

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fakultät Life Sciences

„Fischsterben-Einsätze des THWs – Gefährdungsanalyse
am Beispiel Hamburg“

Bachelorarbeit
im Studiengang:
Hazard Control/Gefahrenabwehr

vorgelegt von
Marc Philipp Ulrich
Matrikelnummer: XXXXXXXXXX

Hamburg
am 11. Januar 2019

Gutachter: Prof. Dr. rer. nat. Kay Förger (HAW Hamburg)
Gutachterin: Dipl.-Ing. (TU) Eva Olszewski (Bundesanstalt Technisches Hilfswerk)

Die Abschlussarbeit wurde betreut und erstellt in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt
Technisches Hilfswerk, Regionalstelle Hamburg

Abstract

Fischsterben-Einsätze des THWs – Gefährdungsanalyse am Beispiel Hamburg

Nach dem Auftreten eines Fischsterbens – also dem massenhaften Sterben der Fischpopulation eines Gewässers – sind in der Regel verschiedene Institutionen involviert. Dazu gehören insbesondere die Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, die Behörde für Umwelt und Energie in Hamburg und deren externe Dienstleister. Die Behörden und Firmen haben jeweils einen unterschiedlichen gesetzlichen Auftrag und verschiedene Einsatzmöglichkeiten. Um solche Einsätze bestmöglich durchführen zu können, sollte ein Augenmerk auf die verschiedenen Ausprägungen eines Fischsterbens und die Auslöser gelegt werden, um diese Auslöser bei ihrem nächsten Auftreten zu erkennen und vorbeugend tätig zu werden. Die zu treffenden Maßnahmen richten sich nach der Situation und dem aktuellen Stand der Technik, sowohl bezüglich der Vorgehensweise bei den Vorsorgemaßnahmen als auch der persönlichen Schutzausrüstung der Einsatzkräfte. In dieser Arbeit sollen die derzeitigen Vorsorgemethoden und eingesetzten Schutzausrüstungen kritisch betrachtet werden. Das Ergebnis bildet dabei eine Empfehlung für eine abschließende Handlungsanweisung. Die Analyse erfolgt am Beispiel Hamburg.

Inhaltsverzeichnis

Abstract.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
Abkürzungsverzeichnis.....	VI
Glossar.....	VII
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation und Zielsetzung.....	1
1.2 Aufbau der Arbeit.....	2
1.3 Methodisches Vorgehen.....	2
2 Beteiligte.....	4
2.1 Bundesanstalt Technisches Hilfswerk.....	4
2.1.1 Geschichte.....	5
2.1.2 Gesetzlicher Auftrag.....	5
2.1.3 Einsatzmöglichkeiten.....	6
2.2 Behörde für Umwelt und Energie.....	7
2.2.1 Geschichte.....	8
2.2.2 Gesetzlicher Auftrag.....	8
2.2.3 Einsatzmöglichkeiten.....	9
2.3 Feuerwehr Hamburg.....	9
3 Das Fischsterben.....	11
3.1 Geographische Einordnung 2018.....	11
3.1.1 Vorkommen in Hamburg 2018.....	12
3.1.2 Vorkommen in Deutschland 2018.....	13
3.1.3 Vorkommen im Ausland 2018.....	13
3.2 Historische Einordnung.....	14
3.2.1 Historie in Deutschland.....	14
3.2.2 Historie im Ausland.....	15
3.3 Gewässer Einstufung.....	15
3.4 Mögliche Auslöser in Deutschland.....	17
3.4.1 Klimatische Bedingungen.....	18
3.4.2 Sinkende Wasserstände.....	19
3.4.3 Blaualgen.....	20
3.4.4 Verschmutzung durch organisches Material.....	21
3.4.5 Der Faktor Mensch.....	22
3.4.6 Sedimente im Gewässer.....	24
3.4.7 Fischseuchen.....	24

Inhaltsverzeichnis

3.5	Mögliche Umweltfolgen eines Fischsterbens	25
3.6	Mögliche Vorsorgemaßnahmen.....	26
3.6.1	Oberflächenbelüftung	27
3.6.2	Unterflächenbelüftung.....	31
3.6.3	Ausbaggern	35
3.6.4	Sonstige	36
4	Technisches Hilfswerk Fischsterben-Einsätze.....	38
4.1	Vorhandene persönliche Schutzausrüstung	39
4.2	Äußere Bedingungen	40
4.3	Einsatzvorgehen	41
5	Analyse der Fischsterben-Einsätze	44
5.1	Gefährdungsanalyse	44
5.2	Notwendige persönliche Schutzausrüstung	54
5.3	Vergleich persönlicher Schutzausrüstung.....	55
5.3.1	Abfischen in Hamburg.....	55
5.3.2	Abfischen in Nordrhein-Westfalen.....	56
6	Empfehlung für die Handlungsanweisung	57
7	Zusammenfassung	59
	Literatur	60
	Anhangsverzeichnis	68
	Anhang.....	69

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Betroffene Gewässer in Hamburg 2018 [aus 62]	12
Abbildung 2: Saisonaler Verlauf des Schichtungs- und Zirkulationsverhaltens eines Sees [aus 81, S. 5].....	16
Abbildung 3: Blaualgen im Dümmersee [aus 91].....	20
Abbildung 4: Oberflächenbelüftung durch Einbringen von Wasser durch die Feuerwehr im Aasee in Münster [aus 109].....	27
Abbildung 5: Kreiselbelüfter [aus 110].....	28
Abbildung 6: Oberflächenbelüfter [aus 111].....	28
Abbildung 7: Unterflächenbelüftung und Verstärkung durch Boote durch das THW in Hochstadt am Main [aus 18]	31
Abbildung 8: Funktionsweise Unterflächenbelüftung – Anreicherung mit Luft [aus 113].....	32
Abbildung 9: Funktionsweise Unterflächenbelüftung – Anreicherung mit Druckluft [aus 114].....	32
Abbildung 10: Aßmannkanal in Wilhelmsburg und Umgebung [aus 121].....	38
Abbildung 11: Aufbau der Großpumpe zur Gewässerbelüftung Aßmannkanal [aus 132].....	41
Abbildung 12: Abbau der Großpumpe am Aßmannkanal [aus 132].....	42
Abbildung 13: Schlauchboot mit THW Einsatzkräften beim Abfischen der Fische [aus 132].....	43
Abbildung 14: Mitarbeiter des Tiefbauamtes und Mitglieder des Angelvereins holten tote Tiere aus dem Aasee in Münster [aus 139]	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: HaHi Fachgruppe Wasserschaden/Pumpen [Auszug aus 20]	46
Tabelle 2: HaHi Fachgruppe Ölschaden [Auszug aus 20].....	47
Tabelle 3: HaHi Innerbetrieblicher Transport mit Kranen, Winden und Hub- und Zuggeräten [Auszug aus 20].....	49
Tabelle 4: HaHi Allgemeine Prüfliste Technische Hilfeleistung [Auszug aus 20].....	50
Tabelle 5: HaHi Hautschutz [Auszug aus 20].....	51
Tabelle 6: HaHi Gefahrstoffe [Auszug aus 20].....	52
Tabelle 7: HaHi Erste Hilfe [Auszug aus 20].....	52
Tabelle 8: HaHi Arbeitsschutzorganisation [Auszug aus 20].....	52
Tabelle 9: HaHi Arbeitsmittel [Auszug aus 20].....	53

Abkürzungsverzeichnis

BF	<i>Berufsfeuerwehr</i>
BUE.....	<i>Behörde für Umwelt und Energie</i>
FF.....	<i>Freiwillige Feuerwehr</i>
HaHi.....	<i>Handlungshilfe 4.0</i>
MEA	<i>Multifunktionaler Einsatzanzug</i>
PSA.....	<i>Persönliche Schutzausrüstung</i>
THW.....	<i>Bundesanstalt Technisches Hilfswerk</i>

Glossar

Bergungsgruppe:

Taktische Grundeinheit der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, hat ein breites Aufgabenspektrum und kann die Fachgruppen unterstützen. Teileinheit des technischen Zuges, rückt immer als erstes aus [1].

Botulismus:

Eine durch verdorbene Fleisch - oder Fischspeisen ausgelöste Lebensmittelvergiftung [2, 3].

Dekontamination:

Entfernung und/oder Säuberung eines Gebiets und/oder einer Person von einer oder mehreren gefährlichen Substanzen [4].

Eigenschutz:

Maßnahmen, die unterlassen oder getroffen werden müssen, um die Einsatzkräfte vor Gefahren an der Einsatzstelle zu schützen [5, S. 126].

Einsatz:

Das Eingesetzt werden bei einem Unfall oder einer Katastrophe zur Hilfeleistung [6].

Erkunden:

Einsatz- und Umgebungsgegebenheiten begutachten und analysieren [7].

Explosionsgrenzen:

Unterteilt in untere und obere Explosionsgrenzen

untere: niedrigste Konzentration bei der eine Explosion entstehen kann, unter diesem Wert kein brennbares und explosionsfähiges Gemisch vorhanden.

obere: höchste Konzentration bei der eine Explosion entstehen kann, über diesem Wert immer noch brennbares aber nicht explosionsfähiges Gemisch vorhanden [8].

Fachgruppe:

Teileinheit des technischen Zuges der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk mit speziellen Aufgaben und darauf ausgerichtetem Einsatzmaterial [1].

Handlungsanweisung:

Eine Anordnung oder ein Befehl [9].

Havariekommando:

Gemeinsame Einrichtung von Bund und Küstenländern, koordiniert das Unfallmanagement auf Nord- und Ostsee, z.B. bei Schadstoffunfallbekämpfung, Hilfeleistung und Bergung zur Gefahrenabwehr bei komplexeren Schadenslagen auf See [10].

Kontamination:

Verschmutzung und/oder Verunreinigung eines Gebietes und/oder einer Person mit einer oder mehreren gefährlichen Substanzen [11].

Küstenländer:

Gemeint sind hier die Bundesländer: Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein [12, S. 3].

Multifunktionaler Einsatzanzug (MEA):

Die standartmäßige persönliche Schutzausrüstung bei jedem Einsatz der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, bestehend aus Einsatzschutzhose, Funktions-T-Shirt (Langarm/kurzarm), Einsatzschutzjacke, Schutzhelm, Einsatzschuhe und Einsatzschutzhandschuhen. Der multifunktionale Einsatzanzug besitzt eine hohe Schnitt- und Stichfestigkeit, ist schwerentflammbar, witterungsbeständig, hält Staub und leicht aggressiven Chemikalien stand [13, S. 18–19].

Ortsverbände:

Standorte der Einsatzfahrzeuge und des Einsatzmaterials der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, Organisationseinheit der ehrenamtlichen Einsatzkräfte [14].

Persönliche Schutzausrüstung (PSA):

Alle Maßnahmen und Ausrüstungsgegenstände, welche die Einsatzkräfte verwenden können, um sich vor Gefahren oder schädlichen Einwirkungen an der Einsatzstelle zu schützen [15].

Schutzanzug:

Anzug, der zum Schutz gegen schädigende Einwirkungen getragen wird [16].

Technische Hilfeleistung:

Tätigkeiten zum Abwehren von Gefahren durch Explosion, Überschwemmungen, Unfälle und ähnliche Ereignisse zum Schutz von Menschenleben, Tierleben und Sachwerten [17].

Technischer Zug:

Ist in jedem Ortsverband mindestens einmal vorhanden, umfasst mindestens eine Fachgruppe, zwei Bergungsgruppen und den Zugtrupp (4 Einsatzkräfte), welcher den gesamten technischen Zug koordiniert [1].

1 Einleitung

Nachfolgend wird auf die Motivation und Zielsetzung, den Aufbau der Arbeit und das methodische Vorgehen näher eingegangen.

1.1 Motivation und Zielsetzung

Die verschiedenen Katastrophenschutzbehörden befinden sich im stetigen Wandel. Gründe dafür sind die Politik oder anderweitige Anpassungen, durch z.B. Aufgabenerweiterungen oder Umverteilungen oder auch das regelmäßig veröffentlichte Rahmenkonzept der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW), welches sich an den aktuellen Aufgaben orientiert und die aktuellen THW-Anpassungen beschreibt. Auch wird das verwendete Einsatzmaterial stets ersetzt bzw. ergänzt.

Die Einsätze bzw. die Einsatzkräfte und die generelle Zusammenarbeit mit anderen Behörden und deren Dienstleistern unterliegen diesem Wandel und müssen stetig an neue Gegebenheiten angepasst werden.

Die Einsätze bei einem Fischsterben werden teilweise durch das THW übernommen. Das Fischsterben ist ein großflächiges Sterben von Fischen in einem Gewässer. Dieses führt zu nachteiligen Umweltauswirkungen und kann weitere negative Auswirkungen auf das betroffene Gewässer oder auch darüber hinaus haben. Das Fischsterben wird in Kapitel 3 näher beschrieben.

Allerdings erfolgt die Übernahme einiger Fischsterben-Einsätze nur unter einer bestimmten Bedingung, welche in Kapitel 2 aufgeführt wird. Ein Fischsterben tritt durch umweltbezogene Auslöser immer wieder auf. In Kapitel 3.2 wird auf das verschiedene Vorkommen in der Historie näher eingegangen. Vor dem Hintergrund, dass das THW bei einem Fischsterben immer wieder Einsätze übernimmt, wird eine *Handlungsanweisung* für ein solches Ereignis benötigt. Derzeitig existiert noch keine solche Handlungsanweisung.

Das THW ist bei einem Fischsterben ein wichtiger Ansprechpartner und ist in der Vergangenheit wiederholt in Fällen von Fischsterben tätig gewesen. So wurden beispielsweise 2002 und 2018 Präventivmaßnahmen für Gewässer durchgeführt, um das Fischsterben vorsorgend zu verhindern [18, 19].

Diese Arbeit wird in Bezug auf Hamburg erstellt, da im Sommer 2018 das Fischsterben dort ein dramatisches Ausmaß angenommen hatte. Deshalb wird dieses spezielle Fischsterben genauer untersucht.

1.2 Aufbau der Arbeit

Im nachfolgenden Unterabschnitt wird zunächst das methodische Vorgehen nach der Handlungshilfe 4.0 (HaHi) erläutert. Dies gibt einen ersten Überblick über die Ausgestaltung dieser Arbeit.

Darauf folgen im 2. Kapitel die Beteiligten an den Fischsterben-Einsätzen in Hamburg, dabei werden die verschiedenen mitwirkenden Stellen näher beschrieben. Dies erfolgt insbesondere im Hinblick auf die Entstehungsgeschichte, die gesetzlichen Aufträge und die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten und Einsatzschwerpunkte.

Kapitel 3 behandelt anschließend das Fischsterben generell, mit speziellem Augenmerk auf das Vorkommen (Abschnitt 3.1 und Abschnitt 3.2) und die verschiedenen Auslöser (Abschnitt 3.4). Dabei werden die verschiedenen Einflüsse der Auslöser auf ein Fischsterben behandelt. Daraus folgen mögliche Vorsorgemaßnahmen (Abschnitt 3.6), welche sowohl bei stark anfälligen oder auch bereits betroffenen Gewässern, als auch weit im Voraus durchgeführt werden können.

In Kapitel 4 wird beispielhaft ein Fischsterben-Einsatz des THW Hamburg Anfang Juni 2018 beschrieben, mit besonderer Beachtung der Einsatz- und Umgebungsbedingungen.

Kapitel 5 befasst sich mit der Gefährdungsanalyse der Fischsterben-Einsätze. Hier werden die Einsatzrisiken und die dafür notwendige *persönliche Schutzausrüstung* (PSA) herausgearbeitet. Anschließend wird die notwendige PSA den verschiedenen Arbeitsweisen beim Fischsterben gegenübergestellt.

In Kapitel 6 werden der Handlungsbedarf für die in Kapitel 5 beschriebenen Gefährdungen, die erforderliche PSA für die verschiedenen Tätigkeiten und die sinnvollsten Vorsorgemaßnahmen in Form einer Handlungsempfehlung nochmals dargelegt. Darüber hinaus beinhaltet dieses Kapitel auch einen kurzen Ausblick auf mögliche Entwicklungen und weitere zukünftige Handlungsbedarfe.

Kapitel 7 bildet mit einer Zusammenfassung den Abschluss dieser Arbeit.

1.3 Methodisches Vorgehen

Die Methode dieser Arbeit ist im Wesentlichen die Gefährdungsanalyse der Fischsterben-Einsätze durch die verschiedenen HaHi des THWs. Auf dieser Basis wird eine Bewertung der Gefährdungen im *Einsatz* vorgenommen. Abschließend werden Handlungsanweisungen und Empfehlungen für zukünftige Einsätze abgeleitet. Die HaHi werden im Folgenden erläutert.

Das THW hat mehr als 20 verschiedene HaHi. Diese bestehen aus unterschiedlichen Fragenkatalogen zu vielfältigen Gefährdungen, mit welchen das THW konfrontiert werden könnte [20].

Einleitung

Bei manchen Unterkapiteln der HaHi ist allerdings zu beachten, dass nicht alle Themen in ihrer Gesamtheit dargestellt werden können. Auch können nicht alle Fragen beantwortet werden, dieses kann viele Gründe haben. Am häufigsten sind diese Fragen für das untersuchte Ereignis nicht relevant. Einige Fragen wurden allerdings im Vorfeld bereits aussortiert, da diese generell nichtzutreffend waren. Auch werden einige Fragen nicht beantwortet, da diese entweder identisch, in abgewandelter oder tiefgreifenderer Form in einer anderen HaHi aufgelistet sind.

Bei den relevanten Fragen der verschiedenen HaHi können jeweils die Optionen „ist erfüllt“, „ist nicht erfüllt“ oder „ist erst später relevant“ angekreuzt werden [20].

In dieser Arbeit wird bei den relevanten Fragen der HaHi jeweils die Optionen „ist erfüllt“ oder „ist nicht erfüllt“ angekreuzt werden [20]. Die unterschiedlichen Fragen werden nur nach Erfüllung oder Nichterfüllung untersucht. Sollte eine Frage nicht erfüllt sein und daher Handlungsbedarf bestehen, ist dies in Form von Maßnahmen zu formulieren. Dies ist in den HaHi gefordert. Dort ist extra eine weitere Spalte zur Maßnahmenformulierung vorgehalten. Mit der Formulierung einer Maßnahme sollte präferiert werden, den Handlungsbedarf vollkommen zu beseitigen. Wenn dies nicht möglich ist, wird dementsprechend eine Maßnahme zur Reduzierung des Handlungsbedarfes formuliert.

Für diese Arbeit sind allerdings nur einige spezifische HaHi von Bedeutung. Relevant sind u.a. die HaHi für die verschiedenen *Fachgruppen*. Hierzu zählen Ölschaden und Wasserschaden/Pumpen. Darüber hinaus werden auch die HaHi der unterschiedlichen Arbeitsmittel, der Arbeitsschutzorganisation, der Ersten Hilfe, des Hautschutzes und der Gefahrstoffe betrachtet. Ebenfalls ist auch die HaHi der allgemeinen Prüfliste Technische Hilfeleistung und die HaHi des innerbetrieblichen Transports mit Kranen, Winden, Hub- und Zuggeräten zu beachten.

Darüber hinaus gestaltete es sich als sehr schwierig geeignete Informationen zu den verschiedenen Fischsterben aus amtlichen Quellen zu finden, insbesondere bei den Tonnageangaben der toten Fische. Eine Kontaktaufnahme mit verschiedenen Institutionen führte größtenteils nicht zu den benötigten Informationen. Daher kann in den Kapiteln 3.1 und 3.2 nur ein Überblick aus überwiegend der Tagespresse für eine erste Einschätzung gegeben werden.

Der Autor möchte dort, wo unterschiedliche Geschlechter gemeint sein können, auch alle ansprechen. Sollte es aus Gründen der Lesbarkeit und Übersichtlichkeit nicht möglich sein alle Geschlechter anzusprechen, werden die weibliche und die männliche Form verwendet. Diese beziehen dann jeweils alle Geschlechter mit ein und sollen nicht wertend sein.

2 Beteiligte

Mit einem Fischsterben sind in Hamburg mehrere Beteiligte befasst, wie das THW, die Behörde für Umwelt und Energie (BUE) und die Feuerwehr Hamburg. Diese haben alle einen unterschiedlichen gesetzlichen Auftrag im Katastrophenschutz. Außerdem hat jede beteiligte Stelle andere Ressourcen und somit verschiedene Einsatzmöglichkeiten. Diese werden in den folgenden Unterkapiteln kurz näher beschrieben.

Ein Zusammenspiel der verschiedenen Behörden ist durch Amtshilfe möglich. Dies ist die am häufigsten genutzte und am einfachsten durchzuführende Möglichkeit der zwischenbehördlichen Zusammenarbeit. Allerdings ist dies nur unter bestimmten Voraussetzungen durchführbar.

Die Amtshilfe ist im Verwaltungsverfahrensgesetz Teil 1 Abschnitt 2 § 4 - § 8 definiert. § 5 des Verwaltungsverfahrensgesetzes befasst sich mit den Voraussetzungen und Grenzen der Amtshilfe [21]. Dort ist definiert, dass Amtshilfe nur möglich ist, wenn die ersuchende Behörde die Amtshandlung nur durch wesentlich höheren Aufwand oder gar nicht selbst vornehmen kann, da Material oder Personal fehlen [21]. Die ersuchte Behörde braucht dagegen erst dann Amtshilfe zu leisten, wenn keine andere Behörde die Hilfe mit erheblich weniger Aufwand leisten könnte. Darüber hinaus muss die geplante Maßnahme mit verhältnismäßigem Aufwand absolviert werden können. Als wichtigster Punkt ist zu beachten, dass die eigenen Aufgaben stets erfüllt und gewährleistet sein müssen [21].

2.1 Bundesanstalt Technisches Hilfswerk

Das THW ist eine durch das Ehrenamt getragene Einsatzorganisation und ist im Geschäftsbereich des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat angesiedelt [22].

Das THW ist unterteilt in die THW-Leitung mit Sitz in Bonn, zwei Ausbildungszentren, 8 Landesverbände, 66 Regionalstellen und 668 *Ortsverbände* [14]. In den aufgeführten Einrichtungen, mit Ausnahme der Ortsverbände, arbeiten ca. 1.300 hauptamtlich Beschäftigte. In den Ortsverbänden sind ca. 80.000 ehrenamtliche Einsatzkräfte tätig [14]. Die hauptamtlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter nehmen die verwaltungstechnischen, organisatorischen und prüftechnischen Aufgaben wahr. Die Ehrenamtlichen nehmen die Einsatzaufgaben wahr.

In Hamburg befindet sich eine Regionalstelle. Diese ist für ganz Hamburg zuständig und dem Landesverband Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein untergeordnet. Im Hamburger Stadtgebiet befinden sich sieben verschiedene Ortsverbände [23]. Diese bestehen alle aus einer oder mehreren *Bergungsgruppen* und verschiedenen Fachgruppen.

Beteiligte

Nachfolgend werden kurz die Geschichte, der gesetzliche Auftrag und die Einsatzmöglichkeiten und Einsatzschwerpunkte des THWs beschrieben.

2.1.1 Geschichte

Das THW wurde am 22. August 1950 durch Otto Lummitzsch im Auftrag des Bundesinnenministeriums unter dem ursprünglichen Namen „ziviler Ordnungsdienst“ gegründet. 1953 wurde es durch einen Einrichtungserlass des Bundesinnenministeriums zur Bundesanstalt [24].

Ebenfalls 1953 wurde mit Auslandseinsätzen begonnen. Der erste Einsatz außerhalb Deutschlands waren hierbei Reparaturarbeiten nach der Sturmflut in den Niederlanden 1953 [24].

In den vergangenen Jahrzehnten folgten zahlreiche Einsätze in verschiedenen Ländern, darunter die Beseitigung von Sturmschäden in Frankreich 1999, wo das THW erstmals als „die Blauen Engel“ bezeichnet wurde. Ein weiteres Beispiel ist die technische Hilfe in den Vereinigten Staaten von Amerika nach dem Hurrikan Katrina 2005 [24]. Dort leistete das THW erstmals technische Hilfe in den Vereinigten Staaten.

Das THW ist seither als Einsatzorganisation international tätig und weltweit an der Verzahnung aller Hilfsorganisationen beteiligt. Daher kommt diesem sowohl in der Europäischen Union, als auch bei den Vereinten Nationen eine bedeutende Rolle zu [24].

Immer gleich geblieben ist der Leitgedanke, Einsätze ausschließlich mit Hilfe von freiwilligen Einsatzkräften zu realisieren, sowohl im In- als auch im Ausland [24].

Das THW ist in seiner Art bis heute weltweit einzigartig.

2.1.2 Gesetzlicher Auftrag

Der gesetzliche Auftrag des THWs ist im Gesetz über das THW geregelt. §1 des THW-Gesetzes befasst sich mit der Organisation, den Aufgaben und den Befugnissen. Der zweite Absatz des §1 definiert die Aufgaben und Befugnisse genauer [25].

Dort steht geschrieben, dass das THW erst tätig wird, wenn das Zivilschutzgesetz und/oder das Katastrophenschutzgesetz der Bundesländer in Aktion tritt, das THW durch für die Gefahrenabwehr zuständige Stellen angefordert wird oder wenn es die Aufgaben durch Vereinbarung übernommen hat [25].

Bei dem Katastrophenschutz der verschiedenen Bundesländer ist aber eine Einschränkung für Einsätze des THWs vorhanden, da dieses eine Einheit des Bundes ist. Um den Rahmen dieser Bachelorarbeit einzuhalten, werden hierbei nicht alle verschiedenen Einschränkungen der 16 Bundesländer, sondern ausschließlich für das Beispiel Hamburgs angeführt.

Nach §3 Absatz 1 des hamburgischen Katastrophenschutzgesetzes sind Kräfte und Einrichtungen des Bundes, der Länder und anderer Staaten an der Mitwirkung beim

Beteiligte

Katastrophenschutz beteiligt. Nach §12 allerdings erst, wenn der Hamburger Senat oder eine Katastrophenschutzbehörde ihre Hilfeleistung angefordert oder mit ihren Trägern eine solche vereinbart hat [26].

Im Falle eines Fischsterben-Ereignisses in Hamburg darf das THW also erst dann tätig werden, wenn eine Katastrophenschutzbehörde, wie z.B. die BUE oder die Behörde für Inneres und Sport die Hilfe anfordert.

2.1.3 Einsatzmöglichkeiten

Das THW hat eine hohe Bandbreite von Einsatzmöglichkeiten. Die Einsatzfähigkeit ist durch 13 verschiedene Fachgruppen und drei verschiedene Bergungsgruppen ständig sichergestellt. Darüber hinaus ist auch das dort vorhandene Material der verschiedenen Fach- und Bergungsgruppen vielseitig einsetzbar. So liegen die Einsatzschwerpunkte des THWs in der *technischen Hilfeleistung* bei Unfällen oder Unwettern. Dies passiert größtenteils auf dem Festland, aber durch verschiedene Fachgruppen auch auf dem Wasser [14].

Die Fachgruppen sind in die folgenden Ressorts aufgeteilt: Beleuchtung, Brückenbau, Elektroversorgung, Führung und Kommunikation, Infrastruktur, Logistik, Ortung, Ölschaden, Räumen, Sprengen, Trinkwasserversorgung, Wassergefahren und Wasserschaden/Pumpen [27–29]. Einige Fachgruppen, wie z.B. Ölschaden, sind nochmals aufgeteilt in verschiedene Typ-Klassen (Typ A, Typ B und Typ C [28]).

Die Bergungsgruppen sind aufgeteilt in Bergungsgruppe 1, Bergungsgruppe 2 Typ A und Bergungsgruppe 2 Typ B [27]. Die fachlichen Unterschiede und unterschiedlichen Ausrüstungen aller Fach- und Bergungsgruppen werden in dieser Arbeit nicht weiter thematisiert.

Für Fälle von Fischsterben in Hamburg ist die Fachgruppe Ölschaden ein zentraler Baustein, da sie die Aufgabe hat, im Umweltschutz in Gewässern technische Hilfe zu leisten. Mögliche Einsätze sind z.B. Ölschadensereignisse, bei denen die Fachgruppe die Ölschadensbekämpfung durchführt [14]. Zur Erledigung dieser Aufgaben, besitzt die Fachgruppe Ölschaden einige Boote. Da bei einem Fischsterben die toten Fische an der Wasseroberfläche treiben, werden die Boote zum Abfischen benötigt.

Das *Havariekommando* stattet die verschiedenen Fachgruppen Ölschaden mit speziellem Ölwehrgerät ergänzend aus, da sich die *Küstenländer* im Rahmen einer Bund-Länder-Vereinbarung im Küstenbereich gegenseitig unterstützen können [12, S. 3, 30]. Bei größeren Schadenslagen werden die Einsätze durch das Havariekommando koordiniert [12, S. 3].

Der zweite zentrale Baustein bei einem Fischsterben ist die Fachgruppe Wasserschaden/Pumpen. Diese hat die Aufgabe, in Objekte eindringendes Wasser wieder herauszupumpen. Dieses Verfahren wird mithilfe von Großpumpen durchgeführt. In der Fachgruppe sind verschiedene Pumpentypen in unterschiedlichen Leistungsklassen (1.000

Beteiligte

bis 3.000, 5.000 bzw. 15.000 Liter pro Minute) vorhanden [31]. Die Pumpen können auch zur Belüftung von Gewässern verwendet werden. Allerdings sind nicht alle Leistungsklassen in allen Fachgruppen Wasserschaden/Pumpen vorhanden.

In Hamburg ist die Fachgruppe Ölschaden Typ B im Ortsverband Hamburg-Mitte stationiert [32]. Dies ist die einzige Fachgruppe Ölschaden in Hamburg. Die Fachgruppen Wasserschaden/Pumpen sind zum einen im Ortsverband Hamburg-Bergedorf, mit einer Pumpe in der Leistungsklasse 15.000 l/min und zum anderen im Ortsverband Hamburg-Eimsbüttel, mit einer 5.000 l/min Pumpe, beheimatet [31, 33, 34].

In ganz Deutschland verfügt das THW über ca. 1.400 Bergungsgruppen und 1.000 Fachgruppen. Diese sind in 715 *technische Züge* eingeteilt [14].

2.2 Behörde für Umwelt und Energie

Die BUE ist zuständig für die Umwelt- und Energiepolitik Hamburgs. Sie ist eine von elf Fachbehörden des Senats der Freien und Hansestadt Hamburg [35]. Der Hauptsitz der BUE befindet sich in Wilhelmsburg [36]. Insgesamt sind in der BUE ca. 1.500 Beschäftigte tätig [37]. Im Katastrophenschutz nimmt die BUE besondere Aufgaben wahr, sowohl im Rahmen von Planungen, als auch im Einsatz. Dazu zählen z.B. das Bilden von Fachstäben bei größeren Einsatzfällen, oder auch die Lageerkundung vor Ort [38, S. 5–6].

