

Angemessener Sicherheitsabstand gemäß §3(5c) BImSchG zwischen dem Betriebsbereich der Remondis QR in Lübeck und dem Planvorhaben 02.14 „Geniner Ufer/ Welsbachstraße“ ermittelt nach der Konvention KAS-18

Auftraggeber: Entwicklungsgesellschaft „Geniner Ufer“

Stand: Januar 2023

Gutachten 2214

Inhalt

1	VERANLASSUNG, AUFGABENSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE	4
2	STANDORT DES BETRIEBSBEREICHS UND BETRIEBSBESCHREIBUNG	5
3	BEWERTUNGSGRUNDLAGEN.....	9
4	STÖRFALLSZENARIEN UND SICHERHEITSABSTÄNDE.....	15
5	BEWERTUNG VON ZUKÜNFTIGEN ENTWICKLUNGEN IM BETRIEBSBEREICH.....	20
6	ERMITTLUNG DES ANGEMESSENEN SICHERHEITSABSTANDS.....	22
7	RESÜMEE.....	25
8	ANHÄNGE UND BEILAGEN.....	26

Detailliertes Inhaltsverzeichnis

1	VERANLASSUNG, AUFGABENSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE	4
2	STANDORT DES BETRIEBSBEREICHS UND BETRIEBSBESCHREIBUNG	5
2.1	ÖRTLICHE LAGE UND BESCHREIBUNG DER UMGEBUNG.....	5
2.2	BETRIEBSBESCHREIBUNG	5
2.3	STÖRFALL- UND ABSTANDSRELEVANTEN STOFFE	8
3	BEWERTUNGSGRUNDLAGEN	9
3.1	GRUNDLAGEN	9
3.2	REGELWERKE	9
3.3	BEURTEILUNG DER STÖRFALLBEDINGTEN INHALATION TOXISCHER STOFFE	10
3.4	BEURTEILUNG VON EXPLOSIONEN UND BRÄNDEN	12
3.5	SCHUTZBEDÜRFTIGKEIT VON GEBIETEN UND OBJEKTEN	14
4	STÖRFALLSZENARIEN UND SICHERHEITSABSTÄNDE	15
4.1	GRUNDSÄTZE DER ABSTANDSERMITTLUNG	15
4.2	LECKAGE VON FLÜSSIGEM QUECKSILBER BEI RAUMTEMPERATUR	15
4.3	LECKAGE VON FLÜSSIGEM, ERWÄRMTEM QUECKSILBER.....	16
4.4	FREISETZUNG VON QUECKSILBER AUS DER VTR ANLAGE.....	16
4.5	BRANDGASENTSTEHUNG BEI DER BATTERIESORTIERUNG	17
4.6	EXPLOSIONSGEFÄHRDUNG	19
4.7	BRANDGEFÄHRDUNG	19
4.8	UNSIKERHEITEN UND VARIATIONEN DER BEURTEILUNG	19
5	BEWERTUNG VON ZUKÜNFTIGEN ENTWICKLUNGEN IM BETRIEBSBEREICH	20
5.1	OPTION 1: AUFSTELLUNG UND BETRIEB EINER ZWEITEN VTR ANLAGE	20
5.2	OPTION 2: QUECKSILBERSULFID ANLAGE ZUR STABILISIERUNG VON QUECKSILBER	20
5.3	STAND DER SICHERHEITSTECHNIK	21
6	ERMITTLUNG DES ANGEMESSENEN SICHERHEITSABSTANDS	22
6.1	ZUSAMMENFASSUNG DER ERMITTELTEN ABSTÄNDE FÜR DIE BESTANDSANLAGEN.....	22
6.2	BESCHREIBUNG DES PLANGEBIETS.....	23
6.3	BETROFFENHEIT DES PLANGEBIETS DURCH DEN BETRIEBSBEREICH.....	23
6.4	VORSCHLÄGE FÜR MAßNAHMEN NACH §9(1) NR. 23C BAUGB.....	24
6.5	LEICHTIGKEIT UND WIRKSAMKEIT DER HILFELEISTUNG DURCH NOTFALLKRÄFTE.....	24
7	RESÜMEE	25
8	ANHÄNGE UND BEILAGEN	26
8.1	ANGABEN ZUM PROJEKT	26
8.2	UNTERLAGEN ZUM PLANGEBIET	27
8.3	UNTERLAGEN ZUM BETRIEBSBEREICH REMONDIS	27
8.4	PROTOKOLLE DER SIMULATIONSRECHNUNGEN	27

Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Abbildung 1: Räumliche Lage von Plangebiet und benachbartem Grundstück der Remondis QR	5
Abbildung 2: Freisetzung von Quecksilber aus einer Bodenlache über den 8,7 m hohen Kamin	16
Abbildung 3: Freisetzung von Quecksilber aus der VTR Anlage über 8,7 m hohen Kamin	17
Abbildung 4: Ausbreitungsprofil für Brandgas Lithiumoxid freigesetzt mit 0,9 g/s bodennah.....	18
Abbildung 5: Visualisierung des ermittelten angemessenen Abstands $R_{AS} = 60$ m (bodennahe Immission)	22
Tabelle 1: Störfallbeurteilungswerte für Stoffrahmen.....	11
Tabelle 2: Auswirkungen von Strahlungswärme (Langzeiteinwirkung).....	13
Tabelle 3: Auswirkungen von Strahlungswärme auf den Menschen (Schmerzgrenze)	14
Tabelle 4: Zusammenstellung der ermittelten Gefährdungsdistanzen	22

Verwendete Abkürzungen und Akronyme

AEGL	Acute Exposure Guideline Levels
CAS	Chemical Abstract System (Klassifizierungssystem in der Chemie)
DWD	Deutscher Wetterdienst
ERPG	Emergency Response Planning Guideline
GI	Gefahrenindex gemäß Anhang 1 Nummer 3 KAS[R1]-18
Hg	Chemisches Kurzzeichen für Quecksilber
IP	Immissionspunkt
i. V. m.	In Verbindung mit
KAS	Kommission für Anlagensicherheit
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
R_{AS}	Angemessener Sicherheitsabstand
R+D	R+D Ingenieurleistungen GmbH (Auftragnehmer)
SBW	Störfallbeurteilungswert
TEEL	Temporary Emergency Exposure Limit
TNV	Thermische Nachverbrennungs-Anlage
VTR	Vakuumthermische Recycling Anlage, siehe Kap. 2.2.4

1 Veranlassung, Aufgabenstellung und Vorgehensweise

Die Entwicklungsgesellschaft Geniner Ufer GmbH & Co.KG plant als Vorhabensträger, Flächen zwischen den Straßenzügen „Welsbachstraße“, „Possehlstraße“, „Geniner Ufer“ und „Bei der Gasanstalt“ in Lübeck einer Wohnnutzung bzw. sonst schutzbedürftiger Nutzung (z.B. für Schulen) zuzuführen. In der unmittelbaren Nachbarschaft betreibt die Remondis QR GmbH (kurz: Remondis QR) Anlagen zum Recycling von Quecksilber aus entsprechenden Abfällen sowie zur Sortierung von Batterien. Der Standort ist Betriebsbereich im Sinne von §3(5a) BImSchG.

Das Plangebiet ist gegenwärtig als Gewerbegebiet ausgewiesen und soll unter anderem zur Wohnnutzung umgewidmet werden. Hierzu ist das Abstandsgebot aus §50 BImSchG zu beachten. Zur konkreten Umsetzung soll im Auftrag des Vorhabensträgers der angemessene Sicherheitsabstand im Sinne von §3(5c) BImSchG ausgehend vom Betriebsbereich der Remondis QR GmbH ermittelt werden. (Aufgabe 1) Grundlage für die Ermittlung sind die Vorschriften aus dem Leitfaden KAS-18 der Kommission für Anlagensicherheit. Zusätzlich sollen (Aufgabe 2) auch zukünftige Entwicklungen im Betriebsbereich hinsichtlich der zugehörigen Abstandserfordernisse vorgeprüft werden. Hierzu hat Remondis QR zwei konkrete Erweiterungsoptionen für neue Anlagen am Standort benannt. Derartige Anlagen werden im Konzern bereits betrieben, so dass deren Anlagen- und Prozesssicherheitskonzept als Basis für die Beurteilung hier herangezogen werden soll.

Der zu ermittelnde angemessene Sicherheitsabstand stellt den Mindestabstand dar, um die Vorgaben aus §50 BImSchG anforderungsgerecht umzusetzen. Im Rahmen der planerischen Abwägung können durchaus auch größere Abstände festgesetzt werden. Hierzu sollen Vorschläge für „bauliche und sonstige technische Maßnahmen“ nach §9 Nr. 23c BauGB erarbeitet werden (Aufgabe 3).

Die Anlagenbeschreibungen und technischen Daten wurden vom Betreiber des Betriebsbereichs beigegeben. Die Kurzbeschreibungen im Anhang 8.3 sind öffentlich zugänglich. Die zusätzlich zur Verfügung gestellten vertiefenden Betriebsbeschreibungen [U6][U7][U8] und gutachterlichen Stellungnahmen [U10] sind von Remondis QR als Geschäftsgeheimnis eingestuft und nicht öffentlich zugänglich.

Der Standort wurde vom Unterzeichner am 19. Juli 22 zusammen mit Vertreter*innen der Remondis QR in Augenschein genommen. Im Jul/ August fanden mehrere Video-/ Telefonkonferenzen statt, um abstandsrelevante Betriebsdaten abzustimmen. Diese Betriebsdaten sind im nachfolgenden Text dokumentiert worden und wurden im Nachgang von der Betreiberin als zutreffend bestätigt sowie als „frei von Geschäftsgeheimnissen“ von Remondis QR mit Telefonat vom 28. Okt. 2022 freigegeben.

Das Gutachten und die Grundlagen [U4][U5] dazu wurden mit der zuständigen Behörde abgestimmt, vgl. Anhang 8.1. Das Gutachten ist von Sachverständigen der R+D Ingenieurleistungen jeweils bekanntgegeben gemäß §29b BImSchG aufgestellt worden, vgl. Anhang 8.1.

2 Standort des Betriebsbereichs und Betriebsbeschreibung

2.1 Örtliche Lage und Beschreibung der Umgebung

Die Remondis QR GmbH betreibt in Lübeck „Bei der Gasanstalt 9“ einen Betriebsbereich mit Anlagen zur zeitweiligen Lagerung und Sortierung von gebrauchten Batterien und quecksilberhaltigen Rückständen sowie zum Quecksilberrecycling. Die Flächen nordöstlich davon zwischen den Straßenzügen „Welsbachstraße“, „Geniner Ufer“ und bis nahezu an die „Possehlstraße“, werden gegenwärtig ebenfalls gewerblich genutzt. Die Flächen liegen im Bereich der beiden bestandskräftigen B-Pläne 2.70.04 [U1] und 2.67.02 [U2], welche die Gebietseinstufung GE gemäß §8 BauNVO ausweist.



S:\IP\..Google 2022 Geniner Ufer_b red.pdf

Abbildung 1: Räumliche Lage von Plangebiet und benachbartem Grundstück der Remondis QR

Die Trave „Kanal Trave“ verläuft etwa 55 m westlich der Zaungrenze der Remondis QR und ist als FFH Gebiet ein Schutzobjekt im Sinne von §3(5d) BImSchG, das allerdings nicht im Zusammenhang mit dem Planvorhaben steht. Die Fläche jenseits der Trave gegenüber vom Betriebsbereich werden vom Kleingartenverein Travetal genutzt.

Andere Schutzobjekte werden hier nicht identifiziert, weil dies nicht zu den definierten Prüfaufgaben gehören und weil sie weiter vom Betriebsbereich entfernt liegen als die Trave.

2.2 Betriebsbeschreibung

Die Remondis QR GmbH betreibt in Lübeck, Bei der Gasanstalt 9 auf den Flurstücken 952 und 162/8 (Flur 10, Gemarkung St. Jürgen) [U3] Anlagen zur zeitweiligen Lagerung und Sortierung von gebrauchten Batterien und quecksilberhaltigen Rückständen sowie zum Quecksilberrecycling. Die Anlagen bilden einen Betriebsbereich im Sinne von §3(5a) BImSchG und sind der zuständigen Behörde gegenüber zuletzt 2017 als Betriebsbereich der unteren Klasse angezeigt [U4] worden. Die Anlagen sind nach Ziffern

8.11.2.4 (zur „sonstigen Behandlung“, insbesondere mit VTR Prozess) und 8.12.1.1 (zum zeitweiligen Lagern) sowie 8.4 (Sortieren) der Vierten BImSchV genehmigt worden. Die Anträge/ Genehmigungsbescheide wurden nicht eingesehen.

Der Standort ist mit zwei Gebäuden bebaut, Halle 1 und Halle 2/ 3 mit Kopfbau. Ferner ist ein eingehautes Regallager zur zeitweiligen Lagerung der besagten Abfälle aufgestellt. Die ein- und ausgehenden Abfälle werden mit LKW transportiert, der werksinterne Transport sowie die Be-/ Entladung der LKW erfolgt mit Gabelstaplern.

2.2.1 Sortierung der zugelieferten Batteriegemische

Haushaltsbatterien und Akkumulatoren (im Folgenden gemeinsam als „Batterien“ bezeichnet) werden von extern zugeliefert und zwischen gelagert. Die Batterien sind in den Transportverpackungen mit einer Sandschüttung gegen Kurzschlüsse und lokale Erwärmung geschützt. Mit einer Sortieranlage werden die Batterien in Halle 3 nach Stoffsystemen (wie z.B. Blei, Nickel-Cadmium, Quecksilber enthaltende Knopfzellen, Alkali-Mangan, etc.) voneinander getrennt. Störstoffe, Batteriesonderformen bzw. Batterien, die nicht erkannt werden können, werden zur Beseitigung ebenfalls nach extern abgegeben.

Das bei der Sortierung entstandene Knopfzellengemisch wird der eigenen Knopfzellensortierung zugeführt. Die entsprechende Knopfzellensortieranlage ist ebenfalls in Halle 3 aufgestellt. Sie erlaubt eine weitgehende Trennung der Knopfzellen nach Stoffsystem, z.B. Zink-Quecksilberoxid, Lithium-Mangan oder andere. Durch diese Trennung kann eine jeweils optimale weitere Behandlung erfolgen. Für quecksilberhaltige Knopfzellen ist das die thermische Behandlung durch Vakuumdestillation VTR. Das enthaltene Quecksilber wird zurück gewonnen, die Batteriegehäuse werden als Stahlschrott verwertet. Knopfzellen anderer, quecksilberfreier elektrochemischer Systeme werden einer externen Verwertung zugeführt. Eventuell anfallende Störstoffe und Fehlwürfe werden umweltgerecht beseitigt.

2.2.2 Behandlung von quecksilberhaltigen gebrauchten Erzeugnissen und Bauteilen

In diese Gruppe fallen Geräte mit quecksilberhaltigen Bauteilen insbesondere Thermometer, Schalter, Röhren oder Gleichrichter. Die Geräte werden in Halle 2 manuell sortiert, vorzerlegt und in Quecksilberhaltige und nicht Quecksilberhaltige Bauteile getrennt. Die Quecksilberhaltigen werden anschließend mittels Vakuumdestillation behandelt, wobei das enthaltene Quecksilber zurück gewonnen wird.

2.2.3 Dentalamalgam

Das in der Zahnheilkunde verwendete Amalgam ist eine Quecksilberlegierung, die auch Silber, Zinn und weitere Bestandteile enthält. Amalgam fällt in besonderen Abscheidern in Zahnarztpraxen an. Diese Abscheider werden zur Aufarbeitung/ Verwertung am Standort angedient und in Halle 1 geöffnet. Das Amalgam wird entnommen und mittels Vakuumdestillation behandelt. Die entleerten Abscheider werden gereinigt, desinfiziert und auf Wunsch an die Zahnarztpraxen zurückgeschickt.

2.2.4 Vakuumthermisches Recycling (VTR) von Quecksilber

Die VTR Anlage steht in einem separaten abgesaugten Raum und besteht aus einem elektrisch beheizten Rezipienten (so wird die zentrale Wärmebehandlungskammer bezeichnet), einer Nachbrennkammer sowie der Kondensationseinheit und dem Auffangbehälter für das Quecksilberhaltige Kondensat. Nachgeschaltet ist die Abluftstrecke mit Vorfiltern, Aktivkohlefiltern und den Vakuumpumpen.

Die oben benannten Quecksilberhaltigen Fraktionen werden in Halle 3 auf Chargenträger sortiert und anschließend in den Rezipienten der VTR Anlage eingebracht. Der Prozess arbeitet im Chargen-Betrieb, wobei eine Charge maximal 100 kg Quecksilber ($\frac{1}{2}$ kmol) enthält.

Nach der Evakuierung des Rezipienten mit den Vakuumpumpen auf < 50 mbar wird die Charge mittels elektrischer Beheizung auf die programmierte Temperatur gebracht. Das Quecksilber dampft aus dem

Material aus und wird gemeinsam mit den eventuell freigesetzten Pyrolysegasen über die thermische Nachverbrennung geführt. Dort erfolgt bei Temperaturen von 850 °C die Oxidation von organischen Bestandteilen mit Luft zu Kohlendioxid und Wasser. Die abströmenden Quecksilberdämpfe werden anschließend kondensiert und das Quecksilber wird flüssig abgezogen. Der verbleibende Gasstrom wird über einen Vorfilter in die Abluftanlage eingespeist. Die Abluftanlage enthält neben vorgeschalteten Partikelfiltern schwefelimpregnierte Aktivkohle, die restliche Quecksilberanteile absorbiert. Das von Quecksilber befreite Abgas wird über den 8,7 m hohen Kamin emittiert, der neben Halle 1 knapp 20 m innerhalb des Grundstücks liegt.

Die Temperatur im Rezipienten wird in einer Rampe über 6 - 48 h auf bis zu 500 °C angehoben, dann über 4 - 24 h gehalten und anschließend wieder über 6 - 48 h auf Umgebungstemperatur abgesenkt. Die Entwicklungsrate der Quecksilberdämpfe ist zeitlich nicht konstant, sie hängt von der Zusammensetzung der jeweiligen Charge ab und ist anfangs bei geringen Temperaturen zunächst gering sowie steigt dann bei > 200 °C im Rezipienten deutlich an. Dabei kann konservativ angenommen werden, dass 50% des Quecksilberinventars (also 50 kg) innerhalb von 4 h oder länger als Dämpfe ausgetrieben werden. Die restliche Prozessdauer wird benötigt, um die gewünschte Quecksilberfreiheit der zu behandelnden Rückstände zu erreichen. Das Quecksilberkondensat läuft mit maximal 100 °C aus der Kondensationsanlage zum Kondensatsammelbehälter, von wo aus es als Rohprodukt zur weiteren Verwendung abgefüllt wird, z.B. zur späteren Reinstdestillation

Die Anlage wird auch nachts bzw. in Ruhezeiten ohne personelle Überwachung betrieben. Die Anlage verfügt dazu über eine automatische Sicherheitsabschaltung, die bei Störungen die Anlage sicher abfährt, ohne dass es zur Freisetzung von Quecksilber kommt. Bei Ansprechen der Sicherheitsabschaltung wird der Betrieb automatisch benachrichtigt. Die Anlage und ihre Sicherheitsabschaltung sind im Zuge der Genehmigung dargelegt worden und war seinerzeit von der zuständigen Behörde auf Erfüllung der Pflichten der StörfallIV überprüft worden. Zusätzlich wurde die Einhaltung des Standes der Sicherheitstechnik mit Gutachten [U10] bestätigt.

