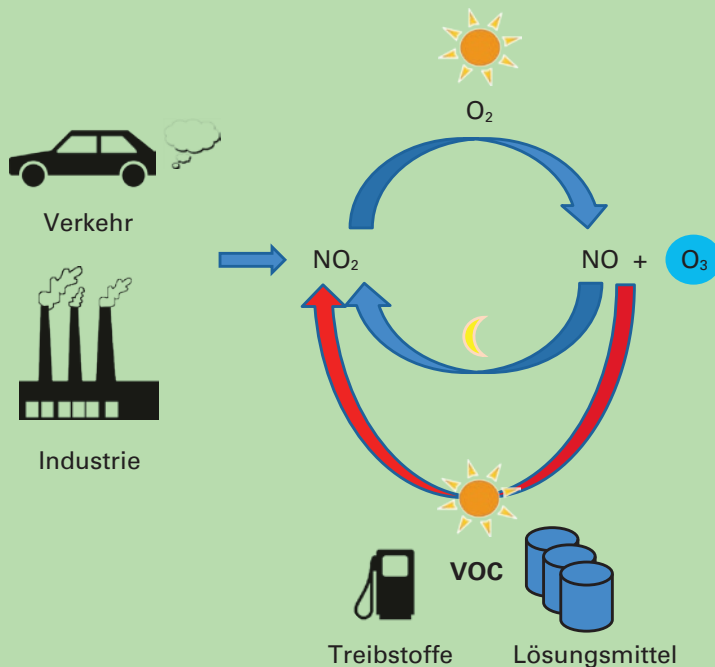


Foto: TAMAG

Die Tankanlage Mellingen AG (TAMAG) ist mit einer Gesamtkubatur von 750'000 Kubikmetern das grösste Tanklager der Schweiz.

## VOC und Sommersmog

Durch Verdampfen von Lösungsmitteln und Treibstoffen gelangen VOC in die Atmosphäre. Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ), das vor allem vom motorisierten Verkehr und aus Gas- oder Ölheizungen freigesetzt wird, bildet zusammen mit Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) bei starker Sonneneinstrahlung bodennahes Ozon (Sommersmog). Ozon ( $\text{O}_3$ ) ist ein sehr reaktives Reizgas. Insbesondere bei hoher körperlicher Belastung kann es zu Kopfschmerzen, Hustenreiz und Lungenfunktionsstörungen führen.



## Tankanlage Mellingen als Vorzeigebispiel

Am Beispiel der Tankanlage Mellingen AG (TAMAG) lässt sich aufzeigen, wie Tanklager in der Schweiz diese Herausforderung meistern. Die TAMAG ist mit einer Gesamtkubatur von 750'000 Kubikmetern das grösste Tanklager der Schweiz. Die Anlage wurde im Jahr 1971 in Betrieb genommen und besteht aus insgesamt 25 Grosstanks, in denen Benzin, Diesel und Heizöl gelagert werden. Die Produkte werden in Bahnkesselwagen angeliefert, eingelagert und anschliessend mit Tanklastzügen an die Tankstellen und Endverbraucher ausgeliefert. Seit der Inbetriebnahme wurde die Anlage immer wieder nachgerüstet, um Tanks und Abfüllanlagen in Bezug auf die Luftreinhaltung auf den neuesten technischen Stand zu bringen.

Bei den Benzin-Grosstanks in Mellingen handelt es sich um Festdachtanks mit innenliegender Schwimm-Membran. Eine Schwimm-Membran besteht aus leitfähigem Stahlblech oder Aluminium und stellt die erste wichtige Massnahme zur Emissionsminderung dar. Sie liegt direkt auf der Flüssigkeit auf und verhindert so ein grossflächiges Verdampfen von Benzin in den Gasraum des Tanks. Benzinemissionen werden mit dieser Massnahme im Vergleich zu einem frei belüfteten Tank um 95 Prozent vermindert. Damit auch im Übergangsbereich zwischen Membran und Tankwand keine Flüssigkeit verdampfen