Die BUE unterteilt sich in vier verschiedene Ämter: Amt für Immissionsschutz und Betriebe, Amt für Naturschutz, Grünplanung und Energie, Amt für Umweltschutz und das Amt für zentrale Aufgaben, Recht und Beteiligungen [36].

Das Amt für Umweltschutz unterteilt sich in die Abteilungen: Wasserwirtschaft, Bodenschutz/Altlasten, Abfallwirtschaft und Geologisches Landesamt [39].

Bei einem Fischsterben übernimmt das Amt für Umweltschutz Abteilung Wasserwirtschaft eine koordinierende Funktion. Zuerst sind jedoch die jeweiligen Wasserbehörden der Bezirksämter zuständig [40]. Allerdings ist aufgrund organisatorischer Schwierigkeiten eine optimierte Organisation notwendig. Eine aktuelle Regelung der Zuständigkeiten wird derzeit erarbeitet [40].

Im Sommer 2018 übernahm die BUE gemeinsam mit dem Amt für Umweltschutz die Koordination und Abarbeitung der Fischsterben-Einsätze, weil das Fischsterben in dem Sommer ein dramatisches Ausmaß angenommen hat [40, 41].

Im Folgenden werden kurz die Geschichte, der gesetzliche Auftrag und die Einsatzmöglichkeiten beschrieben.

2.2.1 Geschichte

Gegründet wurde die BUE am 1. Dezember 1978, als Behörde für Bezirksangelegenheiten. 1985 wurde diese zur Umweltbehörde umbenannt [40]. 2 Jahre später übernahm die Umweltbehörde die Bereiche Stadtentsorgung, Wasserwirtschaft und Energie von der Baubehörde. Durch die Zusammenlegung mit dem Gesundheitsressort wurde daraus 2001 die Behörde für Umwelt und Gesundheit [40]. Dieses Ressort wurde 2004 wieder abgegeben und der Bereich der Umwelt mit der bestehenden Behörde für Bau und Verkehr zusammengelegt. So entstand die neue Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt. Durch weitere Aufgabenverschiebungen entstand am 15. April 2015 die BUE [40]. Aufgrund von einer Änderung an dem Verwaltungsbehördengesetz ist die BUE seit dem 1. Juli 2015 eine eigenständige Behörde [36].

2.2.2 Gesetzlicher Auftrag

Der gesetzliche Auftrag der BUE ist in mehreren Gesetzen geregelt. Diese sind Bundesgesetze, teilweise wurden diese Gesetze aber in Landesgesetze weiter ausgeführt [42]. Daher sind die Aufgaben nicht explizit einzelnen Behörden und Institutionen zugeordnet. Anders als beim THW oder bei der Feuerwehr Hamburg sind die Aufgaben auch nicht in einem einzigen Gesetz beschrieben.

Die verschiedenen Aufgaben stehen in folgenden Gesetzen:

- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz) [43]
- Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz) [44]
- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz) [45]
- Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz) [46]

Die Gesetze Wasserhaushaltsgesetz, Bundes-Bodenschutzgesetz und das Kreislaufwirtschaftsgesetz werden durch das Hamburger Wassergesetz, das hamburgische Gesetz zur Ausführung und Ergänzung des Bundes-Bodenschutzgesetzes und das hamburgische Abfallwirtschaftsgesetz weiter ausgeführt [47–49].

Die Aufgaben der BUE liegen also u.a. in den Bereichen Wasser- und Abfallwirtschaft, Nachhaltigkeit, Naturschutz, als auch Klima- und Energiepolitik [35].

Zu den Hauptaufgaben des Amtes für Umweltschutz zählen: Wasserwirtschaft, Bodenschutz/ Altlasten und Abfallwirtschaft [39].

2.2.3 Einsatzmöglichkeiten

Die BUE hat unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten, diese sind insbesondere durch die Dienststelle für Sofortmaßnahmen gegeben [40]. Die dort tätigen Beschäftigten fahren bei relevanten Umwelteinsätzen an den Schadensort und *erkunden* die Lage. Sie entscheiden dann über das weitere Vorgehen [7].

Diese sind wiederum sehr verschieden. So können durch Amtshilfe die Feuerwehr oder das THW mit dem Vorgehen betraut werden [7]. Darüber hinaus können auch die beiden Vertragsfirmen der BUE – die Firma Jongen und die Firma Buchen – verständigt werden. Die beiden Firmen sind durch einen Rahmenvertrag für Ölverunreinigungen an Land und im Hafen/Elbegebiet zuständig [50]. Sie haben beide unterschiedliche Möglichkeiten. Die Firma Jongen bietet einige verschiedene Schiffe, Boote und Landfahrzeuge [51, 52]. Die Firma Buchen besitzt ebenfalls einige Landfahrzeuge, unter diesen auch verschiedene Spezialfahrzeuge, wie unterschiedliche Gefahrguttransporter [53].

Das Amt für Umweltschutz übernimmt durch die Abteilung Wasserwirtschaft bei einigen Einsätzen eine koordinierende Funktion [40].

Die BUE, das Amt für Umweltschutz und ihre Vertragspartner sind für die Fischsterben-Einsätze wichtig. Ein einheitliches Vorgehen bei einem Fischsterben ist aber noch nicht existent, da eine aktuelle Zuständigkeitsregelung derzeit noch erstellt wird [40].

Im Sommer 2018 hat die BUE gemeinsam mit dem Amt für Umweltschutz die Abarbeitung und Koordination der Fischsterben-Einsätze im Sinne einer Soforthilfe übernommen [40]. So wurde eine Hotline eingerichtet, um alle Meldungen über Fischsterben in Hamburg zu erhalten und zu verarbeiten. Darüber hinaus hat die Behörde sich um die Vernichtungsmöglichkeiten der toten Fische gekümmert [3].

Die durchführenden Partner sind die Rahmenvertragsfirmen Buchen und Jongen, aber auch das THW und in geringem Maße die Hamburger Feuerwehr. Die Rahmenvertragspartner unterstützen das THW oder werden an einer Einsatzstelle selbstständig tätig [7, 41].

Einschränkend ist hier aber zu bemerken, dass diese keine Großpumpen wie das THW haben bzw. diese in deren Fuhrpark nicht aufgeführt sind [51–53].

Die BUE, deren Vertragspartner und das Amt für Umweltschutz sind ein wichtiger Bestandteil bei den Fischsterben-Einsätzen.

2.3 Feuerwehr Hamburg

Die Feuerwehr Hamburg spielt bei den Fischsterben-Einsätzen nur eine untergeordnete Rolle und wird daher nur kurz beschrieben, z.B. unterstützte die Hamburger Feuerwehr Anfang Juni 2018 das THW nur mit wenigen Standorten der Freiwilligen Feuerwehr (FF). Dies wird in Kapitel 4.3 weiter ausgeführt.

Beteiligte

Die Feuerwehr Hamburg ist im Geschäftsbereich der Behörde für Inneres und Sport in Hamburg angesiedelt [54]. Sie besteht aus der Berufsfeuerwehr (BF) und der FF.

Nach dem Feuerwehrgesetz der Freien und Hansestadt Hamburg, wird die Hamburger Feuerwehr bei Brand- oder Explosionsgefahren, bei Bekämpfung von Schadenfeuer und technischen Hilfeleistungen in speziellen Fällen tätig. Andere Aufgaben darf diese nur ausführen, wenn die Hauptaufgaben ohne Beeinträchtigung erfüllt werden können [55].

Im Hinblick auf die Fischsterben-Einsätze sind hier die speziellen Hamburger Löschfahrzeuge hervorzuheben. Auf all diesen ist ein Schlauchboot untergebracht [56, S. 127]. Somit können alle Standorte der BF bei einem Fischsterben-Einsatz tätig werden, welche ein solches Fahrzeug haben.

Darüber hinaus sind auch noch die verschiedenen FF, welche mit einem Boot ausgerüstet sind, zu beachten [57]. Diese sind dadurch ebenfalls für Einsätze bei einem Fischsterben prädestiniert. Des Weiteren sind hier die Löschfahrzeuge, die Hilfeleistungslöschfahrzeuge und die Hamburger Löschfahrzeuge hervorzuheben, diese haben integrierte Pumpen [57–59]. Die Leistungsfähigkeit der Pumpen ist allerdings bauartspezifisch. Beispielsweise wurde im Löschfahrzeug LF 16/12 von 2003 eine Pumpe mit einer Leistungsfähigkeit von 2.400 l/min verbaut [59]. Diese sind größtmäßig nicht vergleichbar mit den 15.000 l/min THW-Pumpen, können aber dennoch hilfreich bei den Fischsterben-Einsätzen sein.

3 Das Fischsterben

Ein Fischsterben ist ein großflächiges Sterben von Fischen in einem Gewässer. Dieses führt zu nachteiligen Umweltauswirkungen und kann weitere negative Auswirkungen auf das betroffene Gewässer oder auch darüber hinaus haben.

Das allgemeine Vorgehen bei einem Fischsterben ist situationsabhängig. Ist noch kein Fischsterben eingetreten, kann das Gewässer zur Sauerstoffanreicherung belüftet werden, um ein Fischsterben zu vermeiden. Die entsprechenden Maßnahmen werden im Kapitel 3.6 beschrieben. Ist ein Fischsterben dagegen bereits eingetreten oder konnte nicht verhindert werden, sind die toten Fische zeitnah abzufischen. Diese müssen anschließend abtransportiert und in z.B. einer Müllverbrennungsanlage vernichtet werden.

Ein Fischsterben kann viele verschiedene Ursachen haben. Die wesentlichen Auslöser werden in den folgenden Unterkapiteln näher erläutert. Ebenfalls wird auf das historische und geographische Vorkommen in den folgenden Unterkapiteln detaillierter eingegangen.

In den Unterkapiteln geographische Einordnung 2018 und historische Einordnung werden nur einige ausgewählte Beispiele für Fischsterben angeführt, da eine Aufzählung aller bisherigen Vorfälle den Rahmen dieser Arbeit weit überschreiten würde. Einzig im Kapitel 3.1.1. wird jeder Vorfall im Jahr 2018 betrachtet. Wie einleitend bereits erwähnt, erfolgt in diesen Kapiteln, überwiegend aus der Tagespresse, eine erste Einschätzung des Ausmaßes des Fischsterbens.

Bei diesen Kapiteln und den Auslösern in Deutschland werden nur umweltbedingte Auslöser sowie der stetige Einfluss des Menschen auf die Umwelt und die Gewässer betrachtet, nicht also plötzliche von Menschen verursachte Ereignisse oder Unfälle, wie Brände oder Zwischenfälle in Produktionsbetrieben oder Kraftwerken.

Die verschiedenen Umweltbedingungen bei einem Fischsterben sind zu analysieren, um bei einem eventuell nachfolgenden Auftreten die Ursachen, sofort zu erkennen und darauf reagieren zu können.

Darüber hinaus sind auch die geographische Einordnung 2018, die zeitliche Einordnung, die Gewässereinstufung und die möglichen Auslöser in Deutschland von Bedeutung. Daraus könnten mögliche in Zukunft betroffene Gebiete abgeleitet werden. Durch die Auslöser kann zusätzlich auf möglicherweise notwendige Vorsorgemaßnahmen geschlossen werden.

3.1 Geographische Einordnung 2018

Ein Fischsterben ist ein nicht örtlich konzentriertes Problem, da es sowohl deutschlandweit als auch global auftreten kann. So sind die nachteiligen Umweltauswirkungen überall ein großes Problem.

Allerdings kann und hat es sehr große Unterschiede in dessen Ausmaß gegeben. Weiterhin ist es schwer, eine wirkliche Zeitspanne des Auftretens festzulegen. Diese kann immer stark variieren. Dies wird in Kapitel 3.4.1 näher beschrieben.

Das Fischsterben in Hamburg 2018 wird umfangreicher thematisiert, da diese Arbeit Hamburg als Beispiel hat. Daher wird im weiteren Verlauf dieses noch einmal aufgegriffen und darauf aufbauend tiefgreifender behandelt.

3.1.1 Vorkommen in Hamburg 2018

Die Stadt Hamburg war 2018 relativ stark von dem Fischsterben betroffen. Es wurden in 7 verschiedenen Gebieten viele tote Fische gefunden. Die betroffenen Stellen waren über ganz Hamburg verstreut. Es gab keinen Ort, wo das Phänomen verstärkt aufgetreten ist.

Die betroffenen Gebiete sind in Abbildung 1 dargestellt. Diese waren: die Fuhlsbüttler Schleuse, der Wandsbeker Mühlenteich, das Regenrückhaltebecken in Bramfeld, das Regenrückhaltebecken in Lokstedt, der Mahlbusen Hohenwisch, der Aßmannkanal in Wilhelmsburg und der Lohmühlenteich in Harburg [19, 50, 60, 61].

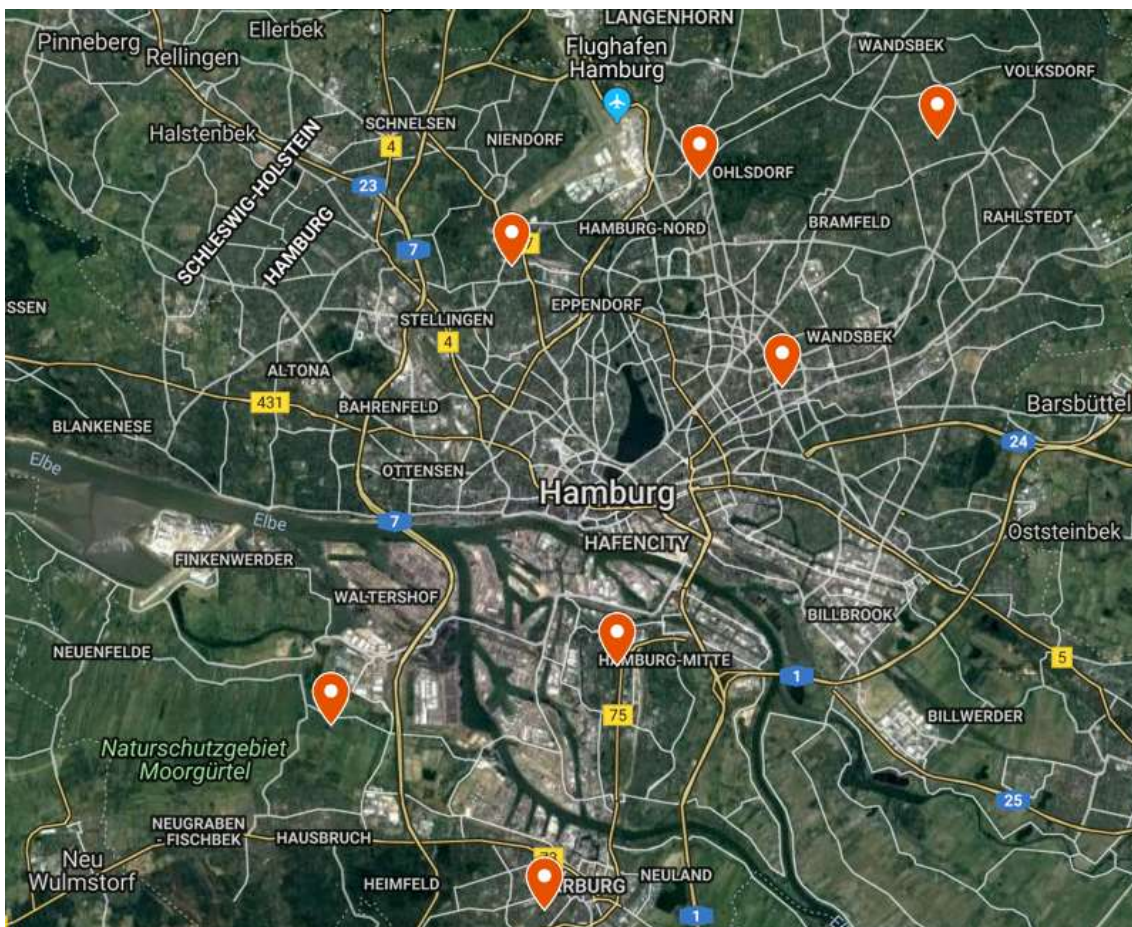


Abbildung 1: Betroffene Gewässer in Hamburg 2018 [aus 62]

Allein am letzten Juli-Wochenende wurden ca. 5 Tonnen tote Fische in den Hamburger Gewässern geborgen [50]. Bis Ende Juli wurden insgesamt ca. 7 Tonnen tote Fische aus nur vier verschiedenen Gewässern abgefischt.

In den Hamburger Gewässern sind mehr als 50 verschiedene Fischarten vorhanden (Stand 2015) [63, S. 10–11]. Bei dem Fischsterben 2018 lassen sich keine besonders betroffenen Fischarten ermitteln. Es sind also prinzipiell alle Arten, sowohl große als auch kleine Fische betroffen u.a. auch die Brasse, ein Weißfisch, der auch mit geringer Sauerstoffkonzentrationen zurechtkommt [3].

Hamburg war also in kurzer Zeit relativ stark und nicht örtlich konzentriert von dem Fischsterben betroffen. Auch starben Fische von allen Arten bei diesem Fischsterben.

3.1.2 Vorkommen in Deutschland 2018

Über die ganze Bundesrepublik verteilt waren 2018 zahlreiche Gebiete von einem Fischsterben betroffen. Bei einigen Gebieten und Gewässern war das Ausmaß deutlich stärker als bei anderen. Die am größten geschädigten Gebiete dieses Jahres waren: Hamburg, Berlin, Leipzig, Münster und Ellwangen.

Das Ausmaß und Vorkommen in Hamburg wurde bereits in Kapitel 3.1.1 behandelt.

In Berlin mussten z.B. binnen ca. zwei Wochen etwa 6 Tonnen tote Fische beseitigt werden. Größtenteils waren dort Teiche und Kanäle betroffen [64].

In der Nähe von Leipzig waren es in einem Aufzuchtbetrieb bislang ca. 8 bis 10 Tonnen [64]. Am stärksten waren der Rötlenstausee in der Nähe von Ellwangen und der Aasee in Münster betroffen. Im Rötlenstausee wurden bereits ca. 20 Tonnen Fisch abgefischt und entsorgt [65]. In Münster wurden ebenfalls etwa 20 Tonnen Fisch beseitigt, zudem sind etwa zwei Dutzend Wasservögel, wie z.B. Enten, verendet [66].

Es gab also im Jahr 2018 kein rein regional konzentriert auftretendes Fischsterben, sondern ein deutschlandweit verbreitetes.

3.1.3 Vorkommen im Ausland 2018

Auch in weiteren europäischen Ländern wurden verschiedene Vorkommen von Fischsterben gemeldet. Von den Anrainerstaaten Deutschlands ist die Schweiz zu nennen: Im Schweizer Abschnitt des Rheins musste bereits ca. 1 Tonne Fisch eingesammelt werden [65].

Auch außerhalb Europas ist das Problem gegenwärtig. So hat das Fischsterben im US-Bundesstaat Florida eine neue Dimension erreicht. An der betroffenen ca. 200 km langen Küste, welche sich über fünf Countys erstreckt, mussten 2018 bereits 2.000 Tonnen tote Fische und andere Meerestiere beseitigt werden. In einem County davon wurden allein ca. 1.700 Tonnen innerhalb des Monats August 2018 abgefischt und entsorgt. [67]. Bei den

verendeten Tieren waren auch größere Spezies betroffen, wie z.B. ein acht Meter langer Walhai, Seekühe, neun Delphine und mehrere hundert Schildkröten [68].

Ein Fischsterben kommt sowohl in Binnengewässern, als auch an Küsten vor. Die aufgetretenen Ausmaße sind größtenteils ähnlich, unter Berücksichtigung der betroffenen Größe der Fläche.

3.2 Historische Einordnung

Fischsterben sind bereits früher sowohl in Deutschland als auch im Ausland vorgekommen. So gab es z.B. in Berlin in den vergangenen 20 Jahren 5 größere Fischsterben.

Allerdings unterschieden diese sich in ihrem Ausmaß teilweise sogar recht stark. Darüber hinaus kam es zu unregelmäßigem Vorkommen ohne deutliche Häufung in einem bestimmten Zeitraum.

3.2.1 Historie in Deutschland

Seit den 1980-er Jahren gibt es dokumentiertes Fischsterben in Deutschland. Hier handelt es sich allerdings um ein unregelmäßig auftretendes Fischsterben.

In Berlin beispielsweise wurden in den 1980-er Jahren jährlich bis zu zehn Tonnen tote Fische in den Gewässern registriert [69]. In den Jahren 2005, 2006, 2009, 2015 und 2016, gab es ebenfalls dokumentierte Fischsterben, allerdings waren es in diesen Jahren nur einige hundert bis einige tausend Fische [69–73]. In den vergangenen 15 Jahren war dort das Fischsterben 2016 mit mehr als 2 Tonnen toter Tiere am größten [72]. Dieses wurde nur von dem Fischsterben im Jahr 2018 übertroffen, wie bereits in Kapitel 3.1.2 beschrieben. Am stärksten betroffen waren in den vergangenen Jahren Kanäle und Teiche.

In Hamburg kam es vor 2018 zuletzt 2014 zu einem großen Fischsterben. Es mussten ca. 100 Tonnen tote Fische aus der Elbe beseitigt werden [74].

Am Rangsdorfer See, ca. 30 km südlich von Berlin, gab es 2010 ebenfalls ein noch extremeres Fischsterben. Aus dem See wurden etwa 240 Tonnen tote Fische geborgen, darunter auch einige Welse mit zwei Metern Länge [75].

Es gab also schon in den 1980-er Jahren dokumentierte Fälle von größeren Fischsterben-Ereignissen in einigen Gebieten und Städten in Deutschland mit sehr unterschiedlichem Ausmaß. Daher lässt sich kein Trend für ein Auftreten aus heutiger Sicht ableiten. Zudem sind nur Ballungsräume wie Berlin oder Hamburg relativ regelmäßig von Fischsterben betroffen. Außer für diese beiden Gebiete lassen sich in Deutschland keine zentralen Punkte für ein mögliches Fischsterben ableiten.

3.2.2 Historie im Ausland

Im Ausland traten in den vergangenen Jahren ebenfalls einzelne Fälle von Fischsterben auf. In den Anrainerstaaten von Deutschland ist hier wieder die Schweiz zu nennen. Diese hatte schon im Jahre 2003 ein Problem mit dem Fischsterben. In dem Schweizer Rheingebiet sind dort damals knapp 50.000 Fische verendet, die Quelle nennt hier leider keine Tonnageangaben [76].

Im weiteren internationalen Kontext sind Florida und Rio de Janeiro anzuführen.

An Floridas Küste gab es in früheren Jahren bereits mehrere Fischsterben. Bei einem einzigen Fischsterben 2005 verendeten mehrere Millionen Fische und ebenfalls, wie aktuell in 2018, mehrere große Tiere, wie z.B. einige hundert Meeresschildkröten, einige Seekühe und Delfine [77, 78].

Auch in Rio de Janeiro kam es in den letzten Jahren zu größeren Fischsterben. So wurden 2010 ca. 78 Tonnen tote Fische abgefischt [79]. Zum Zeitpunkt der dort stattfindenden Olympischen Sommerspiele 2016 sind ungefähr 2 Tonnen Fische verendet und entsorgt worden [80].

Im Ausland gibt es also auch schon seit einigen Jahren Fischsterben. Das Ausmaß variiert hier allerdings ebenfalls.

3.3 Gewässer Einstufung

Im Folgenden werden die Gewässer beschrieben, um darauf aufbauend die möglichen Vorsorgemaßnahmen für ein Fischsterben zu betrachten und zu analysieren.

Die verschiedenen Gewässer sind zwischen Binnengewässern und Meeren zu unterscheiden. Die Binnengewässer teilen sich noch einmal in Oberirdische und Unterirdische Stillgewässer sowie Oberirdische und Unterirdische Fließgewässer. Die unterirdischen Still- und Fließgewässer werden in dieser Arbeit nicht weiter betrachtet, da in diesen kein Fischsterben vorlag oder vorliegt. Die oberirdischen Stillgewässer werden im Folgenden etwas detaillierter beschrieben. Diese durchlaufen im Jahr vier verschiedene Schichtungs- und Zirkulationsphasen, welche in Abbildung 2 dargestellt werden.

Diese Schichtungs- und Zirkulationsverhalten sind aber von einigen äußeren Faktoren abhängig. Dazu zählen die meteorologischen Faktoren, wie Windhäufigkeit und -stärke, die morphometrischen Faktoren, wie Beckenform und Volumen, und die geographischen Faktoren, wie schützende Geländeformen (Berge, Inseln) und Lage des Beckens zur Hauptwindrichtung [81].

Bei den oberirdischen Fließgewässern und den Meeren ist die Ausbildung solcher Schichtungs- und Zirkulationsverhalten dagegen etwas komplexer. Haben die oberirdischen Fließgewässer und die Meere eine langsame Strömungsgeschwindigkeit, können sie ebenfalls

dieselben Schichten wie stehende Gewässer ausbilden. Bei den Meeren kommt aber noch erschwerend hinzu, dass bei diesen die verschiedenen warmen oder kalten Strömungen die Schichtungs- und Zirkulationsphasen mit beeinflussen. Aufgrund dessen werden auch die Meere in dieser Arbeit nicht weiter betrachtet.

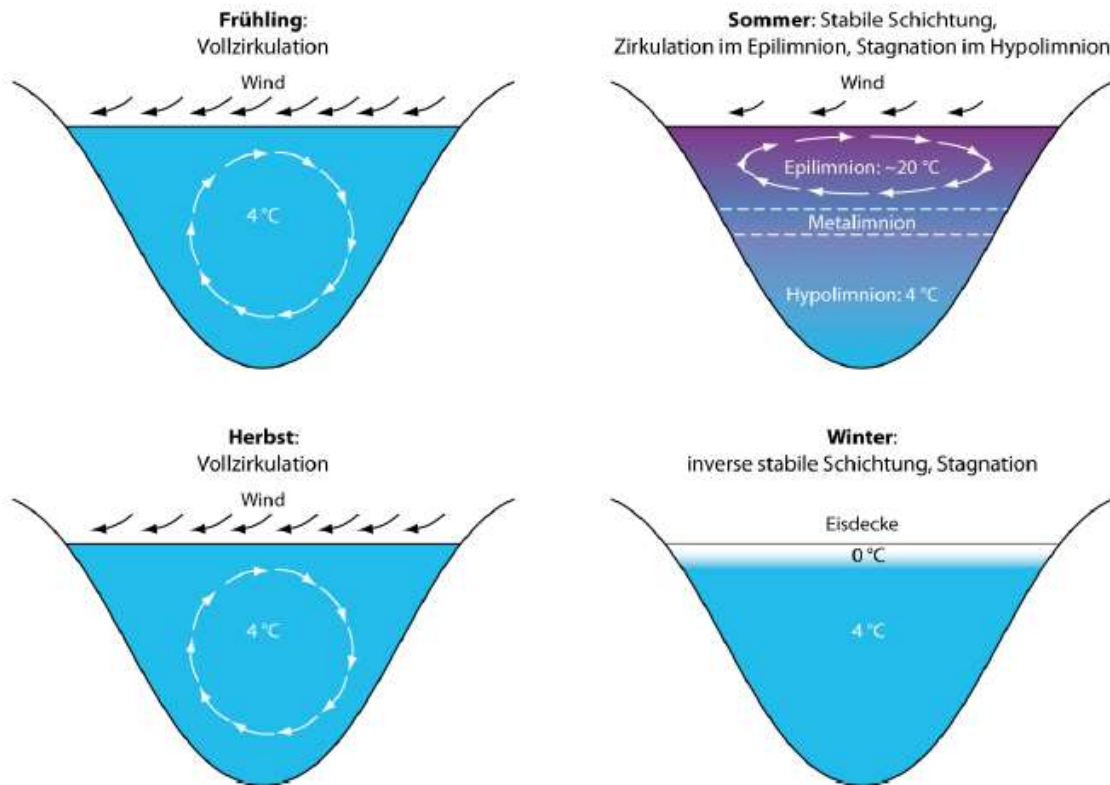


Abbildung 2: Saisonaler Verlauf des Schichtungs- und Zirkulationsverhaltens eines Sees [aus 81, S. 5]

In der Abbildung „Sommer“ ist sehr gut zu sehen, dass sich dort drei verschiedene Schichten ausbilden. Diese Schichten bleiben den gesamten Sommer über stabil.

Das Gewässer wird im Sommer von oben her erwärmt, wodurch sich das Oberflächengewässer etwas ausdehnt. Dadurch nimmt die Dichte des Epilimnions etwas ab und schwimmt so auf dem Tiefengewässer [81, S. 4]. Die angreifenden Winde durchmischen daher nur noch die obere Schicht und verursachen dort eine Sauerstoffanreicherung des Wassers. Dies führt dazu, dass es zwischen dem Epilimnion und dem Hypolimnion zu einigen Turbulenzen kommt. Daher entsteht dort eine Zwischenschicht, das Metalimnion. Aufgrund dessen liegt die Temperatur im Epilimnion bei ca. 20° C, im Metalimnion im oberen Bereich höher als im unteren Bereich und im Hypolimnion bei ca. 4° C – 6° C.

Im Hypolimnion findet keine Zirkulation und damit verbunden auch keine Sauerstoffanreicherung des Wassers statt. Diese Schicht ist daher auf einen Sauerstoffvorrat angewiesen, welcher durch die Zirkulation im Frühling entsteht. Hier ist mehr Sauerstoff gelöst [65]. Allerdings werden dort auch abgestorbene und abgesunkene Organismen aus der Deckschicht abgebaut, welches Sauerstoff verbraucht [82].

Das Metalimnion trennt die warme und die kalte Schicht. Dadurch bleibt die Temperatur in der untersten Schicht konstant, auch wenn sich die oberste erhitzt. Allerdings bleibt das Hypolimnion deshalb auch auf den Sauerstoffvorrat angewiesen.

Im Sommer, wenn sich das Epilimnion stark erwärmt hat, weichen die Fische in das kältere und sauerstoffreichere Hypolimnion aus [65]. Dort wird dann allerdings der Sauerstoffvorrat zusätzlich stark beansprucht.

Wird das Metalimnion zerstört, vermischt sich das Epilimnion mit dem Hypolimnion. Dadurch erwärmt sich wiederum das Hypolimnion und kann so weniger Sauerstoff aufnehmen. Daraus kann folgen, dass sich der vorhandene Sauerstoffvorrat auflöst. Dies führt dazu, dass die Gewässerbedingungen der Fische von ehemals kalter Umgebung mit einem großen Sauerstoffvorrat, sich zu einer wärmeren bis zu warmen Umgebung mit teilweise deutlich weniger Sauerstoff entwickelt.