2.2.5 Reinstdestillation des zurück gewonnenen Quecksilbers

Das zurück gewonnene Quecksilber wird mit der Reinstdestillationsanlage im Chargenbetrieb weiter aufgereinigt. Abschließend wird das zurück gewonnene Quecksilber auf Transportgebinde abgefüllt.

Die Destillationsanlage besteht aus einer Vorlage für das Quecksilber Rohprodukt (z.B. aus der VTR Anlage), einer Heizblase, Kondensatoren und Kondensatsammelbehältern sowie dem Vakuumsystem. Durch Evakuieren wird Quecksilber aus der Vorlage in die Heizblase eingesaugt und auf 200 °C erhitzt. Die abgetriebenen Dämpfe werden kondensiert, das Kondensat (Reinprodukt) läuft mit etwa 120 °C in die Kondensatsammelbehälter. Das System wird mit einer Vakuumpumpe auf etwa 20 mbar evakuiert. Die nicht kondensierbaren Dämpfe werden über ein Vorfilter in die gemeinsame Abluftanlage geleitet.

Bei der Destillation von Quecksilber ist es Stand der Technik [R6], im Vakuum und bei moderaten Temperaturen zu destillieren. Eine Abschaltung der Beheizung bei Verlust des Vakuums ist nicht erforderlich, weil die Heizblase in diesem Fall von selbst leer läuft und das Quecksilber in die Vorlage zurück fließt.

2.2.6 Maßnahmen zur Verhinderung/ Begrenzung von Störfallauswirkungen

Der Standort verfügt über eine Kraftstoff-betriebene Notstromanlage, so dass die VTR Anlage sowie die Reinstdestillationsanlage bei Stromausfall sicher abgefahren werden können und die notwendige Infrastruktur (z.B. Abluftanlage) weiter betrieben werden können.

Die Anforderungen zum Explosionsschutz werden gemäß §6(9) Gefahrstoffverordnung und dem technischen Regelwerk umgesetzt, so dass Explosionen nach praktischer Vernunft auszuschließen sind. Die Aufstellbereiche der Anlagen in den Hallen 2 und 3 werden mit Brandmeldeanlagen überwacht.

Für den Standort liegt ein Konzept zur Verhinderung von Störfällen gemäß §8 StörfallIV [U5] sowie die „Information für die Öffentlichkeit nach §8a der 12. BImSchV (Störfallverordnung)“ (siehe Anhang 8.3.1) vor. Hier werden Gefahren und geeignete Maßnahmen in der Nachbarschaft der Remondis QR bei Ereignis-

nissen an den Anlagen im Störfall beschrieben. Die Anlagen unterliegen ferner der regelmäßigen behördlichen Überwachung, vgl. z.B. die Vor-Ort Inspektionen nach §16 StörfallV.

Für den Betriebsbereich der Remondis (untere Klasse) ist im gegenwärtigen Stand kein externer Notfallplan erforderlich. Nach Realisierung von Erweiterungsoptionen aus Kap. 5 kann sich dies ggf. ändern.

2.3 Störfall- und abstandsrelevanten Stoffe

Der Umfang der nach Art und Menge störfallrelevanten Stoffe wurde der zuständigen Behörde gegenüber gemäß §7 StörfallV [U4] angezeigt. Hauptsächlich handelt es sich um gebrauchte Batterien und andere Abfälle mit Quecksilber Inhalten. Der Unterzeichner hat den so vorgegebenen Stoffrahmen hinsichtlich der abstandsrelevanten Eigenschaft gesichtet und nachfolgend erläutert. Die CAS Nummern, die störfallrechtlich maßgebenden H-Sätze und die Zuordnung zum Anhang I StörfallV sind dort ebenfalls eingetragen. Damit gilt für den Betriebsbereich folgender Stoffrahmen:

- a) Maximal 11 t des akut toxischen Kategorie) Quecksilbers (CAS: 7439-97-6) in hochkonzentrierter flüssiger Form als Abfall oder als Verkaufsprodukt mit den H-Sätzen H330 (Lebensgefahr bei Einatmen) und H410 (sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung). Die H-Sätze führen auf die Zuordnung zu Nummern 1.1.1 (H1) und 1.3.1 (E1) gemäß Anhang I StörfallV. Ferner gibt es Quecksilber in chemischen Verbindungen (wie z.B. Hg_2Cl_2 , HgBr oder HgI), die ebenfalls akut toxisch bzw. gewässergefährdend H1/ E1 sein können. Diese Stoffe kommen in kleinen Mengen z.B. als Vergleichsnormale für Qualitätsanalysen vor und sind schwerflüchtig sowie damit nicht abstandsrelevant.
- b) Maximal 80 t akut toxische Gemische wie Amalgam, andere quecksilberhaltige Abfälle oder gebrauchte NiCd Akkumulatoren mit den H-Sätzen H330 (Lebensgefahr bei Einatmen) Kategorie 2 und H410 (sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung). Die H-Sätze führen auf die Zuordnung zu Nummern 1.1.2 (H2) und 1.3.1 (E1) gemäß Anhang I StörfallV.
- c) Maximal 500 kg Flüssiggas in Druckgasbehältern mit je max. 11 kg Inhalt als Betriebsmittel für Gerätschaften, z.B. zur Grundstückspflege. Flüssiggas besteht überwiegend aus Propan und liegt in druckverflüssigter Form vor. Es ist der Nummer 2.1 Anhang I StörfallV zuzuordnen. Die genannte Gesamtmenge entspricht 1% der Mengenschwelle Spalte 4 Anhang I StörfallV und die Einzelbehälter werden nicht als sicherheitsrelevante Anlagenteile gemäß KAS-1 [R15] eingestuft. In diese Gruppe gehört auch das Erdgas der öffentlichen Versorgung, das zum Betrieb der Gebäudeheizung verwendet wird.
- d) Maximal 1000 kg Kraftstoffe (Ottokraftstoffe, Diesel-ähnliche Kraftstoffe) als Betriebsmittel z.B. für das Notstromaggregat. Sie werden in kleinen Tanks (maximal 750 l Rauminhalt) bevorratet und sind der Stoffnummer 2.3 nach Anhang I StörfallV zuzuordnen. Diese Menge entspricht 0,04% der Mengenschwelle Spalte 4 Anhang I StörfallV und führt für die Tanks nicht zur Einstufung als sicherheitsrelevantes Anlagenteil gemäß KAS-1 [R15].
- e) Brennbares Gas Schweißgas, wie Acetylen oder Sauerstoff mit maximal 20 kg pro Gasflasche für Werkstattreparaturarbeiten.

Die Mengen zu den Ziffern c) bis e) gelten als ortsüblich für Gewerbebetriebe und werden als Bagatellmenge hinsichtlich der Abstandsrelevanz angesehen.

Brandgase sind ein Sonderfall: Sie gelten im Sinne des §2 Nr.5 StörfallV als vorhanden, wenn sie im Brandfall entstehen und zwar „in Mengen, die die in Anhang I genannten Mengenschwellen erreichen oder überschreiten“. In diesem Kontext wird wegen der besonderen Brandgefahr von Lithiumbatterien das entsprechende Brandgas untersucht, vgl. hierzu Kap. 4.5 weiter hinten in diesem Gutachten.

- f) Lithiumoxid (CAS: 12057-24-8) und Kohlenmonoxid (CAS: 630-08-0) sind akut toxische Brandgaskomponenten der Kategorie 3 mit den H-Sätzen H331 und maßgebend beim Brand von lithiumhaltigen Knopfzellen. Die H-Sätze führen auf die Zuordnung zur Nummern 1.1.2 (H2) gemäß Anhang I StörfallV. Lithiumoxid ist stark hygroskopisch und wandelt sich in Gegenwart von Feuchte in das weniger toxische Lithiumhydroxid um, das nicht der StörfallV unterliegt.

3 Bewertungsgrundlagen

3.1 Grundlagen

- [U1] B-Plan 02.70.04 „Geniner Straße/ Hinter den Kirschkatzen“ (Dez. 1997)
- [U2] B-Plan 02.67.02 „Possehlstraße/ Geniner Straße“ (Dez. 1997)
- [U3] B-Plan 02.14.00 „Geniner Ufer/ Welsbachstraße“, Vorentwurf Stand aus der frühzeitigen Beteiligung der Behörden und Träger öffentlicher Belange (Mai 2022) auf Basis des Städtebaulichen Konzepts (Jun. 2021)
- [U4] Anzeige gemäß §7 StörfallV, Remondis QR GmbH (Mrz. 2017)
- [U5] Konzept zur Verhinderung von Störfällen, Remondis QR GmbH (Nov. 2021)
- [U6] Behandlung von quecksilberhaltigen Abfällen und Sortierung von Batterien, Remondis QR GmbH, Lübeck (Nov. 2021)
- [U7] Betriebsbeschreibung VTR Anlage (undatiert)
- [U8] Beschreibung der HgS-Anlage, Auszüge aus Genehmigungsantrag der Dela Recycling und Umwelttechnik GmbH (Sep. 2010) sowie Anzeige §15 BImSchG, Remondis QR GmbH (2019)
- [U9] Feuerwehrplan (3 Blätter) zum Standort, Remondis QR GmbH (Jan 2021)
- [U10] „Schlussbewertung zum Gutachten zum Stand der Sicherheitstechnik VTR-Ofen zur Quecksilberdestillation“, Dr. P. Pollmeier und B. Kemper-Ullrich, Müller-BBM GmbH, Bericht Nr. M151293/02 (Mrz. 2020)
- [U11] „Die Welt der Batterien (Funktion, Systeme, Entsorgung)“, Stiftung Gemeinsames Rücknahmesystem (GRS) Batterien (Mai 2012)
- [U12] Summary of Classification und Labelling für Dilithiumoxid (CAS 12057-24-8) der European Chemical Agency ECHA, zuletzt abgerufen am 6. Aug. 2022)
- [U13] Material Safety Data Sheet, CR2032 Lithium Button Cell, Golden Power Corporation Ltd (Jan. 2015)
- [U14] Sicherheitsdatenblatt Alkali-Mangandioxid Knopfzelle, Duracell (Juli 2008)
- [U15] Gestis Datenblatt zu Quecksilber (Sep. 2022)
- [U16] Safety Data Sheet Lithiumoxid (CAS 12057-24-8), Merck-Sigma-Aldrich (Juni 2021)

3.2 Regelwerke

- [R1] Leitfaden Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung – Umsetzung § 50 BImSchG, erarbeitet von der Arbeitsgruppe Fortschreibung des Leitfadens SFK/TAA-GS-1, **KAS-18**, (Nov. 2010); Arbeitshilfe Szenarienspezifische Fragestellungen zum Leitfaden KAS-18, Kommission für Anlagensicherheit, **KAS-32** (Nov. 2015)
- [R2] Leitfaden für die Erstellung eines Gutachtens zur Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstandes, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (Jun 2018)
- [R3] **Fragen und Antworten zur Richtlinie 2012/18/EU** (Seveso-II-Richtlinie), Ref. Nr. B 18
- [R4] Entwurf einer **TA-Abstand** (24. Jun. 2019)
- [R5] Arbeitshilfe für die Einstufung von Abfällen nach Anhang I der 12. BImSchV, Vorläufige Hilfestellung für die Vollzugspraxis in NRW, MULNV NRW (2018)
- [R6] Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, ISBN 3-527-20100-9, VCH Verlagsgesellschaft Weinheim, **Volume A16 Mercury** (Okt. 1997)
- [R7] „Jahresmittel der Windgeschwindigkeit – 10 m über Grund – in Schleswig-Holstein, Statistisches Windfeldmodell Bezugszeitraum 1981-2000, Deutscher Wetterdienst (2004)
- [R8] **ProNuSs 9**, Programm zur Numerischen Störfallsimulation, ProNuSs Engineering GmbH, 12529 Schönefeld (Aug. 2022)
- [R9] Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzen – Sicherheitsanalyse, VDI Verlag, Düsseldorf, **VDI 3783**, Blatt 1 (Mai 1987); Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzen schwerer Gase – Sicherheitsanalyse, VDI Verlag, Düsseldorf, **VDI 3783**, Blatt 2 (Jul. 1990)
- [R10] Emergency Response Planning Guideline Levels, American Industrial Hygiene Association, **ERPG**, (Aug. 2016), AEGL (Acute Exposure Guideline Levels), National Research Council, National Academy of Sciences, (Compiled AEGL Values), **AEGL**, (Mrz. 2016); Protective Action

- Criteria (AEGLs, ERPGs, or Rev. 29 TEELs) for Chemicals of Concern 2007, Subcommittee on Consequence Assessment and Protective Actions (SCAPA), **PAC** (Mai 2016)
- [R11] Konzept zur Begründung der Konzentrationsleitwert im Störfall des Arbeitskreise Schadstoffe (Luft) der SFK, Störfall-Kommission beim Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, **SFK-GS-28** (Okt. 1999)
- [R12] Empfehlungen zur Ermittlung der Mengen gefährlicher Stoffe bei außer Kontrolle geratenen Prozessen, Kommission für Anlagensicherheit, **KAS-43** (Nov. 2017)
- [R13] Arbeitsplatzgrenzwerte, Deutscher Ausschuss für Gefahrstoffe, GMBI 2021, S. 893-894 [Nr. 39-40], **TRGS 900** (Jul. 2021)
- [R14] „**Vollzugshilfe zur StörfallV**“, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Mrz. 2004) aktualisiert/ ergänzt durch „Leitfaden Mindestangaben im Sicherheitsbericht“, Kommission für Anlagensicherheit, **KAS-55** (Apr. 2021)
- [R15] Richtwerte für sicherheitsrelevante Anlagenteile (SRA) und sicherheitsrelevante Teile eines Betriebsbereiches (SRB), Kommission für Anlagensicherheit, **KAS-1** (Okt. 2017)
- [R16] Erkennen und Beherrschen exothermer chemischer Reaktionen, BAnz AT 23.02.2021 B5, **TRAS 410** (Dez. 2020)

3.3 Beurteilung der störfallbedingten Inhalation toxischer Stoffe

Zur Beurteilung von seltenen, sich nicht wiederholenden störfallbedingten Ereignissen werden so genannte Störfallbeurteilungswerte (SBW) herangezogen. Für die Inhalation giftiger Gase oder Dämpfe durch Personen der Allgemeinbevölkerung wird der ERPG-2 [R10] Störfallbeurteilungswert verwendet. Neben den ERPG Werten bestehen auch die sogenannten AEGL Werte, die ebenso zur Bewertung kurzzeitiger störfallbedingter Immissionen herangezogen werden können und die Beurteilung anderer Einwirkungsdauern (10 min, 30 min, 1 h, 4 h und 8 h) erlauben. Gemäß [R11] gilt das AEGL Konzept als wissenschaftlich ausgewogener als das ERPG Konzept. In Deutschland sind beide Werte-Kataloge für die Beurteilung gleichwertig anerkannt; im Kontext des KAS-18 [R1] wird explizit auf ERPG-2 verwiesen.

Die Beurteilungswerte aus KAS-18 „... beziehen sich nur auf den Menschen bzw. dessen Leben und körperliche Unversehrtheit als zu schützende Rechtsgüter. Für andere nach § 50 BImSchG Satz 1 schutzbedürftige Gebiete, ... sind gesonderte Betrachtungen, insbesondere nach diesen Vorschriften vorzunehmen.“ Für Tiere und Pflanzen (auch in naturschutzrelevanten Gebieten) liegen bisher keine anerkannten Beurteilungswerte vor. Ein Arbeitskreis der Kommission für Anlagensicherheit beschäftigt sich mit diesem Thema.

Die Störfallbeurteilungswerte werden in drei Stufen definiert, vgl. [R1], Anhang 4:

ERPG-1: „Die maximale luftgetragene Konzentration, bei der davon ausgegangen wird, dass unterhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu einer Stunde lang exponiert werden könnten, ohne daß sie unter mehr als leichten, vorübergehenden nachteiligen gesundheitlichen Auswirkungen leiden bzw. ohne daß sie einen eindeutig definierten unangenehmen Geruch wahrnehmen.“

ERPG-2: „Die maximale luftgetragene Konzentration, bei der davon ausgegangen wird, dass unterhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu einer Stunde lang exponiert werden könnten, ohne dass sie unter irreversiblen oder sonstigen schwerwiegenden gesundheitlichen Auswirkungen oder Symptomen leiden bzw. solche entwickeln, die die Fähigkeit einer Person beeinträchtigen könnten, Schutzmaßnahmen zu ergreifen.“

ERPG-3: „Die maximale luftgetragene Konzentration, bei der davon ausgegangen wird, dass unterhalb dieses Wertes beinahe sämtliche Personen bis zu einer Stunde lang exponiert werden könnten, ohne daß sie unter lebensbedrohenden gesundheitlichen Auswirkungen leiden bzw. solche entwickeln.“

Für die Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstands ist der Störfallbeurteilungswert der Schwelle 2 (SBW-2) zu verwenden, also im Regelfall ERPG-2. Wenn dieser nicht verfügbar ist, dann wird AEGL-2 verwendet und wenn auch nicht verfügbar, dann TEEL-2. Die konkret hier in Bezug genommenen Störfallbeurteilungswerte SBW-2 sind nachfolgend aufgeführt.

