

# Texte

Texte  
**42**  
**07**  
ISSN  
1862-4804

Schutz von neuen und bestehenden Anlagen und Betriebsbereichen gegen natürliche, umgebungsbedingte Gefahrenquellen, insbesondere Hochwasser (Untersuchung vor- und nachsorgender Maßnahmen)

Umwelt  
Bundes  
Amt



Für Mensch und Umwelt

**UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES  
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT**

**Forschungsbericht 203 48 362  
UBA-FB 001047**



**Schutz von neuen und bestehenden  
Anlagen und Betriebsbereichen gegen  
natürliche, umgebungsbedingte  
Gefahrenquellen, insbesondere  
Hochwasser (Untersuchung vor- und  
nachsorgender Maßnahmen)**

**von**

**Dipl.-Ing. Hanns-Jürgen Warm**  
Warm engineering, Freilassing

**Dr. rer. nat. Karl-Erich Köppke**  
Ingenieurbüro Dr. Köppke, Bad Oeynhausen

**unter Mitarbeit von**

**Prof. Dr. W.B. Krätzig**  
**Dr.-Ing. H. Beem**

**Im Auftrag des Umweltbundesamtes**

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter  
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3326.pdf>  
verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten  
und Meinungen müssen nicht mit denen des  
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt  
Postfach 14 06  
06813 Dessau-Roßlau  
Tel.: 0340/2103-0  
Telefax: 0340/2103 2285  
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet III 1.2  
Roland Fendler

Dessau-Roßlau, Oktober 2007

1. Berichtsnummer UBA-FB-001047	2.	3.
<b>4. Titel des Berichts</b>  Schutz von neuen und bestehenden Anlagen und Betriebsbereichen gegen natürliche, umgebungsbedingte Gefahrenquellen, insbesondere Hochwasser (Untersuchung vor- und nachsorgender Maßnahmen)		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n)  Dipl.-Ing. Warm, Hanns-Jürgen Dr.rer.nat. Dipl.-Ing. Köppke, Karl-Erich		8. Abschlussdatum Mai 2007
		9. Veröffentlichungsdatum
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift)  Warm engineering <a href="mailto:ibw@warm-engineering.com">ibw@warm-engineering.com</a> Mittlere Feldstraße 1 83395 Freilassing		10. UFOPLAN – Nr. 203 48 362
		11. Seitenzahl 657
		12. Literaturangaben 244
		13. Tabellen u. Diagramme 28
		14. Abbildungen 202
15. Zusätzliche Angaben		
16. Kurzfassung  An konkreten Beispielen in verschiedenen Modellregionen in NRW, Sachsen und Sachsen-Anhalt wurde untersucht, wie Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen nach § 19g WHG, Betriebsbereiche, die der 12. BlmSchV unterliegen, sowie Anlagen zur Lagerung von brennbaren Gasen in der Praxis vor Hochwasser geschützt werden. Für Betriebsbereiche wurden darüber hinaus auch die Gefahrenquellen Erdbeben, Sturm und Bergsenkungen näher untersucht. Auf Basis der Untersuchungen in den Modellregionen, der Analyse der rechtlichen Anforderungen sowie dem gegenwärtigen Stand der Technik bzw. Sicherheitstechnik wurden zahlreiche Vorschläge zur Fortschreibung des relevanten Umweltrechts und der Regelwerke erarbeitet, um die Sicherheit der betrachteten Anlagenarten und Betriebsbereiche zu verbessern.		
17. Schlagwörter  Hochwasser, Überschwemmungsgebiet, überschwemmungsgefährdetes Gebiet, Sturm, Erdbeben, Bergsenkung, Störfallverordnung, VAwS-Anlage, Betriebsbereich, Hochwasserschutz, Sicherheitstechnik, Alarm- und Gefahrenabwehrplanung		
18. Preis	19.	20.