Diese Entwicklung kann zu einem Fischsterben führen. Daher sollten die bestehenden Gewässerschichten im Sommer nicht zerstört werden.

Im Herbst lösen sich die im Sommer entstandenen Schichten auf und es kommt zu einer kompletten Zirkulation des Sees durch Wind. Dann herrscht im gesamten See eine relativ gleiche Temperatur und ein gleicher Sauerstoffgehalt. Dies ist auch im Frühling der Fall.

Im Winter gibt es bei Minustemperaturen ebenfalls eine stabile Schicht, welche durch eine Eisdecke auf dem See hervorgerufen wird. Dadurch stagniert der See und es kann zu keiner Zirkulation kommen.

Im Winter ist die stabile Schicht mit dem Hypolimnion des Sommers vergleichbar. In beiden Jahreszeiten kommt es zu keiner Zirkulation und Organismen sind auf den vorhandenen Sauerstoffvorrat angewiesen.

Die in Kapitel 3.1.1 angeführten im Jahr 2018 betroffenen Gewässer in Hamburg sind nahezu ausschließlich stehende Gewässer, die Ausnahme ist lediglich der Aßmannkanal in Wilhelmsburg. Allerdings hat dieser Kanal nur eine sehr langsame Strömungsgeschwindigkeit [7]. Deshalb bilden sich bei allen in Hamburg vom Fischsterben betroffenen Gewässern die genannten drei Schichten im Sommer aus.

3.4 Mögliche Auslöser in Deutschland

Die Auslöser eines Fischsterbens in Deutschland sind sehr vielfältig und können regional auch sehr unterschiedlich sein. Daher ist eine umfassende Analyse dieser Faktoren notwendig, um ein fundiertes Ergebnis der verschiedenen Auslöser zu erhalten. Es spielen unter anderem die klimatischen Bedingungen eine große Rolle, aber auch die Sedimente, die Gewässerverschmutzungen, die Tierseuchen und der Eingriff des Menschen in die Umwelt und in die

Gewässer. Diese können alle in unterschiedlichem Maße das Fischsterben beeinflussen. Auch bestehen zwischen einigen Auslösern Wechselwirkungen.

3.4.1 Klimatische Bedingungen

Die klimatischen Bedingungen sind eine der größten Auslöser des Fischsterbens. Sie können stark variieren und etwa Ausmaße annehmen, wie im Sommer 2003 oder auch im Sommer 2018.

In den Sommermonaten, in denen viele warme bzw. heiße Tage aufeinanderfolgen, heizt sich sowohl die Luft, als auch das Wasser in Flüssen, Bächen, Teichen und Seen auf. Dies hat gravierende Folgen, denn das Wasser hat bei 28° Celsius im Vergleich zu 10° Celsius Wassertemperatur nur noch ca. zwei Drittel des Sauerstoffgehalts [83]. Nach der Schichtung eines Sees im Sommer, wie in Kapitel 3.3 thematisiert, heizt sich nur das Epilimnion auf. Tritt zudem im Sommer auch wenig oder gar kein Wind auf, wird diese Schicht nicht mehr verwirbelt und dadurch nicht mehr mit Sauerstoff angereichert. Dies führt dazu, dass in der obersten Schicht sehr wenig oder auch gar kein Sauerstoff mehr vorhanden ist. Einige Fischarten können diese Gegebenheiten bereits nicht mehr kompensieren, wie etwa Forellen oder Äschen [84].

Des Weiteren beeinflussen andauernde extreme Hochsommertemperaturen auch die Wasserstände vieler Flüsse, weil sie sinken. Dies wird in Kapitel 3.4.2 näher beschrieben. Auch können sich etwa andere Organismen wie Blaualgen stärker entwickeln. Dies wird in Kapitel 3.4.3 detaillierter behandelt.

Nicht zuletzt sind tiefe Wintertemperaturen ein möglicher Auslöser für ein Fischsterben. Die Gewässer frieren dann zu und wenn Schnee auf der Eisfläche liegt, kommt kein Licht mehr in das Gewässer. Ebenfalls können die Fische in ihrer Winterruhe durch z.B. Schlittschuhläufer oder Axtschläge auf das Eis gestört werden. Dadurch kurbeln sie ihren Stoffwechsel an und intensivieren die Atmung [85]. An diesen beiden Faktoren sterben die Fische noch nicht, sie beeinflussen jedoch das Zirkulationsproblem im Winter aus Kapitel 3.3. Wie dort beschrieben, kann das Gewässer im Winter durch eine Eisschicht nicht zirkulieren und sich dadurch auch nicht mit Sauerstoff anreichern. Daher ist das Gewässer dann auf den bestehenden Sauerstoffvorrat angewiesen. Durch Sonneneinstrahlung durch die Eisfläche wird aber auch der dort vorhandene Sauerstoffvorrat, aufgrund im Gewässer vorhandener Algen, stetig vergrößert. Wenn aber Schnee auf der Eisfläche liegt, können diese vorhandenen Algen keinen Sauerstoff mehr produzieren [85].

Durch das Stören der Winterruhe der Fische und die daraus resultierende Intensivierung der Atmung ebenso wie durch Schnee auf der Eisfläche kann es passieren, dass der vorhandene Sauerstoffvorrat über einen Winter komplett aufgezehrt wird. Lange Winter beeinflussen dies negativ, da dadurch die Gewässerzirkulation im Frühling und die damit verbundene

Sauerstoffanreicherung hinausgezögert wird. Unter der Eisfläche sind die Fische dann länger auf den vorhandenen Sauerstoffvorrat angewiesen.

Die Aufzehrung des Sauerstoffvorrates führt dann dazu, dass die Fische ersticken. Das Fischsterben im Winter erfolgt meist unbemerkt unter der Eisschicht und wird erst nach dem Tauen bemerkt [85].

Sowohl die Hitze als auch die Kälte sind also Auslöser für umweltbedingtes Fischsterben. Allerdings ist dieses temperaturabhängig sehr schwankend. Bei kälteren und längeren Wintern bzw. bei heißeren und längeren Sommern beeinflusst das Klima das Fischsterben deutlich. Typische Sommer und Winter sind dagegen ohne Gefahren für den Fischbestand.

Darüber hinaus beeinflusst die Hitze, im Gegensatz zur Kälte, auch andere Auslöser, welche in den weiteren Unterkapiteln behandelt werden.

3.4.2 Sinkende Wasserstände

Sinkende Wasserstände sind auch ein wiederkehrendes Problem im Sommer. Je wärmer der Sommer und je länger die Trockenheitsperioden sind, desto mehr sinken die Wasserstände. Daher sind die sinkenden Wasserstände wie etwa in der Oder, der Elbe, der Fulda oder der Eder im Jahr 2018 wichtige Aspekte, die ein Fischsterben begünstigen bzw. auch auslösen können [84, 86]. Diese niedrigen Pegelstände kommen durch die klimatischen Bedingungen mit vielen aufeinanderfolgenden heißen Tagen in Kombination mit längeren Trockenheitsperioden zustande [65].

Durch das Niedrigwasser in Flüssen, Bächen, Teichen oder Seen wird der Lebensraum für die Fische stark reduziert. Hinzu kommt, dass das dort vorhandene Wasser schon relativ warm und daher auch verhältnismäßig sauerstoffarm ist. Daher sind die Fische gezwungen in die Strommitte oder stromabwärts zu flüchten [84]. Darüber hinaus kann es dazu kommen, dass kleinere Bäche und Teiche weitestgehend austrocknen und die Fische so gezwungen werden, in andere Gewässer auszuweichen [87]. Auch führt das Austrocknen dazu, dass andere Flüsse oder Seen noch weniger frisches Wasser zugeführt bekommen.

Die sinkenden Wasserstände sind also eine begünstigende Bedingung für ein Fischsterben. Aber ein alleiniger Auslöser für ein großes Fischsterben sind die niedrigen Pegelstände nicht, da diese regelmäßig auftreten. Bei einem sehr heißen und langen Sommer, wie es 2003 oder 2018 der Fall war, führt dies unmittelbar zu negativen Folgen für die Fischpopulation. Bei einem Fischsterben spielt die Temperatur daher eine größere Rolle. Bei einem recht kalten und kurzen Sommer sind die Pegelstände nur ein geringes Problem, da die Pegelstände deutlich weniger beeinflusst werden.

3.4.3 Blaualgen

Die Blaualgen können ebenfalls ein Fischsterben auslösen bzw. begünstigen. Sie treten in der Regel im Zusammenspiel mit einer Hitzewelle auf, da sie sich unter diesen klimatischen Bedingungen am besten und stärksten vermehren können [88]. Darüber hinaus benötigen sie Phosphate für ihr Wachstum [89, S. 21].

Blaualgen sind Bakterien ohne Zellkern und werden wissenschaftlich als Cyanobakterien bezeichnet [90, S. 1, 4]. Die Blaualgen erscheinen meistens grünlich, in seltenen Fällen auch dunkel- bis blutrot [88]. Wenn sich Blaualgen stark vermehrt haben, ist das Problem häufig schon deutlich erkennbar, da einige Blaualgen einen grünen bis blaugrünen Teppich mit Schlieren auf der Wasseroberfläche bilden [91]. Dadurch wird das Wasser trüb. Ein vermehrtes Blaualgenvorkommen heißt Algenblüte. Solch ein Vorkommen ist in Abbildung 3 dargestellt.



Abbildung 3: Blaualgen im Dümmersee [aus 91]

Durch absterbende Blaualgen wird Methan produziert, welches dann von dem betroffenen Gewässer aufsteigt [92]. Dies wird in Kapitel 5.1 wieder aufgegriffen und detaillierter ausgeführt.

Für die Fische sind die Blaualgen gefährlich, da diese im Wasser hochwirksame Gifte, sogenannte Cyanotoxine, bilden können. Diese werden allerdings nur von ca. 1% der Blaualgenarten produziert. Viele dieser toxischen Blaualgenarten sind in Seen jedoch sehr verbreitet [88].

Diese Gifte sind auch für den Menschen gefährlich – besonders gefährdet sind Kinder und empfindliche oder geschwächte Personen – und für andere Arten wie z.B. Hunde je nach Menge und Hunderasse tödlich [90, S. 4].

Die Blaualgen besitzen Gasbläschen in den Zellen, welche ihnen bei ruhiger Wasserlage Auftrieb verleihen, sodass sie zur Oberfläche gelangen [90, S. 4]. Dann lagern sie sich dort an. Dieses Phänomen wird auch als Blaualgent Teppich bezeichnet. Das Anlagern der Blaualgen führt allerdings zu Problemen, da diese dort zwar bessere Bedingungen für ihre Fotosynthese haben, aber durch windstille Wetterlagen mit geringer Wasserbewegung auch eine zu hohe Lichtintensität. Daher sterben sie ab [88].

Negativ kommt noch hinzu, dass die Blaualgen an der Gewässeroberfläche durch das vermehrte Auftreten eine geschlossene lichtabschattende Schicht auf dem Wasser bilden. Daher können die darunter befindlichen Blaualgen keinen Sauerstoff mehr produzieren und veratmen den im Wasser gelösten Sauerstoff zur Aufrechterhaltung der Lebensfunktionen [88]. Nach einiger Zeit sterben auch diese Blaualgen durch anhaltenden Sauerstoffmangel ab. Beim Absterben werden die Zellen zerstört und die Zellinhaltsstoffe können ins Wasser gelangen [88].

Die abgestorbenen Blaualgen können nur durch Bakterien abgebaut werden. Diese allerdings verbrauchen ihrerseits in den unteren Schichten weiteren Sauerstoff [88]. Das führt relativ schnell zu einem Sauerstoffmangel in dem betroffenen Gewässer. Aufgrund der an der Wasseroberfläche befindlichen Schicht Blaualgen, dem fehlenden Wind und der geringeren Wasserbewegung können keine Wasserverwirbelungen mehr erfolgen [88]. Dies führt dazu, dass das Gewässer nicht mehr mit ausreichend Sauerstoff angereichert werden kann.

Sollte allerdings Wind auftreten, können die Blaualgen in kleinen Mengen recht schnell von einer Stelle des Wassers zu einer anderen getragen werden [93]. Deshalb ist es möglich, dass die Blaualgen innerhalb weniger Stunden an einer Stelle eines betroffenen Gewässers verschwinden und an einer anderen Stelle wiederauftauchen. Besonders betroffen von den Blaualgen sind nährstoffreiche, langsam fließende, stehende oder rückstauende Gewässer, in welchen Blaualgen gute Lebensbedingungen vorfinden [94].

Wenn Blaualgen im Gewässer vorkommen, beeinflussen sie also ein Fischsterben maßgeblich. Allerdings kommen diese nur bei heißeren Sommern, bei einer anhaltenden Hitzewelle, so stark vermehrt vor. Daher sind die Blaualgen stark abhängig von der Temperatur. Darüber hinaus sind sie recht anfällig für Wind.

3.4.4 Verschmutzung durch organisches Material

Die Verschmutzung der Gewässer ist auch ein Auslöser für ein Fischsterben. Hiermit ist u.a. der Eintrag durch starke Regenfälle gemeint. Treten diese nach einer längeren heißen Trockenperiode ein, wird Schmutz mit in die Gewässer gespült [3, 60, 71]. Dies sorgt dafür, dass der Sauerstoffgehalt im Wasser weiter sinkt.

Darüber hinaus kann Regen auch noch viele Nährstoffe, wie Pflanzenreste, Biomasse oder andere organische Stoffe aus den Uferzonen oder von landwirtschaftlich genutzten Flächen in die Gewässer spülen, welche anschließend unter Sauerstoffverbrauch wieder abgebaut werden [3, 60, 64, 72]. Außerdem führen solche Einspülungen zu einer erhöhten Phosphorkonzentration, welche anschließend unter Sauerstoffzehrung zu Phosphaten abgebaut wird [81, S. 8]. Diese sinken zuerst auf den Gewässerboden ins Hypolimnion und werden anschließend dort abgebaut, wo die eingetragenen Verschmutzungen teilweise oder komplett den im Hypolimnion vorhandenen Sauerstoffvorrat verbrauchen.

Auch können durch den Regen Sedimente eingetragen werden [61]. Dies wird im Kapitel 3.4.6 detaillierter beschrieben.

Zu bemerken ist außerdem, dass durch die Niederschläge auch ungeklärtes Abwasser in die Gewässer gelangen kann, welches ebenfalls zu einem fallenden Sauerstoffgehalt führt [73]. Grund dafür ist, dass manche Städte ein Mischkanalnetz nutzen, in dem Regen und ungeklärtes Abwasser zusammengeführt werden [95]. Die Stadt Hamburg hat sowohl ein Mischkanal- als auch ein Trennkanalnetz. In einem Trennkanalnetz laufen das Abwasser und das Regenwasser in getrennten Kanälen [95].

Durch starke Regenfälle laufen diese Kanäle über und bringen so die im Abwasser befindlichen sauerstoff-fressenden Bakterien in die Flüsse, was den Fischen schadet, da diese Bakterien ebenfalls an dem Sauerstoffvorrat zehren [69].

Darüber hinaus gibt es auch von Menschen verursachte Verschmutzungen. Am Beispiel Hamburgs sind hier etwa die Ausbaggerungen im Hamburger Hafen anzuführen. Diese wirbeln z.B. Schlack auf, welcher viel organisches Material enthält. Durch dieses wird ebenfalls wiederum Sauerstoff verbraucht [74]. Auch bei der Schaffung von Elbvertiefungen wird eine große Menge davon aufgewirbelt.

Darüber hinaus ist auch das hohe Aufkommen im Schiffsverkehr zu nennen. Dieser wirbelt ebenfalls Schlack auf, am meisten durch die Schiffsschrauben großer Container- oder Kreuzfahrtschiffe, aber auch schon durch kleinere Binnenschiffe [96].

Die Verschmutzung der Gewässer durch den Menschen bzw. das vom Regen eingetragene Material ist ein begünstigender Faktor für ein mögliches Fischsterben. Verstärkt hat der Eintrag von Regen in die Gewässer einen negativen Effekt, wenn eine lange Trockenperiode mit Hochsommertemperaturen vorausgegangen ist.

3.4.5 Der Faktor Mensch

Auch der Mensch beeinflusst das Fischsterben, durch viele verschiedene Gründe. Diese Gründe sind zumeist verschiedene Eingriffe in die Gewässerökologie bzw. -struktur, wie z.B. in Kapitel 3.4.4 genannt, Schifffahrt und Wasserbau.

Ein Grund ist, dass gemäß einer EU-Richtlinie das Einleiten von Kühlwasser in die Gewässer eingeschränkt bzw. untersagt werden kann. Dieses gilt für alle Kraftwerke und Unternehmen, welche Kühlwasser in anliegende Gewässer ableiten. Ab einer Gewässertemperatur von 28° C kann das Einleiten eingeschränkt oder untersagt werden [97].

Dadurch müssen dann die üblichen Kühlwassermengen reduziert werden. Dies kann z.B. zu einer Minderung der Leistungsfähigkeit oder sogar zu einer Abschaltung von Kraftwerken führen. Durch das weitere Zuführen würden die Gewässer weiter erhitzt werden.

Beispiele dafür sind, das BASF-Werk in Ludwigshafen oder das Rheinhafen Dampfkraftwerk in Karlsruhe [97, 98]. Allerdings können die Behörden auch eine Ausnahmegenehmigung erteilen [98]. Dies war z.B. bei dem Kernkraftwerk Krümmel in der Nähe von Hamburg der Fall, als dieses noch am Netz war. Dessen Kühlkreislauf war nämlich ausschließlich durch das Elbwasser sichergestellt [99].

Andere Gründe sind die Landwirtschaft und die Abwässer, welche die Algenblüte der Blaualgen begünstigen [100]. Diese wurden in Kapitel 3.4.3 und 3.4.4 bereits beschrieben.

Zu beachten sind noch die seit Jahrhunderten stattfindenden menschlichen Eingriffe in die Gewässerstruktur. In Hamburg beispielsweise zählen der Bau von Deichen und die Um- und Neubauten im Hafen dazu [61]. Auch gehören die diversen Elbvertiefungen und die damit einhergehende intensivere Nutzung der bestehenden Fahrrinnen hierzu, welche das Elbprofil ebenfalls stark verändert haben [100]. Hierdurch wurden in den vergangenen Jahrhunderten vor allem die Flachwasserzonen verringert [61]. Zusätzlich sind die Ausbaggerungen in der Elbe zu nennen [74]. Diese Punkte wurden im Kapitel 3.4.4 bereits detailliert beschrieben.

Als letzter Punkt sind noch die Veränderungen im Flussverlauf zu nennen. Durch das Errichten von Stauseen oder Schleusen werden Gewässer maßgeblich verändert. Diese Veränderungen sorgen dafür, dass die Wasserzirkulation in Flüssen und Seen abnimmt. Die abnehmende Zirkulation trägt dazu bei, dass weniger Sauerstoff in das Gewässer eingetragen wird [101]. Bei Stauseen fällt die Wasserzirkulation nahezu komplett weg, da es so gut wie keine Strömung mehr gibt. Auch bei Flussbegradigungen gibt es weniger Verwirbelungen und somit weniger Sauerstoffeintrag, da es durch die Veränderung an den Ufern, oder das Entfernen von Stromschnellen, weniger Möglichkeiten dazu gibt.

Der Mensch hat also ebenfalls einen enormen Einfluss auf die verschiedenen Gründe, die ein Fischsterben negativ beeinflussen. Die meisten Bauwerke sind allerdings irreversibel, bzw. nicht so einfach wieder zurückzubauen, wie z.B. Deiche oder Flussbegradigungen. Auch sind einige Kraftwerke auf das Kühlwasser aus den Gewässern angewiesen und können nicht einfach sofort abschalten.

3.4.6 Sedimente im Gewässer

Die Sedimente in den Gewässern sind ein wichtiges Thema, welches ebenfalls ein Fischsterben betrifft. In jedem Gewässer sind verschiedene Sedimente vorhanden, welche die Gewässerökologie beeinflussen.

Durch Stauhaltungen in Stauseen oder Schleusen, ist dort, wie in Kapitel 3.4.5 bereits beschrieben, wenig Sauerstoff vorhanden. Dadurch sterben auch die Sedimente in den Gewässern ab. Dort kommt es dann zu einer vermehrten Ansammlung von Sedimenten und zu einer starken Methanabgasung [86]. Wie in Kapitel 3.4.4 schon erwähnt, können durch starke Regenfälle noch zusätzlich weitere Sedimente in die Gewässer gespült werden [61]. Der Grund für diese starke Methanabgasung ist, dass durch die Stauhaltungen die Strömungsgeschwindigkeit abnimmt. Dadurch können die Partikel bzw. die Sedimente im Wasser besser herabsinken. Im Hypolimnion wird das Material dann abgebaut [102]. Bei diesem Abbauprozess entsteht sehr viel Methan. Durch den in dieser Schicht vorhandenen bzw. kaum vorhandenen Sauerstoffvorrat wird das Methan, soweit möglich, zu Kohlendioxid und Wasser umgewandelt. Dies sorgt dafür, dass der Sauerstoffgehalt in der untersten Schicht weiter sinkt [102]. Die Fische zehren weiterhin von dem immer geringer werdenden Sauerstoffvorrat und verenden, wenn dieser größtenteils aufgebraucht ist [86]. In Stauseen können die Fische beispielweise nicht flussabwärts schwimmen und je nach den Pegelständen der Zuflüsse auch nicht flussaufwärts.

Ein Fischsterben wird also auch durch die Sedimente bzw. den Abbau dieser und die daraus resultierende starke Methanabgasung beeinflusst. Dadurch wird der Sauerstoff in der untersten Gewässerschicht reduziert. Der dort vorhandene Sauerstoffvorrat wird somit zeitgleich von dem Abbau der Sedimente beansprucht und von den Fischen, welche dort vorkommen. Der Sauerstoffvorrat wird neben den Fischen auch durch Abbauprozesse beansprucht und langsam verbraucht. Wenn nun der Sauerstoffvorrat verbraucht ist, müssen die Fische in eine andere Gewässerschicht gelangen. Je nach Gewässer ist der Weg dorthin allerdings zu weit. Auch ist es möglich, dass es keine sauerstoffreiche Schicht mehr gibt.

3.4.7 Fischseuchen

Ein weiterer möglicher Auslöser, welcher nicht zu vergessen ist, sind die Seuchen.

Durch mögliche Seuchen kann ein Fischsterben unmittelbar entstehen und extreme Ausmaße annehmen. Je nach Übertragungsweg der Seuche, kann darüber hinaus auch eine akute Gefahr für alle Gewässer bestehen, die mit dem betroffenen Gewässer verbundenen sind [103, 104, S. 2]. In der Fischseuchenverordnung sind fünf Tierseuchen aufgelistet, welche anzeigepflichtig sind [105]. Von diesen Fischseuchen sind in der Regel einige bestimmte Arten

besonders betroffen [104]. So sind bei der Tierseuche VHS weitgehend Forellen betroffen, wohingegen von der KHV-Infektion überwiegend Karpfen befallen werden [105].

Eine Ansteckung anderer Fischarten bei diesen anzeigepflichtigen Seuchen ist zwar möglich, aber relativ unwahrscheinlich. Eine Übertragung auf andere Tierarten, als Fische ist ebenfalls sehr unwahrscheinlich [104].

Ein weiteres Problem ist, dass verschiedene Wasservögel durch länger im Wasser liegende tote Fische, ebenfalls sterben können. Aus den toten Fischen können Verwesungsgifte entstehen, welche bspw. zu gefährlichem *Botulismus* bei Wasservögeln führen kann [3].

Seuchen können also durchaus ein Auslöser für ein großes Fischsterben sein. Allerdings ist es dann meist kein generelles Fischsterben jeglicher Arten, sondern größtenteils nur einer spezifischen Art.

3.5 Mögliche Umweltfolgen eines Fischsterbens

Ein Fischsterben und seine Auslöser können sehr viele mögliche Folgen für Mensch und Umwelt haben, z.B. eine Seuche, das Aussterben einer Fischpopulation, abgesperrte Gewässer durch Fischsterben oder Blaualgen, stinkende Gewässer, ökologisch stark veränderte Gewässer sowie weiteres Artensterben.

Auch die Entwicklung einer Seuche aus einem Fischsterben mit Übertragbarkeit auf Tier und/oder Mensch ist eine mögliche negative Folge. Dies ist aber für die in Deutschland bekannten und meldepflichtigen Fischseuchen nicht zu erwarten [106].

Ein weiterer Grund für ein mögliches Artensterben ist die Nahrungsknappheit. Durch das Fischsterben und einen nachfolgenden Botulismuseffekt kann die Nahrung für Wasservögel nicht mehr vorhanden sein, da ein Großteil der Fischpopulation tot ist und es zu wenig andere Nahrungsquellen in der Umgebung gibt. Dies ist auch einige Zeit nach dem Fischsterben ein Problem, da dann in den Gewässern nicht die übliche Menge an Fischen ist. Daraus könnte ein Artensterben für die von Fischen lebenden Arten oder eine große Verschiebung zu anderen Nahrungsquellen resultieren.

Auch kann sich in den folgenden Jahren nach einem Fischsterben eine andere Fischpopulation der verschiedenen Arten entwickeln, da möglicherweise nicht ausreichend Futter oder keine bzw. weniger Fressfeinde vorhanden sind.

Die Gewässerökologie wird sowohl durch ein Fischsterben, als auch durch Verschiebungen der Fischpopulation oder anderer von den Fischen abhängigen Arten nachhaltig verändert. Darüber hinaus wird die Gewässerökologie durch das vermehrte Auftreten der Blaualgen verändert, welches außerdem noch dazu führt, dass von dem Gewässer Methan aufsteigt. Dies und die Toxizität der Blaualgen für den Menschen und jegliche Arten von Tieren führen dazu, dass viele Gewässer deshalb abgesperrt werden [91].

Daher sollte nach Bekanntwerden eines Fischsterbens die Entstehung bzw. die Ausbreitung einer Seuche unterbunden werden, indem z.B. die Fischkadaver zeitnah beseitigt und vernichtet werden.

Die Futterknappheit für andere Arten lässt sich nicht einfach beheben. Ob eine solche überhaupt vorliegt, muss umfassend für jedes Gebiet einzeln analysiert werden.

Aus den vergangenen Fischsterben ist allerdings keine Aufzeichnung über Futterknappheit von anderen Arten vorhanden.

Die Veränderungen einer Fischpopulation im Laufe der Jahre nach einem Fischsterben müsste ebenfalls für jedes Gewässer einzeln umfangreich, auf etwaige notwendige Maßnahmen analysiert werden. Als Gegenmaßnahme ist hier bspw. das Hinzugeben von jungen Fischen anzuführen.

3.6 Mögliche Vorsorgemaßnahmen

Es gibt viele verschiedene Maßnahmen, die präventiv gegen ein Fischsterben getroffen werden können. Diese haben verschiedene Wirkungsgrade und sind unterschiedlich komplex umzusetzen. Bei den Maßnahmen ist zuerst zu entscheiden, ob eine stationäre Belüftungsanlage in den Gewässern installiert oder ob im Bedarfsfall mobile Systeme für akut auftretende Probleme in die betroffenen Gewässer eingebracht werden sollen.

Bei den mobilen Systemen bzw. bei den kurzfristigen Vorsorgemaßnahmen, ist allerdings die Vorbereitungs- und Vorlaufzeit für einen wirkungsvollen Einsatz zu beachten. Daher sind die Vorsorgemaßnahmen auch in ihren Kosten recht unterschiedlich. Generell ist es nicht möglich und sinnvoll, alle Maßnahmen überall durchzuführen. Dies kann viele verschiedene Gründe haben, z.B. die Gewässer-Ästhetik, welche durch einige stationäre Maßnahmen stark gestört wird, oder auch die Erreichbarkeit der Gewässer. Bei einigen Maßnahmen ist eine sehr gute Erreichbarkeit der Gewässer nämlich zwingend erforderlich. Ebenfalls spielt die Gewässerart bei der Wahl der Maßnahme eine Rolle. Im Stausee bzw. generell in gestauten Gewässern werden andere Maßnahmen als in fließenden Gewässern getroffen.

Daher ist es wichtig, die in der Vergangenheit betroffenen Gewässer zu analysieren und daraus Szenarien für mögliche in Zukunft betroffene Gewässer ableiten zu können. Danach sollte für diese Gewässer bewertet werden, welche Maßnahmen dort sinnvoll und umsetzbar wären und welche eher weniger geeignet sind. Mögliche Maßnahmen können z.B. die Oberflächenbelüftung, die Unterflächenbelüftung oder das Ausbaggern von Kaltwasserbecken sein. Diese Beispiele werden im Folgenden exemplarisch näher ausgeführt.

3.6.1 Oberflächenbelüftung

Eine mögliche Vorsorgemaßnahme ist die Oberflächenbelüftung, welche in mehreren verschiedenen Varianten ausgeführt werden kann.

Die erste Variante ist, dass Wasser aus dem betroffenen Gewässer selbst oder von naheliegenden Gewässern, abgepumpt und wieder in das betroffene Gewässer eingebracht wird [107]. Dies ist in Abbildung 4 zu sehen.

Das Einbringen des Wassers erfolgt durch Berieseln der Gewässeroberfläche. Dadurch werden Verwirbelungen im Gewässer erzeugt, was die Durchmischung der verschiedenen Wasserschichten und den damit verbundenen Sauerstoffeintrag fördert. Daraus folgt, dass die Sauerstoffkonzentration im Wasser wieder ansteigt [108].

Dieser Effekt kann noch weiter verstärkt werden indem das Wasser mit Booten befahren wird, wodurch die Verwirbelung des Wassers intensiviert wird [18].



Abbildung 4: Oberflächenbelüftung durch Einbringen von Wasser durch die Feuerwehr im Aasee in Münster [aus 109]

Weiterhin kann die Oberflächenbelüftung, mithilfe eines Kreiselbelüfters durchgeführt werden. Dieser wird auf das Gewässer gesetzt, welcher dann das Gewässer, an der eingesetzten Stelle, in kreisförmige Bewegungen versetzt [110]. Die Bewegungen durch den Kreiselbelüfter führen zu großen Wasserverwirbelungen. Das sorgt dafür, dass sich das Wasser wieder mit mehr Sauerstoff anreichern kann. Der Kreiselbelüfter kann sowohl auf einer festen, als auch auf einer schwimmenden Konstruktion eingesetzt werden. Darüber hinaus sind verschiedene Formen der eingesetzten Becken der Konstruktion möglich [110]. Diese Variante ist in Abbildung 5 dargestellt.