Stoff	SBW	Zeit	SBW-1	SBW-2	SBW-3
Quecksilber Hg CAS: 7439-97-6 Dampfdruck 0,17 Pa	AEGL	10 min		0,37 ppm	1,92 ppm
	AEGL	30 min	Zur Anwendung	0,25 ppm	1,32 ppm
	AEGL	60 min	nicht empfohlen	0,20 ppm	1,07 ppm
	ERPG	60 min		0,25 ppm	0,50 ppm
GI = 6,8 × 10 ⁻⁶ bar/ppm Umrechnung von ppm auf mg/m ³ : 1 ppm = 8,34 mg/m ³					
Chlorwasserstoff HCl CAS: 7647-01-0	AEGL	10 min	1,8 ppm	100 ppm	620 ppm
	AEGL	30 min	1,8 ppm	43 ppm	210 ppm
	AEGL	60 min	1,8 ppm	22 ppm	100 ppm
	ERPG	60 min	3 ppm	20 ppm	150 ppm
Umrechnung von ppm auf mg/m ³ : 1 ppm = 1,52 mg/m ³					
Schwefeldioxid SO ₂ CAS: 7446-09-5	AEGL	10 min	0,20 ppm	0,75 ppm	30 ppm
	AEGL	30 min	0,20 ppm	0,75 ppm	30 ppm
	AEGL	60 min	0,20 ppm	0,75 ppm	30 ppm
	ERPG	60 min	0,3 ppm	3 ppm	25 ppm
Umrechnung von ppm auf mg/m ³ : 1 ppm = 2,66 mg/m ³					
Kohlenmonoxid CO CAS: 630-08-0	AEGL	10 min		420 ppm	17000 ppm
	AEGL	30 min	Zur Anwendung	150 ppm	600 ppm
	AEGL	60 min	nicht empfohlen	83 ppm	330 ppm
	ERPG	60 min	200 ppm	350 ppm	500 ppm
Brandgaskomponente Umrechnung von ppm auf mg/m ³ : 1 ppm = 1,16 mg/m ³					
Lithiumoxid Li ₂ O CAS: 12057-24-8	TEEL	60 min	0,091 mg/m ³	1 mg/m³	6 mg/m ³
Brandgaskomponente Umrechnung von ppm auf mg/m ³ : 1 ppm = 1,25 mg/m ³					

Tabelle 1: Störfallbeurteilungswerte für Stoffrahmen

Die Relevanz der Brandgaskomponenten kann mit den Störfallbeurteilungswerten untereinander verglichen werden. Bei gleicher Konzentration ist Lithiumoxid nach den Daten oben etwa 100..400-fach strenger zu beurteilen als Kohlenmonoxid. Für Brandgase mit mehreren gefährlichen Stoffkomponenten kann nach TRGS 900 [R13], Abschnitt 2.9 ein Störfallbeurteilungswert für das Gemisch mit folgender Formel ermittelt werden:

$$\frac{1}{SBW_{Gemisch}} = \frac{x_{CO}}{SBW_{CO}} + \frac{x_{HF}}{SBW_{HF}} + ggf. weitere$$

Über die toxische Wirkweise der Rauchgaskomponenten von z.B. Lithiumoxid und Quecksilber bei gleichzeitiger Einatmung bestehen allerdings keine gesicherten Erkenntnisse.

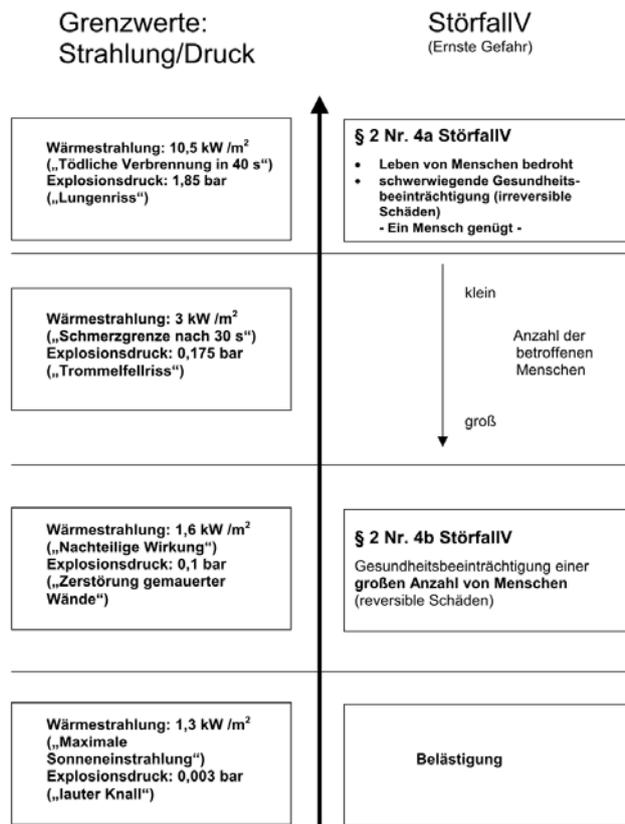
3.4 Beurteilung von Explosionen und Bränden

3.4.1 Beurteilung von Explosionen

Für die Beurteilung von Explosionswirkungen auf Menschen ist ein Überdruck von 0,1 bar heranzuziehen, was etwa auch der Zerstörung gemauerter Wände entspricht. Fensterscheiben platzen schon bei etwa 0,03 bar, für weitere Details siehe unten.

Die nachfolgende Zusammenstellung ist der Studie „Ermittlung und Bewertung von Störfallablaufszenerien“, erstellt vom TÜV Rheinland/ Berlin-Brandenburg und der Technischen Universität Berlin im Auftrag des Umweltbundesamtes (Feb. 2000) entnommen, vgl. auch KAS-18 [R1] und die dortigen Zitate.

Schadensbild	Δp in bar	Schadensbild	Δp in bar
Glasscheiben			
Gelegentlicher Bruch großer unter Spannung stehender Scheiben	0,002	Bruch von 10 % der Scheiben	0,01
Glasbruch durch Schallwellen	0,003	Bruch von 75 % der Scheiben	0,03
Bruch kleiner unter Spannung stehender Scheiben	0,005	Bruch von 100 % der Scheiben	0,05
Schäden an Häusern			
Geringe Schäden an Dächern	0,020	Zerstörung von 20 bis 30 cm dicken Ziegelsteinausfachungen	0,15
Gelegentliche Beschädigung von Fensterrahmen, Risse im Mauerputz	0,035	Mittlere Schäden an Fachwerkgebäuden	0,20
Zerstörung der Dächer und Wände von Holzhäusern	0,06	Zerstörung 24er Mauerwerk	0,25
Zerstörung Seitenwandverkleidungen	0,075	Schwere Schäden an Fachwerkgebäuden	0,31
Beschädigung des Außenputzes	0,085	Nahezu vollständige Zerstörung üblicher Gebäude	0,40
Zerstörung gemauerter Wände	0,10	Zerstörung 50er Mauerwerk	0,50
Schäden an Anlagenteilen			
Stahlblechplatten verbaut	0,075	Eisenbahnwagen umgeworfen	0,46
Stahlrahmen von Skelettgebäuden leicht verformt	0,095	99 % Schaden an Tanks mit konischem Dach	0,55
Öltanks aufgerissen	0,215	Beladene Güterwagen umgestürzt	0,60
Zerstörung von Stahlbetonwänden	0,35	Beladene Güterwagen zerstört, 99 % Schaden an horizontal gelagerten Druckkesseln, chemischen Reaktoren und Wärmetauschern	0,75
Personenschäden			
Unangenehme Knallwirkung tiefer Frequenz	0,0015	Untere Grenze Trommelfellriss	0,175
Sehr lauter Knall	0,003	Untere Grenze für Lungenschäden	0,85
Umstoßen von Personen	0,010	Untere Grenze für ernste Lungenschäden	1,85
Druckbezogener Grenzwert für Schäden durch Spreng- und Wurfstücke	0,015	Untere Letalitätsgrenze	2,05



Zu den Beurteilungswerten für die Bauleitplanung wird in KAS-18, Kapitel 3.2 und Anhang 4 erläutert:

„Hinsichtlich der Definition der „ernsten Gefahr“ nach Störfall-Verordnung kann geschlossen werden, dass die Beeinträchtigung einer großen Anzahl von Menschen i. S. des § 2 Nr. 4 b Störfall-Verordnung für die Auswahl der relevanten Toleranzwerte für die Belastung durch Wärmestrahlung und Explosionsdruckwirkungen maßgeblich ist. In der Regel wird bei der Bauleitplanung ein größeres Gebiet geplant, in dem sich mehrere Menschen aufhalten. (Einzelheiten siehe Anhang 3)

- Für die Wärmestrahlung ist mit einem Grenzwert von 1,6 kW/m² die Grenze des Beginns nachteiliger Wirkungen für Menschen erreicht.
- Bei den Wirkungen von Explosionen ist eine Grenze zu irreversiblen Gesundheitsschäden bei 0,175 bar Spitzenüberdruck für den Trommelfellriss erreicht. Schäden durch z.B. zersplittertes Glas sind schon ab 0,05 bar (für 100 % Bruch) zu erwarten. Als mittlerer Grenzwert wurde für die Bauleitplanung 0,1 bar gesetzt.“

3.4.2 Beurteilung von Bränden

Für die Beurteilung von störfallbedingten Brandauswirkungen wird eine flächenbezogene Strahlungsleistung von 1,6 kW/m² als Beginn nachteiliger Auswirkungen für eine Dauerexposition verwendet. Als Grenze für die wahrscheinliche Feuerübertragung gelten 8 kW/m² bzw. Schäden an ungekühlten Lagertanks von 10 kW/m². Diese Werte werden in die Grafiken zur Beurteilung der Auswirkungen von fiktiven Bränden mit eingetragen.

Die nachfolgende Zusammenstellung ist „Ermittlung und Bewertung von Störfallablaufszenerarien“, erstellt vom TÜV Rheinland/ Berlin-Brandenburg und der Technischen Universität Berlin im Auftrag des Umweltbundesamtes (Feb. 2000) entnommen. Sie stellen die möglichen Auswirkungen von Bränden auf Schutzobjekte in der Anlagenumgebung dar.

Zur Beurteilung lang andauernder Brandeinwirkungen wird die kritische Bestrahlungsstärke definiert; sie ist in der folgenden Tabelle angegeben.

Zu schützendes Objekt	Kritische Bestrahlungsstärke
Grenze für nachteilige Wirkungen	1,6 kW/m²
Empfindliche Gebäude: Krankenhäuser, Altenheime, Schulen, Wohnhäuser	2,0 kW/m ²
Öffentliche Straßen	4,5 kW/m ²
Grenze für wahrscheinliche Feuerübertragung	8 kW/m ²
Ungekühlte Lagertanks	10 kW/m ²
Fabrikgebäude: Leitwarten, Werkstätten	13 kW/m ²
Gekühlte Lagertanks	38 kW/m ²

Tabelle 2: Auswirkungen von Strahlungswärme (Langzeiteinwirkung)

Falls die ungeschützte menschliche Haut betroffen ist, können unterschiedlich schwere Verletzungen (Verbrennungen) bis zum Tod bewirkt werden. Die Abhängigkeit der Zeitdauer t_{Str} bis zum Erreichen der Schmerzgrenze von der Bestrahlungsstärke β ist in der folgenden Tabelle enthalten.

β in kW/m ²	1,7	2,3	2,9	4,7	6,9	9,5	11,7	19,9
t_{Str} in s	60	40	30	16	9	6	4	2

Tabelle 3: Auswirkungen von Strahlungswärme auf den Menschen (Schmerzgrenze)

Bei einer Bestrahlungsstärke von 10,5 kW/m² kommt es nach 10 bis 12 s zur Blasenbildung auf der Haut. Der Tod tritt bei dieser Bestrahlungsstärke nach etwa 40 s ein. Bis zu einer Bestrahlungsstärke von 5 kW/m² ist ein kurzfristiger Feuerwehreinsatz noch möglich.

Für Menschen kann eine Bestrahlungsstärke von **1,6 kW/m²** als Grenze für nachteilige Wirkungen betrachtet werden.

3.5 Schutzbedürftigkeit von Gebieten und Objekten

Die Schutzwürdigkeit der Gebiete hängt für die einzelnen Gebietstypen von folgenden Kriterien ab; vgl. hierzu auch KAS-18 [R1], Kap. 2.1.2. In diesem Gutachten werden ausschließlich die Auswirkungen von möglichen Ereignissen auf das Plangebiet beurteilt, andere Gebiete und Objekte bleiben außer Betracht.

1. Baugebiete i.S.d. BauNVO die ausschließlich oder überwiegend dem dauerhaftem Aufenthalt von Menschen dienen, wie Reine Wohngebiet (WR), Allgemeine Wohngebiete (WA), Besondere Wohngebiete (WB), Dorfgebiete (MD), Mischgebiete (MI), Kerngebiete (MK) und Urbane Gebiete (MU), sowie Sondergebiete (SO), sofern der Wohnanteil oder die öffentliche Nutzung überwiegt, wie z.B. Campingplätze, Gebiete für großflächigen Einzelhandel, Messen, Schulen/Hochschulen, Kliniken.
2. Öffentlich genutzte Gebäude und Gebiete, dazu zählen: „Gebäude oder Anlagen zum nicht nur dauerhaften Aufenthalt von Menschen oder sensible Einrichtungen, wie Anlagen für soziale, kirchliche, kulturelle, sportliche und gesundheitliche Zwecke, wie z.B. Schulen, Kindergärten, Altenheime, Krankenhäuser, und öffentlich genutzte Gebäude und Anlagen mit Publikumsverkehr, z.B. Einkaufszentren, Hotels, Parkanlagen. Hierzu gehören auch Verwaltungsgebäude, wenn diese nicht nur gelegentlich Besucher (z.B. Geschäftspartner) empfangen, die der Obhut der zu besuchenden Person in der Weise zuzuordnen sind, dass sie von dieser Person im Alarmierungsfall hinsichtlich ihres richtigen Verhaltens angehalten werden können.“
3. Die Schutzbedürftigkeit von Verkehrswegen ist im Wesentlichen anhand der Frequentierung zu beurteilen: „Wichtige Verkehrswege z.B. Autobahnen, Hauptverkehrsstraßen, ICE-Trassen. Was wichtige Verkehrswege sind, hängt letztendlich von deren Frequentierung ab. Orientierungswerte zur Einstufung von Verkehrswegen finden sich in [R3]. Sie dienen als Orientierungshilfe zur Auslegung der Richtlinie zur Beherrschung der Gefahren bei Unfällen mit gefährlichen Stoffen. Sie sind jedoch nicht verpflichtend und schließen eine andere vernünftige Auslegung nicht aus.“
4. Freizeitgebiete sind großflächige Gebiete und Anlagen, wie z.B. Freizeitparks im Sinne des UVPG oder Sportanlagen. Diese Gebiete können teilweise auch unter „öffentlich genutzten Gebieten“ angetroffen werden.
5. Als Flächen, die gemäß §50 BImSchG „unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle bzw. besonders empfindliche Gebiete“ darstellen, werden hier Gebiete aus §§23-25 BNatSchG verstanden, , d.h. Naturschutzgebiete, Nationalparke und Biosphärenreservate. Gebiete nach den Richtlinien 92/43/EWG (Fauna-Flora-Habitat „FFH“ und 79/409/ EWG (Vogelschutzrichtlinie) gemäß §§30-31 BNatSchG sind dabei eingeschlossen, vgl. auch den Entwurf zu einer TA-Abstand [R4]. Störfallwirkungen auf Pflanzen und Tiere sind i.d.R. nicht verfügbar, daher wird mit denselben Beurteilungswerten wie für Störfallwirkungen auf den Menschen beurteilt.

4 Störfallszenarien und Sicherheitsabstände

4.1 Grundsätze der Abstandsermittlung

Der Betriebsbereich der Remondis QR ist nach KAS-18 [R1] Anhang I der Abstandsklasse I zuzuweisen, gilt damit ein Achtungsabstand von 200 m. Der Planungsraum liegt näher als dieser Achtungsabstand, so dass der angemessene Sicherheitsabstand nach den Vorgaben aus Abschnitt 3.2 KAS-18 ermittelt werden soll, d.h. dass Leckagen aus vorhandenen Rohrleitungen, Behältern, Sicherheitseinrichtungen etc. zu untersuchen sind. Im Regelfall wird dabei nach KAS-18 „von einer Leckfläche von 490 mm² (entspricht einem Äquivalentdurchmesser von 25 mm) ausgegangen. [...] Auswirkungsbegrenzende Maßnahmen sind ferner zu berücksichtigen, soweit sie durch die zugrunde liegenden Ereignisse nicht gestört sind.“

Die Prozessanlagen im Betriebsbereich werden bestimmungsgemäß im Unterdruck betrieben, so dass bei Leckagen kein Stoff ins Freie austritt, sondern Umgebungsluft eingesaugt wird. Insofern liegen hier atypische Fälle vor, und die Bemessungsszenarien werden vom Unterzeichner als Einzelfall konzipiert. Für Details vgl. die folgenden Ausführungen und zwar ab Abschnitt 4.2 für die Bestandsanlagen und ab Abschnitt 5.1 für die untersuchten Erweiterungsoptionen.

Die Anlagen mit Brand- und Explosionsgefahren (Verwendung von Kraftstoffen und Flüssiggas) wurden im Kap. 2.3 Art und Menge als Bagatellfälle eingestuft. Dennoch kann für diese Anlagen die dargelegte Konvention einer Leckagefreisetzung angewendet werden, vgl. Kap. 4.6 und 4.7 in diesem Gutachten für die Details. Die Ausflussrate durch das zuvor gewählte Leck wird mit den eingeführten Modellen aus KAS-18 rechnerisch ermittelt. Die frei gewordene Menge bildet auf dem Boden (dem Auffangbereich) eine Lache, welche dann den weiteren Ablauf des Dennoch-Szenarios bestimmt.

Die Ausbreitung von frei gewordenen Quecksilberdämpfen bzw. Brandgasen wird nach der generellen Vorgabe aus KAS-18 [R1], Abschnitt 3.2 auf der Grundlage von VDI 3783 [R9] berechnet; konkret werden dafür die Simulationsprogramme STOER (Version V2.23) bzw. ProNuSs [R8] verwendet. Maßgebende Parameter sind hierfür die Wetterlage und die Windgeschwindigkeit. Konkret gilt nach Abschnitt 3.2 KAS-18 [R1]: „es ist eine mittlere Wetterlage nach VDI-Richtlinie 3783 mit einer indifferenten Temperaturschichtung und ohne Inversion zu betrachten. Es ist für den Betriebsbereich die häufigste Windgeschwindigkeit für eine indifferente Temperaturschichtung zu ermitteln (z. B. DWD)“. Die Windgeschwindigkeit kann aus Karten des DWD [R7] abgeschätzt werden. Die Karten geben die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit im 200 m Raster mit einer Auflösung von 0,3 m/s an und beziehen sich auf den Zeitraum der Jahre 1981 bis 2000. Nach der Karte für Schleswig-Holstein kann $\bar{u}_{\text{Windfeld}} = 2,7..3,3$ m/s in 10 m Höhe abgelesen werden. Dies entspricht einer häufigsten Windgeschwindigkeit von geschätzt etwa 3,0..3,5 m/s. Die häufigste Windrichtung ist nicht maßgebend, weil der angemessene Sicherheitsabstand in alle Richtungen gleich zu bemessen ist. Die Rauigkeit des umliegenden Geländes wird nach KAS-18 [R1] als „sehr rau“ angesetzt.