1. Report No. UBA-FB-001047	2.	3.
<b>4. Report Title</b>  Safety of new and existing facilities and establishments against natural environmental hazards, especially flood		
<b>5. Author(s), Family Name(s), First Name</b> Dipl.-Ing. Warm, Hanns-Jürgen Dr.rer.nat. Dipl.-Ing. Köppke, Karl-Erich		
<b>6. Performing Organisation (Name, Adress)</b>  Warm engineering <a href="mailto:ibw@warm-engineering.com">ibw@warm-engineering.com</a> Mittlere Feldstr. 1 83 395 Freilassing		
Ingenieurbüro Dr. Köppke <a href="mailto:dr.koepcke@t-online.de">dr.koepcke@t-online.de</a> Elisabethstr. 31 32545 Bad Oeynhausen		
<b>7. Sponsoring Agency (Name, Adress)</b>  Federal Environment Agency Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau		
<b>12. No. of References</b> 244		
<b>13. No. of Tables, Diagr.</b> 28		
<b>14. No. of Figures</b> 202		
<b>15. Supplementary Notes</b>		
<b>16. Abstract</b>  In different model areas in North Rhine-Westphalia, Saxony and Saxony-Anhalt the protection against flood was investigated for facilities for handling substances constituting a hazard to water according to § 19g Water Management Act, establishments according to the Major Accidents Ordinance and storage tanks for inflammable gases. Moreover the impacts caused by storm, earthquake and mining settlement were also regarded for establishments. On the basis of the results of the investigations in the model areas, the analysis of the legal requirements and the analysis of the state-of-the-art numerous proposals were elaborated to develop the relevant environmental regulations and standards to improve the safety of the regarded plants and establishments.		
<b>17. Keywords</b>  flood, flood planes, flood-prone zones, storm, earthquake, mining settlement, Major Accidents Ordinance, Facilities for Handling Substances Constituting a Hazard to Water, establishment, flood protection, safety technique, emergency management		
<b>18. Price</b>	<b>19.</b>	<b>20.</b>

## 4 Heizöl- und Flüssiggaslagerung in Überschwemmungs- und überschwemmungsgefährdeten Gebieten

Bezüglich der Lagerung brennbarer Gase beschränkt sich diese Untersuchung auf die Lagerung von Flüssiggas.<sup>6</sup>

### 4.1 Mögliche Gefahren bei Heizöllagerung

Heizöl EL (im Folgenden als Heizöl bezeichnet) ist ein wassergefährdender Stoff der Wassergefährdungsklasse (WGK) 2. Daher muss die Heizöllagerung in Überschwemmungsgebieten hohen Sicherheitsansprüchen genügen, um ein Austreten von Heizöl auch für den Fall eines Hochwassers zu verhindern. Dringt Wasser in ein Gebäude ein, können nicht ausreichend gesicherte Behälter aufschwimmen und umkippen. Hierbei besteht die Gefahr, dass Rohrleitungen abgetrennt und die Behälter durch den Wasserdruk eingebaut oder sogar undicht werden.

Das Wasser kann aber auch über nicht gesicherte Behälteranschlüsse und Rohrleitungsverbindungen oder über nicht ausreichend hoch genug geführte Entlüftungsleitungen in den Behälter gelangen. Da Heizöl leichter als Wasser ist, wird es vom eindringenden Wasser aus dem Tank gedrückt und gelangt dann in den Aufstellraum oder in die Umgebung. Dies kann nicht nur zu einem erheblichen Schaden am Gebäude, sondern auch zu einem Gewässerschaden führen. Mögliche Gefahren der Heizöllagerung in Überschwemmungsgebieten zeigen die **Abbildungen 4.1.1 bis 4.1.4**.



**Abbildung 4.1.1:** Eingebeulter Heizöl-Lagerbehälter

<sup>6</sup> entsprechend einer Abstimmung mit dem Umweltbundesamt



**Abbildung 4.1.2:** Aufgeschwommene Heizöl-Lagerbehälter



**Abbildung 4.1.3:** Ausgetretenes Heizöl in einem Keller



**Abbildung 4.1.4:** Ölfilm auf Gewässer

## 4.2 Prüfung der Heizöllagerung durch Sachverständige

Verschiedene Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen unterliegen nach den Landeswassergesetzen und den VAWs-Anlagenverordnungen einer Prüfpflicht. Unter dieser Prüfpflicht fallen insbesondere:

- Anlagen mit unterirdischen Lagerbehältern,
- Anlagen mit oberirdischen Lagerbehältern bei einem Gesamtrauminhalt von mehr als 10.000 Liter,
- unterirdische Rohrleitungen sowie
- andere Anlagen oder Teile davon, wenn dies in der Bauartzulassung ausdrücklich vorgeschrieben ist.

Über diese normale Prüfpflicht hinaus müssen in festgesetzten Überschwemmungsgebieten alle im Gebäude oder im Freien aufgestellten Anlagen zum Lagern von Heizöl mit einem Tankvolumen über 1.000 Liter vor Inbetriebnahme und nach einer wesentlichen Änderung durch zugelassene Sachverständige geprüft werden. Ziel dieser einmaligen Prüfung ist es, festzustellen, ob die Heizöllagerung den technischen Anforderungen in Überschwemmungsgebieten entspricht. Festgestellte Mängel an den Anlagen sind zu beheben, so dass Schäden bei einem Hochwasser vermieden werden.