Abbildung 5: Kieselbelüfter [aus 110]

Weiterhin können für die aufgeführte Methode Oberflächenbelüfter eingesetzt werden. Bei dieser Variante werden die Belüfter schwimmend im Wasser fixiert. Diese können nach Bedarf an- und abgeschaltet werden [111]. Diese Oberflächenbelüfter liegen, wie in Abbildung 6 zu sehen, unter der Wasseroberfläche und erzeugen einen vertikalen Wasserstrudel. Dies führt zu einer höheren Sauerstoffkonzentration [111]. In größeren Gewässern können bei dieser Variante auch viele solcher Systeme parallel in ein Gewässer eingesetzt und betrieben werden. Zu bemerken ist auch, dass bei diesem Verfahren eine Beleuchtung möglich ist, dies ist allerdings nur ästhetischer Faktor und hat keine weitere Relevanz [111].



Abbildung 6: Oberflächenbelüfter [aus 111]

Bei diesen Varianten der Oberflächenbelüftung sind die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten zu unterscheiden. Die erste Variante hat keinerlei Einschränkungen und kann somit in jedem Gewässer eingesetzt werden. Die Variante zwei und drei sind eher für stehende Gewässer, wie Seen, Teiche oder Stauseen geeignet.

Die Vorlaufzeiten der Varianten sind sehr unterschiedlich.

Die erste Variante ist mit geringer Vorlaufzeit durchzuführen. Allerdings kann dies nur punktuell eingesetzt werden. Das THW und einige Feuerwehren, welche solche Maßnahmen durchführen, besitzen nur wenige leistungsstarke Großpumpen, welche nur an bestimmten

Punkten des Gewässers eingesetzt werden können [18]. Daher wird es bei einer größeren Gewässerfläche schwieriger, einen positiven Effekt für das gesamte Gewässer zu erzielen. Ein wichtiger Punkt ist allerdings, dass die erste Variante nur wirksam funktioniert, wenn in der Nähe ein anderes Gewässer vorhanden ist, welches sauerstoffreicheres Wasser führt als das betroffene Gewässer. Dort muss das für den Einsatz notwendige Wasser abgepumpt werden, anders als in Abbildung 4 dargestellt. Es sollte nicht das gewässereigene Wasser verwendet werden, da dieses nur sehr wenig bis gar keinen Sauerstoff enthält und es sich durch das Abpumpen und Wiederberieseln nicht stark mit Sauerstoff anreichert [3]. Darüber hinaus werden durch das Abpumpen des Wassers, Sedimente aufgewirbelt. Diese müssen dann in dem Gewässer wieder abgebaut werden, welches zu einem weiteren Absinken der Sauerstoffkonzentration führt [3].

Die erste Variante wurde schon des Öfteren in verschiedenen Gewässern durchgeführt, teils wird dennoch mit dem gewässereigenen Wasser, wie in Abbildung 4, und manchmal mit Wasser aus anderen Gewässern. Die Feuerwehr hat diese Maßnahme beispielsweise 2016 in Gronau oder auch 2018 in Münster durchgeführt. Im ersten Fall wurde das eingebrachte Wasser aus einem angrenzenden Fluss, im zweiten dagegen aus dem Gewässer selbst entnommen [107, 112]. Bei der Oberflächenbelüftungsmaßnahme in Gronau 2016 konnte eine höhere Sauerstoffkonzentration im Gewässer erreicht werden [112]. Für die Maßnahme in Münster gibt es keine Informationen, ob diese einen positiven Einfluss auf das Gewässer hatte. Das THW hat diese Maßnahme ebenfalls 2018 mehrfach durchgeführt, wie z.B. in Siegburg oder in Hamburg. Auch in diesen Fällen wurde das gewässereigene Wasser verwendet, aber auch hier gibt es keine Information zur Wirkung dieser Maßnahmen [7, 108].

Wichtig ist allerdings, dass bei einem schon angefangenen Fischsterben alles versucht werden sollte, um dieses zu minimieren, auch wenn sich kein anderes sauerstoffreicheres Gewässer in der Nähe befindet. Bei einem Gewässer, wo das Fischsterben in wenigen Stunden eintreten wird, sollte ähnlich verfahren werden. Daher sollte in einer solchen Situation vorzugsweise das gewässereigene Wasser verwendet werden. Hierbei sind die Erfolgsaussichten jedoch relativ gering. Allerdings ist solch eine Maßnahme entsprechend medienwirksam, da diese zur Sensibilisierung der Bevölkerung für das Fischsterben beiträgt.

Bei einem vorhandenen Blaualgent Teppich in solch einem Gewässer, ist diese Maßnahme dagegen definitiv sinnvoll. Durch die Oberflächenbelüftung wird dieser zerstört und eine weitere Verschlechterung des Gewässerzustandes vermieden.

Auch durch die anderen beiden Varianten der Oberflächenbelüftung wird ein vorhandener Blaualgent Teppich vernichtet.

Die Varianten zwei und drei sind nicht als mobile, sondern als fest installierte Anlagen konzipiert und daher für den spontanen Einsatz nicht geeignet. Als feste Anlage ist hier auch noch die mögliche Einschränkung der Ästhetik in einigen Gewässern zu nennen, welche

erhalten werden sollte. Bei der zweiten Variante würde diese sehr stark verändert werden, da der Aufbau sehr groß ist. Die dritte Variante dagegen würde die Ästhetik deutlich weniger stören, da sich diese Systeme unter der Wasseroberfläche befinden und nur unter Arbeitsbedingungen einen Wasserwirbel erzeugen.

Ein weiterer Aspekt ist, dass die natürlichen Wasserschichten, wie sie in Kapitel 3.3 schon beschrieben wurden, nicht zerstört werden sollten, insbesondere das Metalimnion. Dessen Zerstörung hat einen negativen Effekt auf die Gewässerqualität.

Bei jeder der drei Varianten wird jedoch das Metalimnion zerstört, bzw. muss dieses teilweise auch beschädigt werden, da der Großteil der Fische unter diese Schicht flüchtet, weil dort kälteres und sauerstoffreicheres Wasser vorhanden ist. Wenn die Sauerstoffkonzentration dort jedoch unter einen kritischen Wert fällt, müssen die Vorsorgemaßnahmen, in diesem Fall die Oberflächenbelüftung, bis dorthin funktionieren. Die dadurch notwendige Zerstörung des Metalimnions, könnte allerdings im weiteren Verlauf negative Auswirkungen haben, da sich so die untere Wasserschicht einfacher erhitzen kann. Wenn das Metalimnion zerstört wird, ohne dass die Sauerstoffkonzentration unter einen kritischen Wert gefallen ist, tritt der in Kapitel 3.3 bereits beschriebene Effekt ein: Dann vermischt sich das Epilimnion mit dem Hypolimnion, welches durch diesen Prozess erwärmt wird. Als Folge daraus wird der Sauerstoffvorrat der untersten Schicht verringert oder auch komplett aufgelöst bzw. verbraucht.

Zusammenfassend lässt sich zur Oberflächenbelüftung sagen, dass es bei mehreren möglichen Varianten nur eine geeignete für den spontanen Einsatz gibt.

Die Varianten zwei und drei sind ausschließlich im fest installierten Zustand möglich.

Bei der ersten Variante muss zwischen einer weitläufigen Vorsorge- und einer akuten Maßnahme differenziert werden.

Bei einer weitläufigen Vorsorgemaßnahme, bei welcher noch kein Fischsterben abzusehen ist, sollte die Wirksamkeit analysiert werden, ob also durch diese Maßnahme die Sauerstoffkonzentration im Gewässer steigt oder sich durch die Zerstörung des Metalimnions sogar das Gegenteil einstellt und die Konzentration weiter sinkt. Ebenfalls sollte überprüft werden, ab welcher Gewässergröße noch ein Effekt auf das gesamte Gewässer festgestellt werden kann. So kann die Schwelle bestimmt werden, bis zu welcher Größe eine solche Maßnahme als präventives Mittel wirkungsvoll eingesetzt werden kann.

Wie im vorangegangenen Abschnitt schon behandelt, sollten die im letzten Abschnitt dargelegten Überlegungen, bei einer akuten Maßnahme, bei welcher ein Fischsterben sehr zeitnah erwartet wird oder bereits begonnen hat nicht weiter beachtet werden. In diesem Fall sollte diese akute Maßnahme, der Gewässerberieselung durch Großpumpen, umgehend durchgeführt werden, damit jeglicher Versuch unternommen wird, um das Ausmaß zu minimieren, insbesondere bei einer dort akut auftretenden Blaualgenblüte. Darüber hinaus ist

auch die Medienwirksamkeit ein wichtiger Punkt, weil dadurch die Bevölkerung für das Fischsterben sensibilisiert wird.

Weiterhin ist zu erwähnen, dass die Oberflächenbelüftung in einem kalten Winter eher weniger geeignet ist, da diese Maßnahmen nämlich pausenlos durchgeführt werden müssten, um das Zufrieren des stehenden Gewässers zu verhindern.

3.6.2 Unterflächenbelüftung

Eine andere Vorsorgemaßnahme ist die Unterflächenbelüftung. Bei dieser Belüftungsmethode wird das Gewässer unterhalb des Gewässerspiegels belüftet. Diese Methode kann in mehreren Varianten durchgeführt werden.

Die erste Variante ist, sauerstoffreiches Wasser einen gewissen Abstand unter den Wasserspiegel – oder auch direkt bis zum Grund des Gewässers – zu pumpen. Im Idealfall steigt das eingepumpte Wasser mit dem darin vorhandenen Sauerstoff sofort wieder auf [18]. Das genannte Verfahren ist in Abbildung 7 zu sehen.



Abbildung 7: Unterflächenbelüftung und Verstärkung durch Boote durch das THW in Hochstadt am Main [aus 18]

Durch das aufsteigende Wasser können sich die darüberliegenden Gewässerschichten besser durchmischen. Dies führt dazu, dass sich die verschiedenen Gewässerschichten einfacher wieder mit Sauerstoff anreichern können [18]. Auch hier wäre es, wie bereits in Kapitel 3.6.1 thematisiert, möglich, durch das Befahren der Gewässer mit Booten eine größere Wasserverwirbelung zu erreichen.

Eine zweite Variante dieser Methode ist in Abbildung 8 dargestellt.

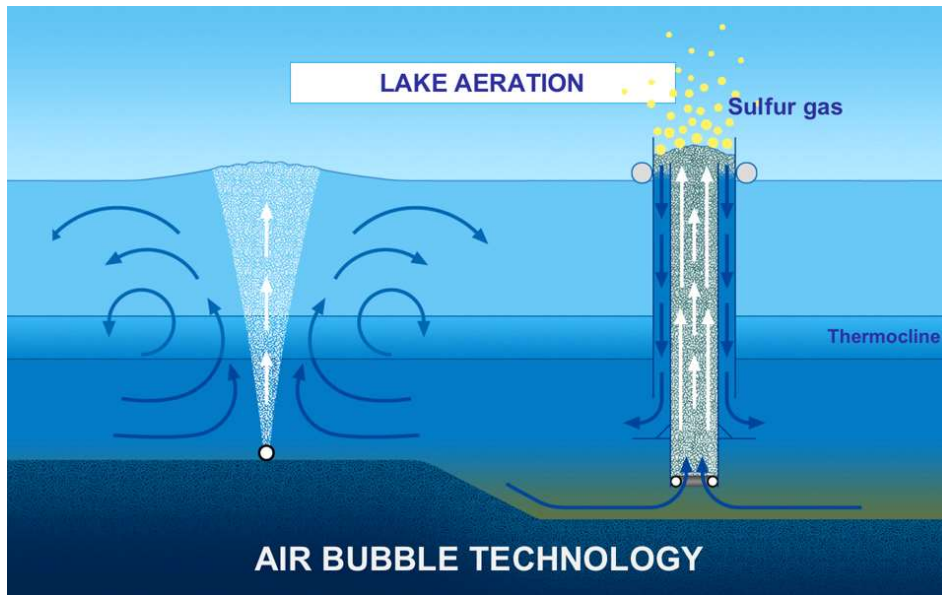


Abbildung 8: Funktionsweise Unterflächenbelüftung – Anreicherung mit Luft [aus 113]

Hier wird das Gewässer nicht mit sauerstoffreichem Wasser, sondern mit der Umgebungsluft angereichert. Dies geschieht über eine fest installierte Luftsprudelanlage mit Tiefenwasser [113]. Dort wird das Tiefenwasser an die Wasseroberfläche befördert und gelangt in den Entgasungskopf. An dieser Stelle entweicht das Restgas in die Atmosphäre und das mit der Umgebungsluft angereicherte Wasser gelangt durch das Fallrohr wieder zurück in die Tiefenwasserschicht [113].

Die dritte und letzte mögliche Variante ist, die Unterflächenbelüftung mithilfe von Druckluft zu erzeugen. Diese Methode ist in Abbildung 9 dargestellt.



Abbildung 9: Funktionsweise Unterflächenbelüftung – Anreicherung mit Druckluft [aus 114]

Bei dieser Variante werden Schläuche auf dem Boden des Gewässers installiert. In diesen Schläuchen sind Bohrungen, durch welche dann die Druckluft in Form kleiner Blasen entweicht [114]. Diese Blasen steigen an die Wasseroberfläche und erzeugen dabei einen senkrecht nach oben gerichteten Wasserstrom. So wird das am Gewässerboden befindliche

sauerstoffarme Wasser an die Oberfläche transportiert. Durch diese Verwirbelungen, die Sauerstoffblasen und die horizontale Strömung wird das Wasser wieder mit Sauerstoff angereichert [114]. Bei dieser Variante ist noch zu bemerken, dass es stationäre und mobile Anlagen gibt. Die mobilen Anlagen können auch kurzfristig und nur vorübergehend eingesetzt werden.

Der größte Unterschied bei diesen Verfahren liegt in den möglichen Einsatzbereichen. Die erste Variante ist sowohl in stehenden als auch in fließenden Gewässern gut anwendbar. Die zweite Variante ist sehr gut für stehende Gewässer, wie z.B. Talsperren, Binnenseen oder Klärteiche geeignet [113]. Die dritte Variante ist am besten geeignet für flache Seen, Teiche, Flüsse und Kanäle [114].

Ebenfalls sind die Ausführungen und die Vorlaufzeiten der verschiedenen Varianten, recht unterschiedlich.

Am einfachsten in der Anwendung ist die erste Variante, da sie mit äußerst geringer Vorbereitungszeit nahezu sofort einsetzbar ist. Die zweite Variante besitzt den höchsten Aufwand, da die Luftsprudelanlage zunächst fachgerecht platziert und aufgestellt werden muss [113]. Daher benötigt diese Variante die größte Vorlaufzeit. Die dritte Variante ist dagegen einfacher umzusetzen und benötigt weniger Vorlaufzeit als die Variante mit der Umgebungsluft. Hierbei ist jedoch zwischen den stationären und den mobilen Anlagen zu differenzieren [114]. Die mobilen Anlagen benötigen im Vergleich zu den stationären Anlagen deutlich weniger Vorlaufzeit.

Die Varianten zwei und die stationäre Variante drei sind daher nur als stationäre Anlagen geplant und verwendbar. Die Varianten eins und die mobile Variante drei dagegen sind auch mobil einsetzbar.

Bei der ersten Variante allerdings ist hinzuzufügen, dass der Effekt dieser Variante nur relativ punktuell erzielt werden kann. Die Gründe hierfür sind dieselben wie bei der ersten Variante der Oberflächenbelüftung: Das THW und die Feuerwehr besitzen nur eine begrenzte Anzahl an dafür notwendigen leistungsstarken Pumpen. Daher ist auch diese Variante mit zunehmender Gewässergröße wirkungslos.

Ein Beispiel für die Durchführung eines solchen Einsatzes war 2002 in Hochstadt am Main. Dort wurde durch das THW dem Gewässer konzentriert an einigen Stellen Wasser hinzugepumpt [18]. Dieses sauerstoffreiche Frischwasser wurde dem angrenzenden Main entnommen. Darüber hinaus kamen ebenfalls einige Boote fahrend auf dem Gewässer zum Einsatz. Nach mehreren Stunden hatte sich in dem betroffenen Gewässer der Sauerstoffgehalt wesentlich erhöht [18].

Eine weitere Parallele zwischen der Ober- und Unterflächenbelüftung ist, dass die jeweils erste Variante nur funktioniert, wenn in der Nähe ein sauerstoffreiches Gewässer für das Abpumpen sauerstoffreichen Wassers vorhanden ist, von wo dann das notwendige Wasser abgepumpt

werden kann. Die Gründe hierfür sind bereits in Kapitel 3.6.1 bei der ersten Variante der Oberflächenbelüftung genannt worden.

Ebenfalls trifft hier auch das dort angesprochene Verhalten bei einem akuten Fischsterben, bzw. zeitnah erwarteten Fischsterben zu. Dann ist es auch bei dieser ersten Variante der Unterflächenbelüftung nicht mehr entscheidend, wenn kein Gewässer mit sauerstoffreicherem Wasser vorhanden ist. In der Situation kann das Wasser des Gewässers selbst genutzt werden. Auch hier ist der positive Effekt auf das Gewässer eher gering, aber dies trägt dazu bei, die Bevölkerung für ein Fischsterben zu sensibilisieren. Darüber hinaus kann ein vorhandener Blaualgent Teppich ebenfalls durch die Variante zerstört werden, wenngleich es verhältnismäßig zeitintensiv ist. Bei der dritten Maßnahme ist die Beschädigung des Blaualgent Teppichs von der Einstellung der eingegeben Druckluft in das Gewässer abhängig. Bei der zweiten Variante wird ein vorhandener Blaualgent Teppich nicht zerstört.

Ein wichtiger Punkt ist auch, dass die natürlichen Wasserschichten nicht zerstört werden, da dies – wie in Kapitel 3.3 bereits beschrieben – einen negativen Effekt auf das Gewässer hat. Bei der ersten Variante wird das Metalimnion zerstört. Bei der dritten Variante besteht ebenfalls die Möglichkeit, dass diese Schicht beschädigt wird. Dies hängt von der Einstellung der Druckluft ab. Um ein Zerstören des Metalimnions zu verhindern, müsste der notwendige Druck für jedes Gewässer einzeln bestimmt werden. Bei der zweiten Variante dagegen wird diese Schicht nicht destruiert.

Zusammenfassend lässt sich zu der Unterflächenbelüftung sagen, dass die zweite Variante und die stationäre Version der dritten Variante nicht wirklich für den Einsatzfall sinnvoll, da die Vorlaufzeiten zu groß und die damit verbundenen Kosten zu hoch sind. Die mobile Version der dritten Variante dagegen kann eine wirksame Vorsorgemaßnahme sein. Allerdings muss hier zusätzlich beachtet werden, dass bei dieser Variante eine längere Vorlaufzeit, als es bei der ersten Variante benötigt wird. Bei dieser mobilen dritten Variante ist es also notwendig, die Auslöser des Fischsterbens rechtzeitig und mit ausreichend Vorlaufzeit zu analysieren, um diese Maßnahme einleiten zu können. Die Vorlaufzeit wird von verschiedenen Gegebenheiten beeinflusst, sind solche Systeme bereits beschafft worden, sind diese innerhalb weniger Stunden im Gewässer eingebracht und einsatzbereit. Die Zeit ist zusätzlich stark von der Gewässergröße abhängig. Hier sollten zu erwartenden Kosten, der mögliche Wirkungsgrad, die Einsatzmöglichkeiten in Hamburg und die dafür notwendige Logistik umfassender beleuchtet werden.

Bei der bereits durchgeführten ersten Variante ist weiterhin zwischen einer weitläufigen Vorsorge- und einer akuten Maßnahme zu unterscheiden. Hier ist ebenfalls eine Parallele zu der ersten Variante der Oberflächenbelüftung zu ziehen.

Sowohl die Maßnahmenschritte und Überlegungen der weitläufigen Vorsorge-, als auch der akuten Maßnahmen sind bei beiden Maßnahmen identisch. Daher sollte auch bei einer

weitläufigen Vorsorgemaßnahme einmal untersucht werden, ob sie zu einer Steigerung der Sauerstoffkonzentration beiträgt oder eher das Gegenteil bewirkt. Darüber hinaus muss, bei einer positiven Sauerstoffänderung, auch überprüft werden, bis zu welcher Gewässergröße solch ein positiver Effekt festgestellt werden kann.

Bei einer akuten Maßnahme, bei welcher ein Fischsterben zeitnah erwartet wird, werden diese Überlegungen, wie in Kapitel 3.6.1 bei der akuten Maßnahme der ersten Variante schon thematisiert, nicht weiter beachtet. Hier sollte diese Maßnahme umgehend angewendet werden, um wenigstens ein Versuch unternommen zu haben, ein Fischsterben noch zu verhindern bzw. das Ausmaß zu begrenzen. Insbesondere aufgrund der Medienwirksamkeit und die damit verbundene Sensibilisierung der Bevölkerung für ein Fischsterben und, falls vorhanden, aufgrund eines Blaualgent Teppichs.

Die Unterflächenbelüftung ist im Gegensatz zur Oberflächenbelüftung auch für winterliche Minustemperaturen geeignet. Bei der zweiten und dritten Maßnahme würde die Belüftung bei einem zugefrorenen Gewässer funktionieren, solange die Luftsprudelanlage noch frei ist. Bei der dritten Maßnahme ist jedoch wiederum auf die genaue Einstellung zu achten. Bei zu viel Sauerstoffeingabe in das Gewässer könnte dies dazu führen, dass das Gewässer nicht mehr zu friert.

3.6.3 Ausbaggern

Das Ausbaggern, also das Ausheben von am Gewässerboden angesammelten Schlamm und Sedimenten ist eine mögliche Vorsorgemaßnahme [115]. Hier muss zwischen dem Ausbaggern ganzer Gewässer und dem Ausbaggern von Kaltwasserbecken unterschieden werden.

Das Ausbaggern führt dazu, dass das Gewässer tiefer wird bzw. durch das Wegbaggern ein Becken entsteht. Somit kann sich in dem neu geschaffenen Raum kaltes Wasser ansammeln.

Das kalte Wasser kann im Gegensatz zu warmen Wasser mehr Sauerstoff aufnehmen.

Allerdings sind kältere Zuflüsse notwendig, um die Versorgung mit Kaltwasser zu gewährleisten. Diese sind prädestiniert zum Einrichten von Kaltwasserbecken [60].

In der Schweiz wurden beispielsweise im Sommer 2018 an den Zuflüssen des Rheins, sechs Kaltwasserbecken ausgebaggert, welche als Zufluchtsorte für die Fische dienen sollten. Auf anschließend dort aufgenommenen Fotos und Videos, ist zu beobachten, wie die Fische dort regungslos im Wasser stehen [60]. Ein solches Verhalten zeigt, dass diese Maßnahme erfolgreich war.

Die Variante des Ausbaggerns ganzer Gewässer ist nicht immer geeignet bzw. durchführbar. Etwa an Baggerseen ist eine solche Maßnahme aufgrund der Tiefe kaum anwendbar, ebenfalls wird auch bei größeren Gewässern die Durchführung schwierig. Darüber hinaus ist

bei beiden Varianten noch der Verbleib der ausgebaggerten Sedimente und des Schlammes festzulegen [115].

Das Ausbaggern von Kaltwasserbecken ist im Gegensatz zum Ausbaggern ganzer Gewässer deutlich einfacher, schneller und zudem kostengünstiger durchzuführen, da nur ein kleiner Teil abgebaggert werden muss.

Diese Methode sollte allerdings nicht erst bei in Kürze zu erwartendem Fischsterben durchgeführt werden, da diese einige Wochen Vorlaufzeit benötigt. Zeit vergeht auch noch, bis sich genügend kaltes, sauerstoffreiches Wasser im Kaltwasserbecken angesammelt hat. Darüber hinaus wird die Vorlaufzeit benötigt, damit sich die verschiedenen Gewässerschichten im Sommer ausbilden können. Erst dadurch kann das kalte Wasser am Boden bleiben, es bleibt kalt und enthält einen großen Sauerstoffvorrat, da es durch das Metalimnion vom warmen Epilimnion getrennt ist. Daher sollte die Methode nur im Frühjahr oder im Herbst durchgeführt werden.

Zusammenfassend lässt sich zum Ausbaggern sagen, dass es zwei verschiedene Varianten gibt, aber die erste Variante mit dem Ausbaggern des kompletten Gewässers nicht geeignet ist, da der Aufwand zu groß und die damit verbundenen Kosten zu hoch sind. Die zweite Variante mit dem Ausbaggern von Kaltwasserbecken ist dagegen deutlich besser geeignet. Allerdings muss hierfür eine umfassende Analyse angefertigt werden. In dieser sollte evaluiert werden, welche Zuflüsse in die betroffenen Gewässer kälteres Wasser führen, an welchen Stellen Kaltwasserbecken sinnvoll sind, an welchen Stellen diese ausgebaggert werden können, welche Kosten anschließend für das Ausbaggern einzuplanen sind und wie wirkungsvoll diese Maßnahme ist.

3.6.4 Sonstige

Neben den genannten Vorsorgemaßnahmen gibt es noch weitere Maßnahmen.

Hier ist beispielsweise das Spezialschiff „Rudolf Kloos“ zu nennen, ein Belüftungsschiff, welches Wasser mit 200 Kilo Sauerstoff in einer Stunde anreichern kann [69]. „Rudolf Kloss“ wurde 1995 in Betrieb genommen und ist einzigartig. Das Belüftungsschiff wird in den Berliner Gewässern aufgrund der Gegebenheiten eingesetzt [116]. Diese sind charakterisiert durch meist relativ enge Kanäle und fast stehendes Wasser. 2018 ist das Schiff seit Mitte Mai jede Nacht bis September im Einsatz, da wegen der vielen Sonnentage die Gewässertemperatur deutlich angestiegen ist. Durch den Einsatz können die Gewässer mit ausreichend Sauerstoff versorgt werden [116].

Dieses Spezialschiff ist in den Hamburger Gewässern nur bedingt geeignet, da in Berlin ca. 0,6 km² Wasserfläche vorhanden sind, in Hamburg sind es dagegen knapp 60 km² [117, S. 255, 118].

Daher müsste überlegt werden, ob die Anschaffung und die Unterhaltung eines solchen Schiffes einen effektiven Nutzen für die Gewässer bzw. den Fischbestand hätte.

Die genannten Vorsorgemaßnahmen wirkten sämtlich vorwiegend gegen die sehr niedrige Sauerstoffkonzentration, weniger gegen das Auftreten der Blaualgen. Auch hier gibt es Vorsorgemaßnahmen. So lassen sich die Phosphoreinträge in das Gewässer bzw. Phosphorkonzentrationen in den Gewässern reduzieren [88]. Dadurch würde das Wachstum der Blaualgen stark eingeschränkt werden, da diese, wie in Kapitel 3.4.3 schon angesprochen, Phosphat für ihr Wachstum benötigen [89, S. 21].

Die Verminderung der Phosphoreinträge und -konzentration ist auf kurzfristige Sicht z.B. durch Behandlung des Wassers durch Eisen-III-chlorid möglich. Dieses Vorgehen wurde beispielsweise in der Aa seit 2006 durchgeführt und seitdem ist es im Aasee zu keiner Algenblüte von Blaualgen mehr gekommen. Diese Ergebnisse konnten ebenfalls in einigen behandelten Teichen in Dortmund und Gladbeck bestätigt werden [89, S. 29].

Die Eingabe von Eisen-III-chlorid ist nichts Neues. Dieses wird in einigen Klärwerken regelmäßig in verschiedene Reinigungsstufen hinzugefügt, um den Phosphoreintrag zu senken [119, S. 37].

Die Eingabe muss allerdings gut überwacht, eingestellt und analysiert sein, um zu verhindern, dass das Eisen-III-chlorid nicht vollständig reagiert, da es dann reizend wirkt. Darüber hinaus bestehen für diese Lösung auch einige wichtige Gefahren- und Sicherheitshinweise, wie z.B. akute orale Toxizität, Hautreizungen, schwere Augenschädigung und die Sensibilisierung der Haut [120, S. 1].

4 Technisches Hilfswerk Fischsterben-Einsätze

Das THW war mit unterschiedlichen Einsatzvarianten bei Vorfällen von Fischsterben involviert, wie in den vorangegangenen Kapiteln schon thematisiert.

Auch im Sommer 2018 ist das THW bei mehreren Fällen von Fischsterben zum Einsatz gekommen. Die BUE oder auch das Bezirksamt hatten das THW an verschiedenen Einsatzstellen um Amtshilfe gebeten: Es sollte das Abfischen der toten Fische oder die Gewässerbelüftung übernehmen. So waren das Regenrückhaltebecken in Lokstedt, der Aßmannkanal in Wilhelmsburg, der Lohmühlenteich in Harburg und der Mahlbusen Hohenwisch die Einsatzstellen des THWs [19]. Der Einsatz am Aßmannkanal in Wilhelmsburg wird im Folgenden als exemplarischer Fall näher beschrieben, da hier sowohl die Belüftung des Gewässers als auch das Abfischen durchgeführt wurde.

Am Abend des 02.06.2018 wurde das THW von der BUE zum Aßmannkanal beordert [7].

Auslöser für den Einsatz waren Anrufe von Anwohnerinnen und Anwohner, die auf das Auftreten toter Fische aufmerksam wurden. Das betroffene Gebiet ist in Abbildung 10 dargestellt.

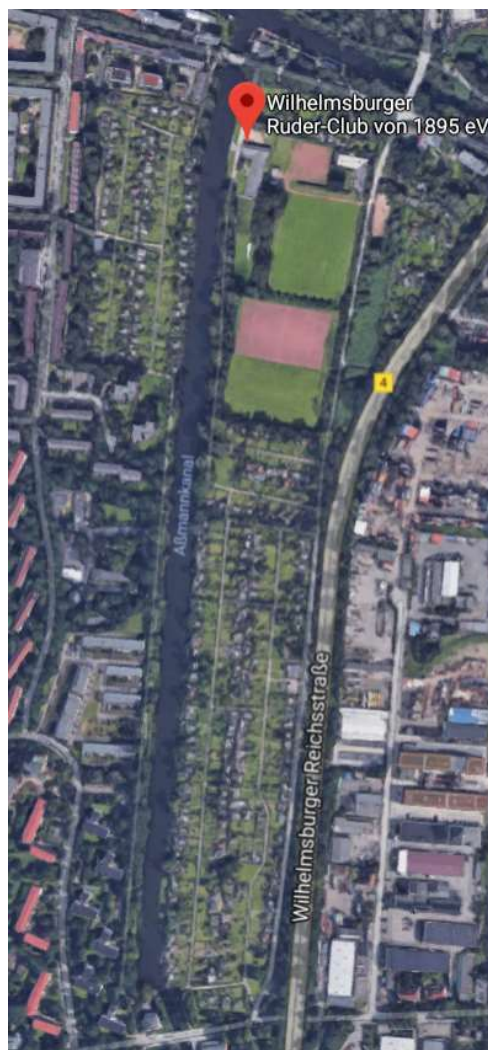


Abbildung 10: Aßmannkanal in Wilhelmsburg und Umgebung [aus 121]

Am dort hervorgehobenen Wilhelmsburger Ruder-Club wurden der Kranplatz sowie der Bereitstellungsraum eingerichtet. Am Kranplatz konnten die notwendigen Boote zum Abfischen zu Wasser gebracht werden.