4.2 Leckage von flüssigem Quecksilber bei Raumtemperatur

In der Anlage (Halle 2) werden quecksilberhaltige gebrauchte Geräte, Erzeugnisse und Bauteile vorsortiert und zerlegt. Teilweise enthalten diese ausgebauten Gegenstände, wie z.B. Thermometer oder Neigungsschalter durchaus noch elementares Quecksilber, typischerweise mit kleinen Masseninhalten < 10 g. Die Vorsortierung und Zerlegung erfolgt bei Raumtemperatur, d.h. im Kontext von KAS-18 [R1] bei 20 °C. Der Dampfdruck von Quecksilber bei 20 °C ist mit 0,17 Pa [R6] so gering, dass abstandsrelevante Störfallwirkungen von vorne herein ausgeschlossen werden. Hinsichtlich des Arbeitsschutzes sind hingegen z.B. Tropfleckagen, die über einen längeren Zeitraum im Arbeitsraum verbleiben, durchaus relevant. Bei den Gefährdungsbeurteilungen werden derartige Szenarien berücksichtigt und Schutzvorkehrungen hiergegen benannt.

Das Szenario im folgenden Kap. 4.3 behandelt eine Leckage Quecksilber bei deutlich oberhalb von Raumtemperatur. Dieser Fall ist abdeckend wegen des dabei deutlich höheren Dampfdrucks und zeigt, dass Leckageereignisse von flüssigem Quecksilber nicht abstandsrelevant werden.

4.3 Leckage von flüssigem, erwärmtem Quecksilber

Im Zuge der Rückgewinnung durch Vakuumdestillation fällt Quecksilber als warmes Kondensat an. Dies ist beim VTR Prozess und bei der Reinstdestillation der Fall.

Als Szenario wird die Freisetzung aus dem Auffangbehälter untersucht, der 1000 kg warmes, aus der Dampfphase kondensiertes Quecksilber enthält. Bei einem fiktiven Leck von 490 mm², wie im Kontext von KAS-18 zu unterstellen ist, läuft der Behälter in weniger als 2 Minuten leer und bildet am Boden eine „Lache“ aus flüssigem Quecksilber. Die Temperatur wird nach Betreiberangabe konservativ mit 120 °C angesetzt. Wie bekannt, bildet Quecksilber bei Raumtemperatur keine flächige Lache, sondern kugelähnliche Ansammlungen. Dies liegt an der hohen Oberflächenspannung im Vergleich mit z.B. Wasser. Insofern ist die Abkühlung über den Kontakt mit dem Boden gehemmt. Für die Simulation des Abdampfungsprozesses wird deshalb die Abkühlung über den Boden rechnerisch „ausgeschaltet“; dies ist ebenfalls konservativ, weil in Realität durchaus ein Wärmetransport verbleibt, der lediglich nicht exakt berechnet werden kann. Unter den dargelegten Annahmen dampfen etwa 0,2 g Hg/s ab und werden in den Aufstellraum freigesetzt.

Die Destillationen werden im geschlossenen Raum durchgeführt, wobei die Raumabluft mit den besagten Dämpfen zur Filteranlage abgesaugt wird und dann gereinigt über Kamin in 8,7 m Höhe ins Freie emittiert wird. Die Abreinigung bleibt hier ebenfalls konservativ unberücksichtigt.

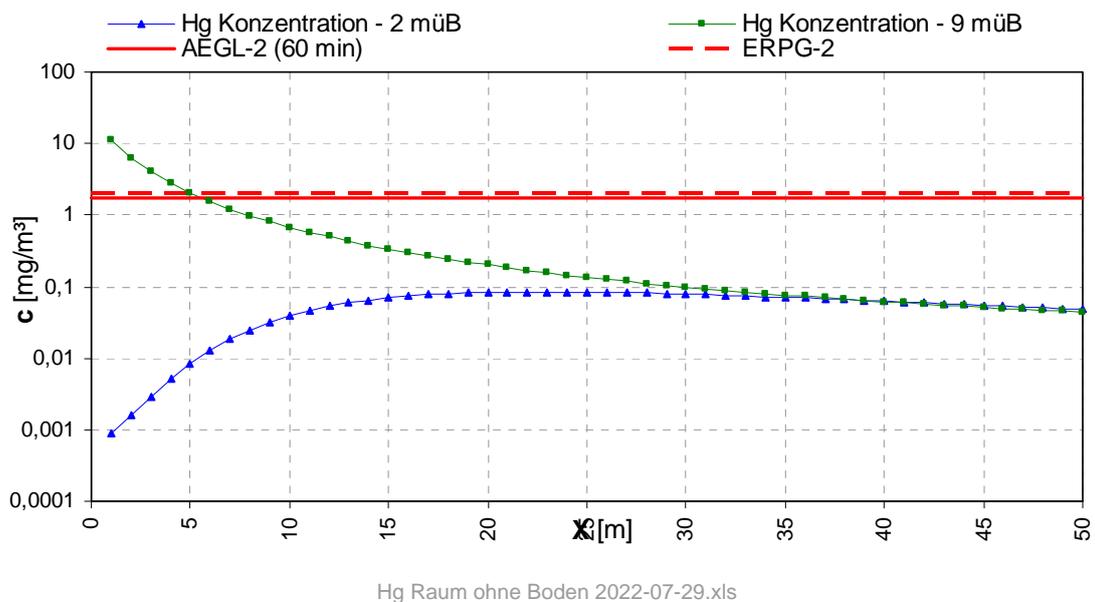


Abbildung 2: Freisetzung von Quecksilber aus einer Bodenlache über den 8,7 m hohen Kamin

Die durchgeführte Ausbreitungsrechnung zeigt mit Abbildung 2 dann, dass in allen Entfernungen außerhalb des Werksgeländes der Remondis QR der Störfallbeurteilungswert ERPG-2 um mehr als den Faktor 10 unterschritten wird (Man beachte den Maßstab der Abszisse 0-50 m.) Das Ergebnis gilt für bodennahe Immissionspunkte (IP 2 m) ebenso wie für höher gelegene (IP 9 m). Als Fazit ist festzustellen, dass das untersuchte Ereignis also nicht abstandsrelevant ist

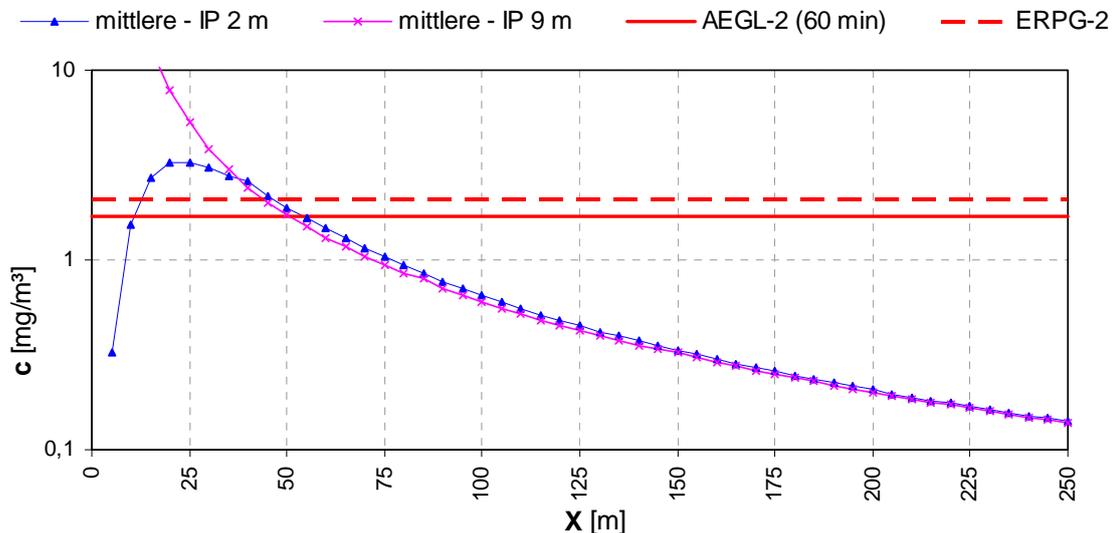
4.4 Freisetzung von Quecksilber aus der VTR Anlage

Der VTR Prozess wurde oben im Kap. 2.2.4 erläutert. Die Dauer der thermischen Behandlung wurde dort zwischen 16 .. 120 Stunden und die Quecksilbermenge mit 100 kg angegeben. Im Fall einer möglichen Störung in der Anlage, z.B. mit Ausfall der Kondensation oder der Vakuumanlage greift ein Notsystem, mit dem die Beheizung des Rezipienten sowie die TNV automatisch abgeschaltet werden. Ferner wird eine spezielle Schnellkühlanlage aktiviert, um die weitere Bildung von Quecksilberdämpfen zu begrenzen.

zen. Eine spontane Beendigung ist wegen der Wärmekapazitäten im System nicht möglich. Die so unvermeidbar weiter entstehenden Restdämpfe werden zu der eigens integrierten Notkondensation umgeleitet und dort kondensiert. In das Notsystem ist zusätzlich eine Filterstufe integriert, an der die verbleibenden Quecksilberdämpfe mit Chemisorption gebunden werden. Das Notsystem ist so ausgelegt, dass auch im besagten Störfall keine Quecksilberdämpfe ins Freie emittiert werden. Damit sind im Ergebnis zwei unabhängige und jeweils zuverlässige Barrieren gegen eine störungsbedingte Emission von Quecksilber gegeben. Mit [U10] hat wurde der Stand der Sicherheitstechnik für die Anlage bestätigt.

Zur Abschätzung als Dennoch-Szenario wird hier angesetzt, dass im Störfall 10% des gesamten Quecksilber Inventars innerhalb der Abkühlzeit von 1 Stunde freigesetzt werden, also knapp 3 g/s. Die Emission erfolgt über den 8,7 m hohen Kamin. Die Dämpfe werden vom herrschenden Wind (mit Geschwindigkeit von 2,7 m/s bezogen auf Anemometerhöhe) erfasst und in der Umgebung verdriftet.

Das Ausbreitungsprofil ist in Abbildung 3 dargestellt und zeigt die Quecksilberkonzentration im beschriebenen Dennoch-Szenario für die mittlere Ausbreitungssituation. Die Konzentration wird für Immissionsorte in 2 m und in 9 m Höhe beurteilt. Das Maximum der Immission tritt im Höhenbereich der Kaminmündung auf.



Hg 2,8gps 8,7m 2022-08-01.xls

Abbildung 3: Freisetzung von Quecksilber aus der VTR Anlage über 8,7 m hohen Kamin

Die bodennah zu erwartende Quecksilber-Konzentration erreicht bei ca. 25 m Entfernung vom Kamin ihr Maximum. Ab einem Abstand von etwa 60 m liegt die Quecksilberkonzentration in Bodennähe (Immissionspunkt IP 2 m) unter den Störfallbeurteilungswerten ERPG-2/ AEGL-2. Hierbei sind die maßgebenden Unsicherheiten bereits berücksichtigt, das ist insbesondere die Wahl der Windgeschwindigkeit. Der praktisch gleiche Abstand gilt auch für höher gelegene Immissionspunkte (IP 9 m), z.B. auf Balkonen der Wohngebäude im Plangebiet.

Der angemessene Sicherheitsabstand für die VTR Anlage beträgt also $R_{AS,(VTR)} = 60$ m bezogen auf die Ortslage Kamin.

4.5 Brandgasentstehung bei der Batteriesortierung

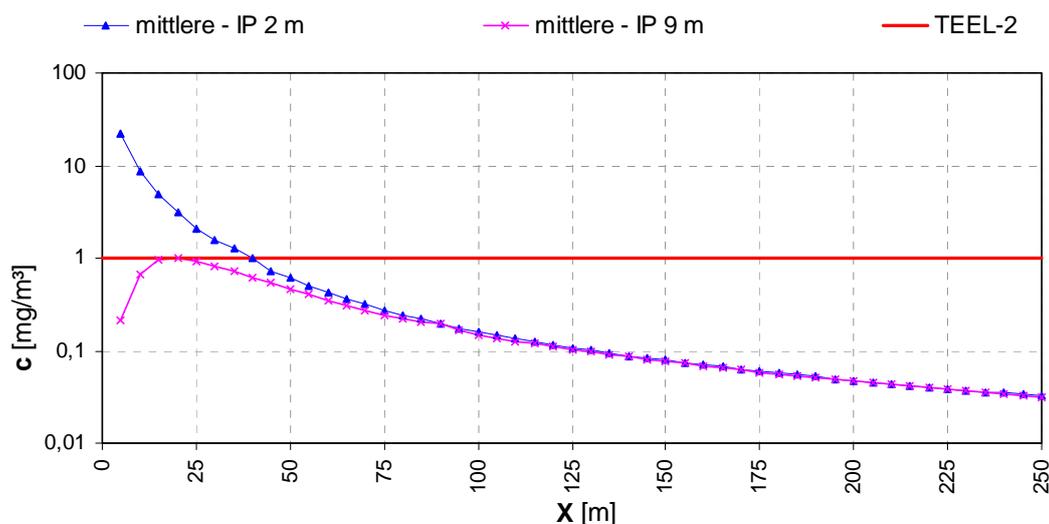
KAS-18 [R1] führt im Anhang 1, Abschnitt 2.3 aus, „Große Brände wurden unter dem Aspekt der Wärmestrahlungsbelastung betrachtet. Die Erfahrung zeigt, dass bei Bränden toxische Effekte durch die Brandgase für die Bauleitplanung i. d. R. vernachlässigbar sind.“ Dieser Regelfall ist für Batterien nicht von vorne herein anzunehmen, weil diese Bauteile gespeicherte elektrische Energie enthalten. Bei einem

Kurzschluss können deshalb so hohe Ströme fließen, dass ein Initialbrand folgen kann. Dies gilt insbesondere für Lithium Batterien, wie aktuelle Unfallberichte zeigen.

Bei der Knopfzellensortierung können nach Angaben der Betreiberin in der Restfraktion durchaus bis zu 60% Lithium Batterien auftreten. Ein häufiger Typ ist die Lithiumbatterie CR2032, die z.B. in Kfz-Schlüsseln zur Fernbedienung der Türöffnung vorkommt. Für ein stellvertretendes Batteriegemisch im Sammelbehälter wurde in Abstimmung mit der Betreiberin ein Anteil von 40% Alkali-Mangandioxid Knopfzellen angenommen. Dieses zweite Stoffsystem ist Lithiumfrei und enthält < 1% Quecksilber. In den beiden zugehörigen Sicherheitsdatenblättern [U13][U14] wird die stoffliche Zusammensetzung im Detail deklariert. Hieraus hat der Unterzeichner mit den Bildungsfaktoren aus KAS-43 [R12] Tabelle 4 dann die Brandgaszusammensetzung berechnet. Der entsprechende Sammelbehälter für das besagte 60%/40% Knopfzellengemisch fasst 500 kg, woraus insgesamt etwa 30 kg Lithiumoxid, 50 kg Kohlenmonoxid und etwa 1 kg Quecksilber freigesetzt werden können. Der Vergleich der Störfallbeurteilungswerte oben im Kap. 3.3 hat gezeigt, dass die Komponente Lithiumoxid bestimmend für die Toxizität des Brandgases ist. Lithiumoxid ist hygroskopisch und wandelt sich in Gegenwart von Feuchte weiter zum Lithiumhydroxid um. Weil im Brandszenario auch Wasser selbst als Brandgaskomponente entsteht, ist bereits am Entstehungsort mit einer entsprechenden Umsetzung zu rechnen. Elektrolytsysteme, wie sie z.B. in großen Fahrzeugbatterien vorkommen und die im Brandfall z.B. zur Bildung von Fluorwasserstoff führen, sind bei Knopfzellen nicht bekannt und können daher unberücksichtigt bleiben.

Das Brandszenario wird in Halle 3 nahe der Knopfzellensortierung also unterstellt. Die Halle 3 ist mit Rauch-Wärme-Abzugsanlagen und mit automatischen Brandmeldern ausgestattet, so dass das beginnende Ereignis unverzüglich gemeldet wird, auch zur Berufsfeuerwehr Lübeck. Die gebildeten Rauchgase gelangen zunächst in die Halle und von dort weiter ins Freie, teilweise kondensieren sie an kalten Wänden und Einbauten. Brände generell, aber auch das hier unterstellte Szenario sind einmalige Ereignisse, die sich nur mit Annahmen sowie Unsicherheiten quantitativ simulieren lassen. Insbesondere ist die Abbrandgeschwindigkeit nicht exakt bestimmbar. Als Schätzung wird hier der komplette Ausbrand der 500 kg Sammelfraktion im Verlauf von einer Stunde angesetzt. Der angewendete Störfallbeurteilungswert ist ebenfalls auf eine Einwirkdauer von einer Stunde abgestellt.

Im Ergebnis der Überlegungen wird die bestimmende Komponente Lithiumoxid im Brandgas also mit 0,9 g/s freigesetzt und die Komponente Quecksilber noch mit 0,028 g/s. Vereinfachend und konservativ wird keine maßgebende Wärmeentwicklung berücksichtigt, so dass kein thermischer Auftrieb wirksam wird. Als Quellhöhe wird 2 m angenommen, als Mittelwert für die bodennahe Freisetzung z.B. durch geöffnete Tore bzw. die Freisetzung über Dach durch die Rauch-Wärme-Abzugsanlagen.



Li2O 1,5gps 2022-08-08.xls ! skaliert mit 0,9/1,5

Abbildung 4: Ausbreitungsprofil für Brandgas Lithiumoxid freigesetzt mit 0,9 g/s bodennah

Für die geschilderte Quellrate von 0,9 g/s zeigt Abbildung 4 den Verlauf der Lithiumoxidkonzentration in der Umgebung als Funktion der Entfernung vom Quellort. Konkret werden wie oben Immissionspunkte in 2 m Höhe und in 9 m Höhe untersucht. Das Ergebnis zeigt, dass die Konzentration ab Entfernungen größer als 40 m vom Quellort den Störfallbeurteilungswert rechnerisch unterschreitet. Unter Berücksichtigung der Modellunsicherheiten, die hier insbesondere aus der Elementeverteilung im Batteriegemisch resultieren, folgt abschließend ein Abstand von 50 m, ab dem der Störfallbeurteilungswert als unterschritten gilt.

4.6 Explosionsgefährdung

Grundsätzlich ist am Standort auch mit Stoffen zu rechnen, die explosionsfähige Gemische bilden können, z.B. Erdgas aus der öffentlichen Versorgung oder Flüssiggas.