## 4.3 Stand der Technik zum Schutz von Anlagen zum Lagern von Heizöl

Der sicherste Schutz von Anlagen zum Lagern von Heizöl in Überschwemmungsgebieten gegen die Einwirkung von Hochwasser ist die Aufstellung oberhalb des maximal möglichen Hochwasserstandes. Da dies jedoch oftmals nicht möglich ist, muss entweder das Wasser vom Tanklager ferngehalten oder das Tanklager muss gesichert werden.

Um das Wasser von den Heizöllagerbehältern fern zu halten, müssen die Aufstellräume gegen drückendes Wasser gesichert werden. Eine ausreichende Auftriebsicherheit für das Gebäude ist erforderlich. Mit speziellen Vorrichtungen sind Raumöffnungen, wie Türen, Lichtschächte, Fenster sowie Durchführungen von Trinkwasser-, Abwasser-, Heizöl-, Telefon- und Stromleitungen, gegen den anstehenden

Wasserdruck und Rückstau abzudichten. Auch die Entlüftungsleitungen der Heizölbewehrter müssen so hoch geführt werden, dass kein Wasser eindringen kann.

Kann das Wasser von den Heizöllagerbehältern nicht fern gehalten werden, so ist eine Sicherung der Behälter gegen Aufschwimmen erforderlich. Dies kann durch Verankern am Boden oder Abspreizen gegen die Decke und/oder die Wände erfolgen (**Abbildung 4.3.1**). Zu beachten ist dabei, dass der Behälter auch den Druck des Wassers von außen standhalten muss, ohne einzubeulen oder undicht zu werden. Zudem muss das Gebäude die auftretenden Kräfte aufnehmen können (ein leerer 1.000 l-Behälter erzeugt beispielsweise einen Auftrieb von 1 Tonne).



**Abbildung 4.3.1:**  
Hochwassersicherer Kunststofftank  
mit Verankerung am Boden

**Abbildung 4.3.2** zeigt die Auswirkungen einer Wassersäule von 3 Meter bei einem konventionellen Kunststofftank im Vergleich zu einem hochwassersicheren Tank.



**Abbildung 4.3.2:** Konventioneller Kunststofftank und hochwassersicherer Tank nach Druckeinwirkung

Unterirdische Behälter können mit relativ geringem Aufwand gegen Auftrieb gesichert werden. Beispielsweise können sie nachträglich mit einer Betonplatte beschwert oder auf einer Fundamentplatte verankert und zusätzlich gegen Drehen gesichert werden. Weiter gibt es Heizöltanks, die für die Aufstellung im Überschwemmungsgebiet geeignet sind und eine entsprechende Zulassung haben.

#### **4.4 Mögliche Gefahren bei Flüssiggaslagerung**

Flüssiggase sind hochentzündliche Stoffe, die bei einer Freisetzung und Verdampfung mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch bilden. Die Flüssiggaslagerung muss daher in Überschwemmungsgebieten hohen Sicherheitsansprüchen genügen, um im Falle eines Hochwassers eine Freisetzung zu verhindern. Eine Einstufung der Flüssiggase und der relevanten physikalischen Daten ist in der **Tabelle 4.4.1** enthalten.

**Tabelle 4.4.1:** Einstufung der Flüssiggase nach DIN 51622 mit Kenndaten

<b>Stoff</b>	<b>Einstufung</b>	<b>StörfallIV *) lfd. Nr.</b>	<b>Siedetemp. bei 1,013 bar (°C)</b>	<b>Dampfdruck bei 20°C 50°C (bar)</b>	<b>Flüssigkeits- dichte bei 20°C (kg/m³)</b>	<b>Explosions- grenzen (Vol.-%)</b>	<b>Wasserge- fährdungs- klasse</b>
Propan	R12 / hochentzündlich	11 (8)	-42,1	8,3 17,2	500	1,7 – 10,8	nicht wasserge- fährdend
Propen	R12 / hochentzündlich	11 (8)	-47,7	10,3 20,7	515	1,8 – 11,2	nicht wasserge- fährdend
n-Butan	R12 / hochentzündlich	11 (8)	-0,5	2,1 4,9	579	1,4 – 9,4	nicht wasserge- fährdend
i-Butan	R12 / hochentzündlich	11 (8)	-11,7	3,0 6,9	557	1,3 – 9,8	nicht wasserge- fährdend
Buten-1	R12 / hochentzündlich	11 (8)	-6,2	2,5 6,0	596	1,2 – 10,6	nicht wasserge- fährdend
i-Buten	R12 / hochentzündlich	11 (8)	-7,1	2,5 6,1	594	1,6 – 10	nicht wasserge- fährdend

\*) 8: hochentzündlich

11: hochentzündliche verflüssigte Gase

#### 4.4.1 Genehmigungspflicht, Genehmigungsbefreiung

Die Lagerung von brennbaren Gasen mit einem Fassungsvermögen von 30 Tonnen oder mehr ist nach der 4. BlmSchV, Spalte 1 genehmigungspflichtig. Die Genehmigung ist in einem förmlichen, öffentlichen Verfahren nach § 10 des BlmSchG durchzuführen.