In jedem Einsatz bildet die PSA für den *Eigenschutz* der Einsatzkräfte einen zentralen Baustein. Bei einigen Einsätzen muss die verwendete PSA über die Grundausstattung des *multifunktionalen Einsatzanzugs* (MEAs) hinausgehen.

Um einen richtigen Einblick in die PSA zu bekommen, folgt im nächsten Unterabschnitt eine kurze Übersicht über die beim THW vorhandene PSA.

Nachfolgend werden zusätzlich die Einsatzbedingungen, das Einsatzvorgehen und die äußeren Bedingungen beschrieben.

4.1 Vorhandene persönliche Schutzausrüstung

Die vorhandene persönliche Schutzausrüstung ist neben dem standartmäßigen MEA sehr vielschichtig. Die zusätzliche PSA ist auf dem vom Havariekommando zur Verfügung gestellten Ölwehrgerät der Fachgruppe Ölschaden untergebracht [32].

Die PSA ist unterteilt in Handschuhe, Stiefel/Schuhe und *Schutzanzüge* [32].

Bei den Handschuhen gibt es drei verschiedene Modelle: Unterziehhandschuhe, Latexhandschuhe und die zum MEA gehörenden Einsatzschutzhandschuhe. Die Unterziehhandschuhe dienen ausschließlich dem besseren Tragekomfort der Latexhandschuhe und haben keine weitere Funktion. Sie sollten stets unter den Latexhandschuhen getragen werden [122]. Daher werden sie nicht jedes Mal in dieser Arbeit aufgeführt, wenn Latexhandschuhe zu verwenden sind. Die Latexhandschuhe sind vom Typ Ultranitritil 485 von der Firma MAPA Professionnel. Diese bieten einen Schutz gegen einige spezifische Chemikalien [123, S. 1]. Die Handschuhe werden im Wesentlichen für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und in der chemischen Industrie verwendet [123, S. 2]. Die THW-Einsatzschutzhandschuhe sind eine Eigenentwicklung des THWs. Diese bestehen aus einer temperaturbeständigen Ausrüstung, eine Gore-Tex Membran und Kevlar. Dadurch sind die Einsatzschutzhandschuhe: stich-, schnitt- und rutschfest, wasser- und winddicht, atmungsaktiv und bieten Schutz gegen Hitze und Kälte [124].

Bei den Stiefeln/Schuhen gibt es ebenfalls drei unterschiedliche Arten: Die Baustiefel, die Chemikalienschutzstiefel und die Einsatzschuhe des MEAs [32]. Die Baustiefel sind von der Firma Nora, Typ Mega-Jan. Diese bieten eine Kälteisolierung und eine bedingte Beständigkeit gegen Öl, Benzin und Säuren [125, S. 10, 126]. Darüber hinaus besitzen diese eine Stahlkappe und eine Stahlzwischensohle [127]. Die Einsatzgebiete sind überwiegend in der Forstwirtschaft und in der Bauindustrie [126]. Die Chemikalienschutzstiefel sind vom Typs Hazmax der Firma GM. Die Stiefel sind beständig gegen Öl, Benzine, Säuren, Laugen und

Lösemittel, haben eine Stahlzwischensohle, eine Stahlkappe und sind Strahlungshitze- und Temperaturbeständig (-30°C-300°C) [128, S. 1–2]. Die Einsatzschuhe des MEAs, sind vom Typ Airpower R91 der Firma HAIX. Die Schuhe sind wasserdicht und haben einen erhöhten Bakterien- und Virenschutz [129].

Zu den Schutzanzügen ist zu sagen, dass es zwei Modelle gibt: den leichten Chemikalienschutzanzug (CSA) und den schweren CSA. Der leichte CSA ist vom Typ Protec Comfort der Firma 3S. Er bietet einen zuverlässigen Schutz vor Stäuben, Partikeln und Sprühnebel. Die Einsatzbereiche sind u.a. der Umgang mit festen und flüssigen Gefahrstoffen (ohne Druck), Tank-Kanalreinigung und Landwirtschaft/Pflanzenschutz [130, S. 6]. Der schwere CSA ist vom Typ ESK 1 PE der Firma Tesimax. Der Schutzanzug ist flüssigkeitsdicht, u.a. auch gegen Infektionsursachen wie Blut oder andere Körperflüssigkeiten, aerosoldicht (Spraydicht) und partikeldicht (Staubdicht), auch gegen kontaminierte Strahlung in Partikelform. Die Einsatzbereiche hier sind u.a. Ungezieferbekämpfung, Noteinsätze nach Unfällen mit Ausbreitung oder Leckagen von Gefahrstoffen und Wasseraufbereitung [131]. Darüber hinaus gibt es noch einen Unterziehanzug. Dieser kann bei Bedarf z.B. bei Kälte getragen werden [32]. Der MEA selbst ist wasserdicht und schützt vor einigen aggressiven, flüssigen Chemikalien [124].

Außerdem sind in der Fachgruppe Wasserschaden/Pumpen auch Pionierwasserhosen in der PSA vorhanden [122]. Sie bieten dem Träger im Wasser Schutz und verhindern das Eindringen von Wasser in die Kleidung [13, S. 22].

Zusätzlich sind noch Wetterschutzanzüge vorhanden. Diese können bei Regen oder bei Arbeiten an oder auf dem Wasser getragen werden und bestehen aus einer Wetterschutzjacke und einer Wetterschutzhose [13, S. 32].

Als letztes ist noch die Rettungsweste zu nennen. Sie verhindert ein Ertrinken der Einsatzkräfte und ist sowohl bei Arbeiten bis zu 1 m am Wasser, als auch bei Arbeiten im oder auf dem Wasser zu verwenden [7, 122].

Die Fachgruppe Ölschaden des THWs ist also durch verschiedene PSA-Optionen für unterschiedliche Einsätze und Bedingungen ausgestattet und gerüstet. Außerdem kann diese Fachgruppe andere Einsatzkräfte mit PSA ausrüsten.

4.2 Äußere Bedingungen

Am Abend des 02.06.2018 hat der Führungsdienst des THWs gemeinsam mit der BUE die Lage vor Ort am Aßmannkanal erkundet und über mögliche Maßnahmen beraten. Die Erkundung erfolgte zuerst von Landseite aus, später auch mithilfe eines Schlauchbootes auf dem Wasser [7]. Die Zuwegung zu dem Gewässer war für Großfahrzeuge nur am Wilhelmsburger Ruder-Club gegeben, weshalb dort auch der Kranplatz und der

Bereitstellungsraum positioniert wurde. An der Einsatzstelle wurde sichtbar, dass sich in dem Gewässer an einigen Stellen tote Fische im Wasser befanden [7]. Die BUE hatte daraufhin das THW gebeten, mit dem Abfischen der toten Tiere zu beginnen. Aufgrund der bereits eingetretenen Dunkelheit konnte diese Maßnahme allerdings an diesem Tag nicht mehr durchgeführt werden [7]. Die Temperaturen schwankten in der Nacht zwischen 10 – 20 °C. Am 03.06.2018 stiegen die Temperaturen tagsüber auf 20 – 25 °C [7]. Bei diesen Temperaturen war der Einsatz in der vollen PSA gut möglich. An diesem Tag konnte dann mit dem Beseitigen der toten Fische begonnen werden.

4.3 Einsatzvorgehen

Das Einsatzvorgehen bei diesem Einsatz sah wie folgt aus: Nach dem Erkunden wurden die beiden ersten Bergungsgruppen sowie der Ladekran der Fachgruppe Ölschaden mit einem Schlauchboot des Ortsverbandes Hamburg-Mitte alarmiert [7].

Durch die Tatsache, dass aufgrund der Dunkelheit kein Abfischen mehr möglich war, wurde beschlossen, das Gewässer zu belüften. Dafür wurde die Fachgruppe Wasserschaden/ Pumpen des Ortsverbandes Hamburg-Bergedorf alarmiert, die mit einer Hochleistungspumpe anrückte [7]. Die Pumpe wurde vor Ort eingerichtet und konnte kurze Zeit später in Betrieb genommen werden. Dies ist in Abbildung 11 dargestellt.



Abbildung 11: Aufbau der Großpumpe zur Gewässerbelüftung Aßmannkanal [aus 132]

Bei diesem Einsatz wurde die erste Variante der Oberflächenbelüftung durchgeführt. Hier wurde das Wasser aus dem Aßmannkanal gepumpt und wieder auf die Gewässeroberfläche berieselt. Das Verfahren wurde die gesamte Nacht durchgeführt [7].

Die bei diesem Einsatz eingesetzte PSA war, neben dem standardmäßig im Einsatz getragenen MEA, nur die Rettungsweste [7]. Wichtig zu bemerken ist hier, dass beim Tragen einer Rettungsweste keinesfalls der Schutzhelm dazu getragen werden darf [122]. Ansonsten könnte dieser beim Öffnen der Rettungsweste der betroffenen Einsatzkraft die Luft abschnüren, falls der Sicherheitsverschluss des Schutzhelms nicht aufgeht [122].

Am nächsten Tag konnte morgens gegen 07:30 mit dem Abfischen der toten Fische begonnen werden. Die Belüftungsmaßnahme wurde an diesem Tag dagegen nicht weiter fortgeführt. Der Abbau der Hochleistungspumpe ist in Abbildung 12 zu sehen.

Bei dem Abfischen der toten Fische unterstützten diverse Hamburger Ortsverbände und zwei Standorte der FF Hamburg [7]. Damit mit dem Entfernen der Fische wirklich begonnen werden konnte, war noch die Beschaffung geeigneter Kescher notwendig. Nachdem dies erledigt wurde, fingen die Einsatzkräfte an, die Fische zu bergen [7]. Dies erfolgte teilweise von Landseite aus, was sich aber als zu schwierig erwies, und daher wurde die Bergung der Fische ausschließlich von der Wasserseite mittels der vorhandenen Boote durchgeführt.



Abbildung 12: Abbau der Großpumpe am Aßmannkanal [aus 132]

Die Firma Buchen, welche in Kapitel 2.2.3 angesprochen wurde, stellte Transportboxen für die abgefischten Fische bereit und transportierte diese anschließend ab [7]. Die bei diesen Aufgaben eingesetzte zusätzliche PSA waren die leichten CSA, Latexhandschuhe und eine Rettungsweste. Obwohl es keine *Dekontamination* gab – die übliche Voraussetzung bei Einsätzen mit Schutzanzügen – wurden die zusätzliche PSA nur verwendet, um eine gröbere Verschmutzung des MEAs zu vermeiden [122]. Dies zeigt Abbildung 13. Allerdings ist hier zu bemerken, dass eine ordnungsgemäße Verklebung des Schutzanzuges mit den Handschuhen nicht durchgeführt wurde.

An diesem Tag konnte das Abfischen beendet werden.

Abschließend ist noch anzuführen, dass die Einsatzkräfte nach einer 8-Stundenschicht durch weitere Einsatzkräfte abgelöst wurden.



Abbildung 13: Schlauchboot mit THW Einsatzkräften beim Abfischen der Fische [aus 132]

Zusammenfassend ist zu bemerken, dass sich der Einsatz über zwei Tage erstreckte. Am ersten Tag wurde abends nur das Gewässer belüftet und am zweiten Tag wurden die toten Fische abgefischt und abtransportiert. Bei der Ausrüstung fehlten nur für das Abfischen einige geeignete Kescher. Über den Einfluss der Belüftungsmaßnahme auf das Gewässer und die abgefischte Fischmenge, wurde keine Informationen gesammelt.

5 Analyse der Fischsterben-Einsätze

Im Folgenden wird die Gefährdungsanalyse der Fischsterben-Einsätze des THWs durchgeführt. Anschließend wird die notwendige PSA bestimmt und mit der in Hamburg und exemplarisch in Nordrhein-Westfalen verwendeten PSA verglichen, um die derzeitigen Umsetzungen der PSA zu analysieren.

5.1 Gefährdungsanalyse

Die Gefährdungsanalyse der Fischsterben-Einsätze des THWs wird mithilfe der HaHi des THWs angefertigt. Die relevanten kompletten HaHi sind in der Anlage dargestellt.

Ein wichtiger Punkt ist, ob die toten Fische und/oder in Verbindung mit einem Blaualgent Teppich als biologische Gefahren eingestuft werden müssen oder nicht [133].

Biologische Gefahren beinhalten z.B. biologische Agenzien, wie Mikroorganismen (Bakterien, Viren, Pilze) und Toxine. Darüber hinaus zählen auch biologische Kampfstoffe zu dieser Gruppe [133].

Die toten Fische werden nicht als biologische Gefahr eingestuft, solange der Grund für das Fischsterben keine Seuche oder Toxine sind. Ein zusätzliches vermehrtes Auftreten von Blaualgen in einem Gewässer ist dagegen als biologische Gefahr zu klassifizieren. Zum einen, weil dadurch die Fische in Folge der Cyanotoxine verendet sein könnten und zum anderen, weil dies grundsätzlich eine Gefahr für den Menschen darstellt, wie in Kapitel 3.4.3 beschrieben. Neben diesen biologischen Gefahren gibt es noch chemische, radiologische und nukleare Gefahren. Dies sind die CBRN – Gefahren [134, S. 6]. Allerdings lassen sich die chemischen, radiologischen und nuklearen Gefahren auf die Fischsterben-Einsätze nicht anwenden. Daher werden diese in dieser Arbeit nicht weiter behandelt.

Die biologischen Gefahren lassen sich in 4 verschiedene Risikogruppen einstufen. Bei der ersten Risikogruppe ist es unwahrscheinlich, dass die Stoffe eine Krankheit auslösen [134, S. 51]. Bei der zweiten Risikogruppe sind Stoffe beinhaltet, welche eine Krankheit hervorrufen und eine Gefahr darstellen können. Allerdings ist eine Verbreitung unwahrscheinlich und eine wirksame Behandlung möglich [134, S. 51]. Die dritte Risikogruppe betrifft Stoffe, die eine schwere Krankheit hervorrufen können und eine ernste Gefahr bedeuten. Eine Verbreitung in der Bevölkerung sowie eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung sind möglich [134, S. 51]. Zusätzlich gibt es noch die Gruppe 3**. Hierzu zählen Stoffe, welche nicht über den Luftweg verbreitet werden können [134, S. 51]. Die Risikogruppe 4 beinhaltet Stoffe, welche eine schwere Krankheit hervorrufen können und eine ernste Gefahr darstellen. Die Gefahr einer Verbreitung ist unter Umständen groß und eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung ist normalerweise nicht möglich [134, S. 51].

Die toten Fische werden keiner Risikogruppe zugeordnet, da diese nicht als biologische Gefahr gelten. Daher besteht auch keine Infektionsgefahr für die Einsatzkräfte.

Das zusätzliche vermehrte Auftreten der Blaualgen ist allerdings in die Risikogruppe 2 einzuordnen, da beim Verschlucken des Wassers Leber- und Nervenschäden die Folge sein können. Dies passiert allerdings erst nach Verschlucken größerer Mengen blualgenhaltigen Wassers [88]. Darüber hinaus können durch eine erhöhte Methanfreisetzung weitere Krankheiten und Beschwerden entstehen. Grundsätzlich ist die davon ausgehende Gefahr für Einsatzkräfte jedoch überschaubar. Bei Hautkontakt kann beim Menschen mit nur leichten und vorübergehenden Krankheitserscheinungen gerechnet werden [90, S. 3]. Die Gefahr ist für die Einsatzkräfte nochmals geringer, da diese nicht in dem betroffenen Gewässer schwimmen und somit keinen Kontakt mit den Blaualgen haben.

In dieser Gefährdungsanalyse werden nur die relevanten Fragen der HaHi berücksichtigt. Diese werden gesammelt pro HaHi in einer Tabelle angegeben. Um den Rahmen dieser Arbeit einzuhalten, werden nur die direkt relevanten und sofort zutreffenden Fragen für die Fischsterben-Einsätze thematisiert. Die vollständigen Tabellen befinden sich im Anhang.

Bei dieser ist zu beachten, dass die beiden Vorgehensweisen, „Belüften des Gewässers durch Großpumpen“ und „Abfischen der toten Fische mit Booten“ getrennt bewertet werden müssen. Jede der im Folgenden relevanten Fragen kann mit ja beantwortet werden. Bei Fragen, wo dies nicht der Fall ist, wird dies explizit genannt. Wie einleitend bereits erwähnt, besteht kein Handlungsbedarf, wenn „Ja“ angekreuzt, bei „Nein“ dagegen schon. Daher sind dann Maßnahmen zur Beseitigung bzw. Reduzierung des Handlungsbedarfes zu formulieren.

Anzufügen ist, dass bei beiden Vorgehensweisen immer der MEA getragen werden muss. Bei Abweichungen davon ist dies stets erwähnt. Daher wird dies nicht explizit bei jeder Frage beschrieben.

Die thematisierten verschiedenen verwendeten PSA, mit Ausnahme des MEAs, werden im Folgenden nur kurz genannt und in Kapitel 5.3 detaillierter bewertet.

Wie in Kapitel 2.2.3 schon thematisiert, besitzt beim THW nur die Fachgruppe Wasserschaden/Pumpen solche Großpumpen. Daher findet hier die HaHi dieser Fachgruppe Anwendung. Die HaHi ist auszugsweise in Tabelle 1 und vollständig im Anhang 1 dargestellt.

2.1.1.: Diese Frage kann nur teilweise mit ja beantwortet werden. Daher besteht hier **Handlungsbedarf**. Die PSA ist in einer ausreichend großen Stückzahl in der Fachgruppe vorhanden [135]. In diesem Fall ist die zusätzliche PSA eine Rettungsweste [122]. Allerdings ist die Umsetzung, also die Benutzung dieser PSA, in der Praxis nicht immer hinreichend gegeben. Dies ist in Abbildung 11 und Abbildung 12 zu sehen. Hier muss eine weitere Sensibilisierung durch die zuständige Führungskraft erfolgen. Beim Einbringen der Schläuche ist eine Pionierwasserhose notwendig [122]. Dies wird in der Regel auch beachtet.

Tabelle 1: HaHi Fachgruppe Wasserschaden/Pumpen [Auszug aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein
2.1	Arbeiten im und am Wasser		
2.1.1	Wird geeignete PSA für Arbeiten im und am Wasser in erforderlicher Anzahl zur Verfügung gestellt und dafür gesorgt, dass sie benutzt wird?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2.5	Einsatz von Pumpen (einschließlich Hochleistungspumpen)		
2.5.1	Wird dafür gesorgt, dass die Verkehrswege an der Einsatzstelle frei von Hindernissen, Sturz- und Stolperstellen sind?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5.2	Wird dafür gesorgt, dass Schläuche gesammelt verlegt werden, um Stolperstellen weitestgehend zu vermeiden, und werden diese gekennzeichnet?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5.4	Wird sichergestellt, dass die Pumpe ausgeschaltet und vom Netz getrennt ist, wenn Arbeiten an der Pumpe oder am Schlauchsystem durchgeführt werden?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.5.1/2.5.2.: Die benötigten Schläuche stellen keine Stolperstellen und darum keine Gefahrenpunkte dar. Auch sind diese gesammelt in den nahegelegenen Kanal und nicht in die Laufwege verlegt worden. Eine Kennzeichnung der Schläuche ist nicht bei jedem Einsatz notwendig. Bei dem Einsatz der Belüftung des Aßmannkanals beispielsweise, war die Belüftung die einzige Maßnahme von Landseite aus. Auch bestand nicht die Gefahr, dass Zivilisten über die Schläuche stolpern können [7].

2.5.4.: In Abbildung 12 ist der Abbau der Großpumpe dargestellt. Hier ist zu sehen, dass die Pumpe außer Betrieb geschaltet wurde und der Abbau gestartet ist.

Das Abfischen der toten Fische ist komplexer und erfordert daher deutlich mehr HaHi.

Als erstes ist hier die HaHi der Fachgruppe Ölschaden zu nennen. Der Auszug mit den relevanten Fragen ist in Tabelle 2, die komplette HaHi in Anhang 2 veranschaulicht.

2.1.1.: Die PSA wird auch hier in Form einer Rettungsweste stets auf den Booten getragen. Es wird dafür gesorgt, dass alle Beteiligten im Boot eine Weste erhalten [136]. Wichtig zu bemerken ist hier aber auch, dass der Schutzhelm **nicht** getragen werden darf, wie in Kapitel 4.3 bereits beschrieben. Auf die weitere PSA wird hier nicht eingegangen. Dies wird in Frage 3.4. dieser HaHi behandelt.

2.1.2.: Die Wasserrettung wird stets selbstständig an der Einsatzstelle organisiert. Dies ist immer durch entsprechendes Fachpersonal der Fachgruppe Ölschaden oder auch der Fachgruppe Wassergefahren gegeben. Darüber hinaus ist ein Boot festgelegt, welches die Wasserrettung sicherstellt [136].

Tabelle 2: HaHi Fachgruppe Ölschaden [Auszug aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein
2	Arbeiten im und am Wasser		
2.1	Schutzausrüstung und Wasserrettung		
2.1.1	Wird geeignete PSA für Arbeiten im und am Wasser in erforderlicher Anzahl zur Verfügung gestellt und dafür gesorgt, dass sie benutzt wird?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.1.2	Wird bei Arbeiten im und am Wasser die Wasserrettung an der Einsatzstelle organisiert	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4	Führen von Wasserfahrzeugen		
2.4.2	Sind für die zugelassene Personenzahl ausreichend Rettungsmittel an Bord?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4.3	Wird sichergestellt, dass das Wasserfahrzeug nicht überladen wird?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4.6	Sind die Bodenflächen des Wasserfahrzeuges rutschhemmend und frei von Stolperstellen und Hindernissen?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Gefahrstoffe		
3.1	Wird durch spezielle Unterweisungen sichergestellt, dass das Gefahrenpotenzial kontaminierten Wassers erkannt wird und entsprechende Maßnahmen getroffen werden?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2	Wird sichergestellt, dass alle Geräte und Materialien regelmäßig gereinigt werden?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4	Wird geeignete PSA gegen Gefährdung durch Gefahrstoffe zur Verfügung gestellt und dafür gesorgt, dass sie benutzt wird?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Bewegen von Lasten		
4.2	Arbeiten mit Kranen, Winden, Hub- und Zuggeräten		
4.2.6	Werden geeignete Maßnahmen getroffen, um unkontrollierte Bewegungen des Kranhakens sowie daraus resultierende Gefährdungen zu vermeiden?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2.8	Wird sichergestellt, dass sich bei Ausführung von Arbeiten mit Kranen keine Personen im Gefahrenbereich aufhalten?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2.10	Ist sichergestellt, dass bei der Einsatzplanung von Kranarbeiten die örtlichen Gegebenheiten berücksichtigt werden?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2.11	Ist geregelt, dass vor Beginn der Kranarbeiten die örtlichen Gegebenheiten auf ausreichend Standfestigkeit geprüft werden?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.4.2.: Für die zugelassene Personenzahl sind ausreichend Rettungsmittel an Bord. Zum einen haben alle Einsatzkräfte eine Rettungsweste an, zum anderen gibt es auf jedem Boot zusätzlich einen Rettungsring mit Leine, einen Rettungshaken und einen kleinen Erste-Hilfe Kasten [136].

2.4.3.: Die Überladung des Wasserfahrzeuges zu vermeiden liegt in der Zuständigkeit und Verantwortung der Bootsführerin oder des Bootsführers. Diese oder dieser muss darauf achten, dass beispielsweise der Behälter mit den toten Fischen nicht zu groß bzw. zu voll ist, sodass dieser das maximale Traggewicht des Bootes übersteigt [136].

2.4.6.: Die Bodenflächen müssen stets frei von Stolperstellen und Hindernissen sein, welches ebenfalls durch die Bootsführerin oder den Bootsführer sichergestellt werden muss. Durch ein am Boden verbautes Riffelblech ist auch ein rutschhemmender Boden in einem Boot sichergestellt. Allerdings hat dieses keine weitere rutschhemmende Beschichtung [136]. Bei den Fischsterben-Einsätzen ist dies aber vollkommen ausreichend.

3.1.: Durch die zuständige Führungskraft wird an der Einsatzstelle immer bei einer möglichen *Kontamination* eine kurze Unterweisung der speziellen Gefahren durchgeführt. Ebenfalls werden vor Ort entsprechende Schutzmaßnahmen getroffen. Je nach Art der möglichen Kontamination ist dies meist in Form von PSA gegeben [32]. Diese Frage ist ebenfalls beim Belüften der Gewässer relevant.

3.2.: Zu dieser Frage ist zu bemerken, dass die Wahrscheinlichkeit einer groben Verschmutzung der eingesetzten Geräte und Materialien bei einem Fischsterben-Einsatz sehr unwahrscheinlich ist. Eine Verschmutzung kann durchaus durch tote Fische oder ein großes Blaualgen-Vorkommen entstehen. Allerdings ist dies nicht zu vergleichen wie z.B. mit einer Verschmutzung durch Öl [136].

Darüber hinaus ist die Verschmutzung bei den Fischsterben-Einsätzen im Jahr 2018 kein Problem für andere Gewässer, da dadurch weder ein weiteres Fischsterben noch eine Algenblüte hervorgerufen werden kann. Deshalb kann bei den Fischsterben-Einsätzen die Reinigung ausschließlich mit Wasser durchgeführt werden.

3.4.: Diese Frage lässt sich nur teilweise mit ja beantworten. Deshalb besteht auch hier **Handlungsbedarf**. In Abbildung 13 lässt sich gut erkennen, dass geeignete PSA gegen Gefährdung durch Gefahrstoffe in ausreichender Form zur Verfügung gestellt werden. Bei einem Fischsterben sind das der Schutzanzug und die Latexhandschuhe. Standardmäßig werden die Handschuhe mit dem Schutzanzug verklebt, damit dieser seine Schutzeigenschaften erfüllen kann [122]. Zusätzlich wird ein Ausziehen der Handschuhe und Hochschieben des Anzuges unmöglich. Ob diese eingesetzte PSA die zutreffendste war, wird in Kapitel 5.2 analysiert. Die zuständige Führungskraft muss die Einsatzkräfte vor dem Einsatz in dem Gefahrengebiet dafür sensibilisieren und die Verklebung muss beim Anlegen der zusätzlichen PSA immer erfolgen [122]. Auch diese Frage ist für das Belüften der Gewässer relevant, allerdings erst bei einer Blaualgenblüte.

4.2.6.: Um unkontrollierte Bewegungen des Kranhakens und deren Gefährdungen zu vermeiden, kann die Geschwindigkeit des Krans als langsam oder mäßig schnell eingestellt werden [136].

4.2.8.: Dass keine Personen im Gefahrenbereich sind, ist durch stetiges Hinweisen gegeben. Dies erfolgt durch die Kranführerin oder den Kranführer und die zuständige Führungskraft vor Beginn der Tätigkeit [136].

4.2.10/4.2.11.: Die Einsatzleiterin oder der Einsatzleiter muss für die Kranarbeiten auch die örtlichen Gegebenheiten berücksichtigen. Hier spielt auch die Standfestigkeit eine Rolle. Deshalb werden bei schlechten Gegebenheiten andere Kranplätze gesucht, an welchen der Einsatz sicher gewährleistet werden kann [135]. Zu beachten ist aber, dass nur eine kurze Standfestigkeitsprüfung vor Beginn der Kranarbeiten durchgeführt werden kann. Dies ist darin begründet, dass die Einsatzstelle nicht im Vorhinein bekannt ist und dahingehend untersucht werden kann [135].

Die HaHi des innerbetrieblichen Transports mit Kranen, Winden, Hub- und Zuggeräten ist auch relevant. Die zutreffenden Fragen sind in Tabelle 3 aufgelistet. Die vollständige HaHi ist im Anhang 3 zu finden.

Tabelle 3: HaHi Innerbetrieblicher Transport mit Kranen, Winden und Hub- und Zuggeräten [Auszug aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein
1	Grundsatzfragen zu Kranen, Winden, Hub- und Zuggeräten		
1.5	Wird geeignete PSA zur Verfügung gestellt und dafür gesorgt, dass sie benutzt wird?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6	Wird die Tragfähigkeit und Belastbarkeit des verwendeten Kranes beachtet?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.5.: Dies ist bei jeglichem Einsatz mit einem Kran gegeben, da alle Einsatzkräfte einen Schutzhelm besitzen. Außerdem sorgt die zuständige Führungskraft und die Kranführerin oder der Kranführer immer dafür, dass dieser dann auch zu benutzen ist [136].

1.6.: Die Tragfähigkeit und Belastbarkeit des verwendeten Krans sind immer mit diversen Piktogrammen dargestellt. Auf diesen ist die Auslenkung des Krans mit der zugehörigen Tragfähigkeit zu sehen. Des Weiteren hat dieser eine Abschaltautomatik eingebaut, welche bei Belastungen über 90% der maximalen Last abschaltet [136].

Als nächstes spielt hier die HaHi „Allgemeine Prüfliste Technische Hilfeleistung“ eine Rolle. Diese ist im Auszug in Tabelle 4 angeführt. Die komplette HaHi ist im Anhang 4 dargestellt.

1.1.: Bei den Fischsterben-Einsätzen ist die Lage nicht sehr zeitkritisch, wie z.B. bei einem Wohnhausbrand. Daher besteht eine ausreichende Vorbereitungs- und Vorplanungszeit [7]. Zudem werden diese auch nur durch Amtshilfe für die BUE oder das Bezirksamt durchgeführt.

1.8.: Diese Frage ist nur für Einsätze in den Abendstunden relevant. Die ausreichende Beleuchtung der Einsatzstellen ist für das THW kein Problem, da auf jeder Bergungsgruppe ausreichend Leuchten vorhanden sind [135].