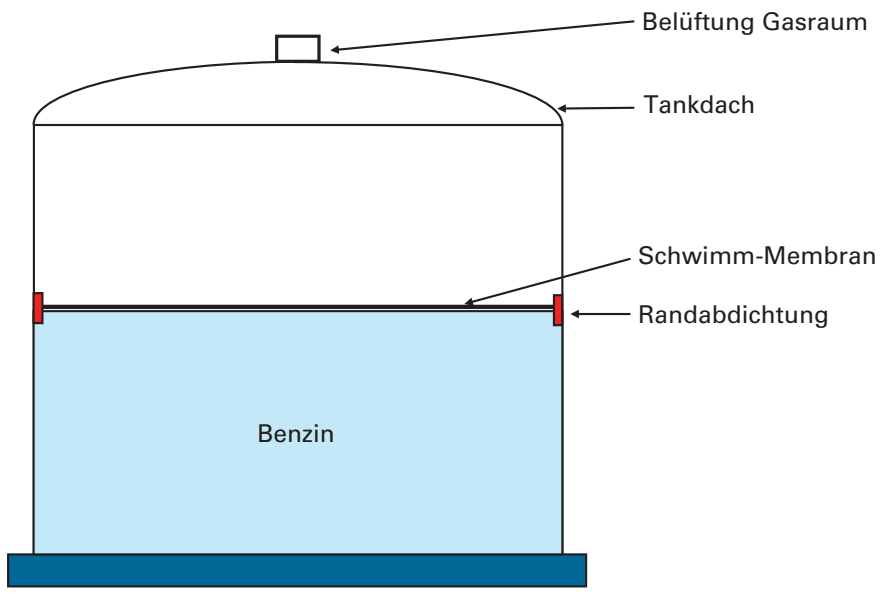
Techniken zur VOC-Emissionsminderung. An Tankstellen helfen Gasrückführsysteme an den Zapfsäulen sowie eine Gaspendelung zwischen Bodentank und Tanklastwagen beim Benzinablad, die Benzinemissionen möglichst gering zu halten.

Bei Tankgrössen von 60 (Autos) bis 90'000 Litern (Bodentanks der Tankstellen) sind technische Massnahmen zur Emissionsminderung vergleichsweise einfach umzusetzen. Bei Grosstanklagern ist die Situation hingegen komplexer. Die dort üblichen Grosstanks haben ein Volumen von bis zu 40'000'000 Litern bzw. 40'000 Kubikmetern – das entspricht der Gesamtkubatur von 55 Einfamilienhäusern bzw. dem Tankvolumen von etwa 670'000 SUVs. Bei solchen Dimensionen stellen Massnahmen zur Emissionsminderung eine grosse technische Herausforderung dar, insbesondere da immer auch Sicherheit und Brandschutz gewährleistet sein müssen.

Gaspendelungen sind daher prinzipiell auch für Grosstanks eine geeignete Luftreinhaltungsmassnahme, allerdings nur, sofern die Tanks eine genügende Druckstabilität aufweisen und der Gasspeicher genügend gross dimensioniert werden kann.



Bei der Gaspendelung wird beim Befüllen von Tanks aus einem LKW die verdrängte benzingesättigte Luft aus dem Tank in den LKW zurückgeleitet. Es handelt sich um einen geschlossenen Kreislauf. So werden Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen beim Benzinablad vermieden.



Bei der Tankanlage Mellingen wurden die Benzin-Festdach tanks mit einer innenliegenden Schwimm-Membran ausgestattet. So wird die Verdampfung von Benzin vermindert. Die Schwimm-Membran besteht aus einem auf dem Benzin schwimmenden, rund 5 Millimeter starken Blech. Die elastischen Randabdichtungen schmiegen sich dicht an die Tankwand an.