Die Lagerung von brennbaren Gasen in Behältern mit einem Fassungsvermögen von 3 Tonnen bis weniger als 30 Tonnen ist nach der 4. BlmSchV nach Spalte 2 genehmigungspflichtig. Die Genehmigung kann nach einem vereinfachten Verfahren gemäß § 19 des BlmSchG erfolgen.

Flüssiggasanlagen mit  $\geq 50$  t fallen unter die Grundpflichten, solche mit  $\geq 200$  t fallen unter die erweiterten Pflichten der Störfall-Verordnung (Nr. 11 der Spalte 1 der Stoffliste des Anhangs I der StörfallIV). Genehmigungspflichtige Flüssiggasbehälter unterliegen stets einer behördlichen/staatlichen Überwachung. Die Lagerung von Flüssiggasen in Behältern < 3 t ist i.d.R. genehmigungsfrei.

Als vormals Flüssiggase noch eine Wassergefährdungsklasse (WGK 0) aufwiesen, war eine Genehmigung zur Lagerung auch mit kleinen Mengen bei der Unteren Wasserbehörde Pflicht. Durch Änderung der Einstufung von wassergefährdenden Stoffen in Wassergefährdungsklassen mit der VwVwS vom 17.05.1999 entfiel eine Wassergefährdungsklasse für Flüssiggase [VwVwS, 1999].

Für die im Forschungsvorhaben betrachteten Länder ergeben sich Unterschiede in der Bewertung einer Genehmigungsbefreiung für kleinere Mengen (**Tabelle 4.4.1.1**). Eine behördliche Kontrolle zu Anzahl und Standorten von Flüssiggaslagerbehältern mit genehmigungsfreien Mengen ist in Sachsen-Anhalt und Sachsen nicht gegeben. Dies gilt auch für Überschwemmungsgebiete. Eine Ausnahme bilden in Sachsen die wenigen, nicht genehmigungspflichtigen Flüssiggaskleinbehälter, die in Gewerbebetrieben aufgestellt sind. Diese befinden sich in der Überwachung durch die staatlichen Gewerbeaufsichtsämter.

**Tabelle 4.4.1.1:** Anzeige- bzw. Genehmigungspflicht für kleine Flüssiggasmengen

	<b>Nordrhein-Westfalen</b>	<b>Sachsen-Anhalt</b>	<b>Sachsen</b>
Genehmigungsfrei	ortsfeste Behälter für verflüssigte Gase bis 5 m <sup>3</sup> Rauminhalt.	Behälter für verflüssigte Gase mit einem Fassungsvermögen von weniger als 3 t.	Behälter für verflüssigte Gase mit einem Fassungsvermögen von weniger als 3 t.
Anzeigepflicht	Eine Unternehmensbescheinigung oder Bescheinigung eines Sachverständigen ist der Baubehörde nach Aufstellung des Behälters einzureichen. Erteilung der "Bennutzungsgenehmigung" durch die Baubehörde auf Antrag		
Genehmigungspflicht nach LBO	ab 5 m <sup>3</sup>	ab 3 t	ab 3 t

#### 4.4.2 Prüfung der Flüssiggaslagerung durch Sachkundige und Sachverständige

Diese sogenannten Kleinbehälter, die insbesondere der Versorgung von Privathäusern dienen, werden nach den Recherchen in Sachsen-Anhalt und Sachsen zu 99,9 % von regionalen oder überregionalen Flüssiggasvertriebsfirmen aufgestellt, verbleiben in deren Besitz und werden von diesen Firmen befüllt und gewartet.

Eine gewisse Kontrolle ist lediglich durch die Sachverständigen, wie z.B. der TÜVs, gegeben, sofern diese eingeschaltet werden. Eine äußere Prüfung, die alle 2 Jahre durchzuführen ist, kann auch durch den Sachkundigen der Betreiberfirma vorgenommen werden. Die alle 10 Jahre erforderliche innere Prüfung muss durch einen Sachverständigen durchgeführt werden.