Tabelle 4: HaHi Allgemeine Prüfliste Technische Hilfeleistung [Auszug aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein
1	Grundsatzfragen zu Kranen, Winden, Hub- und Zuggeräten		
1.1	Werden Tätigkeiten nur nach Auftrag und ausreichender Vorplanung ausgeführt?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.8	Wird für eine ausreichende Beleuchtung an den Einsatzstellen gesorgt, damit die Tätigkeiten ohne Gefährdung durchgeführt werden können?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.13	Besteht die Möglichkeit der Hautreinigung bei Kontakt mit biologischen oder chemischen Stoffen?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Organisation bei Einsätzen		
2.4	Wird Vorsorge für die notwendige Versorgung (z.B. Verpflegung, Toiletten) der Beschäftigten an der Einsatzstelle getroffen?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.15	Sind für die Arbeiten bei hohen Temperaturen, UV-Strahlung oder erhöhte Ozonwerte geeignete Regelungen vorhanden und Maßnahmen getroffen?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.16	Sind für Arbeiten bei niedrigen Temperaturen, Nässe oder Glätte geeignete Regelungen vorhanden und Maßnahmen getroffen?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.13.: Diese Frage ist nur teilweise mit ja zu beantworten. Daher besteht hier **Handlungsbedarf**. Eine Dekontamination erfolgt nicht, ein einfaches Händewaschen dagegen ist immer möglich [7]. Dies ist durch die Fachgruppe Ölschaden sichergestellt. Diese besitzt spezielle Hygieneboxen, in welchen sich diverse Hautschutzmittel, wie z.B. Desinfektionsmittel, befinden [7]. Eine größere Kontamination könnte sich beispielhaft ergeben, wenn eine Einsatzkraft in einen Blaualgent Teppich fällt. Dabei ist sofort eine komplette Hautreinigung notwendig. Daher muss hier differenziert werden. Bei Einsätzen mit einem Blaualgent Teppich muss eine Dekontamination eingerichtet werden. Ist das Gewässer jedoch nicht von Blaualgen betroffen so kann darauf verzichtet werden.

Wird bei einem solchen Unfall von dem Betroffenen viel Wasser geschluckt ist unverzüglich der Notruf zu wählen.

2.4.: Die notwendige Versorgung wird am Anfang jedes Einsatzes geprüft und hergestellt. Am Beispiel des Aßmannkanals wurde am 03.06.2018 die Fachgruppe Logistik Verpflegung des THWs alarmiert, um die Verpflegung sicherzustellen. Die Toiletten wurden durch die BUE in dem Wilhelmsburger Ruderclub organisiert [7].

2.15.: Bei hohen Temperaturen gibt es verschiedene Maßnahmen, die durchgeführt werden. Als erstes ist hier die Ausgabe von chemischem Sonnenschutz (z.B. Sonnenspray) zu nennen. Darüber hinaus achtet die zuständige Führungskraft bzw. die Einsatzleiterin oder der Einsatzleiter bei Arbeiten mit Schutzanzügen oder unter großer physischer Beanspruchung, auch auf ausreichend Trinkpausen bzw. frühzeitigen Personalwechsel [7]. Auch besteht die Möglichkeit beim Abfischen der toten Fische den leichten CSA zu verwenden. Unter diesem kann auch in Unterwäsche gearbeitet werden. Daher ist dieser dann deutlich angenehmer als

der dickere MEA. Allerdings ist bei Arbeiten bei hohen Temperaturen stets die Einsatzleiterin oder der Einsatzleiter gefordert. Diese oder dieser legt die zumutbare Einsatzzeit der Einsatzkräfte und die verwendete PSA in Abhängigkeit der Arbeitsaufgabe fest [7]. Diese Einschätzung ist immer Ermessenssache.

2.16.: Bei niedrigen Temperaturen gibt es ebenfalls unterschiedliche Maßnahmen. Zuerst sind die verschiedenen Unterziehmöglichkeiten anzuführen. Hier gibt es bei Arbeiten mit Schutzanzügen den Unterziehanzug. Auch besteht die Möglichkeit Teile des MEAs unter dem leichten CSA zu tragen, wie z.B. die Einsatzschutzhose, das Funktions-T-Shirt (Langarm/kurzarm) und die Fleecejacke. Bei Arbeiten mit dem MEA ist hier die Fleecejacke zu nennen, welche unter die Einsatzschutzjacke gezogen werden kann. Zusätzlich kann hier das Langarm-Shirt verwendet werden. Auch bei kalten Temperaturen ist die Einsatzleiterin oder der Einsatzleiter gefordert. Diese oder dieser sorgt dafür, dass sich die Einsatzkräfte in der Pause wieder aufwärmen können [7]. Idealerweise ist dies durch eine warme Umgebung gegeben. Dies kann aber leider nicht bei jedem Einsatz durchgeführt werden. Zusätzlich, bzw. alternativ sind warme Getränke angebracht.

Bei Nässe kann der Wetterschutzanzug verwendet werden.

Darüber hinaus ist die HaHi Hautschutz in Tabelle 5 wichtig. Vollständig ist diese im Anhang 5 vorhanden.

Tabelle 5: HaHi Hautschutz [Auszug aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein
1	Hautgefährdende Tätigkeit		
1.4	Wird bei den ausgeübten Tätigkeiten eine starke Verschmutzung der Haut/Hände vermieden?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6	Wird bei den ausgeübten Tätigkeiten ein direkter Hautkontakt durch Spritzer, Gase, Dämpfe oder Aerosole vermieden?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.4/1.6.: Der direkte Hautkontakt durch starke Verschmutzung und Spritzer wird durch Verwendung von geeigneter PSA vermieden.

Bei dem Einsatzbeispiel Aßmannkanal wurde die Vermeidung durch das Tragen von dem leichten CSA und Latexhandschuhen durchgeführt [122]. Bei einer Blaualgenblüte ist diese Frage auch relevant für das Belüften des Gewässers. Insbesondere beim Einholen der Schläuche nach dem Einsatz.

Eine weitere zutreffende HaHi ist in Anhang 6 vollständig und auszugsweise in Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6: HaHi Gefahrstoffe [Auszug aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein
1	Ermittlung und Bewertung der Gefährdung		
1.2	Sind alle vorhandenen Arbeits- und Gefahrstoffe bekannt?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

1.2.: Diese Frage ist im Einsatzgeschehen immer mit nein zu beantworten. Aufgrund dessen besteht hier ebenfalls **Handlungsbedarf**. Da hier die möglichen Einsatzgebiete nie im Vorhinein feststehen, ist eine Kenntnis aller vor Ort vorhandenen Arbeits- und Gefahrstoffe nicht möglich. Auch ist eine Erfassung bzw. Analyse aller vor Ort auftretenden möglichen Gefahrstoffe sehr schwer möglich [122]. Daher muss im Einsatz mit Gefahrstoffen oder auch nur möglichen Gefahrstoffen stets mit großer Vorsicht vorgegangen werden. Außerdem sollte bei solchen Einsätzen immer die PSA verwendet werden, welche besser gegen Gefahrstoffe schützt. Dies ist aber allen Führungskräften bekannt und daher auch für das Belüften wichtig.

Auch ist die HaHi Erste Hilfe zu beachten. Diese ist in Anhang 7, die relevanten Fragen in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: HaHi Erste Hilfe [Auszug aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein
3	Erste-Hilfe Material		
3.1	Ist Erste-Hilfe-Material in ausreichender Menge vorhanden?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.1.: Erste-Hilfe-Material ist in jedem Einsatzfahrzeug und auch auf jedem Einsatzboot des THWs vorhanden. Des Weiteren wird stets dafür gesorgt, dass dieses vollständig, halt- und verwendbar ist [135]. Auch hier trifft dies auf das Belüften der Gewässer zu.

Die vorletzte benötigte HaHi ist die der Arbeitsschutzorganisation. Diese ist in Tabelle 8 mit den zutreffenden Fragen und in Anhang 8 im Ganzen angeführt.

Tabelle 8: HaHi Arbeitsschutzorganisation [Auszug aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein
2	Regelungen zur Organisation		
2.2	Sind Ersthelfer und Personen für Brandbekämpfung bestellt?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.2.: In der THW Grundausbildung wird ein Feuerlöscher Training durchgeführt. Ebenfalls muss im Vorfeld dieser, eine Ersthelferausbildung abgeschlossen werden. Daher sind alle Einsatzkräfte des THWs sowohl als Ersthelfende, als auch für die Brandschutzbekämpfung bestellt [135].

Tabelle 9 beinhaltet den relevanten Auszug der letzten HaHi. Diese ist die HaHi Arbeitsmittel und ist im Anhang 9 vollkommen beschrieben.

Tabelle 9: HaHi Arbeitsmittel [Auszug aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein
2	Wird sichergestellt, dass die Beschäftigten nur die Arbeitsmittel verwenden, die ihnen der Arbeitgeber zur Verfügung gestellt hat?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.: Bei den Fischsterben-Einsätzen ist dies durchgehend sichergestellt, da die handelnden Personen immer die vorgegebene PSA verwenden. Darüber hinaus ist dies ebenfalls für die nicht direkt handelnden und die Einsatzkräfte bei der Gewässerbelüftung auch sichergestellt. Diese tragen in jedem Einsatz den MEA [122].

Eine weitere wichtige Gefährdung, welche bereits in Kapitel 3.4.3 erwähnt wurde, ist der Ausstoß von Methan durch Blaualgen. Auch wurde in Abschnitt 3.4.6 die Methanausgasung aus den Sedimenten thematisiert. Dieses verstärkt den an der Einsatzstelle vorhandenen Ausstoß.

Dieser Ausstoß ist vor allem abhängig von der Größe des Blaualgent Teppichs und den vorhandenen Sedimenten. Methan kann beim Einatmen zu Gesundheitsschäden führen. Diese können z.B. Atembeschwerden, Schwindel oder Benommenheit sein. Bei Einatmen höherer Konzentrationen besteht Erstickungsgefahr [137, S. 1].

Ein Blaualgent Teppich und ausgasende Sedimente können sowohl beim Abfischen der toten Fische, als auch beim Belüften eines Gewässers vorhanden sein. Daher ist dieses für beide Tätigkeiten relevant. Zusätzlich spielt die Einsatzzeit bei der aufgenommenen Menge eine wichtige Rolle. Aufgrund dessen sollte ein Methanmessgerät bei jedem Fischsterben-Einsatz mitgeführt werden.

Ein zweiter sehr wichtiger Punkt ist, dass Methan mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch bilden kann. Die untere *Explosionsgrenze* von Methan liegt bei 4,4 Vol. %, die obere Explosionsgrenze bei 17 Vol.-% [137, S. 1]. Daher ist bei Einsätzen mit Blaualgen unbedingt darauf zu achten, dass keine Zündquellen in die Nähe gelangen können. Zur Überwachung der Explosionsgrenzen ist unbedingt das Messgerät der Fachgruppe Ölschaden oder das Messgerät des Zugtrupps zu verwenden [7, 138]. Hier ist das Dräger X-AM 7000 Mehrgasmessgerät vorhanden [7]. Bei Erreichen der unteren Explosionsgrenze ist dann Umluftunabhängige Atemschutzversorgung, in Form von Atemschutzgeräten zu verwenden. Ein Filtergerät für Methan ist nicht verwendbar, da dieses unwirksam wäre [137, S. 1–2].

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass viele Gefährdungen bei den Fischsterben-Einsätzen bestehen. Diese sind aber größtenteils allgemeine Gefahren. So treten viele dieser Gefährdungen ebenso bei vielen anderen Einsätzen auf. Bei dem Großteil der Gefährdungen bei den Fischsterben-Einsätzen konnte aber festgestellt werden, dass kein Handlungsbedarf

besteht. Bei einigen Punkten besteht dieser allerdings mehr oder weniger. Diese werden in Kapitel 6 nochmal ausdrücklicher beschrieben.

5.2 Notwendige persönliche Schutzausrüstung

Aus der in Kapitel 4.1 beschriebenen PSA und den in Kapitel 5.1 beschriebenen Gefährdungen lässt sich die notwendige PSA für solche Einsätze ableiten.

Genau wie bei der Gefährdungsanalyse muss auch hier zwischen der „Belüftung des Gewässers“ sowie dem „Abfischen der toten Fische differenziert werden“.

Aufgrund der Tatsache, dass die toten Fische nicht als biologische Gefahr eingestuft wurden, könnte hier nur mit dem MEA und den Latexhandschuhen gearbeitet werden. Um eine gröbere Verschmutzung des MEAs zu vermeiden, ist es bei diesen Einsätzen angebracht, mit zusätzlicher PSA zu arbeiten. Diese kann in Form der leichten CSAs zur Verfügung gestellt werden.

Bei dem Abfischen der toten Fische mit einem vermehrten Blaualgenvorkommen ist dagegen zusätzliche PSA erforderlich. Wie in Kapitel 5.1 beschrieben, stellt dies eine biologische Gefahr dar. Daher ist eine aus Handschuhen, Schutzanzug und Rettungsweste bestehende PSA zu tragen. Bei den Handschuhen sind die Latexhandschuhe zu benutzen. Die Standard-THW-Einsatzschutzhandschuhe könnten ansonsten zu stark verschmutzt und kontaminiert werden. Bei den Schutzanzügen ist der leichte CSA zu verwenden. In den Booten ist nicht mit größeren Mengen der Gefahrstoffe zu rechnen. Hier sind lediglich einige Spritzer beim Abfischen der toten Fische und während der Fahrt zu erwarten. Daher sind auch die THW-Einsatzschuhe ausreichend und können daher bei Bedarf nach dem Einsatz mit Wasser gesäubert werden. Auch müssen natürlich, wie in Kapitel 4.1 bereits beschrieben, bei Arbeiten im, bis zu 1 m am und auf dem Wasser Rettungswesten getragen werden.

Bei dem Belüften des Gewässers sieht es nur geringfügig anders aus. Auch hier ist es ausreichend, beim Belüften einfacher Gewässer ohne vermehrtes Blaualgenvorkommen den MEA zu tragen. Zusätzlich ist auch hier bei Arbeiten am, im oder auf dem Wasser eine Rettungsweste zu tragen. Darüber hinaus ist bei Arbeiten im Wasser eine Pionierwasserhose zu verwenden. Bei Arbeiten an der Großpumpe und den Schläuchen vor der Benutzung im Gewässer sind auch die THW-Einsatzschutzhandschuhe ausreichend. Nach der Benutzung sind bei Arbeiten mit den Schläuchen allerdings die Latexhandschuhe zu verwenden. Eine Dekontamination ist hier nicht notwendig.

Bei Belüften eines Gewässers mit vermehrtem Blaualgenvorkommen ist vorher ebenfalls der MEA ausreichend. Bei Arbeiten am und im Gewässer ist ebenfalls die Rettungsweste und im Gewässer die Pionierwasserhose zu verwenden. Danach ist weiter zu differenzieren: Ist an der Entnahmestelle für die Gewässerbelüftung kein direkter Blaualgent Teppich vorhanden, sind

sowohl vor als auch nach der Benutzung die Latexhandschuhe zu verwenden. Dies gilt auch für die weiteren Arbeiten mit den benutzten Schläuchen. Hier ist aber unbedingt auf den Wind und die Gewässerbewegung zu achten, um mögliche Blaualgenbewegungen frühzeitig zu erkennen. Ist an der Entnahmestelle dagegen direkt ein Blaualgent Teppich vorhanden, so ist zusätzlich eine Dekontamination bereitzustellen. Darüber hinaus ist bei allen Arbeiten am Wasser und bei Arbeiten nach der Benutzung mit den verwendeten Schläuchen, wie beim Abfischen, der leichte CSA in Kombination mit den Latexhandschuhen und der Rettungsweste zu tragen. Bei Arbeiten im Wasser ist weiterhin zusätzlich die Pinoierwasserhose zu verwenden.

Eine Verwendung von Atemschutz ist abhängig von der bestehenden Konzentration von Methan. Somit ist dies für jeden Einsatz speziell zu untersuchen. Sind keine Blaualgen vorhanden, so ist prinzipiell kein Atemschutz notwendig.

Es ist also immer von der jeweiligen Situation und Aufgabe abhängig, welche PSA notwendig ist. Zwischen der notwendigen PSA bei der Belüftung der Gewässer und dem Abfischen toter Fische gibt es jedoch keine grundlegenden Unterschiede. Bei einem vermehrten Blaualgenvorkommen ist aber große Vorsicht geboten. Daher sind dort auch mehr Eigenschutzmaßnahmen notwendig.

5.3 Vergleich persönlicher Schutzausrüstung

Die im vorherigen Kapitel herausgearbeitete zusätzliche PSA kann nun mit der in Hamburg eingesetzten PSA und exemplarisch mit der in Nordrhein-Westfalen verwendeten PSA verglichen werden.

5.3.1 Abfischen in Hamburg

Wie in Kapitel 4 schon beschrieben wurden dort beim Abfischen der toten Fische der leichte CSA und die Latexhandschuhe verwendet. Ebenfalls war in diesem Fall kein Blaualgent Teppich vorhanden. Daher stimmt die verwendete PSA mit der notwendigen PSA bei diesem Einsatz überein bzw. geht sogar über die Anforderungen hinaus. Ergänzend könnte noch angeführt werden, dass für den besseren Tragekomfort die Unterziehhandschuhe getragen werden könnten.

Allerdings ist die Umsetzung der Verwendung der PSA nicht ordnungsgemäß, wie in Unterkapitel 4.3 beschrieben. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass der Schutzanzug nicht hochgeschoben und die Schutzhandschuhe nicht ausgezogen werden können. Daher ist eine ordnungsgemäße Verklebung des Schutzanzuges mit den Schutzhandschuhen zwingend erforderlich, um die Erfüllung der Schutzfunktion zu gewährleisten.

Zusammenfassend stimmte die verwendete PSA mit der notwendigen überein bzw. ging sogar über diese hinaus. In der Umsetzung ist aber zukünftig unbedingt auf eine Verklebung der PSA zu achten.

5.3.2 Abfischen in Nordrhein-Westfalen

Wie in Kapitel 3.1.2 beschrieben, gab es auch im Aasee in Münster ein größeres Fischsterben. In Abbildung 14 ist das Abfischen zu sehen. Hier ist zu bemerken, dass ebenfalls keine Blaualgenblüte in dem Gewässer vorhanden war.

In der Abbildung ist gut zu erkennen, dass die benutzte PSA lediglich aus der Arbeitskleidung des Tiefbauamtes und Schutzhandschuhen besteht.



Abbildung 14: Mitarbeiter des Tiefbauamtes und Mitglieder des Angelvereins holten tote Tiere aus dem Aasee in Münster [aus 139]

Es fehlen elementare Sachen, wie bspw. Rettungswesten und Schutzanzüge. In diesem Fall sind auch explizit Schutzanzüge notwendig, da die in der Abbildung vorhandene Kleidung nur einfache, teils sogar kurzärmelige Straßenkleidung ist. Alternativ könnte auch Kleidung, welche ungefähr dem MEA des THWs entspricht verwendet werden. Darüber hinaus ist die Tauglichkeit der dort verwendeten Handschuhe zu prüfen.

Hier ist abschließend zu bemerken, dass die verwendete PSA überhaupt nicht mit der notwendigen übereinstimmt. Hier sind mindestens zusätzlich eine Rettungsweste und ein Schutzanzug zu tragen. Der Eigenschutz der Einsatzkräfte ist überhaupt nicht gewährleistet.

6 Empfehlung für die Handlungsanweisung

Aus den Kapiteln vorher lässt sich nun eine Empfehlung für die Handlungsanweisung ableiten. In diesem Kapitel werden der Handlungsbedarf der verschiedenen Gefährdungen, die erforderliche PSA für die verschiedenen Tätigkeiten und die sinnvollsten Vorsorgemaßnahmen noch einmal kurz aufgeführt.

1. Es muss stetig dafür gesorgt werden, dass die Einsatzkräfte bei Arbeiten im, auf und am Wasser innerhalb eines Meters die Rettungsweste tragen. Wichtig ist, dass dieses auch bei nur kurzen Einsätzen im Gefahrenbereich, welche nur wenige Sekunden in Anspruch nehmen, durchgeführt wird.
2. Ebenfalls ist es bei Arbeiten mit einem CSA wichtig, dass dieser ordnungsgemäß verklebt wird. Nur so werden die gewünschten Schutzeigenschaften erreicht. Dieses ist unbedingt bei jedem Einsatz sicherzustellen.
3. Ein weiterer Punkt ist, dass bei Einsätzen mit einem Blaualgent Teppich eine Dekontamination eingerichtet werden muss. Beim Belüften der Gewässer ist diese erst notwendig, wenn der Blaualgent Teppich direkt an der Entnahmestelle für die Gewässerbelüftung liegt. Hier ist aber stetig auf die Gewässerbewegung und den Wind zu achten. Dadurch könnte im Verlauf eines Einsatzes noch ein Blaualgent Teppich entstehen bzw. an die Entnahmestelle gelangen.
4. Auch sind im Einsatz niemals alle Arbeits- und Gefahrstoffe bekannt. Dies muss allen Einsatzkräften stets bewusst sein. Die zuständige Führungskraft hat diesbezüglich die Einsatzkräfte für diesen Sachverhalt zu sensibilisieren.
5. Darüber hinaus sind die folgenden Schutzausrüstungen bei den verschiedenen Tätigkeiten zu verwenden
 - 5.1. Beim Abfischen der toten Fische ist es ausreichend, wenn der MEA in Kombination mit den Latexhandschuhen und der Rettungsweste benutzt wird. Hier wird aber der leichte CSA mit den Latexhandschuhen und der Rettungsweste empfohlen. Dieses ist bei einem Abfischen der toten Fische mit einem vorhandenen großen Blaualgenvorkommen keine Empfehlung mehr, sondern eine Anweisung.
 - 5.2. Bei Belüftung eines Gewässers sind bei Arbeiten am Wasser und nach der Benutzung, bei Arbeiten mit den verwendeten Schläuchen der MEA mit den Latexhandschuhen und der Rettungsweste ausreichend. Letztere kann bei Arbeiten, welche nicht am Wasser durchgeführt werden, weggelassen werden. Bei einem direkten Blaualgent Teppich an der Belüftungsstelle sind dagegen der leichte CSA, die Latexhandschuhe und die Rettungsweste zu tragen. Die Einschränkung bezüglich der Rettungsweste findet hier ebenfalls Beachtung.

6. Bei Arbeiten im Wasser ist bei beiden Möglichkeiten, unabhängig von einem Blaualgenauftreten, stets zusätzlich die Pionierwasserhose zu tragen.
7. Ergänzend ist bei allen Fischsterben-Einsätzen ein Messgerät an der Einsatzstelle notwendig, um die Explosionsgrenzen zu bestimmen. Übersteigt der gemessene Wert die untere Explosionsgrenze, so ist der Gefahrenbereich unverzüglich zu verlassen. Ein Wiederbetreten ist nur unter Umluftunabhängigen Atemschutz möglich. Dies sollte aber bei Überschreiten der unteren Explosionsgrenze zunächst ausgeschlossen werden. Daher ist bei jedem Fischsterben-Einsatz ein Messgerät mitzuführen, welches Methan detektieren kann. Hier ist zu prüfen, ob das Dräger X-AM 7000 Mehrgasmessgerät der Fachgruppe Ölschaden und den Zugtrupps ausreichend ist. Darüber hinaus ist zu bewerten, ob genügend Einsatzkräfte in der Lage sind, dieses zu bedienen. Ansonsten ist eine Einweisung auf dieses Messgerät durchzuführen.

Die sinnvollste Vorsorgemaßnahme für die Gewässer ist derzeit die Oberflächenbelüftung durch Großpumpen. Allerdings nur wenn es ein angrenzendes Gewässer gibt, welches sauerstoffreicheres Wasser führt und dieses für die Belüftung des betroffenen Gewässers genutzt wird.

Zukünftig würde eine Unterflächenbelüftung mithilfe von Druckluft durch am Gewässerboden verlegte Schläuche einen größeren Effekt erzielen. Aufgrund der vielen Gewässer in Hamburg ist die Variante mit den mobilen Anlagen zu bevorzugen. Diese Variante müsste dann aber frühzeitig in betroffene oder zukünftig betroffene Gewässer eingebracht werden. Daher ist für diese Variante zusätzlich ein Konzept zur Erreichung dieser Anforderung zu erarbeiten.

Ebenfalls ist zukünftig auf einen geringeren Phosphoreintrag hinzuwirken, damit ein größeres Blaualgenvorkommen vermieden werden kann. Daher ist die Zugabe von Eisen-III-chlorid zu prüfen. Auf lange Sicht ist die Problematik jedoch am wirkungsvollsten durch eine nachhaltige Verminderung von Einträgen in Flüsse zu bekämpfen. Die Ansatzpunkte dafür liegen in der Landwirtschaft und bei Klärwerken.

Auch sollte langfristig auf die Trennkanalsysteme hingewirkt werden. Dadurch kann kein Abwasser mehr durch starke Regenfälle in die Gewässer gelangen.

Eine Prognose, ob das Fischsterben ein größeres Problem werden wird, lässt sich aus den Entwicklungen der vergangenen Jahre nicht treffen. Dafür waren die verschiedenen Vorkommen zu different.

Durch die Klimaerwärmung wird jedoch ein zukünftiges vermehrtes Auftreten des Fischsterbens begünstigt.

7 Zusammenfassung

Die Vorkommen der Fischsterben sind in Deutschland sehr verschieden. Einzig die Metropolregionen Hamburg und Berlin sind sehr häufig betroffen. Ebenfalls war das Vorkommen in der Vergangenheit deutschland- und weltweit sehr unterschiedlich. So kann keine wirkliche Tendenz für die Zukunft abgeleitet werden.

Die möglichen Auslöser für ein solches Fischsterben sind sehr vielfältig. Die größten Auslöser sind die Wetterbedingungen. So kann sowohl eine längere Hitze, als auch eine längere Kälteperiode das Fischsterben maßgeblich beeinflussen. Daher treten diese nicht kontinuierlich auf, sondern sind stark von heißen Sommern und kalten Wintern abhängig. Von heißen Sommern werden ebenfalls die Blaualgen beeinflusst. Diese können einen sehr großen Effekt auf das Fischsterben haben, dieses verstärken oder auch auslösen.

Durch das Fischsterben könnte die gesamte Gewässerökologie durcheinandergeraten. Durch die Blaualgen kann es auch zu Gefährdungen für Menschen führen, da Badeseen o. ä. gesperrt werden.

Durch die Auslöser lassen sich mögliche Gegenmaßnahmen ermitteln. Die sinnvollsten sind die Oberflächenbelüftung durch Einpumpen von Wasser und die Unterflächenbelüftung durch Eingeben von Druckluft. Das Einpumpen von Wasser muss aber mithilfe von einem nahegelegenen sauerstoffreicheren Gewässer durchgeführt werden. Das Eingeben von Druckluft kann mittels mobiler oder stationärer Systeme durchgeführt werden. Auch ist auf einen geringeren Phosphoreintrag durch Klärwerke und die Landwirtschaft hinzuwirken, wodurch das Blaualgenvorkommen vermindert werden kann.

Bei den Fischsterben-Einsätzen des THWs sind verschiedene Gefährdungen vorhanden. Bei dem Großteil dieser Gefährdungen besteht jedoch kein weiterer Handlungsbedarf. Besonders die Risiken beim Methanausstoß sind zu beachten. Bei den Gefahren der Fischsterben-Einsätze sind mögliche Schutzausrüstungen zu berücksichtigen. Diese sind je nach Einsatz verschieden. In Hamburg wurde bereits die notwendige PSA verwendet. Die Umsetzung ist aber noch verbesserungswürdig.

Eine abschließende Zukunftsprognose lässt sich nicht herausarbeiten. Dafür sind die verschiedenen Vorkommen sowohl geographisch, als auch historisch zu unterschiedlich.

Literatur

1. THW. *Technischer Zug (TZ)* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 17. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.thw.de/SharedDocs/Einheiten/DE/Inland/TZ.html?nn=925114>
2. BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT. *Botulismus* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 17. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Botulismus>
3. P. MÜLLER, B.M. *Fische sterben durch Sommerhitze*. Deutschlandfunk Nova, 1. August 2018.
4. BUNDESAMT FÜR BEVÖLKERUNGSSCHUTZ UND KATASTROPHENHILFE. *Dekontamination* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 27. November 2018]. Verfügbar unter: https://www.bbk.bund.de/DE/AufgabenundAusstattung/CBRNSchutz/Dekon/dekon_node.html
5. A. THIERBACH, Hg. *Lexikon der Notfallmedizin*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2002. ISBN 978-3-642-56305-8.
6. BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT. *Einsatz* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 17. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Einsatz>
7. M. BIELEFELD. *Fischsterben-Einsatz THW Ortsverband Hamburg-Mitte*. mündlich, 16. Oktober 2018.
8. M. FREUDENBERG. *Explosionsgrenzen*. Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg Campus Life Science, 19. September 2017. CBRN-Gefahren.
9. BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT. *Anweisung* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 17. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Anweisung>
10. HAVARIEKOMMANDO. *Havariekommando* [online]. *Gemeinsame Einrichtung des Bundes und der Küstenländer*, ohne Jahr [Zugriff am: 17. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.havariekommando.de/DE/wir-ueber-uns/wir-ueber-uns-node.html>
11. BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT. *Kon-ta-mi-na-ti-on* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 27. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Kontamination>
12. WISSENSCHAFTLICHE DIENSTE DES DEUTSCHEN BUNDESTAGES. *Anwendung der Vereinbarung über die Errichtung des Havariekommandos auf komplexe Rettungssituationen* [online], 2016 [Zugriff am: 1. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.bundestag.de/blob/419716/3f41593520b9d914eeba2a318d600009/wd-3-102-16-pdf-data.pdf>
13. THW. *Richtlinie über die Bekleidung und Kennzeichnung im Technischen Hilfswerk (Bekleidungsrichtlinie)*. *BekIRiLi*, 1. November 2013.
14. THW. *Die Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW) im Überblick* [online], 2018. März 2018 [Zugriff am: 1. September 2018]. Verfügbar unter: https://www.thw.de/SharedDocs/Downloads/DE/Hintergrund/THW_im_Ueberblick.pdf?__blob=publicationFile
15. VERWALTUNGS-BERUFSGENOSSENSCHAFT. *Persönliche Schutzausrüstung* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 27. November 2018]. Verfügbar unter: https://www.vbg.de/apl/arbhilf/unterw/32_per.htm
16. BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT. *Schutzanzug* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 17. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Schutzanzug>
17. FF BELM. *Technische Hilfeleistung* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 27. November 2018]. Verfügbar unter: <http://www.feuerwehr-belm.de/Aufgaben/Technische-Hilfeleistung.html>
18. THW. *Fischsterben verhindert* [online], 2002 [Zugriff am: 27. September 2018]. Verfügbar unter: https://www.thw.de/SharedDocs/Meldungen/DE/Einsaetze/national/2002/05/meldung_006/meldung_006.html?idImage=976932¬First=true&noMobile=1
19. E. OLSZEWSKI. *Fischsterben-Einsätze des THWs in Hamburg*. schriftlich, 29. Oktober 2018.