Stellvertretend wird Flüssiggas in 25 kg (50 l) Transportgebinden untersucht. Bei einem nach [R1] gewählten 80 mm² Leck wird der Inhalt innerhalb von 20 Sekunden frei. Der Durchmesser der zündfähigen Wolke erreicht dabei rechnerisch 37 m und die explosionsfähige Masse 11,4 kg. Wird fiktiv weiter die Zündung unterstellt, kommt es zur Explosion und zu einer Druckwelle. Die berechneten Werte erreichen bei 30 m Abstand vom Freisetzungsort/ Ort der Zündquelle Werte bis 0,06 bar; mit Reflexion etwa 0,10 bar. Dieses Ergebnis ist typisch und gilt auch für leicht entzündbare Flüssigkeiten freigesetzt aus Transportverpackungen in etwa vergleichbare Sicherheitsabstände ≤ 35 m. Als Fazit wird der angemessene Sicherheitsabstand hinsichtlich Explosion also zu $R_{AS}(Ex) = 30$ m festgelegt. Da die Gasflaschen auf dem gesamten Gelände verwendet werden, gilt der besagte Abstand ab Grundstücksgrenze

Zu Gefährdungsabschätzung von sonstigen Gefahren wird neben der unmittelbaren Druckwirkung auch das Platzen von Fensterscheiben berücksichtigt. Eine Druckspitze von $\Delta p = 0,03$ barü (Bruch von 75% der Fensterscheiben, vgl. die Beurteilungswerte oben Abschnitt 3.4) kann bis ca. 40 m Entfernung ab der Grundstücksgrenze auftreten. Schwächere Druckspitzen führen zu weniger Splitterbruch, dies aber ggf. auch in größeren Entfernungen. ($\Delta p = 0,01$ barü führt rechnerisch bei 10% der Fensterscheiben zum Splitterbruch bis etwa 85 m Entfernung.)

4.7 Brandgefährdung

Brennbare Flüssigkeiten kommen am Standort nicht in maßgebender Menge vor. Für das das Notstromaggregat wird GTL Kraftstoff (stofflich vergleichbar mit Dieselmotorkraftstoff) in einem 750 l großen Tank bevorratet. Der Tanks ist doppelwandig und wird nur selten betankt, weil das Notstromaggregat nur kurzzeitig für die sicherheitstechnisch vorgesehenen Funktionsprüfungen eingeschaltet wird.

Die Simulationsrechnung für eine Dennoch Leckage beim Betanken nach den KAS-18 [R1] Vorgaben führt auf eine Gefährdungsdistanz von ca. 40 m bezogen auf die Umfüllstelle. Die Abstrahlleistung der Flamme wird gemäß KAS-32 [R1] gleich 100 kW/m² Flammenfläche gesetzt. Aus Sicht des Unterzeichners wird das Risiko mit diesem Ansatz noch deutlich überschätzt, weil Seltenheit und die geringe Umfüllmenge nicht berücksichtigt werden. Die Ausförderung zum Notstromaggregat erfolgt im Saugbetrieb und in Mengen von lediglich 0,1 kg/s, so dass hier abstandsrelevante Szenarien ausgeschlossen werden.

4.8 Unsicherheiten und Variationen der Beurteilung

Die Simulationen zu den untersuchten Szenarien sind mit Unsicherheiten und Varianzen behaftet. Diese resultieren aus nur ungenau vorgegebenen Eingangsgrößen, wie z.B. die Windgeschwindigkeiten oder die chemische Zusammensetzung von Lithium Batterien. Die Unsicherheiten sind in die Ermittlungen oben bereits mit einbezogen.

5 Bewertung von zukünftigen Entwicklungen im Betriebsbereich

Neben den vorhandenen Anlagen wird in dieses Gutachten auch das Recht der Remondis QR zur betrieblichen Entwicklung am Standort berücksichtigt; vgl. hierzu auch in Kap. 3.3 KAS-18 [R1].

Die Betreiberin hat die nachfolgend erläuterten Anlagen als potentielle Erweiterungsoptionen benannt. Die Plangrundlagen dafür haben sich an Referenzanlagen orientiert, vgl. Anhang 8.3. Als Aufstellfläche dieser zukünftigen Anlagen kommt das gesamte Betriebsgelände infrage. Der angemessene Sicherheitsabstand wird daher in diesem Gutachten generell auf die bestehende Grundstücksgrenze bezogen.

5.1 Option 1: Aufstellung und Betrieb einer zweiten VTR Anlage

Remondis QR erwägt die Aufstellung einer zweiten, gleich aufgebauten und gleich dimensionierten VTR Anlage wie im Bestand, um die Durchsatzkapazität entsprechend zu verdoppeln. Für die zweite VTR Anlage ergibt sich auf dieser Grundlage die gleiche Gefährungsdistanz wie für die bereits vorhandene Anlage. Dies ist so, weil die zugrunde liegenden Dennoch Ereignisse so unwahrscheinlich sind, dass eine gleichzeitige Störung in dann beiden Anlagen nicht zu unterstellen ist.

Wesentlich für die Überlegungen oben im Kap. 4.4 waren a) die Quecksilber-Menge im Rezipienten und b) die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit der automatischen Abschaltung sowie der Notkühlung. Ferner war c) die Aufstellung der Anlage im geschlossenen Raum als störfallbegrenzend und abstandsrelevant eingestuft worden, weil dieser Aufstellraum mit seiner Abluftfilteranlage aus Schwefel-beladener Aktivkohle als zweite Schutzbarriere gegen Quecksilberemissionen dient. Die neue, zweite Anlage bedarf eines immissionsschutzrechtlichen Zulassungsverfahrens, in dem die vorgenannte Konzeption und Dimensionierung noch dargelegt und überprüft werden wird.

Gegen die Aufstellung der zweiten VTR Anlage bestehen auch aus Sicht des nahe gelegenen „benachbarten Schutzobjekts“ Trave (FFH Gebiet) dann keine Bedenken, weil eine Aufstellung am Standort möglich ist, die den ermittelten angemessenen Sicherheitsabstand von 60 m gegenüber dem FFH Gebiet wahrt und damit gleichzeitig auch die schutzwürdige Wohnnutzung im Plangebiet nicht erreicht.

5.2 Option 2: Quecksilbersulfid Anlage zur Stabilisierung von Quecksilber

Zur endgültigen sicheren Untertagedeponierung von Quecksilber kann es mit Schwefel chemisch weiter zu Quecksilbersulfid HgS umgesetzt und so stabilisiert werden. Quecksilbersulfid hat eine besonders geringe Wasserlöslichkeit und gilt daher für die Stabilisierung als optimal geeignet. Eine derartige Anlage wird am Konzernstandort Dorsten bereits betrieben, vgl. die Prozessbeschreibung im Anhang [U8].

In diesem Abschnitt soll überlegt werden, welche abstandsrelevanten Szenarien zu berücksichtigen sind und zu welchen Gefährungsdistanzen diese führen könnten. Hierzu wurden Unterlagen [U8] über die Anlage in Dorsten zur Verfügung gestellt und für die Aufgabenstellung hier vorgeprüft. Die Prüftiefe hier adressiert das Anlagensicherheitskonzept und erfolgt mit überschlägigem Prüfniveau, sie ersetzt keine Sachverständigenprüfung z.B. nach §13 der Neunten BImSchV.

Die Anlage soll voraussichtlich im geschlossenen Gebäude mit einem Raumbedarf in der Größenordnung von 20 m × 20 m (Breite × Länge) aufgestellt werden, zuzüglich von Flächen für Lager und Infrastruktur. Die Anlage arbeitet im Chargenbetrieb, wobei eine Charge 4 kmol = 800 kg flüssiges Quecksilber umfasst und ca. 4,7 kmol = 150 kg Schwefel fasst. Die Anlage arbeitet wie die Bestandsanlagen am Standort Lübeck im Vakuum, so dass Quecksilber nicht ins Freie gelangt. Schwefel als Feststoff und flüssiges Quecksilber werden einem Mischer zugeführt, wobei die chemische Reaktion nach den Angaben [U8] spontan einsetzt und das stabile Endprodukt Quecksilbersulfid HgS entsteht. Der Prozess arbeitet bei etwa 250 °C, das Apparateinnere ist zum Explosionsschutz mit Stickstoff inertisiert. Die Anlagensteuerung dosiert Schwefel im Überschuss, so dass praktisch kein freies Quecksilber im Mischer vorliegt. Das Pro-

dukt (Schwefelsulfid) ist ein ausreagierter Feststoff, der zum Abtransport z.B. auf big-bags oder Fässer abgefüllt werden kann.

Bei Störungen wird die Anlage über eine Sicherheitsabschaltung sicher abgefahren. Bei Druckanstieg entlastet die Apparatur selbsttätig in die Abluftanlage, die wie in den Bestandsanlagen mit schwefeldotierten Aktivkohlefiltern ausgerüstet ist: so führt [U8] aus: „Die Abluft des Mischers wird über einen Aktivkohlefilter geführt. Quecksilber wird dort adsorbiert. Die Abluftanlage des Mischers ist an die Hallenabluftanlage angebunden. Eventuell nicht adsorbiertes Quecksilber wird im Aktivkohlefilter der Hallenabluftanlage adsorbiert.“ Das Sicherheitskonzept der Referenzanlage in Dorsten ist dort im Sicherheitsbericht dargelegt sowie dort entsprechend überprüft worden. Für den Anlagenstandort Dorsten wurde bisher kein angemessener Sicherheitsabstand nach KAS-18 ermittelt. Nach dem dargelegten Sicherheitskonzept (Unterdruckfahrweise und Filteranlage mit Chemisorption) ist die Situation in Bezug auf störfallbedingte Quecksilberemissionen vergleichbar mit dem Sicherheitskonzept in Lübeck: Es sind mindestens zwei zuverlässige Barrieren gegen einen abstandsrelevanten Störfall implementiert, nämlich erstens Unterdruckfahrweise verbunden mit Kontroll- und Sicherheitseinrichtungen sowie zweitens die Aufstellung im geschlossenen Gebäude mit einer Abluftanlage mit ausreichend dimensionierter Polzeifilterfunktion. In der HgS Anlage wird eine exotherme chemische Reaktion durchgeführt, so dass als Stand der Sicherheitstechnik auch die technische Regel Anlagensicherheit TRAS 410 [R16] zu beachten sein wird. Nach den vorliegenden Unterlagen ist bei Überwachung der Dosierraten von Quecksilber und Schwefel sowie bei Lauf- und Temperaturkontrolle des Mischers aber voraussichtlich die Einhaltung der besagten sicherheitstechnischen Regel möglich.

Ein klassisches Leckageszenario gemäß KAS-18 mit Quecksilber z.B. aus Transportbehältern oder aus der Quecksilbervorlage führt aufgrund des geringen Dampfdrucks nicht zu maßgebenden Gefährdungsdistanzen, vgl. dazu die Ausführungen für die Bestandsanlagen in Lübeck oben in Kap. 4.2 und 4.3.

Für den Standort Lübeck befindet sich das FFH Gebiet *Travetal* als benachbartes Schutzobjekt ca. 55 m von der Zaungrenze des Betriebsbereichs entfernt. Gegen die Aufstellung der HgS Stabilisierungsanlage bestehen aus Sicht des nahe gelegenen „benachbarten Schutzobjekts“ Trave (FFH Gebiet) keine Bedenken, weil eine Aufstellung am Standort so möglich ist, dass der ermittelte angemessenen Sicherheitsabstand von 60 m gegenüber dem FFH Gebiet gewahrt wird und dabei gleichzeitig auch die schutzwürdige Wohnnutzung im Plangebiet nicht erreicht.

5.3 Stand der Sicherheitstechnik

Bei der Ermittlung von angemessenen Abständen muss die Anlage dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechen. Dies ist gemäß §3 StörfallV ohnehin einzufordern. Zu den vorgesehenen Erweiterungsoptionen bestehen bereits genehmigte Referenzanlagen, die schon langjährig betrieben werden. Insofern sind einschlägige praktische Betriebserfahrungen vorhanden und ist von der Einhaltung des Standes der Sicherheitstechnik auszugehen.

6 Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstands

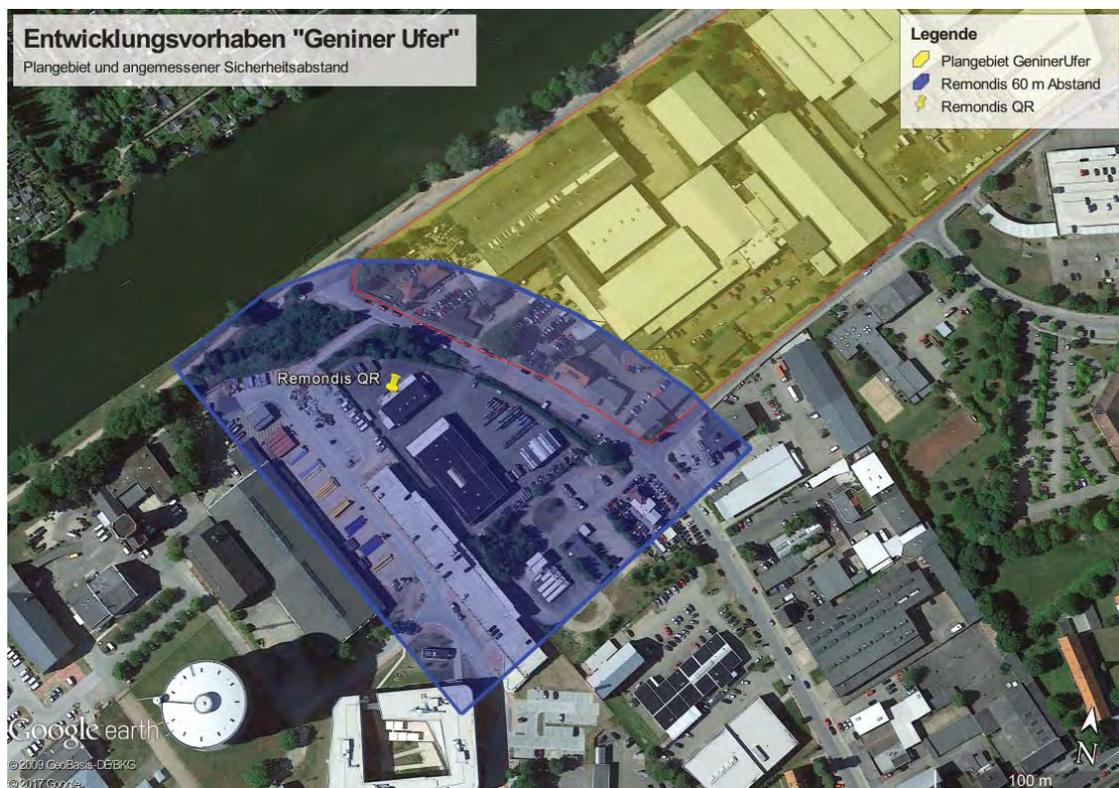
6.1 Zusammenfassung der ermittelten Abstände für die Bestandsanlagen

Aus den vorstehenden Abschnitten ergeben sich folgende angemessene Sicherheitsabstände R_{AS} :

Kapitel	Anlage/ Szenario	R_{AS}	Bezugsort	SBW
Kap. 4.2	Anlieferung & Sortierung/ Freisetzung Quecksilber	keine	Halle 3	SBW-2
Kap. 4.2	Demontage Bauteile/ Freisetzung Quecksilber	keine	Halle 2	SBW-2
Kap. 4.3	Reinstdestillation/ Freisetzung warmes Quecksilber	< 10 m	Halle 1	SBW-2
Kap. 4.4	VTR Anlage/ Freisetzung Quecksilber über Kamin	60 m	Halle 1	SBW-2
Kap. 4.5	Sammelbehälter Knopfzellen mit Brandgasbildung	< 50 m	Halle 3	SBW-2
Kap. 4.6	Leck Flüssiggasflasche + Explosion im Freien	< 30 m	Werksstraße	0,10 bar
Kap. 4.6	Leck Flüssiggasflasche + Explosion im Freien	< 40 m	Werksstraße	0,03 bar
Kap. 4.7	Lagertank/ Brand im Freien mit Wärmestrahlung	< 40 m	vor Halle 1	1,6 kW/m

Tabelle 4: Zusammenstellung der ermittelten Gefährdungsdistanzen

Der größte ermittelte angemessene Sicherheitsabstand ergibt sich zu 60 m für das untersuchte Dennoch-Szenario mit Freisetzung von toxischem, quecksilberhaltigem Rohabgas aus der VTR Anlage. Derartige Dennoch-Szenarien sind nach praktischer Vernunft auszuschließen. Auswirkungen von Bränden bzw. Explosionen reichen weniger weit. Der angemessene Sicherheitsabstand für den Betriebsbereich beträgt also $R_{AS} = 60$ m und ist im Satellitenbild in der nachfolgenden Abbildung 5 grob mit eingetragen.



S:\PI\GUL .. Google Earth mit RAS_d.pdf

Abbildung 5: Visualisierung des ermittelten angemessenen Abstands $R_{AS} = 60$ m (bodennahe Immission)

6.2 Beschreibung des Plangebiets

Der Bereich zwischen den Straßenzügen „Welsbachstraße“, „Possehlstraße“, „Geniner Ufer“ und „Bei der Gasanstalt“ in Lübeck soll überplant werden. Hierzu befindet sich der Bebauungsplan 02.14.00 „Geniner Ufer/ Welsbachstraße“ [U3] in der Aufstellung. Die diesbezüglichen Flächen sind gegenwärtig für gewerbliche Nutzung vorgesehen (Einstufung GE gemäß §8 BauNVO).

Auf Basis des Städtebaulichen Konzepts [U3] sollen große Teile des Plangebiets künftig als Wohnquartier entwickelt werden. Auf diesen Flächen sind vier- bis teils siebengeschossige Hochbauten zum Wohnen (Gebäudehöhen bis 25 m) geplant. Die Zuwegung erfolgt über vier Planstraßen von der Welsbachstraße aus. Die Planstraße 3 liegt etwa 200 m von der Grenze des Betriebsbereichs entfernt, vgl. [U3]. Weiter nordöstlich schließen sich Flächen für ergänzende soziale Infrastruktur (Schulen, Kindergärten, Sporthallen) an. Die Flächen zum Wohnen ebenso wie für die besagte ergänzende soziale Infrastruktur gelten als „benachbarte Schutzobjekte“ zum Betriebsbereich der Remondis QR, vgl. auch Kap. 2.1.