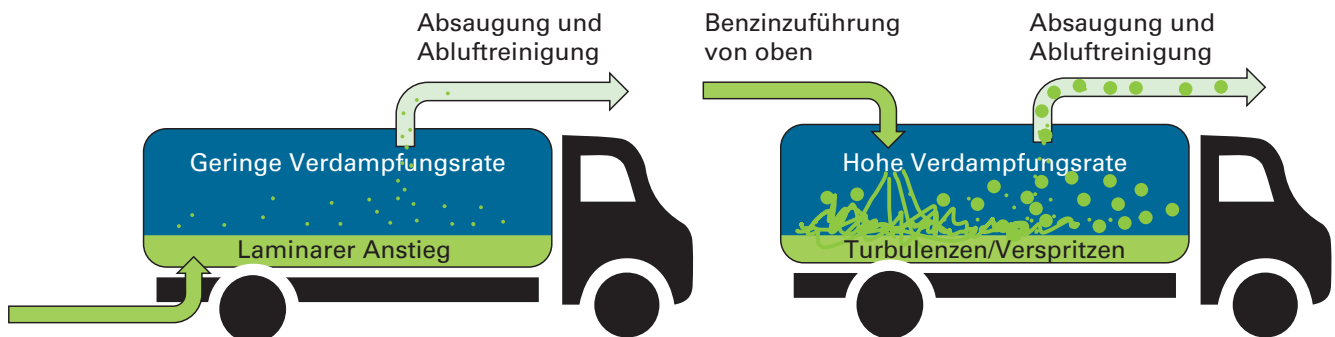
kann, ist die moderne Schwimm-Membran-Technik an den Rändern mit elastischen Abdichtungen versehen, die sich dicht an die Tankwand anschmiegen. Der technische Standard dieser Abdichtungen wurde in den 1980er-Jahren mit der Entwicklung von sogenannten Dreifachabdichtungen perfektioniert. Solche Dreifachdichtungen sind auch bei den Benzintanks in Mellingen verbaut. Durch moderne, abgedichtete

Schwimm-Membranen werden die VOC-Emissionen aus Festdach tanks gegenüber einem frei belüfteten Tank um mindestens 98 Prozent gesenkt. Seit den 1990er-Jahren sind die – ursprünglich grauen – Benzintanks in Mellingen zusätzlich mit einem weissen Schutzanstrich versehen. Weisse Farbe reflektiert etwa 84 Prozent der Energie des natürlichen Sonnenlichts, wodurch sich der Tankinhalt im Sommer erheblich langsamer und

auch wesentlich weniger hoch aufgeheizt. Dadurch sinkt die Verdampfungsrate – und damit auch die VOC-Emissionen. Die Wirkung des Anstrichs nimmt allerdings durch Verschmutzungen, insbesondere durch Ablagerungen auf den Tankdächern, mit der Zeit ab. Daher werden die Grosstanks in Mellingen regelmässig gereinigt. Zusätzlich sind am Rand der Tankdächer Kupferbänder angebracht, die eine Verschmutzung der Tankwände durch Algen- und Pilzbewuchs effizient verhindern.

Um VOC-Emissionen beim Beladen der Tanklastwagen zu vermeiden, werden zwei Techniken eingesetzt: Erstens werden die Tanklastwagen von unten her befüllt (sogenanntes bottom loading). Das Benzin wird dabei durch eine feste Leitung nahe dem Tankboden des Tankauflegers eingefüllt, der Flüssigkeitspegel steigt im Tank dabei langsam und ohne Turbulenzen an und verdrängt die benzindampfhaltige Luft nach oben, wo sie abgesaugt wird. Übermässige Dampfbildung bzw. Dampfsättigung durch Verspritzen im Tank wird auf diese Weise vermieden. Zweitens werden die Benzindämpfe nach dem Absaugen über eine Benzinrückgewinnungsanlage geleitet. In dieser Anlage werden die Dämpfe kondensiert und wieder in flüssiges Benzin umgewandelt. Die gereinigte Abluft wird über einen Kamin abgeleitet.