Literatur

20. THW. HaHi. schriftlich, 9. November 2018.
21. DEUTSCHER BUNDESTAG. *Verwaltungsverfahrensgesetz. VwVfG*, 25. Mai 1976.
22. BUNDESMINISTERIUM DES INNERN, FÜR BAU UND HEIMAT. *Das Technische Hilfswerk* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 31. August 2018]. Verfügbar unter: <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/behoerden/DE/thw.html>
23. THW. *Regionalstelle Hamburg* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 21. Oktober 2018]. Verfügbar unter: https://www.thw.de/SharedDocs/Organisationseinheiten/DE/Regionalstellen/Hamburg_Regionalstelle.html
24. THW. *Die Geschichte des THW: Faszination Helfen* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 18. Oktober 2018]. Verfügbar unter: https://www.thw.de/DE/THW/Geschichte/geschichte_node.html
25. THW. *Gesetz über das Technische Hilfswerk. THWG*, 22. Januar 1990.
26. HAMBURGER SENAT. *Hamburgisches Katastrophenschutzgesetz. HmbKatSG*, 16. Januar 1978.
27. THW. *Einheiten und Fachgruppen* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 1. September 2018]. Verfügbar unter: https://www.thw.de/DE/Einheiten-Technik/Fachgruppen/fachgruppen_node.html#begin
28. THW. *Einheiten und Fachgruppen* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 1. September 2018]. Verfügbar unter: https://www.thw.de/DE/Einheiten-Technik/Fachgruppen/fachgruppen_node.html?gtp=925160_Dokumente%253D2#begin
29. THW. *Einheiten und Fachgruppen* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 1. September 2018]. Verfügbar unter: https://www.thw.de/DE/Einheiten-Technik/Fachgruppen/fachgruppen_node.html?gtp=925160_Dokumente%253D3#begin
30. THW. *Fachgruppe Ölschaden (FGr Öl)* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 1. September 2018]. Verfügbar unter: https://www.thw.de/SharedDocs/Einheiten/DE/Inland/FGr-OEL.html;jsessionid=54922953247E77C82BBCE3644E441E38.2_cid379?nn=925114
31. THW ORTSVERBAND HAMBURG-EIMSBÜTTEL. *Fachgruppe Wasserschaden/Pumpen (FGr WP)* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 4. Dezember 2018]. Verfügbar unter: <https://ov-hamburg-eimsbuettel.thw.de/unser-ortsverband/ov-einheiten/fachgruppen/wasserschaden-pumpen/>
32. M. THAMKE. PSA Fachgruppe Ölschaden THW Ortsverband Hamburg-Mitte. mündlich, 6. November 2018.
33. THW ORTSVERBAND HAMBURG-BERGEDORF. *WP* [online], 2013 [Zugriff am: 4. Dezember 2018]. Verfügbar unter: http://www.thw-bergedorf.de/?menu_id=36
34. E. OLSZEWSKI. THW Pumpen. schriftlich, 9. Januar 2019.
35. HAMBURG WASSER. *Behörde für Umwelt und Energie* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 30. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.risa-hamburg.de/struktur-kontakt/behoerde-fuer-umwelt-und-energie/>
36. BUE. *Die Behörde für Umwelt und Energie* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 2. Januar 2019]. Verfügbar unter: <https://www.hamburg.de/bue/wir-ueber-uns/>
37. AXEL SPRINGER SE. *Mitarbeiter beklagen Albtraum-Zustände in Hamburger Umweltbehörde* [online], 2017 [Zugriff am: 30. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.welt.de/regionales/hamburg/article170063899/Mitarbeiter-beklagen-Albtraum-Zustaeude-in-Hamburger-Umweltbehoerde.html>
38. BEHÖRDE FÜR INNERES. *Katastrophenschutz in Hamburg - für Hamburg* [online], 2005 [Zugriff am: 1. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.hamburg.de/contentblob/104268/c7b87c1603af71835412577d0f902830/data/broschuere-katastrophenschutz.pdf>
39. BUE. *Amt für Umweltschutz* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 19. Dezember 2018]. Verfügbar unter: <https://www.hamburg.de/bue/amt-fuer-umweltschutz/>

Literatur

40. H. RAMERS. Fischsterben-Einsätze Amt für Umweltschutz. schriftlich, 19. Dezember 2018.
41. N. MOHRENZ. *Fischsterben in Hamburg*. Hamburg, 2018.
42. M. E. ORDOLFF. Gesetzlicher Auftrag der BUE. schriftlich, 11. Dezember 2018.
43. DEUTSCHER BUNDESTAG. *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz)*. BImSchG, 15. März 1974.
44. DEUTSCHER BUNDESTAG. *Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz)*. WHG, 31. Juli 2009.
45. DEUTSCHER BUNDESTAG. *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz)*. BBodSchG, 17. März 1998.
46. DEUTSCHER BUNDESTAG. *Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz)*. KrWG, 24. Februar 2012.
47. HAMBURGER SENAT. *Hamburgisches Wassergesetz*. HWaG, 29. März 2005.
48. HAMBURGER SENAT. *Hamburgisches Gesetz zur Ausführung und Ergänzung des Bundes-Bodenschutzgesetzes*. HmbBodSchG, 20. Februar 2001.
49. HAMBURGER SENAT. *Hamburgisches Abfallwirtschaftsgesetz*. HmbAbfG, 21. März 2005.
50. BUE. *Weiteres Fischsterben in Hamburgs Gewässern möglich* [online], 2018 [Zugriff am: 30. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/11441530/2018-07-30-bue-fischsterben/>
51. JONGEN. *Wasser ist unser Element*. [online], ohne Jahr [Zugriff am: 30. November 2018]. Verfügbar unter: <http://www.jongen-dettmer.de/de/fuhrpark/zu-wasser.html>
52. JONGEN. *Wir sind auch als 'Landratten' für Sie im Einsatz*. [online], ohne Jahr [Zugriff am: 30. November 2018]. Verfügbar unter: <http://www.jongen-dettmer.de/de/fuhrpark/zu-land.html>
53. BUCHEN. *Technik für jede Anforderung* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 2. Dezember 2018]. Verfügbar unter: <https://www.buchen.net/technik/>
54. BEHÖRDE FÜR INNERES UND SPORT. *Aufbau der Behörde für Inneres und Sport* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 2. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.hamburg.de/innenbehoerde/behoerdenaufbau/102128/innenbehoerde-aufbau/>
55. HAMBURGER SENAT. *Feuerwehrgesetz*, 23. Juni 1986.
56. FORPLAN. *Strategiepapier 2010 der Feuerwehr Hamburg* [online], 2012. 29 Februar 2012 [Zugriff am: 25. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.hamburg.de/contentblob/3576866/cbafbf7302634fc3692b9295d5b6c964/data/strategiepapier-2010.pdf>
57. M. MAYER. Fahrzeuge Feuerwehr Hamburg. mündlich, 15. Dezember 2018.
58. FF HAMBURG. *Hilfeleistungslöschfahrzeug HLF 20 (Scania / Magirus, 2016-17)* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 15. Dezember 2018]. Verfügbar unter: <https://www.feuerwehr-hamburg.de/fahrzeug/hilfeleistungsloeschfahrzeug-20-hlf/>
59. FF HAMBURG. *Löschfahrzeug LF 16/12 (MAN / Ziegler, 2003)* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 30. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.feuerwehr-hamburg.de/fahrzeug/loeschfahrzeug-lf-16-12-3/>
60. DEUTSCHE PRESSE AGENTUR. *Kommt das große Fischsterben?: Deutsche Presse Agentur*, 2. August 2018.
61. DEUTSCHE PRESSE AGENTUR. *Umweltbehörde in Hamburg rechnet mit sichtbarem Fischsterben*. Hamburg: Deutsche Presse Agentur, 5. Juni 2018.

62. GOOGLE LLC. *Betroffene Gewässer in Hamburg 2018* [online]. *Google My Maps*, 2019 [Zugriff am: 6. Januar 2019]. Verfügbar unter: <https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1kgyKjbdOUxWC1WrZzdjzlpTHM8AIA6VG&ll=53.56182895987297%2C10.003316499999982&z=11>
63. R. THIEL, R.T. *Atlas der Fische und Neunaugen Hamburgs* [online], 2015 [Zugriff am: 30. Dezember 2018]. Verfügbar unter: <https://www.hamburg.de/contentblob/4457730/8b659b697a9587b7871664757c180087/data/download-fischgutachten-2015.pdf>
64. RTL INTERACTIVE. *Fischsterben wegen zu warmer Gewässer hat eingesetzt* [online], 2018 [Zugriff am: 29. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.wetter.de/cms/fischsterben-wegen-zu-warmer-gewaesser-hat-eingesetzt-4172790.html>
65. S. GÖING. *Tonnenweise tote Fische* [online], 2018 [Zugriff am: 6. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.sueddeutsche.de/wissen/hitze-fischsterben-1.4083174>
66. H. P. ETZKORN, R. REPÖHLER. *Nach Fischen sterben erste Vögel* [online], 2018. 14 August 2018 [Zugriff am: 11. September 2018]. Verfügbar unter: <http://www.wn.de/Muenster/3431968-Lage-am-und-im-Aasee-noch-kritisch-Nach-Fischen-sterben-erste-Voegel>
67. P. P. MURPHY. *Florida's red tide has produced 2,000 tons of dead marine life and cost businesses more than \$8 million* [online], 2018 [Zugriff am: 9. September 2018]. Verfügbar unter: <https://edition.cnn.com/2018/08/22/us/red-tide-fishkill-costs-trnd/index.html>
68. AXEL SPRINGER SE. *Tonnenweise tote Fische vertreiben Touristen von Floridas Stränden* [online], 2018 [Zugriff am: 9. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.welt.de/vermischtes/article181090930/Florida-Tonnenweise-tote-Fische-vertreiben-Touristen-von-den-Straenden.html>
69. POTSDAMER ZEITUNGSVERLAGSGESELLSCHAFT. *Fischsterben: Berliner Luft für die Spree* [online], 2005 [Zugriff am: 10. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.pnn.de/brandenburg/fischsterben-berliner-luft-fuer-die-spree/22316582.html>
70. AXEL SPRINGER SE. *Drama in der Spree: Tausende tote Fische treiben im Wasser* [online], 2015 [Zugriff am: 10. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.bz-berlin.de/berlin/drama-in-der-spree-tausende-tote-fische-treiben-in-den-kanalen>
71. P. OLDENBURGER, B. SCHMIEMANN, G. ZYLLA. *Massives Fischsterben in Berliner Seen* [online], 2006 [Zugriff am: 10. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.welt.de/print-welt/article228984/Massives-Fischsterben-in-Berliner-Seen.html>
72. S. SCHUSTER. *Mit dem Regen kam der Tod* [online], 2016 [Zugriff am: 10. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.tagesspiegel.de/berlin/fischsterben-in-berlin-und-brandenburg-mit-dem-regen-kam-der-tod/13966270.html>
73. TAGESSPIEGEL ONLINE. *Fischsterben im Kanal* [online], 2009 [Zugriff am: 10. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.tagesspiegel.de/berlin/sauerstoffmangel-fischsterben-im-kanal/1551866.html>
74. S.-M. VEIT. *100 Tonnen tote Fische* [online], 2014 [Zugriff am: 11. September 2018]. Verfügbar unter: <http://www.taz.de/15036929/>
75. J. KOTTERBA. *Fischsterben nach langem Winter* [online], 2010 [Zugriff am: 26. Oktober 2018]. Verfügbar unter: <https://www.moz.de/landkreise/oder-spree/frankfurt-oder/artikel9/dg/0/1/133135/>
76. ZEIT ONLINE. *Viele tote Fische im Rhein* [online], 2018 [Zugriff am: 10. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.zeit.de/gesellschaft/zeitgeschehen/2018-08/fischsterben-hochrhein-hitze-schweizerischer-fischereiverband>
77. U. KARLOWSKI. *Red Tide - Giftgas aus dem Meer* [online], 2017 [Zugriff am: 11. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.stiftung-meeresschutz.org/themen/meeresverschmutzung/red-tide-giftgas-aus-dem-meer/>

78. A. GOODNOUGH. Persistent Red Tide Takes Toll on Florida Sea Life and Tourism [online]. *New York Times*, 8. Oktober 2005, **2005**(8. Oktober 2005), 11 [Zugriff am: 26. Dezember 2018]. Verfügbar unter: <https://www.nytimes.com/2005/10/08/us/persistent-red-tide-takes-toll-on-florida-sea-life-and-tourism.html>
79. ZEIT ONLINE. *Rätselhaftes Fischsterben* [online], 2010 [Zugriff am: 11. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2010-03/fische-tod-brasilien>
80. DEUTSCHE PRESSE AGENTUR. *Massenhaftes Fischsterben im Olympia-Segelrevier von Rio*. Rio de Janeiro: Deutsche Presse Agentur, 14. Januar 2016.
81. BUNDESAMT FÜR UMWELT DER SCHWEIZ. *Wie funktioniert ein See?*, 11. Februar 2016.
82. MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG. *Stehende Gewässer* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 8. Oktober 2018]. Verfügbar unter: <https://um.baden-wuerttemberg.de/en/umwelt-natur/schutz-natuerlicher-lebensgrundlagen/wasser/gewaesseroekologie/stehende-gewaesser/>
83. A. BAIER. *Parameter zur Beurteilung einer Wasserprobe* [online], 2015. 15 Oktober 2015 [Zugriff am: 6. Januar 2019]. Verfügbar unter: <http://www.angewandte-geologie.geol.uni-erlangen.de/paramete.htm>
84. A. FREY. „*Entscheidend ist der Sauerstoff*“ [online], 2018. 5 August 2018 [Zugriff am: 12. September 2018]. Verfügbar unter: <http://www.faz.net/aktuell/wissen/erde-klima/kommt-mit-der-hitzewelle-nun-das-grosse-fischsterben-15722647.html>
85. LANDESFISCHEREIVERBAND BADEN-WÜRTTEMBERG. *Fischsterben durch Sauerstoffmangel unter Eis* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 12. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.lfvbw.de/2-uncategorised/878-fischsterben-durch-sauerstoffmangel-unter-eis>
86. B. SÖLING. *Droht massives Fischsterben* [online], 2018 [Zugriff am: 7. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.hr-inforadio.de/programm/themen/hitze-am-rhein-und-in-nebenfluessen-droht-massives-fischsterben,fischesterben-100.html>
87. DEUTSCHE PRESSE AGENTUR. *Hitze lässt Schwarze Elster teils austrocknen*. Brandenburg: Deutsche Presse Agentur, 6. August 2018.
88. LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDESVERMESSUNG NIEDERSACHSEN. *FAQ zum Dümmer - Blaualgen* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 13. September 2018]. Verfügbar unter: http://www.lgln.niedersachsen.de/wir_ueber_uns/kontakt/rd-sul/verschiedenes/duemmer_faq/faq-liste-107381.html
89. B. SURHOLT. *"Blaualgen"-Problematik in Stillgewässern* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 7. Oktober 2018]. Verfügbar unter: https://www.lfv-westfalen.de/images/pdf/vortrag_surholt_blaualgen.pdf?m=1517493176&
90. LEIBNITZ-INSTITUT FÜR OSTSEEFORSCHUNG WARNEMÜNDE. *Faktenblatt "Blaualgen"/Cyanobakterien* [online]. 22 Juli 2013 [Zugriff am: 6. Januar 2019]. Verfügbar unter: <https://www.io-warnemuende.de/blaualggen-cyanobakterien.html>
91. NORDDEUTSCHER RUNDFUNK. *Immer mehr Badegewässer wegen Blaualgen gesperrt* [online], 2018 [Zugriff am: 23. September 2018]. Verfügbar unter: https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/osnabrueck_emsland/Immer-mehr-Badegewaesser-wegen-Blaualgen-gesperrt,blaualggen228.html
92. C. MARKLEWITZ. *Fische verenden im Rhein wegen Blaualgen* [online], 2016 [Zugriff am: 13. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.bo.de/lokales/ortenaus/fische-verenden-im-rhein-wegen-blaualgen>
93. SCHLESWIG-HOLSTEIN. *Algen und Cyanobakterien (Blaualgen)* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 6. Januar 2019]. Verfügbar unter: https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/G/gesundheitsschutz_umweltbezogen/Badewasser/algenCyanobakterien.html

94. LAND BERLIN. *Blualgen: Giftige Gefahr im Badesee* [online], ohne Jahr. 2 August 2018 [Zugriff am: 6. Januar 2019]. Verfügbar unter: <https://www.berlin.de/special/sport-und-fitness/schwimmen/5486198-56902-blualgen-giftige-gefahr-im-badesee.html>
95. HAMBURG WASSER. *Abwasser* [online], 2018. 4 Januar 2019 [Zugriff am: 5. Januar 2019]. Verfügbar unter: <https://www.hamburg.de/behoerdenfinder/hamburg/11346474/>
96. INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS. *Schifffahrt* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 18. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.iksr.org/de/nutzungen/schifffahrt/>
97. WESTDEUTSCHER RUNDFUNK. *Sorge vor Fischsterben im Rhein durch Hitze* [online], 2018 [Zugriff am: 7. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www1.wdr.de/nachrichten/wassertemperatur-rhein-oekologie-100.html>
98. DEUTSCHE PRESSE AGENTUR. *Die Hitze und die Folgen*: Deutsche Presse Agentur, 26. Juli 2018.
99. D. DRUMMER. *Kraftwerke*. Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg Campus Life Science, 10.10.18. Energietechnik.
100. AGENCE FRANCE-PRESSE. *Hamburg warnt vor Fischsterben*. Hamburg: Agence France-Presse, 5. Juni 2018.
101. T. MEINELT. *Fischsterben: "Der Mensch ist verantwortlich"*, 9. August 2018 [Zugriff am: 14. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.bmbf.de/de/fischsterben-der-mensch-ist-verantwortlich-6722.html>
102. V. MRASEK. *Wenn Dämme dem Klima schaden* [online], 2013 [Zugriff am: 19. September 2018]. Verfügbar unter: https://www.deutschlandfunk.de/wenn-daemme-dem-klimaschaden.676.de.html?dram:article_id=255000
103. CITY ANZEIGENBLATT DÜSSELDORF. *Fisch-Seuche im Grünen See: 400 Kilo verendete Karpfen* [online], 2015 [Zugriff am: 24. September 2018]. Verfügbar unter: <http://www.dumeklemmer-ratingen.de/die-stadt/fisch-seuche-im-gruenen-see-400-kilo-verendete-karpfen-aid-1.5382758>
104. B. SCHLETZ UND I. HOLST. *Fischseuche IHN (Infektiöse Hämatoepoetische Nekrose) in Süd-Württemberg ausgebrochen – erhöhte Vorsicht zum Schutz der Fischbestände geboten* [online], 2015 [Zugriff am: 24. September 2018]. Verfügbar unter: http://www.stua-aulendorf.de/pdf/IHN-Warnung_Erfolgsgeschichte_Fischseuchenbekämpfung_BW.pdf
105. NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT. *Fischseuchenbekämpfung in Niedersachsen* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 24. September 2018]. Verfügbar unter: <https://www.laves.niedersachsen.de/tiere/tiergesundheit/fischgesundheit/fischseuchenbekämpfung/fischseuchenbekämpfung-in-niedersachsen-73670.html>
106. NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT. *Fischseuchen* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 6. Januar 2019]. Verfügbar unter: https://www.tierseucheninfo.niedersachsen.de/anzeigepflichtige_tierseuchen/fischseuchen/fischseuchen-21704.html
107. P. WERTH. *Hitze sorgt für massives Fischsterben* [online], 2018. 9 August 2018 [Zugriff am: 25. November 2018]. Verfügbar unter: <http://www.wn.de/NRW/3424592-Aasee-Muenster-Hitze-sorgt-fuer-massives-Fischsterben>
108. P. KIERAS. *THW rettet Trerichsweiher in Siegburg vor dem Kollaps* [online], 2018 [Zugriff am: 7. September 2018]. Verfügbar unter: <http://www.general-anzeiger-bonn.de/region/sieg-und-rhein/siegburg/THW-rettet-Trerichsweiher-in-Siegburg-vor-dem-Kollaps-article3910333.html>
109. K. BAUMEISTER. *Stadt informiert über das Fischsterben im Aasee* [online], 2018. 11 September 2018 [Zugriff am: 2. Oktober 2018]. Verfügbar unter: <https://www.wn.de/Muenster/3469251-Umweltausschuss-Stadt-informiert-ueber-das-Fischsterben-im-Aasee>

Literatur

110. LANDUSTRIE SNEEK. *Oberflächenbelüftung* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 01.10.18]. Verfügbar unter: <https://www.landustrie.nl/de/produkte/abwasser/oberflaechenbelueftung.html>
111. KASCO. *Oberflächen Belüfter* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 2. Oktober 2018]. Verfügbar unter: <https://kascomarine.com/de/products/pond-lake-aerators/>
112. K. WIEDAU. *Sediment raubt Sauerstoff* [online], 2016 [Zugriff am: 7. September 2018]. Verfügbar unter: <http://www.wn.de/Muensterland/Kreis-Borken/Gronau/2016/07/2471863-Fischsterben-in-Teichen-Sediment-raubt-Sauerstoff>
113. HYDROTECHNIK LÜBECK. *Tiefenwasserbelüftung für stehende Gewässer* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 28. September 2018]. Verfügbar unter: <http://www.hydrotechnik-luebeck.de/belueftung-von-stehenden-gewaessern/tiefenwasserbelueftung-fuer-stehende-gewaesser/>
114. AGO HYDROAIR. *Destratifikationsanlagen* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 27. September 2018]. Verfügbar unter: <https://agoberlin.de/gewaesserbelueftung/destratifikationsanlagen/>
115. S. GÖCKEMEYER. *Alte Gewässer wieder verjüngen*. Hannover, 19. Februar 2013.
116. DEUTSCHE PRESSE AGENTUR. *Belüftungsschiff kämpft gegen Sauerstoffarmut in Kanälen*. Berlin: Deutsche Presse Agentur, 22. August 2018.
117. STATISTISCHES AMT FÜR HAMBURG UND SCHLESWIG-HOLSTEIN. *Statistisches Jahrbuch Hamburg 2017/2018* [online], 2018 [Zugriff am: 7. Januar 2019]. Verfügbar unter: <https://www.hamburg.de/contentblob/1005676/f2ff94484315e5c526b1bf287cfa726c/data/statistisches-jahrbuch-hamburg.pdf>
118. AMT FÜR STATISTIK BERLIN-BRANDENBURG. *Zahlen und Fakten* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 29. Dezember 2018]. Verfügbar unter: <https://www.berlin.de/berlin-im-ueberblick/zahlen-und-fakten/>
119. M. BARJENBRUCH, E.E. *Leitfaden zur Verminderung des Phosphoreintrags aus Kläranlagen* [online], 2009. Juli 2009 [Zugriff am: 9. Oktober 2018]. Verfügbar unter: <https://www.thueringen.de/de/publikationen/pic/pubdownload1044.pdf>
120. BG ROHSTOFFE UND CHEMISCHE INDUSTRIE UND BG HOLZ UND METALL. Eisen-III-chlorid Lösung. Gefahrstoffinformationssystem, (Cas-Nr.: 7705-08-0), 31. August 2018 [Zugriff am: 9. Oktober 2018]. Verfügbar unter: https://ssl.gischem.de/download/01_0-007705-08-0-000100_2_1_1503.PDF
121. GOOGLE LLC. *Google Maps* [online], 2019 [Zugriff am: 6. Januar 2019]. Verfügbar unter: <https://www.google.com/maps/place/Wilhelmsburger+Ruder-Club+von+1895+e.V./@53.5111425,9.9968871,1292m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47b18e482cd9a02b:0x18ba11635cc6ff81!8m2!3d53.51469!4d9.99792>
122. K. METZING. *Fischsterben - Einsätze*. mündlich, 20. November 2018.
123. MAPA PROFESSIONNEL. *Technisches Datenblatt Ultranitrit 485* [online], 2018. 22. November 2018 [Zugriff am: 22. November 2018]. Verfügbar unter: <http://www.mapa-pro.de/unsere-schutzhandschuhe/schutzarten/chemikalienschutz/p/g/ultranitrit-485.html#documentation>
124. THW ORTSVERBAND ÜBACH-PALENBERG. *Der multifunktionale THW-Einsatzanzug (MEA)* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 22. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.thw-uebach.de/einheiten-technik/ausruestung/schutzausstattung/>
125. NORA. *Produktkatalog 2017/2018* [online], 2018 [Zugriff am: 8. Januar 2019]. Verfügbar unter: https://www.bfl-versand.de/media/manufacturers_pdf/81.pdf
126. AKCENSIS. *Nora Berufsstiefel Mega Jan S5* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 8. Januar 2019]. Verfügbar unter: <https://www.ixkes.de/Nora-Berufsstiefel-Mega-Jan-S5>
127. SPOHR. *Nora Mega Jan schwarz* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 8. Januar 2019]. Verfügbar unter: <http://www.spohr.eu/sonstiges/sicherheitsschuhe/42033/nora-mega-jan-schwarz>

Literatur

128. GM. *Hazmax-Chemieschutzstiefel* [online], 2017 [Zugriff am: 9. Januar 2019]. Verfügbar unter: www.gm-gmbh.de/_pdf/hazmaxPL.pdf
129. HAIX. *HAIX Airpower R91* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 22. November 2018]. Verfügbar unter: https://www.haix.de/haix-airpower-r91?gclid=EAlalQobChMI7vXKIP7n3glVw-d3Ch3Y0QZGEAQYAiABEgKnuvD_BwE
130. 3S-ARBEITSSCHUTZ. *Produktübersicht* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 11. November 2018]. Verfügbar unter: https://www.3s-arbeitsschutz.de/uploads/pdf/de/PROTEC_Line-2015-web.pdf
131. TESIMAX. *Produktübersicht ESK Serie - Typ ESK 1 PE* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 11. November 2018]. Verfügbar unter: https://tesimax.de/wp-content/uploads/2016/02/Tesimax_ESK_1_PE_2015_dt.pdf
132. THW. *Fischsterben - Einsätze*. schriftlich, 9. November 2018.
133. BUNDESAMT FÜR BEVÖLKERUNGSSCHUTZ UND KATASTROPHENHILFE. *Biologische Gefahren* [online], ohne Jahr [Zugriff am: 21. November 2018]. Verfügbar unter: https://www.bbk.bund.de/DE/AufgabenundAusstattung/CBRNSchutz/Biologie/BioGefahren/biogefahren_node.html
134. THW. *Dienstvorschrift Einsatz bei CBRN-Lagen* [online]. *THW DV 500 - CBRN-Einsatz*, 2014 [Zugriff am: 22. November 2018]. Verfügbar unter: https://extranet.thw.de/SharedDocs/Downloads/THW-Extranet/DE/Verwaltung-Behoerde/Verwaltung/Rechtsgrundlagen/Einsatz-Grundsatz/DV_500.pdf?__blob=publicationFile
135. J. C. PETERSEN. *Fischsterben - Einsatz/ Grundsatzangelegenheiten THW*. mündlich, 6. November 2018.
136. F. SEVECKE. *Grundsatzangelegenheiten THW*. mündlich, 6. November 2018.
137. BG ROHSTOFFE UND CHEMISCHE INDUSTRIE UND BG HOLZ UND METALL. *Methan. Gefahrstoffinformationssystem*, (Cas-Nr.: 74-82-8), 31. August 2018 [Zugriff am: 25. November 2018]. Verfügbar unter: https://www.gischem.de/download/01_0-000074-82-8-000000_1_1_113.PDF
138. T. MÖLLER. *Messgerät Fachgruppe Ölschaden und Zugtrupp*. schriftlich, 7. Dezember 2018.
139. M. ALKE. *Fischsterben im Aasee* [online], 2018 [Zugriff am: 25. November 2018]. Verfügbar unter: <https://www.wn.de/NRW/3424592-Aasee-Muenster-Hitze-sorgt-fuer-massives-Fischsterben>

Anhangsverzeichnis

Anhang 1: HaHi Fachgruppe Wasserschaden/Pumpen [aus 20]	69
Anhang 2: HaHi Fachgruppe Ölschaden [aus 20]	71
Anhang 3: HaHi Innerbetrieblicher Transport mit Kranen, Winden, Hub- und Zuggeräten [aus 20]	73
Anhang 4: HaHi Allgemeine Prüfliste Technische Hilfeleistung [aus 20]	74
Anhang 5: HaHi Hautschutz [aus 20]	80
Anhang 6: HaHi Gefahrstoffe [aus 20]	81
Anhang 7: HaHi Erste Hilfe [aus 20]	82
Anhang 8: HaHi Arbeitsschutzorganisation [aus 20]	83
Anhang 9: HaHi Arbeitsmittel [aus 20]	84