Der aktuelle Vorentwurf zum Bebauungsplan 02.14.00 „Geniner Ufer/ Welsbachstraße“ [U3] sieht vor, dass direkt nördlich des Straßenzuges „Bei der Gasanstalt“ ein Riegel mit gewerblicher Prägung beibehalten werden soll. Gegenwärtig werden Planvarianten mit unterschiedlichen Einstufungen untersucht, z.B. als Mischgebiet (MI) bzw. als Urbanes Gebiet (MU). Maßgebend für die Aspekte des §50 BImSchG ist die tatsächliche Plangrenze für schutzwürdige Nutzung, vgl. die Ausführungen im Abschnitt 3.5 oben in diesem Gutachten zur „Schutzbedürftigkeit von Gebieten und Objekten“.

Der ermittelte angemessene Sicherheitsabstand wird in der Vorhabensbeschreibung und in den Planunterlagen dazu mit den planungsrechtlichen Festsetzungen Nummer 7.2 im gegenwärtigen Stand [U3] verbindlich mit dargestellt. Der Plan [U3] soll im nächsten Schritt unter Beachtung der ermittelten Ergebnisse zu störfallbedingten Auswirkungen aus diesem Gutachten überarbeitet werden.

6.3 Betroffenheit des Plangebiets durch den Betriebsbereich

Durch Vergleich der oben ermittelten angemessenen Sicherheitsabstände für die Anlagen im Betriebsbereich mit der beabsichtigten Flächennutzung im Plangebiet zeigt sich folgende Betroffenheit:

- 1) Durch Quecksilberdämpfe bei Wetterlage nach KAS-18bis 60 m vom Betriebsbereich
- 2) Durch Rauchgase aus Halle 3 bei Brand Lithiumknopfzellenbis 50 m vom Betriebsbereich
- 3) Durch 0,10 bar Explosionsdruckspitze keine
- 4) Druck Wärmestrahlung bei Brand GTL Treibstoffbis 40 m vom Betriebsbereich

Die ermittelten Abstände sind als gering einzustufen. Es gibt Stimmen, die einen Mindestabstand von generell 100 m propagieren, vgl. auch den Entwurf zu einer TA-Abstand [R4]. Bei der Bewertung des Einzelfalls hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass für den Betriebsbereich durch die Unterdruckfahrweise ein atypischer Fall vorliegt. Insofern ist der ermittelte Abstand aus Sicht des Unterzeichners fair gewählt und setzt das Trennungsgebot aus §50 BImSchG für Einzelfall angemessen um.

Für die Abwägung sind ferner folgende Wirkungen zu bedenken

- 5) Durch 0,03 bar Explosionsdruckspitze 75% Splitterbruch bei Glasfensternbis 40 m
- 6) wie 1) aber bei seltener ungünstiger Schwachwindlagebis 180 m vom Betriebsbereich

Explosionen können im Betriebsbereich nach Leckagen an Druckgasflaschen mit Flüssiggas auftreten. Die dabei hervor gerufene Druckwelle erzeugt im Plangebiet keine Lungen- oder Trommelfellschäden. Allerdings können Fensterscheiben platzen und Personen dahinter durch Splitterbruch verletzen. Insgesamt ist nach den Simulationsrechnungen nicht mit hohem Anteil von Splitterbruch zu rechnen.

Für die Ermittlung des angemessenen Sicherheitsabstands gemäß KAS-18 ist die mittlere Wetterlage heranzuziehen. Es gibt aber auch Jahresstunden mit ungünstigeren Schwachwindwetterlagen. Wenn eine „Dennoch“ Stofffreisetzung von Quecksilber während einer derartigen Schwachwindlage auftreten sollte, reichen die gefährlichen Wirkungen bis 180 m weit, also etwa bis zur Planstraße 3.

In Auswertung der Überlegungen aus Kap. 5 ist davon auszugehen, dass die Erweiterungsoptionen 1 und 2 nicht zu größeren angemessenen Sicherheitsabständen führen als für die Bestandsanlagen.

6.4 Vorschläge für Maßnahmen nach §9(1) Nr. 23c BauGB

Das Plangebiet umfasst Flächen, die zum Wohnen und für öffentliche Gebäude wie Schulen ausgewiesen werden sowie solche, in denen keine schutzbedürftige Nutzung vorgesehen ist. Der exakte Verlauf der Abgrenzung liegt noch nicht fest, orientiert sich aber am festgestellten angemessenen Sicherheitsabstand von 60 m bezogen auf die Grenze des Betriebsbereichs.

Auf Basis der untersuchten Störfallszenarien aus Kap. 4 sollten Vorschläge gemäß §9(1) Nr. 23c BauGB für „*bauliche und sonstige technische Maßnahmen, die der Vermeidung oder Minderung der Folgen von Störfällen dienen*“ erarbeitet werden, um die hervorgerufenen Auswirkungen *so weit wie möglich zu vermeiden*. Zunächst ist daran zu erinnern, dass auch jenseits des angemessenen Sicherheitsabstands Auswirkungen hervorgerufen werden können. Gemäß Kap. 6.3 sind dabei insbesondere weiterreichende, schwache Explosionsdruckwellen oder gefährliche Konzentrationen von Quecksilberdämpfen bei seltenen Schwachwindwetterlagen zu berücksichtigen.

Zum Schutz vor gefährlichen Konzentrationen von Quecksilberdämpfen wird vorgeschlagen,

- i) dass Gebäude südwestlich der Planstraße 3 mit Be- und Entlüftungsanlagen an einer leicht zugänglichen Stelle mit einer Ausschaltvorrichtung für die Lüftungsanlagen ausgestattet werden;
- ii) dass die Fenster der Treppenhäuser von Gebäuden südwestlich der Planstraße 3 dauerhaft geschlossen gehalten werden sowie lediglich ausnahmsweise und unter Aufsicht geöffnet werden, z.B. zum Zweck der Reinigung;
- iii) dass die Nutzer der betroffenen Grundstücke auf die genannten Umstände hingewiesen werden.

Zum Schutz vor Explosionsdruckwellen wird vorgeschlagen,

- iv) dass Fensterscheiben von Räumen zum regelmäßigen Aufenthalt von Menschen in der Häuserfront zum Straßenzug „Bei der Gasanstalt“ gegen Splitterbruch geschützt ausgeführt werden.

6.5 Leichtigkeit und Wirksamkeit der Hilfeleistung durch Notfallkräfte

Die Stadt Lübeck verfügt über eine Berufsfeuerwehr. Die Feuerwache 2 liegt in der Welsbachstraße 2 und grenzt an das Plangebiet, so dass Ersteinsätze dort nur sehr kurze Anreisezeit erfordern. Für Gefahrguteinsätze ist die ca. 20 km entfernte Feuer- und Rettungswache 3 an der Travemünder Landstraße 276 zuständig.

Durch das Vorhaben steigt die Anzahl von Menschen, die von einem Störfallereignis im Betriebsbereich betroffen werden können. Zum Schutz von Menschen im Außenbereich, z.B. spielende Kinder, können sich für die Einsatzkräfte entsprechende zusätzliche Einsatzszenarien zur Räumung der betroffenen Flächen und zur Hilfeleistung ergeben.

Der Betriebsbereich veröffentlicht gemäß §8a StörfallV eine Broschüre über die Alarmierung und zum Verhalten im StörfallV. So gilt insbesondere der Aufenthalt in geschlossenen Gebäuden bei geschlossenen Fenstern und Türen/ abgeschalteten Lüftungsanlagen als zweckmäßig. Mit den oben dargelegten Vorkehrungen i) bis iii) können sich die Gebäudenutzer selbstständig schützen. Auf das Erfordernis einer ausreichend schnellen Alarmierung wird hier hingewiesen. Da die Anlagen im Betriebsbereich auch nachts sowie an Sonn- und Feiertagen betrieben werden können, besteht das Alarmierungserfordernis auch in diesen Zeiten.

7 Resümee

Die Flächen zwischen den Straßenzügen „Welsbachstraße“, „Possehlstraße“, „Geniner Ufer“ und „Bei der Gasanstalt“ in Lübeck sind gegenwärtig als Gewerbegebiet ausgewiesen und werden von der Stadt Lübeck gegenwärtig überplant. Teilflächen davon sollen einer Wohnnutzung bzw. Sondernutzungen (wie z.B. Schulen) zugeführt werden.

In der unmittelbaren Nachbarschaft betreibt die Remondis QR GmbH bereits langjährig einen Betriebsbereich nach §3(5a) BImSchG mit Anlagen zum Recycling von Quecksilber sowie zur Sortierung von Batterien. Insofern ist für das Planvorhaben das Abstandsgebot aus §50 BImSchG zu beachten. R+D Sachverständige wurden vom Vorhabensträger beauftragt, den angemessenen Sicherheitsabstand im Sinne von §3(5c) BImSchG ausgehend vom Betriebsbereich der Remondis QR GmbH zu ermitteln und dabei die Konvention KAS-18 zu berücksichtigen.

Auf der Grundlage von Daten, die Remondis QR zur Verfügung gestellt hat, wurden zunächst die am Standort bereits bestehenden Anlagen untersucht. Als maßgebend, haben sich die Freisetzung toxischer Quecksilberdämpfe sowie Brandereignisse mit Lithium-Batterien (Knopfzellen) heraus gestellt. Als Besonderheit ist darauf hinzuweisen, dass die Anlagen zum Umgang mit Quecksilber im Unterdruck betrieben werden, so dass bereits konzeptionell ein hoher Schutz gegen Quecksilber Freisetzungen besteht. Zusätzlich sind die Anlagen in geschlossenen Räumen aufgestellt, die zudem mit Abluftfilteranlagen ausgestattet sind. Im Ergebnis wird für die Vakuumthermische Recycling Anlage (VTR) ein angemessener Sicherheitsabstand von 60 m ermittelt. Für die bestehende VTR Anlage ist der Abstand zur zukünftigen Wohnnutzung sogar größer als 60 m, weil die VTR Anlage im Werksinneren liegt, was einen zusätzlichen Sicherheitsgewinn darstellt. Entzündbare Gase und entzündbare Flüssigkeiten kommen nur in untergeordnetem Maße vor, so dass die hervorgerufenen Auswirkungen durch Brände und Explosionen weniger weit reichen.

Auftragsgemäß wurden im Kap. 6.4 ferner Vorschläge gemäß §9(1) Nr. 23c BauGB für „*bauliche und sonstige technische Maßnahmen, die der Vermeidung oder Minderung der Folgen von Störfällen dienen*“ erarbeitet. Über die Wahrung des angemessenen Sicherheitsabstands hinaus wurden Maßnahmen gegen Splitterbruch an Fensterscheiben erörtert. Ferner wurden Maßnahmen zur Minderung des Eintrags von luftgetragenen Störfallstoffen in die Gebäude südwestlich der Planstraße 3 empfohlen.

Zusätzlich sollte auch die mögliche weitere Entwicklung des Betriebsbereichs geprüft werden. Hierzu hat Remondis QR konkrete Erweiterungsoptionen für neue Anlagen am Standort benannt. Derartige Anlagen werden im Konzern bereits betrieben. Bei Aufstellung und Betrieb einer neuen, zweiten VTR Anlage ist hierfür mit demselben angemessenen Abstand von 60 m zu rechnen. Auch für die Option „Anlage zur Stabilisierung von Quecksilber als Sulfid“ werden angemessene Abstände derselben Größenordnung erwartet, weil auch die Referenzanlage dieser Art im Unterdruck betrieben wird und umfangreiche Schutzvorkehrungen vorgesehen werden sollen. Für diese Optionsanlagen ist der mögliche Aufstellort noch unbestimmt und ist der Abstand auf die Betriebsbereichsgrenze (Zaun) zu beziehen. Für diese Optionsanlagen erscheint es daher plausibel, dass auch ein ausreichender Abstand zur Trave als benachbartem Schutzobjekt (FFH Gebiet) gewahrt werden kann. Die abschließende Prüfung zum angemessenen Sicherheitsabstand ausgehend von den Optionsanlagen erfolgt im jeweils zugehörigen Zulassungsverfahren.

Adelebsen, den 17. Januar 2023

R+D Ingenieurleistungen GmbH
 Heinrich-Sohnrey-Strasse 17
 37139 Adelebsen
 anfrage@rdumweltschutz.de

[Redacted Signature]

[Redacted Signature]

Projektleitung

bekannt gegebene Sachverständige gemäß §29b BImSchG

8 Anhänge und Beilagen

8.1 Angaben zum Projekt

Auftraggeber

Name Entwicklungsgesellschaft Geniner Ufer GmbH & Co. KG
 Anschrift Wisbystraße 2, 23558 Lübeck
 Ansprechpartner*in [REDACTED]
 Auftrag erteilt: Apr. 2022

Auftragnehmer

Name und Standort R+D Ingenieurleistungen GmbH
 Anschrift Heinrich-Sohnrey-Straße 17, 37139 Adelebsen
 Sitz, Handelsregister Sitz Adelebsen Amtsgericht Göttingen, HRB 1917
 Geschäftsführer [REDACTED]; Office@RDumweltschutz.de

Betreiber der maßgebenden Anlage und Standort

Betreiberin Remondis QR GmbH
 Anschrift Bei der Gasanstalt 9, 23560 Lübeck
 Geschäftsführer [REDACTED]
 Ansprechpartner [REDACTED]

Beteiligte Behörden

Beteiligte Behörden Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR)
 Ansprechpartner*in Abfallwirtschaft, Stoffwirtschaft; LLUR 731, [REDACTED]
 Anschrift Hamburger Chaussee 25; 24220 Flintbek
 Datum der Abstimmung mehrere im Zeitraum April - Nov. 2022

Ersteller des Gutachtens

Auftragsnummer GUL_22-01/ GUL_22-02 vom 16. Feb. 2022
 Ersteller des Gutachtens [REDACTED]
 alle R+D Ingenieurleistungen GmbH, 37139 Adelebsen

Organisatorisches

Prüfbereich ZS (§29b BImSchG)
 Vervielfältigung Dieses Gutachten darf nach den Vorgaben aus dem Abschnitt R00 des R+D Managementhandbuchs ohne Zustimmung des Verfassers nicht in Auszügen vervielfältigt werden; es enthält insgesamt 27 Seiten und die im Kapitel 8 bezeichneten Anhänge. Dieses Gutachten gilt auch mit elektronischer Unterschrift. Als solches kann es als Rechnerdatei (im pdf Format) elektronisch versandt werden. Es darf in beliebiger Anzahl ausgedruckt werden. Eine Veränderung ist ausschließlich durch die Verfassung zulässig.
 Veränderungen
 Eigentumsrechte Dieses Gutachten bleibt bis zur vollständigen Bezahlung Eigentum der Unterzeichner
 Geschäftsgeheimnisse Dieses Gutachten enthält keine Geschäftsgeheimnisse

Unabhängigkeit

Erklärung Die Verfasser waren bei der Planung, Errichtung oder Änderung der hier betroffenen Anlagen nicht beteiligt. Ferner stehen die Verfasser nicht in einer personen- oder gesellschaftsrechtlichen Verbindung mit der hier betroffenen Betreiberin.
 Bekanntgabe durch Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim
 Erklärung Der Projektleiter ist persönlich für die Fachgebiete 1; 2.1; 2.2; 3; 4; 7; 8; 10; 11; 13; 14; 15.1; 16.1; 17 gemäß Anlage 2 der 41. BImSchV bekannt gegeben.

Verteiler

Entwicklungsgesellschaft z.Hd. [REDACTED]
 Remondis QR GmbH z.Hd. [REDACTED]
 LLUR z.Hd. [REDACTED]

8.2 Unterlagen zum Plangebiet

8.2.1 Liegenschaftskataster

8.2.2 Karte zum FFH Gebiet DE-2127-391 „Travetal“

8.3 Unterlagen zum Betriebsbereich Remondis

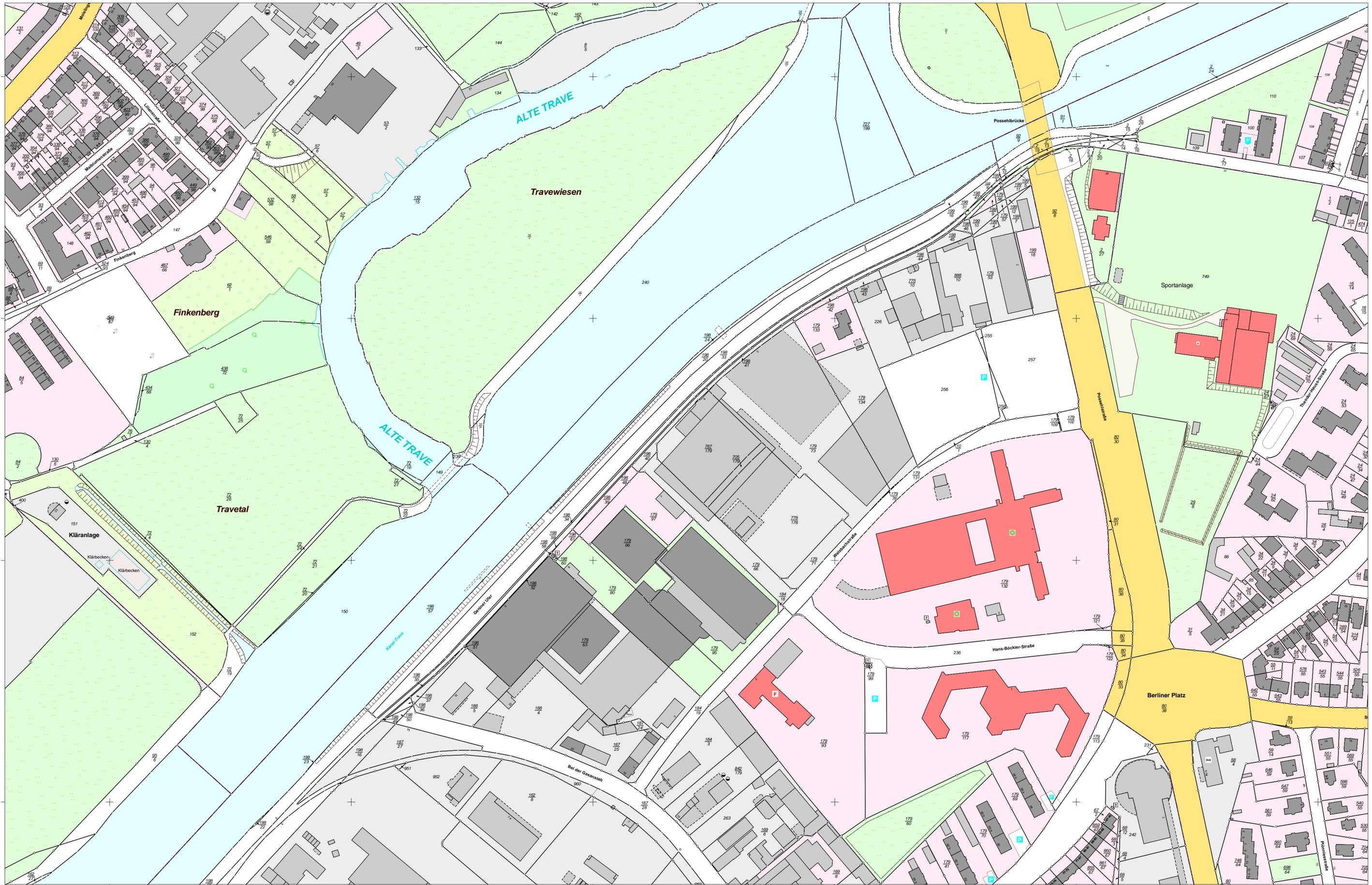
8.3.1 Informationsblatt „Das richtige Verhalten bei Störfällen“

8.3.2 Kurzbeschreibung zum VTR Verfahren von Website Remondis QR

8.3.3 Prozessbeschreibung der VTR Verfahren

8.3.4 Prozessbeschreibung zur Stabilisierung von Quecksilber als Sulfid

8.4 Protokolle der Simulationsrechnungen



5.988.800
5.988.600
5.988.400
5.988.200

32.609.800 32.610.800 32.610.200 32.610.400 32.610.600 32.610.800 32.610.000

Maßstab: 1:2000 Meter

Für den Maßstab dieses Auszugs aus dem Liegenschaftskataster ist der ausgedruckte Maßstabsbalken maßgebend.
Dieser Auszug ist maschinell erstellt und wird nicht unterschrieben. Vervielfältigung, Umarbeitung, Veröffentlichung und Weitergabe an Dritte nur mit Zustimmung des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein oder zum eigenen Gebrauch (§9 Vermessungs- und Katastergesetz i.d.F. vom 12.05.2004, geändert durch Gesetz vom 15.12.2010).