Im Zeitraum von 2020 bis 2023 hat die TAMAG ihre Emissionsschutzmassnahmen weiter optimiert. Im



Benzinzuführung von unten

Beim sogenannten «bottom loading» (links) wird das Benzin von unten in den Tanklastwagen gefüllt. So steigt der Flüssigkeitspegel ohne Turbulenzen an und nur wenig Benzin verdampft. Die benzindampfhaltige Luft wird abgesaugt und über eine Benzinrückgewinnungsanlage geleitet. Wird hingegen von oben befüllt (rechts), ergibt sich durch das Verspritzen eine hohe Verdampfungsrate.



Rahmen des sogenannten «LRV-Projekts» (LRV: Luftreinhalteverordnung) wurde die Benzinrückgewinnungsanlage erneuert und durch eine moderne dreistufige Anlage ersetzt, die aus einer Kombination von Gaswäscher, Membrantrenntechnik und Adsorptionsanlage besteht. Wie die Abnahmemessungen zeigen, liegt die Effizienz der Anlage bei mehr als 99,98 Prozent, das heisst, das verdampfte Benzin wird quasi vollständig zurückgewonnen. Ausserdem wurde ein Dämpfespeicher gebaut, in dem die Benzindämpfe zwischengespeichert werden können. Dadurch wird ein kontinuierlicher Betrieb der Benzin-

rückgewinnungsanlage mit einer gleichmässigen Auslastung gewährleistet.

Der grösste Beitrag zum Emissionsschutz in diesem Projekt wurde jedoch bei den Grosstanks erzielt. In insgesamt fünf dieser Tanks wurden die Schwimm-Membranen mit einem System von Quellabsaugungen ausgestattet, deren Abluft via den Dämpfespeicher über die Benzinrückgewinnungsanlage geführt wird. Mit dieser Massnahme konnte die Effizienz der Schwimm-Membranen nochmals deutlich gesteigert und die VOC-Konzentrationen im Gasraum der Tanks weiter gesenkt werden. So ist sicher-

gestellt, dass die LRV-Grenzwerte für VOC-Emissionen jederzeit – auch in besonders heissen Sommern – eingehalten sind.

Der Einsatz von Quellabsaugungen in Festdachtanks mit Schwimm-Membranen ist europaweit ein Novum. Mit dem LRV-Projekt hat die TAMAG also den Stand der Technik für Luftreinhaltungsmaßnahmen in der Tanklagerbranche weiterentwickelt und neue Massstäbe gesetzt – ein schönes Beispiel für das Zusammenspiel von aktivem Umweltschutz und Innovation im Aargau.

### Benzinrückgewinnungsanlage

Die Benzindämpfe vom Beladen der Tanklasten werden in einem dreistufigen Verfahren gereinigt. Der benzinhaltige Luftstrom wird von unten her in den Wäscher eingeleitet, während von oben Waschflüssigkeit herunterrieselt und einen Teil der Dämpfe aufnimmt. Als Waschflüssigkeit wird üblicherweise Benzin verwendet. Die Waschflüssigkeit wird anschliessend ohne weitere Behandlung in den Benzinlagertank geleitet. Der Luftstrom aus dem Wäscher wird anschliessend an einer halbdurchlässigen Membran vorbeigeführt. Die Benzindämpfe können diese Membran nur in eine Richtung durchdringen und reichern sich so auf der linken Seite an. Dieses Konzentrat wird wieder zurück zum Wäscher geführt und durchläuft das ganze System ein zweites Mal. Die nur noch schwach benzinhaltige Luft von der rechten Seite der Trennmembran wird auf eine Adsorptionsstufe geleitet, in der sich letzte Benzinteilchen auf der Oberfläche von Aktivkohlefiltern absetzen. Erst danach wird die Abluft über den Kamin nach aussen abgegeben. Sobald einer der Aktivkohlefilter mit Benzindampf beladen ist, wird er durch Erwärmen regeneriert. Die benzinhaltige Luft aus der Regeneration wird zurück zum Wäscher geführt und durchläuft das ganze System ein weiteres Mal.