Anhang

Anhang 1: HaHi Fachgruppe Wasserschaden/Pumpen [aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
1	Grundsätze			
1.1	Sind alle relevanten Fragen der Allgemeinen Prüfliste Technische Hilfeleistung mit Ja beantwortet worden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Spezielle Tätigkeiten			
2.1	Arbeiten im und am Wasser			
2.1.1	Wird geeignete persönliche Schutzausrüstung für Arbeiten im und am Wasser in erforderlicher Anzahl zur Verfügung gestellt und dafür gesorgt, dass sie benutzt wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.1.2	Wird bei Arbeiten im und am Wasser die Wasserrettung an der Einsatzstelle organisiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2	Retten und Bergen von Personen und Sachgütern			
2.2.1	Wird sichergestellt, dass Bereiche mit akuter Einsturzgefahr (z.B. bei Gebäuden) an Einsatzstellen entsprechend gekennzeichnet und Personen vor der Einsturzgefahr gewarnt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Arbeiten unter Atemschutz			
2.3.1	Werden vor Ort geeignete Atemschutzgeräte zur Verfügung gestellt und wird dafür gesorgt, dass sie benutzt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4	Deichverteidigung			
2.4.1	Wird der Deich im Einsatzgebiet regelmäßig auf Beschädigungen kontrolliert und werden Schutzmaßnahmen festgelegt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5	Einsatz von Pumpen (einschließlich Hochleistungspumpen)			
2.5.1	Wird dafür gesorgt, dass die Verkehrswege an der Einsatzstelle frei von Hindernissen, Sturz- und Stolperstellen sind?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5.2	Wird dafür gesorgt, dass Schläuche gesammelt verlegt werden, um Stolperstellen weitestgehend zu vermeiden, und werden diese gekennzeichnet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5.3	Sind Schlauchbrücken vorhanden und werden diese eingesetzt und gekennzeichnet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5.4	Wird sichergestellt, dass die Pumpe ausgeschaltet und vom Netz getrennt ist, wenn Arbeiten an der Pumpe oder am Schlauchsystem durchgeführt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
2.6	Enge Räume und Schächte			
2.6.1	Werden Schutzmaßnahmen gegen Gefahrstoffe, gefährdende Medien und Sauerstoffmangel getroffen und werden die erforderlichen Explosionsschutzmaßnahmen veranlasst?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.6.2	Wird die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen gegen Gefahrstoffe, gefährdende Medien und Sauerstoffmangel durch fortlaufende Konzentrationsmessungen überprüft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.6.3	Wird sichergestellt, dass Gase, Dämpfe, Schwebstoffe (z.B. Stäube, Motorabgase) am Einsatzort nicht in enge Räume und Schächte eindringen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.6.4	Sind vor Einsatzbeginn Maßnahmen gegen Wassereinbruch und plötzliches Hochwasser getroffen worden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.6.5	Ist sichergestellt, dass mindestens ein unterwiesener Sicherungsposten vor Ort eingesetzt wird, der mit den im Behälter oder engen Raum tätigen Beschäftigten ständigen Kontakt hält?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.7	Arbeitsumgebung			
2.7.1	Wird durch spezielle Unterweisung sichergestellt, dass das Gefahrenpotenzial kontaminierten Wassers (Industrieabwässer, Heizöl, Klärschlamm) erkannt wird und entsprechende Maßnahmen getroffen werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang 2: HaHi Fachgruppe Ölschaden [aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
1	Grundsätze			
1.1	Sind alle relevanten Fragen der Allgemeinen Prüfliste Technische Hilfeleistung beantwortet worden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Arbeiten im und am Wasser			
2.1	Schutzausrüstung und Wasserrettung			
2.1.1	Wird geeignete persönliche Schutzausrüstung für Arbeiten im und am Wasser in erforderlicher Anzahl zur Verfügung gestellt und dafür gesorgt, dass sie benutzt wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.1.2	Wird bei Arbeiten im und am Wasser die Wasserrettung an der Einsatzstelle organisiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.1.3	Wird für Bergungsmaßnahmen und sonstige Arbeiten an Gegenständen mit gefährlichen Oberflächen geeignete persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung gestellt und dafür gesorgt, dass sie benutzt wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2	Arbeiten im Tidebereich und im Watt			
2.2.1	Wird bei der Einsatzplanung ausreichend Zeit für Hin- und Rückweg und die durchzuführenden Arbeiten einkalkuliert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2.2	Wird sichergestellt, dass den eingesetzten Beschäftigten ortskundige Personen zugeordnet werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Einsatz von Pumpen (einschließlich Hochleistungspumpen)			
2.3.1	Wird dafür gesorgt, dass die Verkehrswege an der Einsatzstelle frei von Hindernissen, Sturz- und Stolperstellen sind?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3.2	Wird dafür gesorgt, dass Schläuche gesammelt verlegt werden, um Stolperstellen weitestgehend zu vermeiden, und werden unvermeidbare Stolperstellen gekennzeichnet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3.3	Sind Schlauchbrücken vorhanden und werden diese eingesetzt und gekennzeichnet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3.4	Wird sichergestellt, dass die Pumpe ausgeschaltet und vom Netz getrennt ist, wenn Arbeiten an der Pumpe oder am Schlauchsystem durchgeführt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4	Führen von Wasserfahrzeugen			
2.4.1	Sind mit dem Führen von Wasserfahrzeugen nur geeignete und unterwiesene Personen beauftragt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4.2	Sind für die zugelassene Personenzahl ausreichend Rettungsmittel an Bord?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4.3	Wird sichergestellt, dass das Wasserfahrzeug nicht überladen wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4.4	Wird durch spezielle Unterweisung sichergestellt, dass bei Einsätzen und Außenarbeiten die Gefährdungen durch starken Wellengang erkannt und entsprechende Maßnahmen getroffen werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4.5	Werden die Beschäftigten über die spezifischen Gefährdungen bei der Durchfahrt von Staustufen und Wehren unterwiesen und wird dies dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4.6	Sind die Bodenflächen des Wasserfahrzeuges rutschhemmend und frei von Stolperstellen und Hindernissen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
3	Gefahrstoffe			
3.1	Wird durch spezielle Unterweisung sichergestellt, dass das Gefahrenpotenzial kontaminierten Wassers (Industrieabwässer, Heizöl) erkannt wird und entsprechende Maßnahmen getroffen werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2	Wird sichergestellt, dass alle Geräte und Materialien regelmäßig gereinigt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3	Ist sichergestellt, dass in Bereichen, in denen explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann, Explosionsschutzmaßnahmen ergriffen werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4	Wird geeignete persönliche Schutzausrüstung gegen Gefährdung durch Gefahrstoffe zur Verfügung gestellt und dafür gesorgt, dass sie benutzt wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Bewegen von Lasten			
4.1	Arbeiten mit Anschlagmitteln			
4.1.1	Wird dafür gesorgt, dass ablegereife Anschlagmitteln nicht mehr benutzt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.1.2	Werden die Beschäftigten im Umgang mit Anschlagmitteln ausgebildet und regelmäßig unterwiesen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2	Arbeiten mit Kranen, Winden, Hub- und Zuggeräten			
4.2.1	Werden die Beschäftigten über die spezifischen Gefährdungen bei der Benutzung von Winden, Hub- und Zuggeräten unterwiesen und wird dies dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2.2	Sind zum Führen von Winden, Hub- und Zuggeräten sowie Kranen nur geeignete und unterwiesene Personen beauftragt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2.3	Werden Krane, Winden, Hub- und Zuggeräte einschließlich deren Lastaufnahmeeinrichtungen regelmäßig durch eine zur Prüfung befähigte Person auf ihren sicheren Zustand geprüft und wird das Ergebnis dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2.4	Ist an jedem Arbeitsmittel zum Heben von Lasten einschließlich der Lastaufnahmeeinrichtung die zulässige Belastung (Tragfähigkeit) deutlich erkennbar und dauerhaft angebracht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2.5	Ist geregelt, dass die Tragfähigkeit und Belastbarkeit des Kranes, der Winde und des Lastaufnahmemittels beachtet und die Funktion der Lastenmomentbegrenzung regelmäßig geprüft wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2.6	Werden geeignete Maßnahmen getroffen, um unkontrollierte Bewegungen des Kranhakens sowie daraus resultierende Gefährdungen zu vermeiden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2.7	Sind für die Krane, Winden, Hub- und Zuggeräte die erforderlichen Betriebs- und Bedienungsanleitungen sowie Arbeitsanweisungen vorhanden zugänglich und auf dem aktuellen Stand?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2.8	Wird sichergestellt, dass sich bei Ausführung von Arbeiten mit Kranen keine Personen im Gefahrenbereich aufhalten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2.9	Wird die Kommunikation zwischen Geräteführer und Einweiser bzw. Anschläger durch geeignete Maßnahmen gewährleistet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2.10	Ist sichergestellt, dass bei der Einsatzplanung von Kranarbeiten die örtlichen Gegebenheiten (Hochspannungsleitungen, Versorgungsleitungen, Brücken usw.) berücksichtigt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2.11	Ist geregelt, dass vor Beginn der Kranarbeiten die örtlichen Gegebenheiten auf ausreichende Standfestigkeit geprüft werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang 3: HaHi Innerbetrieblicher Transport mit Kranen, Winden, Hub- und Zuggeräten [aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
1	Grundsatzfragen zu Kranen, Winden, Hub- und Zuggeräten			
1.1	Werden die Beschäftigten über die spezifischen Gefährdungen bei der Benutzung von Kranen, Winden, Hub- und Zuggeräten unterwiesen und wird dies dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Sind zum Führen von Winden, Hub- und Zuggeräten sowie Kranen nur geeignete und unterwiesene Personen beauftragt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3	Werden Krane, Winden, Hub- und Zuggeräte einschließlich deren Lastaufnahmeeinrichtungen regelmäßig durch eine zur Prüfung befähigte Person auf ihren sicheren Zustand geprüft und wird das Ergebnis dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4	Ist an jedem Arbeitsmittel zum Heben von Lasten einschließlich der Lastaufnahmeeinrichtung die zulässige Belastung (Tragfähigkeit) deutlich erkennbar und dauerhaft angebracht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5	Wird geeignete persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung gestellt und dafür gesorgt, dass sie benutzt wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6	Wird die Tragfähigkeit und Belastbarkeit des verwendeten Kranes, der Winde und des Lastaufnahmemittels beachtet und die Funktion der Lastenmomentbegrenzung regelmäßig geprüft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.7	Werden zur Lagerung von Lastaufnahmemitteln geeignete Räumlichkeiten zur Verfügung gestellt und wird auf deren Benutzung geachtet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.8	Sind Maßnahmen getroffen, die die Kommunikation zwischen Geräteführer und Einweiser bzw. Anschläger gewährleisten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.9	Ist sichergestellt, dass bei Kranen, Winden, Hub- und Zuggeräten die täglichen Sicht- und Funktionskontrollen der Sicherheitseinrichtungen durchgeführt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.10	Ist sichergestellt, dass bei der Personenbeförderung nur zugelassene Personenaufnahmemittel verwendet werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Krane			
2.1	Sind an jedem Kranaufstieg Schilder angebracht, die Unbefugten den Aufstieg untersagen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2	Werden die Beförderung und das Arbeiten von Personenaufnahmemitteln aus rechtzeitig beim Unfallversicherungsträger angezeigt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Winden, Hub- und Zuggeräte			
3.1	Ist sichergestellt, dass zum Bewegen von Lasten auf schiefen Ebenen und/oder zum Heben nur Geräte mit geeigneter Rücklaufsicherung eingesetzt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2	Werden mit der Aufstellung, Wartung und Bedienung der Geräte nur Personen betraut, die vom Arbeitgeber dazu beauftragt sind?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang 4: HaHi Allgemeine Prüfliste Technische Hilfeleistung [aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
1	Grundsätze			
1.1	Werden Tätigkeiten nur nach Auftrag und ausreichender Vorplanung ausgeführt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Steht den Fachgruppen die erforderliche Ausstattung und Ausrüstung für eine sichere Ausführung der Arbeiten zur Verfügung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3	Sind die Beschäftigten für die von ihnen durchzuführenden Tätigkeiten ausgebildet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4	Werden die Beschäftigten über die spezifischen Gefährdungen bei der Arbeit (z.B. Ausbildung und Einsatz) unterwiesen und wird dies dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5	Wird sichergestellt, dass neue, unerfahrene Beschäftigte nur mit erfahrenen Beschäftigten eingesetzt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6	Sind Betriebsanweisungen und Ausbildungsunterlagen vorhanden, vor Ort/am Arbeitsplatz zugänglich und auf dem aktuellen Stand?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.7	Werden die Beschäftigten regelmäßig zu möglichen Einsatzbedingungen ausgebildet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.8	Wird für eine ausreichende Beleuchtung an den Einsatzstellen gesorgt, damit die Tätigkeiten ohne Gefährdung durchgeführt werden können?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.9	Ist geregelt, dass bei ungünstigen Witterungsverhältnissen zusätzliche Sicherungsmaßnahmen ergriffen werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.10	Werden Überschreitungen der zulässigen Dienstzeiten in der Regel vermieden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.11	Wird durch organisatorische Maßnahmen sichergestellt, dass im Anschluss an einen Einsatz ausreichende Ruhezeiten in der Regel vor anderen Diensten gewährt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.12	Wird der Hautkontakt mit biologischen und chemischen Stoffen durch Bereitstellung geeigneter persönlicher Schutzausrüstung vermieden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.13	Besteht die Möglichkeit der Hautreinigung bei Kontakt mit biologischen oder chemischen Stoffen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
2	Organisation bei Einsätzen			
2.1	Sind Zuständigkeiten und Verantwortung durch die Einsatzleitung klar geregelt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2	Findet bei Einsätzen eine Abstimmung mit Einsatzkräften von Polizei, Feuerwehr und Hilfsorganisationen vor Ort statt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Sind die Beschäftigten in der Rettungskette (Sofortmaßnahmen, Erste Hilfe und weitere medizinische Versorgung) unterwiesen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4	Wird Vorsorge für die notwendige Versorgung (z.B. Unterbringung, Verpflegung, Körperhygiene, Toilette) der Beschäftigten an der Einsatzstelle getroffen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5	Ist ständiger Kontakt zur Einsatzleitung sichergestellt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.6	Werden Pausen und Ruhezeiten auch für unvorhergesehene Ereignisse eingeplant?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.7	Ist organisiert, dass Gefahrenstellen an der Einsatzstelle gekennzeichnet und gesichert werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.8	Ist organisiert, dass Kabel und Versorgungsleitungen in Einsatzbereichen sicher und stolperfrei verlegt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.9	Werden die Beschäftigten im Bereich der Einsatzstelle an elektrischen Anlagen (z.B. Umspannwerke, Bahnanlagen) speziell unterwiesen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.10	Wird sichergestellt, dass nur Stromerzeuger und elektrische Ausrüstung verwendet werden, die von Hilfsorganisationen und Energieversorgungsunternehmen bereitgestellt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.11	Werden für Netzersatzanlagen nur ausgebildete Elektrofachkräfte eingesetzt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.12	Können die anfallenden Arbeiten an der Einsatzstelle durch den Einsatz geeigneter Technik und Arbeitsmittel ungehindert und ohne Gesundheitsgefährdung durchgeführt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.13	Werden Fehlbelastungen des Muskel- und Skelettsystems weitestgehend verhindert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.14	Werden Maßnahmen getroffen, um die zulässigen maximalen Traglasten nicht zu überschreiten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.15	Sind für Arbeiten bei hohen Temperaturen, UV-Strahlung oder erhöhten Ozonwerten geeignete Regelungen vorhanden und Maßnahmen getroffen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.16	Sind für Arbeiten bei niedrigen Temperaturen, Nässe oder Glätte geeignete Regelungen vorhanden und Maßnahmen getroffen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
3	Persönliche Schutzausrüstung			
3.1	Wird für alle an der Einsatzstelle tätigen Beschäftigten geeignete persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung gestellt und dafür gesorgt, dass sie benutzt wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Erste Hilfe im Einsatz			
4.1	Sind Ersthelfer in ausreichender Anzahl vorhanden und wird die regelmäßige Fortbildung dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Ausrüstung/Arbeitsmittel			
5.1	Ist sichergestellt, dass Ausrüstung/ Arbeitsmittel nur dann eingesetzt werden, wenn diese den Sicherheitsanforderungen entsprechen und geprüft sind?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2	Ist sichergestellt, dass die verwendeten Ausrüstungen/Arbeitsmittel nach Herstellervorgaben aufbewahrt und gelagert werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3	Werden die Beschäftigten regelmäßig unterwiesen, dass Ausrüstungen/Arbeitsmittel nur bestimmungsgemäß verwendet und defekte Arbeitsmittel bzw. Ausrüstungen der Nutzung entzogen werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4	Sind an den Arbeitsmitteln alle vorgeschriebenen Schutzeinrichtungen (z.B. Abdeckungen, Not-Aus) vorhanden und funktionsfähig?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.5	Werden die technischen Arbeitsmittel regelmäßig durch eine zur Prüfung befähigte Person auf ihren sicheren Zustand geprüft und wird das Ergebnis dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.6	Werden ortsfeste elektrische Betriebsmittel innerhalb einer ermittelten Prüffrist durch eine Elektrofachkraft geprüft und wird das Ergebnis dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.7	Werden ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel innerhalb einer ermittelten Prüffrist durch eine Elektrofachkraft (oder durch eine elektrotechnisch unterwiesene Person unter der Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft) geprüft und wird das Ergebnis dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.8	Werden die befähigten Personen (Technik und Elektro) regelmäßig weitergebildet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
6	Führen von Fahrzeugen			
6.1	Einsatzfahrzeuge allgemein			
6.1.1	Wird durch organisatorische oder personelle Maßnahmen die Einhaltung der Lenk- und Ruhezeiten bei Ausbildungen, Übungen und bei geplanten Einsätzen sichergestellt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1.2	Werden Kraftfahrer und Fahrzeugbesatzung jährlich über die Unfallgefahren unterwiesen und wird dies dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1.3	Wird die Fahrerlaubnis von Kraftfahrern der Einsatzfahrzeuge regelmäßig kontrolliert und dies dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1.4	Werden die Kraftfahrer nach längstens einem Jahr ohne Fahrpraxis erneut in der Praxis unterwiesen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1.5	Werden die regelmäßigen Hauptuntersuchungen und Zwischenuntersuchungen an den Einsatzfahrzeugen termingerecht durchgeführt und dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1.6	Ist sichergestellt, dass vor genehmigungspflichtigen Umbauten an Einsatzfahrzeugen Kontakt zum Fahrzeughersteller bzw. zur zuständigen technischen Überwachungsstelle aufgenommen wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1.7	Ist sichergestellt, dass genehmigungspflichtige Umbauten einer technischen Überwachungsstelle zur Abnahme vorgestellt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1.8	Sind auf jedem Einsatzfahrzeug Warndreieck, Verbandkasten, Feuerlöscher, Warnwesten für jeden Sitzplatz vorhanden und im Notfall schnell greifbar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1.9	Sind die Kraftfahrer in ihrer Verantwortung für die Ladungssicherung unterwiesen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1.10	Kann die Ladung im Einsatzfahrzeug ausreichend gesichert werden und sind hierfür die erforderlichen und geprüften Ladungssicherungseinrichtungen vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1.11	Wird regelmäßig kontrolliert, ob die vorgeschriebene Ladungssicherung auf den Einsatzfahrzeugen vorgenommen wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1.12	Sind die vom Hersteller mitgelieferten Betriebsanleitungen auf den Einsatzfahrzeugen vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
6.2	Lastkraftwagen			
6.2.1	Werden Kraftfahrerfortbildungen angeboten, bei denen das Verbinden und Trennen von Zügen geübt wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2.2	Ist organisatorisch geregelt, dass für gefährliche Fahrvorgänge (Rangieren, Rückwärtsfahrten und Wenden) spezielle Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2.3	Ist das Besteigen von Einsatzfahrzeugen und Ladeflächen durch entsprechende Einrichtungen rutschsicher gestaltet und sind geeignete Halterungen vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2.4	Ist erforderliches Fahrzeugzubehör (z.B. Hilfsmittel für Ladungssicherung, Unterlegekeile, Warntafeln, Warnblitzleuchte und ähnliches) vollständig vorhanden und funktionsfähig?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2.5	Wird der Kraftfahrer vom Hersteller bzw. von einer befähigten Person in die Bedienung besonderer Fahrzeugbestandteile (z.B. Hubbühne, Ladebordwand) eingewiesen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2.6	Werden alle Kraftfahrer, die gefährliche Güter transportieren, jährlich über die Bestimmungen des Gefahrgutrechts unterwiesen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2.7	Wird durch geeignete Maßnahmen sichergestellt, dass beim Transport von Gefahrgut (Druckgasflaschen, Kraftstoffkanister, Flüssiggasflaschen) die Bestimmungen der Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt eingehalten werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Einsatz unter Sonderrechten			
7.1	Sind die Kraftfahrer im Fahren von Fahrzeugen mit Sonderrechten entsprechend ausgebildet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Lärm/Vibration			
8.1	Sind die Lärm- und Vibrationsexpositionswerte der verwendeten Aggregate und Arbeitsmittel bekannt (Herstellerangaben, Bedienungsanleitungen)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.2	Steht geeigneter Gehörschutz zur Verfügung und wird dafür gesorgt, dass dieser benutzt wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.3	Wird darauf geachtet, dass bei Neubeschaffung nur Aggregate und Arbeitsmittel beschafft werden, die hinsichtlich der Lärm- und Vibrationsexposition dem Stand der Technik entsprechen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
9	Arbeiten in Höhen und Tiefen			
9.1	Werden die Beschäftigten über die mit der Tätigkeit verbundenen Gefahren und Schutzmaßnahmen unterwiesen und wird dies dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.2	Stehen geeignete Auf- und Abstiegshilfen bzw. Arbeitsplattformen für die Tätigkeit zur Verfügung und werden diese regelmäßig geprüft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.3	Ist sichergestellt, dass nur Beschäftigte für Arbeiten in Höhen und Tiefen beauftragt werden, die dafür geeignet sind?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.4	Ist geregelt, dass die Benutzung von Leitern und Tritten nur bei Arbeiten in geringem Umfang/mit geringer Gefährdung und ohne zusätzliche Absturzgefahren erfolgen darf?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.5	Wird durch geeignete Maßnahmen sichergestellt, dass im Einsatzgelände auf Leitern und Tritte auffällig hingewiesen wird und sie gegen Umstoßen gesichert werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.6	Wird durch geeignete Maßnahmen sichergestellt, dass schadhafte Leitern der Benutzung entzogen und erst nach sachgemäßer Instandsetzung wieder verwendet werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.7	Werden die Beschäftigten über den sicherheitsgerechten Umgang mit Leitern unterwiesen und wird dies dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.8	Werden die Bestandteile der persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz mindestens einmal jährlich durch eine zur Prüfung befähigte Person auf ihren sicheren Zustand geprüft und wird das Ergebnis dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.9	Sind für die Benutzung persönlicher Schutzausrüstung Betriebsanweisungen vorhanden, vor Ort zugänglich und auf dem aktuellen Stand?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.10	Werden Schutzmaßnahmen gegen Gefahrstoffe, gefährdende Medien und Sauerstoffmangel getroffen und die erforderlichen Explosionsschutzmaßnahmen veranlasst?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.11	Wird die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen gegen Gefahrstoffe, gefährdende Medien und Sauerstoffmangel durch fortlaufende Konzentrationsmessungen überprüft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.12	Sind geeignete Rettungseinrichtungen und -geräte zur Rettung von Beschäftigten aus Höhen und Tiefen vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.13	Werden regelmäßig Übungen und Unterweisungen zur Rettung abgestürzter Beschäftigter durchgeführt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang 5: HaHi Hautschutz [aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
1	Hautgefährdende Tätigkeit			
1.1	Werden Tätigkeiten mit hautgefährdenden Stoffen vermieden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Werden Arbeiten mit hautresorptiven Stoffen vermieden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3	Werden Feuchtarbeiten vermieden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4	Wird bei den ausgeübten Tätigkeiten eine starke Verschmutzung der Haut/Hände vermieden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5	Wird bei den ausgeübten Tätigkeiten eine mechanische Verletzung der Haut/Hände vermieden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6	Wird bei den ausgeübten Tätigkeiten ein direkter Hautkontakt durch Spritzer, Gase, Dämpfe oder Aerosole vermieden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Unterweisung			
2.1	Werden die Beschäftigten über die ermittelte Hautgefährdung und die korrekte Anwendung der vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen unterwiesen und wird dies dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Hygienemaßnahmen			
5.1	Stehen Hautschutzmittel zur Verfügung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2	Stehen Hautpflegemittel zur Verfügung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3	Steht ein Waschplatz mit warmem Wasser, geeigneten Reinigungsmitteln sowie Mitteln zum Abtrocknen der Hände zur Verfügung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4	Wird bei der Hautreinigung das geeignete Reinigungsverfahren angewandt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang 6: HaHi Gefahrstoffe [aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
1	Ermittlung und Bewertung der Gefährdung			
1.2	Sind alle vorhandenen Arbeits- und Gefahrstoffe bekannt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3	Liegen für alle Arbeits- und Gefahrstoffe Sicherheitsdatenblätter vor, die der Bekanntmachung 220 entsprechen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4	Liegen außer dem Sicherheitsdatenblatt weitere Informationen vom Hersteller, Inverkehrbringer oder von Sonstigen über den verwendeten Stoff vor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5	Sind alle Gefahrstoffe vollständig in einem Gefahrstoffverzeichnis erfasst?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6	Werden die für die eingesetzten Gefahrstoffe bestehenden Herstellungs- und Verwendungsbeschränkungen beachtet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.8	Sind die am Arbeitsplatz vorhandenen Mengen an Gefahrstoffen auf die erforderliche Menge begrenzt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Übergreifende Bestimmungen			
2.1	Sind schriftliche Betriebsanweisungen für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen vorhanden, vor Ort/am Arbeitsplatz zugänglich und auf dem aktuellen Stand?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2	Werden die Beschäftigten über die spezifischen Gefährdungen bei der Arbeit anhand der Betriebsanweisungen unterwiesen und wird dies dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Ist sichergestellt, dass für alle Beschäftigten, die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchführen, im Rahmen der Unterweisung eine allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung durchgeführt wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.7	Werden spezielle Schutzmaßnahmen für besonders gefährdete Personengruppen (z.B. Jugendliche, Schwangere, stillende Mütter und Menschen mit Behinderung) getroffen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Mitteilungs- und Erlaubnispflichten			
3.1	Ist organisiert, dass ein Unfall, eine Betriebsstörung, ein Krankheits- oder Todesfall durch die Tätigkeit mit Gefahrstoffen unverzüglich der zuständigen Behörde angezeigt wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang 7: HaHi Erste Hilfe [aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
1	Meldeeinrichtungen und organisatorische Maßnahmen			
1.1	Ist durch Meldeeinrichtungen und organisatorische Maßnahmen sichergestellt, dass unverzüglich die notwendige Hilfe herbeigerufen werden kann?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Sind Anleitungen zur Ersten Hilfe ausgehängt und mit Angaben über Ersthelfer, Notruf, Durchgangszärzte und entsprechende Krankenhäuser versehen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Ersthelfer			
2.1	Sind ausgebildete Ersthelfer in ausreichender Anzahl bestellt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2	Werden die bestellten Ersthelfer regelmäßig fortgebildet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Erste-Hilfe-Material			
3.1	Ist Erste-Hilfe-Material in ausreichender Menge vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2	Befindet sich das Erste-Hilfe-Material an einer jederzeit leicht zugänglichen und entsprechend gekennzeichneten Stelle?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Aufzeichnung der Erste-Hilfe-Leistungen			
5.1	Werden Aufzeichnungen über alle Erste-Hilfe-Leistungen geführt und mindestens fünf Jahre lang aufbewahrt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Unterrichtung/Unterweisung			
6.1	Werden die Beschäftigten vor Aufnahme ihrer Tätigkeit und danach mindestens einmal jährlich über das Verhalten bei Unfällen unterwiesen und wird dies dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang 8: HaHi Arbeitsschutzorganisation [aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
1	Verantwortung und Befugnisse			
1.1	Sind die Aufgaben und Verantwortungen nach den gesetzlichen Bestimmungen bekannt und werden diese wahrgenommen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Sind bei der Delegation von Aufgaben, Verantwortung und Kompetenzen diese eindeutig und schriftlich geregelt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Regelungen zur Organisation			
2.1	Sind ein Betriebsarzt und eine Fachkraft für Arbeitssicherheit bestellt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2	Sind Sicherheitsbeauftragte, Ersthelfer und Personen für Brandbekämpfung sowie Evakuierung der Beschäftigten bestellt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Wird den bestellten Personen die Möglichkeit gegeben, ihre Aufgaben zu erfüllen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4	Ist ein Arbeitsschutzausschuss vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Beurteilung der Arbeitsbedingungen			
3.1	Wird arbeitsbedingte psychische Belastung mit geeigneten Methoden ermittelt, um negative psychische Beanspruchungsfolgen vermindern zu können?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2	Wird die Gefährdungsbeurteilung bei Änderungen im Organisations-/Betriebsablauf oder bei baulichen Veränderungen aktualisiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Unfallgeschehen			
4.1	Werden Unfälle erfasst, ausgewertet und Maßnahmen daraus abgeleitet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Sozialer Arbeitsschutz			
5.1	Werden die gesetzlichen Bestimmungen zum Mutterschutz, Jugendarbeitsschutz und Arbeitszeitrecht umgesetzt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Technischer Arbeitsschutz, Gefahrstoffe und Biostoffe			
6.1	Ist die Beteiligung von Arbeitsschutzfachleuten bei der Beschaffung von Arbeitsmitteln und Arbeitsstoffen geregelt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2	Werden die gesetzlichen Bestimmungen zur betrieblichen Sicherheit (z.B. für prüfpflichtige Maschinen und Anlagen, Gefahrstoffe, Biostoffe) umgesetzt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Unterweisungen			
7.1	Gibt es Regelungen über die Durchführung von Unterweisungen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang 9: HaHi Arbeitsmittel [aus 20]

Nr.	Frage	Ja	Nein	Später
1	Ist geregelt, dass bei der Beschaffung von Arbeitsmitteln der Arbeits- und Gesundheitsschutz berücksichtigt wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Wird sichergestellt, dass die Beschäftigten nur die Arbeitsmittel verwenden, die ihnen der Arbeitgeber zur Verfügung gestellt hat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Stehen ausreichend Informationen sowie erforderliche Vorschriften und Regelungen zur Beurteilung von Gefährdungen, die bei der Verwendung von Arbeitsmitteln ausgehen, zur Verfügung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Wird die Gefährdungsbeurteilung von fachkundigen Personen durchgeführt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Werden vor der erstmaligen Verwendung von Arbeitsmitteln alle Gefährdungen für den Normalbetrieb, nach Instandhaltungsmaßnahmen und für besondere Betriebszustände (z.B. vorhersehbare Betriebsstörungen) ermittelt und beurteilt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Werden – entsprechend der ermittelten und beurteilten Gefährdungen – für alle Arbeitsmittel die notwendigen und geeigneten Schutzmaßnahmen für den Normalbetrieb, nach Instandhaltungsmaßnahmen und für besondere Betriebszustände (z.B. vorhersehbare Betriebsstörungen) abgeleitet und umgesetzt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Werden die Beschäftigten anhand ausreichender und angemessener Informationen zur sicheren Verwendung von Arbeitsmitteln unterwiesen und wird dies dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Wird die Gefährdungsbeurteilung regelmäßig überprüft und dabei der Stand der Technik berücksichtigt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Wird die Gefährdungsbeurteilung dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Werden für alle Arbeitsmittel Art, Umfang und Fristen der erforderlichen Prüfung ermittelt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Werden für zur Prüfung befähigte Personen, die Prüfungen von Arbeitsmitteln durchführen, die notwendigen Voraussetzungen ermittelt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Werden alle Arbeitsmittel regelmäßig durch eine zur Prüfung befähigte Person (bzw. überwachungsbedürftige Anlagen durch eine zugelassene Überwachungsstelle) geprüft und wird das Ergebnis dokumentiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>