Auszug aus dem Liegenschaftskataster
Liegenschaftskarte 1:2000

Erstellt am 10.11.2014

Flurstück: 198/33
Flur: 10
Gemarkung: St. Jürgen

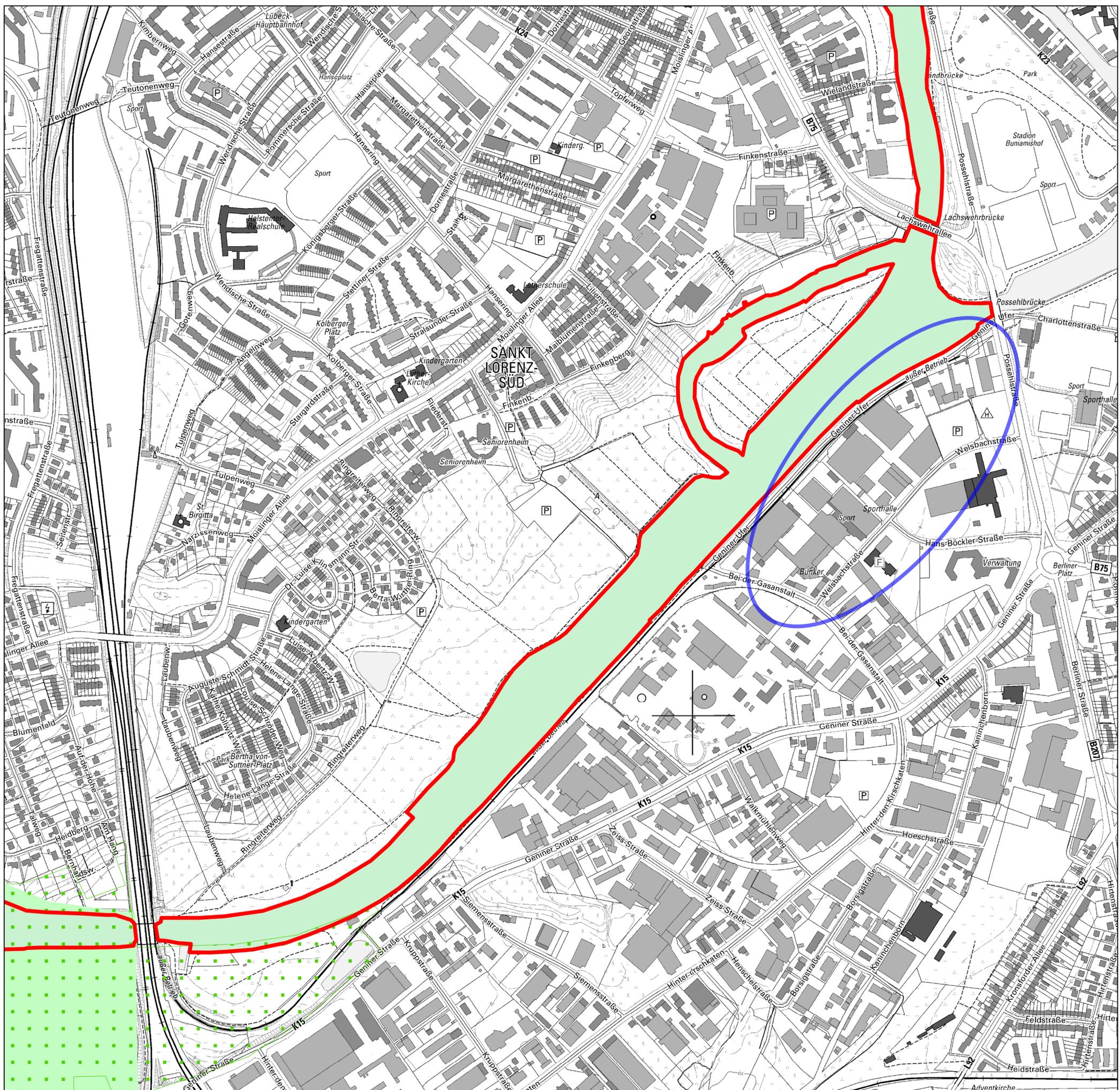
Gemeinde: Hansstadt Lübeck
Kreis: Hansstadt Lübeck

Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein

Erteilende Stelle: ÖbVI

Telefon: 49 451 879800
E-Mail: mail@vermessung-kummer.de





Legende

- Sonstige Schutzkategorien**
- ▬ FFH-Gebietsgrenze
 - Landschaftsschutzgebiet
 - Flora-Fauna-Habitat-Gebiet
 - Biotopverbundsystem: Hauptverbundachse
- Lage des Plangebiets



<h2 style="margin: 0;">Managementplan</h2>			
<h3 style="margin: 0;">FFH DE-2127-391 "Travetal"</h3>			
Karte 1c – Schutzkategorien Blatt 31 von 32			
Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein	Maßstab: 1 : 5.000	Stand: 01.03.2017	Bearbeitung: Projektgruppe NATURA 2000
Kartengrundlage: DTK5-V, ©LVerGeo-SH	fachlich: 	kartogr./GIS: 	

Wichtige Telefonnummern

- Feuerwehr 112
 - Polizei/Notruf 110
 - REMONDIS QR GmbH
0451 58300-0
- Ihr Hausarzt

Gefahren und Maßnahmen im Störfall

Sollte es trotz umfangreicher Sicherheitsmaßnahmen zu einem Störfall kommen, ist neben Bränden und Explosionen die Freisetzung gesundheitsschädigender Stoffe denkbar. Dies kann zur Beeinträchtigung der Gesundheit von Menschen führen sowie Sachschäden in der Umwelt verursachen – auch außerhalb des Betriebsgeländes.

Wir informieren die Behörden. In Abstimmung mit den Behörden werden Sie informiert

Achten Sie auf Rundfunkdurchsagen! So sind Sie frühzeitig über besondere Verhaltensmaßregeln, weitere Maßnahmen oder die Entwarnung informiert.

So verhalten Sie sich bei Störfällen richtig:

- Schließen Sie Fenster und Türen. Schalten Sie die Klimaanlage ab.
- Halten Sie sich in einem geschlossenen Gebäude auf.
- Beachten Sie Rundfunkdurchsagen.
- Verständigen Sie Ihre unmittelbaren Nachbarn.
- Rufen Sie Kinder sofort ins Haus.
- Helfen Sie älteren oder behinderten Personen.
- Nehmen Sie Passanten vorübergehend auf.
- Begeben Sie sich in höher gelegene Stockwerke.
- Legen Sie nasse Tücher bereit. Vor Mund und Nase gehalten, können die Tücher Beeinträchtigungen der Atemwege vermindern.
- Blockieren Sie die wichtigen Notrufnummern nicht durch Rückfragen. Nutzen Sie diese nur, um unmittelbare Gefährdungen zu melden.

©05/2021, REMONDIS SE & Co. KG

REMONDIS®

IM AUFTRAG DER ZUKUNFT

REMONDIS ist einer der weltweit größten Dienstleister für Recycling, Service und Wasser. Die Unternehmensgruppe hat Niederlassungen und Beteiligungen in über 30 Staaten Europas, Afrikas, Asiens und Australiens. Hier arbeiten mehr als 30.000 Mitarbeiter für rund 30 Millionen Bürger sowie für viele tausend Unternehmen. Auf höchstem Niveau. Im Auftrag der Zukunft.

REMONDIS QR GmbH
Niederlassung Lübeck
Bei der Gasanstalt 9
23560 Lübeck // Deutschland
T +49 451 583000
F +49 451 581913
infoqr@remondis.de
remondis-qr.de

REMONDIS®

IM AUFTRAG DER ZUKUNFT

Das richtige Verhalten bei Störfällen



> REMONDIS QR GmbH in Lübeck

Information für die Öffentlichkeit nach § 8a der 12. BImSchV (Störfallverordnung)

remondis-qr.de

Liebe Mitbürgerinnen und Mitbürger,

unsere Quecksilberrecyclinganlage in Lübeck unterliegt der Störfallverordnung. Dies ist eine von vielen Sicherheitsvorkehrungen, die besonders Ihrem Schutz dienen.

Mit dieser Broschüre informieren wir Sie im Sinne der Störfallverordnung über Sicherheitsmaßnahmen und das richtige Verhalten bei eventuellen Störfällen oder Betriebsstörungen. Ich versichere Ihnen, dass wir alles unternehmen, um derartige Ereignisse zu verhindern. Sicherheit und Umweltschutz sind Aspekte, denen REMONDIS großen Wert zumisst. Unsere Anlagen werden zuverlässig gewartet und sind in jeder Hinsicht auf modernstem Stand – selbstverständlich auch in Lübeck. Trotzdem kann niemand in letzter Konsequenz einen Störfall ausschließen, von dem auch unsere Nachbarn betroffen sein könnten.

Als Teil unserer Sicherheitsvorsorge bietet Ihnen diese Broschüre Informationen, Hinweise und Ratschläge. Zusätzlich finden Sie hier wichtige Telefonnummern, unter denen Sie im Ernstfall kompetente Ansprechpartner erreichen oder Hilfe anfordern können. Für weitere Informationen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung. Bitte wenden Sie sich direkt an den Störfallbeauftragten in unserer Unternehmenszentrale in Lünen. Sie erreichen ihn unter der Rufnummer 02306 106-675.

Ihre REMONDIS QR GmbH in Lübeck

Die REMONDIS QR GmbH in Lübeck nutzt den modernen Stand der Technik und verfügt über alle erforderlichen Sicherheitseinrichtungen



REMONDIS QR GmbH in Lübeck

In der von der REMONDIS QR GmbH betriebenen Anlage werden quecksilberhaltige Abfälle, Batterien und Knopfzellen aus Industrie und Altprodukten sowie Amalgamabfälle aus Dentalpraxen zwischengelagert, behandelt und verwertet. Ziel ist es das flüssige Schwermetall zu recyceln, gefährliche Abfälle zu dekontaminieren und hochwertige Rohstoffe für den erneuten Einsatz in der Produktion zu liefern.

Eigenschaften der gefährlichen Stoffe

Die in unserer Anlage in Lübeck gehandhabten Abfallstoffe, Betriebsstoffe und Hilfsstoffe sind teilweise brennbar, sehr giftig, reproduktionstoxisch und gewässergefährdend. Quecksilber kann zudem die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition schädigen (bei längerem oder wiederholtem Einatmen/Hautkontakt/Verschlucken).

Technische Einrichtungen und Maßnahmen

Die Anlage in Lübeck verfügt über leistungsfähige Abluftreinigungsanlagen. Für den Brand- und Explosionsschutz haben wir zahlreiche Schutzvorkehrungen getroffen. So stehen unter anderem folgende Einrichtungen bereit:

Brandschutz

- Pulverlöscher
- Sonderlöschmittel
- Ausreichende Löschwasser-
vor- und -rückhaltung

Explosionsschutz

- Explosionsgeschützte
Elektrogeräte und Anlagen
- Technische Lüftung der
gefährdeten Bereiche

Organisation der betrieblichen Sicherheit

Die Einhaltung der geltenden Bestimmungen zur Betriebssicherheit ist durch ein funktionierendes Sicherheitsmanagementsystem gewährleistet. Sämtliche notwendigen Arbeits- und Brandschutzmaßnahmen realisieren wir unter strikter Beachtung der rechtlichen Vorschriften sowie enger Zusammenarbeit mit den Behörden. Es werden regelmäßig innerbetriebliche Notfallübungen zu verschiedenen Themen durchgeführt. Außerdem schulen wir unsere Mitarbeiter regelmäßig in der Unfallverhütung sowie im Brandschutz. Darüber hinaus gewährleistet ein betrieblicher Alarmplan zu jeder Zeit die Erreichbarkeit der verantwortlichen Mitarbeiter. Der zuständigen Behörde wurde die Anzeige nach § 7 Absatz 1 StörfallV vorgelegt. Die letzte behördliche Vor-Ort Inspektion nach StörfallV wurde am 24.02.2021 durchgeführt. Weitere Informationen erhalten Sie auf remondis-qr.de. Informationen unter Berücksichtigung des Schutzes öffentlicher oder privater Belange und Informationen zur Vor-Ort-Besichtigung erhalten Sie beim Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Hamburger Chaussee 25, 24220 Flintbek.

Vakuumthermisches Recycling (VTR-Verfahren)

Die RE QR betreibt seit 1990 vakuumthermische Anlagen zur Dekontamination quecksilberhaltigen Materials. Aufgrund dieser Erfahrungen konnte die RE QR in Zusammenarbeit mit einem führenden deutschen Vakuumofenbauer eine neue, für die speziellen Ansprüche der Quecksilber-Rückgewinnung ausgelegte Vakuumdestillationsanlage entwickeln und in Lübeck installieren. Diese Anlage ist nach BImSchV genehmigt. Sie ermöglicht den Betrieb bei Drücken kleiner 50 mbar und bietet einen hohen Sicherheitsstandard aufgrund der redundanten Auslegung sicherheitsrelevanter Komponenten. Durch die frei programmierbare Steuerung lassen sich alle Prozessparameter entsprechend der eingesetzten Chargen für eine optimale Behandlung abstimmen.

Das quecksilberhaltige Material wird in je nach Material unterschiedlich ausgeführten Chargenträgern in den Rezipienten eingebracht. Nach der Evakuierung des Rezipienten wird die Charge mittels elektrischer Beheizung auf die programmierte Temperatur gebracht. Das Quecksilber dampft aus dem Material aus und wird gemeinsam mit eventuell freigesetzten Pyrolysegasen über die thermische Nachverbrennung geführt. Dort erfolgt bei Temperaturen von 850 °C eine Oxidation von organischen Bestandteilen zu Kohlendioxid und Wasser. Eine Inertisierung des Rezipienten vor und während des Prozesses entfällt. Unerwünschte Oxidationen innerhalb des Rezipienten durch über die Leckrate eintretenden Luftsauerstoff sind durch den Einsatz einer speziellen Dichtungstechnik und einer automatisierten Dichtigkeitsüberprüfung bei diesem Bautyp ausgeschlossen.

Der Gasstrom mit dem Quecksilberdampf wird anschließend flüssigkeitsgekühlter Kondensator zugeführt, in denen das Quecksilber auskondensiert. Es wird in Behältern aufgefangen und der Reinstdestillation oder der Stabilisierung, mit dem Ziel einer untertägigen Deponierung, zugeführt.

Der verbleibende Gasstrom wird über einen Vorfilter von den Vakuumpumpen abgesaugt und in die Abluftanlage der Betriebshalle eingespeist (Abb. 1). Die Abluftanlage enthält

neben vorgeschalteten Partikelfiltern schwefelimprägnierte Aktivkohle, die restliche Quecksilberanteile absorbiert.

Die RE QR führt Eigenkontrollmessungen durch und lässt regelmäßig von unabhängigen Sachverständigen Emissionsmessungen durchführen. Sämtliche Messungen haben bislang eine mehr als deutliche Unterschreitung der geforderten Grenzwerte der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) ergeben.