#### 4.4.3 Stand der Technik zum Schutz von Flüssiggaslageranlagen

Um einen sicheren Schutz für Flüssiggaslageranlagen zu erreichen werden die nachfolgenden Maßnahmen durch die Berichterstatter empfohlen:

In Überschwemmungsgebieten besteht der sicherste Schutz gegen die Einwirkung von Hochwasser in einer Aufstellung der Flüssiglagertanks oberhalb des maximal möglichen Hochwasserstandes. In Fällen, in denen dies nicht möglich ist, kann z.B. durch Installationen in Wannen das Hochwasser ferngehalten werden. Ansonsten ist ein Flüssiggastank mit einer mindestens 1,3-fachen Sicherheit gegen Auftrieb zu sichern. Die Auftriebskräfte sollten von einem Fachmann (Statiker) festgelegt werden. Die Forderung entspricht einer vormaligen baurechtlichen Regelung in Sachsen. Dies gilt gleichermaßen für unterirdische Tanks auch in Sandbettlagerung mit Erddeckung. Der Boden ist in diesem Fall vor Einlegen zu verdichten und das Sandbett mit einer Stärke von 20 cm einzubringen.

Die Erddeckung muss entsprechend der TRB 600 mindestens 1 m betragen. Der Behälter selbst muss allseitig von einer 20 cm dicken steinfreien Sandschicht umgeben sein, die in Lagen einzuschwemmen ist. Diese unterirdischen als auch oberirdischen Behälter müssen in adäquater Entfernung von Kabeln, fremden Leitungen und Gebäuden bzw. Gebäudefundamenten entfernt sein.

Folgende technischen Standards sollen auf Vorschlag der Berichterstatter Berücksichtigung finden:

➤ ***Unterirdische Lagerbehälter***

Zylindrischer Stahlbehälter nach DIN 4681 komplett mit Armaturen. Vorschriftsmäßige Schutzisolierung außen, Sicherheits-, Befüll- und Kontrollarmaturen, Gasentnahmestutzen POL 1/2“ li. NPT, Inhaltsanzeiger und Domschacht. Armaturen fertig eingedichtet und auf Dichtheit geprüft, werkseitig vom Sachverständigen geprüft bzw. Baumusterprüfung einschließlich der Behälterpapiere.

➤ ***Halboberirdische Lagerbehälter***

Eine Variante für die Einlagerung von Flüssiggas ist der halboberirdische Lagerbehälter. Er wird wie ein unterirdischer Behälter in einem Sandbett eingelagert. Er ist im unteren Bereich epoxydharzbeschichtet.

➤ ***Oberirdische Lagerbehälter***

Zylindrischer Stahlbehälter mit angeschweißten Füssen nach DIN 4680 komplett mit Armaturen, vorschriftsmäßiger, weißer (RAL 9010) reflektierender Schutzanstrich, Sicherheits-, Befüll- und Kontrollarmaturen, Gasentnahmestutzen POL 1/2“ li. NPT, Inhaltsanzeiger. Entnahmearmaturen durch verschließbare Abdeckhaube geschützt. Armaturen fertig eingedichtet und auf Dichtheit geprüft, werkseitig vom Sachverständigen geprüft bzw. Baumusterprüfung einschließlich der Behälterpapiere.

➤ ***Großlagertanks***

In einer größeren Anzahl von Anlagen bzw. Betriebsbereichen, die unter die Störfall-Verordnung fallen, sind häufig Flüssiggase von mehreren tausend Tonnen in großen unterirdischen zylindrischen oder oberirdischen, meist kugelförmigen Lagertanks gespeichert. Das wesentliche technische Regelwerk war bislang die TRB 801, speziell der Anhang 25. Auch für solch große Flüssiggastanks ist in hochwassergefährdeten Gebieten zu empfehlen, diese gegen Aufschwimmen oder Treibgut zu sichern. Dies ist bislang in Deutschland i.d.R. nicht der Fall. (Neuralgische Punkte bezüglich der Statik sind z.B. die Stützen an Kugellagertanks.)

- Oberirdische Lagerbehälter sind generell nach TRB 600 sowie TRB 801 so aufzustellen, dass sie gegen Strömung, Treibgut und Eisgang gesichert sind.

Im Folgenden Darstellungen von Kugellagertanks mit herkömmlicher Stützenlagerung und mit einer sicheren sogenannten Eierbecherlagerung:



**Abbildung 4.4.3.1:** Kugellagertanks für Flüssiggas



**Abbildung 4.4.3.2:** Sanierte Kugellagertanks für Flüssiggas