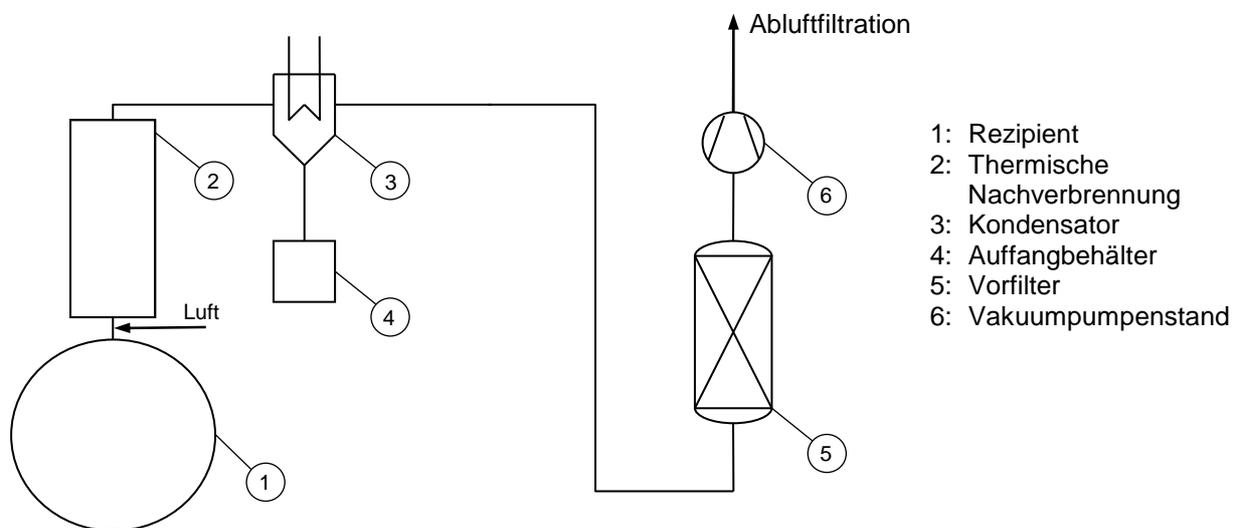
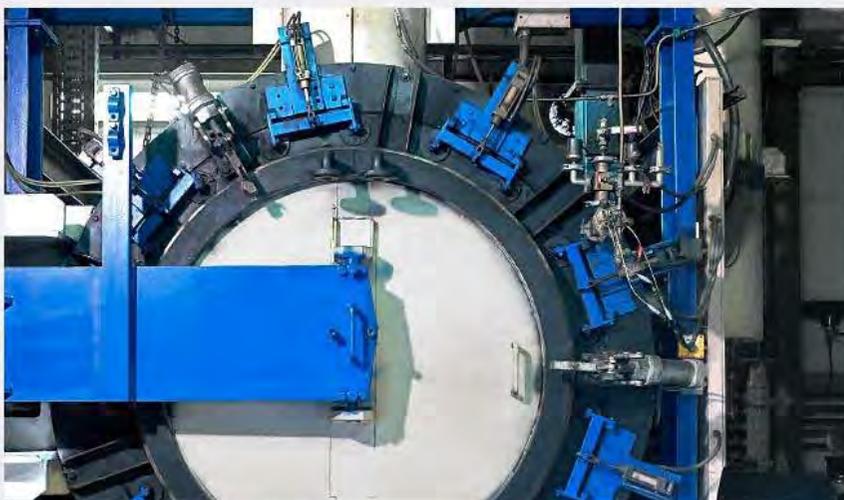


Abb. 1: Fließbild VTR-Anlage

Vakuum-Thermische-Recyclinganlage (VTR), Lübeck



In Lübeck wird eine Destillationsanlage unter Vakuum betrieben. Im Batch-Prozess werden bei einem Druck unter 50 Millibar quecksilberhaltige Abfälle sicher vom Quecksilber befreit. Auch Geräte und Fraktionen mit großer Korngröße können hier behandelt werden. Für die Behandlung quecksilberhaltiger Abfälle mit Edelmetallinhalten, die oft in kleineren Mengen anfallen, ist diese Anlage ebenfalls geeignet.

Prozessbeschreibung des Stabilisierungsprozesses (HgS) in der REMONDIS QR-Anlage in Dorsten

Auf Kundenwunsch oder aufgrund gesetzlicher Anforderungen wird Quecksilber - sowohl rückgewonnen aus dem internen Behandlungsprozesses (Drehrohr/Destillationsanlage) oder direkt als metallisches Quecksilber angeliefert - zu Quecksilbersulfid umgewandelt, um es endgültig sicher zu deponieren und somit dem Stoffkreislauf zu entziehen. Der produzierte Abfall HgS wird letztlich in deutschen Untertagedeponien deponiert.



Prozessbeschreibung:

Der Stabilisierungsprozeß findet in einem Vakuummischer statt. Dieses ist eine bewährte Technologie für die Behandlung von Quecksilberabfällen und ist speziell für die Stabilisierung von metallischem Quecksilber angepasst worden. Der Prozess enthält folgende Schritte:

- Befüllen der Vorlagebehälter mit Quecksilber, Schwefel und Additiven
- Herstellen einer inerten Atmosphäre durch Stickstoff-Zufuhr
- Herstellen des Vakuums
- Zufuhr von Schwefel
- Zugabe des metallischen Quecksilbers
- Mischvorgang

Die folgende Reaktion zwischen Quecksilber und Schwefel findet im Mischer statt:

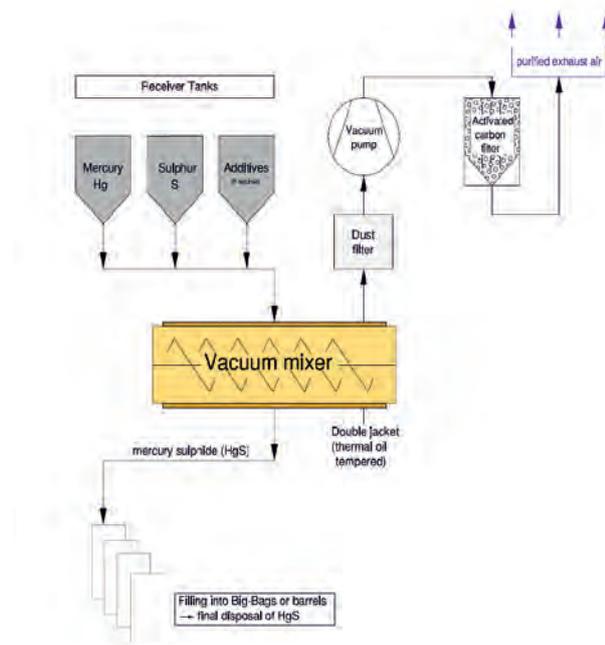


Dies ist eine spontane exotherme Reaktion, bei der folgende vier Parameter wesentlichen Einfluss auf den Prozess haben:

- Mischzeit [min]
- Quecksilberdosierung [min]
- Temperatur [C°]
- Drehzahl Mischer [rpm]

PROZESSBESCHREIBUNG DES STABILISIERUNGSPROZESSES (HgS)

Die inerte Atmosphäre, das Vakuum und die Dosierung des Quecksilbers gewährleisten die Kontrolle und sichere Prozessführung. Die nachfolgenden Fotos zeigen den technischen Prozess und die Behandlungsanlage. Das Endprodukt, Quecksilbersulfid, wird in den für den Transport und die Endbeseitigung in der Untertagedeponie zugelassene Verpackung gefüllt.



Prozess und Großanlage zur Stabilisierung

Endprodukt:

Das Endprodukt des Prozesses ist rotes Quecksilbersulfid: HgS. Rotes HgS ist die stabilste Form von Quecksilbersulfid und ist die vorwiegend in der Natur vorkommende Form als Mineral Zinnober. Rotes HgS ist weiterhin die unlöslichste aller Formen des Quecksilbersulfids. Durch das stöchiometrische Verhältnis von Quecksilber und Schwefel wird eine totale Umwandlung des Quecksilbers zu Quecksilbersulfid erreicht. Es ist kein freies Quecksilber mehr im Endprodukt enthalten. Das Endprodukt wird in Fässer gefüllt und in der Untertagedeponie entsorgt.

Für weitere Informationen:

REMONDIS QR GmbH // Gottlieb-Daimler-Str. 33 // 46282 Dorsten // Deutschland
T +49 2362 6070-0 // F +49 2362 6070-19 // infoqr@remondis.de // remondis-qr.de

Quecksilber via 8,7 m Kamin

Parameter Stoff

Name	Quecksilber
CAS	7439-97-6
Molmasse	200,59 g/mol
Faktor ppm → mg/m³ (20 °C)	8,34
AEGL Status	Interim
AEGL-2 (10 min)	0,37 ppm
AEGL-2 (60 min)	0,20 ppm
ERPG-2	0,25 ppm
IDLH	1,20 ppm

Quellen/Annahmen

YAWS	
BIA	
AEGL 2018-07	3,10 mg/m³
AEGL 2018-07	1,70 mg/m³
ERPG 2020-10	2,09 mg/m³
IDLH 2017-10	10,00 mg/m³

Ergebnis

AEGL-2 (60 min) unterschritten ab		
mittlere - IP 2 m	55	m
ungünstige - IP 2 m	176	m
mittlere - IP 9 m	51	m
ungünstige - IP 9 m	167	m
ERPG-2 unterschritten ab		
mittlere - IP 2 m	47	m
ungünstige - IP 2 m	152	m
mittlere - IP 9 m	45	m
ungünstige - IP 9 m	142	m

Emission

Dauer	1800 s
Emission	2,8 g/s

Sch/KAS-18
22-07-30_von-vDi_GUL_22-02 Jetzt auch Kaminszenario neu definiert.eml

Ausbreitungssituation

gemeinsam		
Quellform	Punktquelle	
x	0,0	m
y	0,0	m
z	0,0	m
Quellhöhe	8,7	m
Rauhigkeitsklasse	5	
Ausbreitungsgebiet Schwergas	kein	
Wärmeemission	keine	MW
Aufpunkthöhe ZA 1	2	m
Aufpunkthöhe ZA 2	9	m
mittlere		
Windgeschwindigkeit	2,7	m/s
Atmosphärensichtung	indifferent	
Inversionsschichthöhe	keine	m
ungünstige		
Windgeschwindigkeit	1,0	m/s
Atmosphärensichtung	stabil	
Inversionsschichthöhe	keine	m

Sch/KAS-18

vDi/Jonas
KAS 18
Sch, hohe Freisetzung
KAS 18
Sch, bodennah konservativ bei hoher Freisetzung
22-07-30_von-vDi_GUL_22-02 Jetzt auch Kaminszenario neu definiert.eml

22-07-30_von-vDi_GUL_22-02 Jetzt auch Kaminszenario neu definiert.eml
22-07-30_von-vDi_GUL_22-02 Jetzt auch Kaminszenario neu definiert.eml
22-07-30_von-vDi_GUL_22-02 Jetzt auch Kaminszenario neu definiert.eml

22-07-30_von-vDi_GUL_22-02 Jetzt auch Kaminszenario neu definiert.eml
22-07-30_von-vDi_GUL_22-02 Jetzt auch Kaminszenario neu definiert.eml
22-07-30_von-vDi_GUL_22-02 Jetzt auch Kaminszenario neu definiert.eml

Brandgas Lithiumoxid

Parameter Stoff

Name	Lithiumoxid	
CAS	12057-24-8	
Molmasse		g/mol
AEGL Status	-	
ERPG-2	-	
TEEL-1	0,091	mg/m ³
TEEL-2	1	mg/m ³
TEEL-3	6	mg/m ³

Quellen/Annahmen

YAWS
AEGL 2018-07
ERPG 2020-10
TEEL-PAC Rev29a 2018-06
TEEL-PAC Rev29a 2018-06
TEEL-PAC Rev29a 2018-06

Ergebnis

TEEL-2 unterschritten ab		
mittlere - IP 2 m	39	m
ungünstige - IP 2 m	98	m
mittlere - IP 9 m	21	m
ungünstige - IP 9 m	89	m
TEEL-3 unterschritten ab		
mittlere - IP 2 m	13	m
ungünstige - IP 2 m	37	m
mittlere - IP 9 m	#NV	m
ungünstige - IP 9 m	#NV	m

Emission

Dauer	1800	s	Sch/KAS-18
Emission	1,5	g/s	22-08-08_von-vDi_Lithiumbatterie Brand.eml

Skaliert mit 60,00%

Ausbreitungssituation

gemeinsam			
Quellform	Punktquelle		Sch/KAS-18
x	0,0	m	
y	0,0	m	
z	0,0	m	
Quellhöhe	2,0	m	22-08-08_von-vDi_Lithiumbatterie Brand.eml
Rauhigkeitsklasse	5		KAS 18
Ausbreitungsgebiet Schwergas	kein		Sch, Freisetzung diffus über Hallentor
Wärmeemission	keine	MW	KAS 18
Aufpunkthöhe ZA 1	2	m	22-08-08_von-vDi_Lithiumbatterie Brand.eml
Aufpunkthöhe ZA 2	9	m	22-08-08_von-vDi_Lithiumbatterie Brand.eml
mittlere			
Windgeschwindigkeit	2,7	m/s	Tel. 2022-08-08 vDi/Sch
Atmosphärensichtung	indifferent		22-08-08_von-vDi_Lithiumbatterie Brand.eml
Inversionsschichthöhe	keine	m	22-08-08_von-vDi_Lithiumbatterie Brand.eml
ungünstige			
Windgeschwindigkeit	1,0	m/s	22-08-08_von-vDi_Lithiumbatterie Brand.eml
Atmosphärensichtung	stabil		22-08-08_von-vDi_Lithiumbatterie Brand.eml
Inversionsschichthöhe	keine	m	22-08-08_von-vDi_Lithiumbatterie Brand.eml

Gasexpl osi on-534

Berechnung ei ner Gasexpl osi on im Frei en

Datum: 06 Sep 2022 ; 10:10:41

Programm Versi on: 9.39.2

Stoffdaten:

Ausgewähl ter Stoff: Propan
 Bearbeitungsdatum: 18.11.2020
 Molare Masse (Gasphase) [g/mol]: 44,1
 Isentropenexponent [-]: 1,1
 Real gasfaktor [-]: 1,0
 Temperatur [K]: 293,15
 (Dampf)-Druck [bar-abs]: 8,3741
 Überdruck [bar]: 7,3611
 Gasdichte [kg/m³]: 18,0931
 Flüssigkeitsdichte [kg/m³]: 498,58
 Wärmekapazität der Flüssigphase [kJ/kg K]: 2,6893
 Wärmekapazität der Gasphase [kJ/kg K]: 2,069
 Verdampfungsenthalpie [kJ/kg]: 344,27
 Untere Expl osi onsgrenze [Vol.-%]: 1,7
 Obere Expl osi onsgrenze [Vol.-%]: 10,8
 KG-Wert [bar m/s]: 100,0
 Unterer Heizwert [MJ/kg]: 46,0
 Diffusionskoeffizient in Luft [m²/s]: 1,103e-05
 Temperaturklasse: T1
 Expl osi onsgruppe: II A

Eingabedaten:
 Gewähl te Modelle:
 Wi ekema

Expl osi onsfähige Masse [kg]: 11,44
 Untere Zünddi stanz der Gaswol ke [m]: 37,00
 Laminare Flammgeschwindigkeit [m/s]: 0,45

Wi ekema
 Flammgeschwindigkeit [m/s]: 49,03

Abstand [m]	Überdruck [bar]	Impuls [Pa s]	Überdruck mit Refl exi on [bar]	tp [s]
2,9132E+01	6,3839E-02	5,9324E+02	1,3114E-01	1,8585E-01
3,1707E+01	5,1392E-02	4,7802E+02	1,0503E-01	1,8603E-01
3,4359E+01	4,2797E-02	3,9840E+02	8,7155E-02	1,8618E-01
3,7091E+01	3,6508E-02	3,4010E+02	7,4153E-02	1,8631E-01
3,9905E+01	3,1709E-02	2,9557E+02	6,4276E-02	1,8643E-01
4,2803E+01	2,7928E-02	2,6047E+02	5,6521E-02	1,8653E-01
4,5788E+01	2,4873E-02	2,3210E+02	5,0274E-02	1,8663E-01
4,8863E+01	2,2354E-02	2,0869E+02	4,5135E-02	1,8672E-01
5,2030E+01	2,0243E-02	1,8906E+02	4,0835E-02	1,8680E-01
5,5291E+01	1,8448E-02	1,7237E+02	3,7187E-02	1,8688E-01
5,8651E+01	1,6904E-02	1,5801E+02	3,4053E-02	1,8695E-01
6,2112E+01	1,5563E-02	1,4553E+02	3,1333E-02	1,8702E-01
6,5676E+01	1,4387E-02	1,3458E+02	2,8951E-02	1,8708E-01
6,9348E+01	1,3348E-02	1,2490E+02	2,6849E-02	1,8715E-01
7,3129E+01	1,2424E-02	1,1629E+02	2,4981E-02	1,8721E-01
7,7024E+01	1,1597E-02	1,0859E+02	2,3310E-02	1,8726E-01
8,1036E+01	1,0853E-02	1,0165E+02	2,1808E-02	1,8732E-01
8,5168E+01	1,0181E-02	9,5378E+01	2,0450E-02	1,8737E-01
8,9424E+01	9,5697E-03	8,9679E+01	1,9218E-02	1,8742E-01
9,3808E+01	9,0127E-03	8,4482E+01	1,8095E-02	1,8747E-01
9,8323E+01	8,5029E-03	7,9723E+01	1,7068E-02	1,8752E-01
1,0297E+02	8,0347E-03	7,5353E+01	1,6125E-02	1,8757E-01
1,0776E+02	7,6035E-03	7,1327E+01	1,5257E-02	1,8761E-01
1,1270E+02	7,2053E-03	6,7607E+01	1,4455E-02	1,8766E-01
1,1778E+02	6,8365E-03	6,4161E+01	1,3713E-02	1,8770E-01
1,2301E+02	6,4941E-03	6,0962E+01	1,3024E-02	1,8775E-01
1,2841E+02	6,1755E-03	5,7984E+01	1,2384E-02	1,8779E-01

Gasexpl osi on-534

1, 3396E+02	5, 8785E-03	5, 5208E+01	1, 1787E-02	1, 8783E-01
1, 3968E+02	5, 6010E-03	5, 2613E+01	1, 1229E-02	1, 8787E-01
1, 4557E+02	5, 3413E-03	5, 0184E+01	1, 0707E-02	1, 8791E-01
1, 5164E+02	5, 0979E-03	4, 7907E+01	1, 0218E-02	1, 8795E-01
1, 5789E+02	4, 8693E-03	4, 5768E+01	9, 7589E-03	1, 8799E-01
1, 6433E+02	4, 6543E-03	4, 3756E+01	9, 3272E-03	1, 8802E-01
1, 7096E+02	4, 4519E-03	4, 1862E+01	8, 9208E-03	1, 8806E-01
1, 7779E+02	4, 2610E-03	4, 0074E+01	8, 5376E-03	1, 8810E-01
1, 8482E+02	4, 0808E-03	3, 8387E+01	8, 1758E-03	1, 8813E-01
1, 9207E+02	3, 9104E-03	3, 6791E+01	7, 8340E-03	1, 8817E-01
1, 9953E+02	3, 7492E-03	3, 5281E+01	7, 5105E-03	1, 8821E-01
2, 0722E+02	3, 5965E-03	3, 3850E+01	7, 2041E-03	1, 8824E-01
2, 1513E+02	3, 4517E-03	3, 2493E+01	6, 9136E-03	1, 8827E-01
2, 2329E+02	3, 3142E-03	3, 1205E+01	6, 6379E-03	1, 8831E-01
2, 3169E+02	3, 1837E-03	2, 9981E+01	6, 3760E-03	1, 8834E-01
2, 4034E+02	3, 0595E-03	2, 8817E+01	6, 1270E-03	1, 8838E-01
2, 4925E+02	2, 9413E-03	2, 7709E+01	5, 8901E-03	1, 8841E-01
2, 5843E+02	2, 8288E-03	2, 6653E+01	5, 6645E-03	1, 8844E-01
2, 6789E+02	2, 7216E-03	2, 5647E+01	5, 4495E-03	1, 8847E-01
2, 7762E+02	2, 6193E-03	2, 4688E+01	5, 2445E-03	1, 8851E-01
2, 8765E+02	2, 5217E-03	2, 3772E+01	5, 0489E-03	1, 8854E-01
2, 9798E+02	2, 4285E-03	2, 2897E+01	4, 8620E-03	1, 8857E-01