

Maximilian Rempe
Brandamtsrat
Feuerwehr Bielefeld

Hochwasserrettungsanlage für eine Landesfeuerweherschule

Facharbeit gemäß § 21 VAP2.2-Feu NRW

Münster, 06.12.2022

Aufgabenstellung

Die Auswirkungen der Hochwasserkatastrophe im Jahr 2021 haben gezeigt, dass die Feuerwehren auf große Hochwasserereignisse nur sehr bedingt vorbereitet sind. Entwickeln Sie ein Konzept für eine Hochwasserrettungsanlage an einer Landesfeuerweherschule in Deutschland. Der Fokus soll dabei auf einer multifunktionalen Nutzbarkeit liegen. Es sollen sowohl Strömungsrettung, Rettung aus stehenden Gewässern und auch verschiedene Szenarien mit überfluteten Gebäuden realitätsnah trainiert werden können. Zusätzlich soll auch eine Nutzung der Übungsobjekte ohne Hochwasserbezug möglich sein. Die Anlage soll auf einer Fläche von maximal 20.000 m² realisiert werden können.

Hinweis:

In dieser Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.

Kurzfassung

Hochwasser- und Starkregenereignisse in den vergangenen Jahren, insbesondere die Flutkatastrophe im Jahr 2021 in Westeuropa, haben defizitäre Fähigkeiten der Feuerwehren in Deutschland bei der Bewältigung solcher Einsätze offengelegt. Dabei erstreckt sich das Schadensausmaß auf Seiten der Feuerwehren von Materialverlusten bis hin zum Tod von Einsatzkräften bei der Einsatzdurchführung. In der Folge wurde u.a. ein Bedarf an Ausbildungs-, Fortbildungs- und Trainingsmöglichkeiten solcher Einsatzsituationen herausgestellt und im Rahmen dieser Facharbeit die Frage nach einer Konzeption einer Hochwasserrettungsanlage auf Ebene der Landesfeuerwehrschulen aufgeworfen.

Die Methodik fokussiert sich auf eine mögliche Fähigkeitssteigerung der Feuerwehren durch Training in einer solchen Übungsanlage und verfolgt zu dem konsequent eine multifunktionale Nutzbarkeit. Hierzu werden bewährte Analyse-Methoden aus der Bedarfsplanung in den Feuerwehren mit denen einer Baubedarfsanalyse verzahnt und zunächst als Ergebnis einer Risikoanalyse zehn Musterszenarien, die eine Hochwasserrettungsanlage abbilden sollte, entwickelt. Anschließend erfolgt die Ableitung qualitativer und quantitativer Anforderungen an eine bauliche Umsetzung.

Das Konzeptergebnis wird in Form einer Variantenplanung gem. HOIA als eine mögliche Umsetzung präsentiert. Durch die risikobasierte Herleitung und Clusterung in einzelne Module, denen jeweils Mindestanforderungen und mögliche Skalierungen zugeordnet werden, ist es einem potenziellen Bauherrn (Landesfeuerwehrschule) möglich das Konzept anwenderspezifisch in seine Bauprojektierung zu übernehmen.

Inhalt

1	Einleitung.....	1
1.1	Einführung in das Thema der Arbeit	1
1.2	Eingrenzung.....	2
1.3	Stand der Technik.....	3
1.4	Zielsetzung der Arbeit	3
2	Methodik.....	4
3	Bedarfsplanung	5
3.1	Szenarien	5
3.1.1	Szenario 1 - Menschen-/ Tierrettung aus überfluteten Gebäuden.....	5
3.1.2	Szenario 2 - Menschen-/ Tierrettung aus Obergeschossen und von Dächern.....	6
3.1.3	Szenario 3 - Gebäudebrände.....	6
3.1.4	Szenario 4 - Austritt von Gefahrgütern	7
3.1.5	Szenario 5 - Bedrohung hoher Sachwerte.....	8
3.1.6	Szenario 6 - Einsturz von Gebäudestrukturen	9
3.1.7	Szenario 7 - Elektrizität	9
3.1.8	Szenario 8 - Menschen- /Tierrettung aus und von Fahrzeugen.....	10
3.1.9	Szenario 9 - Menschen- /Tierrettung, freitreibend auf offenen Gewässern	11
3.1.10	Szenario 10 - Menschen-/ Tierrettung aus bewegten Gewässern	11
3.2	Zusammenfassung - Cluster	12
4	Anforderungen an eine Hochwasserrettungsanlage.....	13
4.1	Grundsätzliche Überlegungen	13
4.1.1	Wasserbauliche und umwelttechnische Aspekte.....	13
4.1.2	Bausubstanz.....	14
4.1.3	Größe und Lage	14
4.1.4	Sicherheit.....	15
4.2	Modul <i>Freifläche</i>	15
4.3	Modul <i>Freistehendes Gebäude</i>	16
4.4	Modul <i>Gebäudespange</i>	17
4.5	Modul <i>Straße</i>	18
4.6	Modul <i>Stehendes Gewässer / See</i>	19
5	Modellentwurf	20
6	Fazit	22

Literaturverzeichnis.....	23
Abkürzungen.....	28
Abbildungsverzeichnis.....	29
Begriffsbestimmungen.....	30
Danksagung.....	31
Anhang.....	1
Eidesstattliche Erklärung	2
Datenträger	3

1 Einleitung

1.1 Einführung in das Thema der Arbeit

Einsätze der technischen Hilfeleistung in der Folge von Unwettern gehören sowohl rechtlich als auch in der Praxis wiederkehrend zu den üblichen Aufgaben der Feuerwehren in Deutschland [1]. Die Bandbreite der Ereignisse reicht von punktuellen und örtlich stark begrenzten Einsatzlagen [2] bis hin zu Großeinsatzlagen und Katastrophen [3] [4]. Im Verlauf der letzten 20 Jahre ist dabei zu beobachten, dass sich Unwetter und Extremwetterereignisse mit deutlich über dem Durchschnitt liegenden Schadensausmaßen in ihrer Frequenz erhöht haben, was ebenso einer Prognose für die Zukunft entspricht, [5]. Das bis dato größte Schadensausmaß stellt dabei die Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 in Westeuropa mit extremen Niederschlagsmengen von bis zu 150 l/m² als meteorologische Ursache dar. In den betroffenen Bundesländern Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Bayern und Sachsen sind insgesamt 180 Menschen bei diesem Ereignis ums Leben gekommen, darunter sechs Mitglieder der Feuerwehr während ihrer Einsatzfähigkeit [6] [7] [8] [9].

Die mediale Aufbereitung der Geschehnisse fokussierte sich schnell auf ein Versagen der zuständigen Behörden der Gefahrenabwehr, eine versäumte rechtzeitige Warnung der Bevölkerung und die Suche nach Verantwortlichen. In der Folge musste auch die These der Aufgabenstellung, dass die Feuerwehren nur bedingt vorbereitet waren, bzw. sind, erlaubt sein. Konsequenterweise sind für die Aufarbeitung und mögliche Lösungsansätze unterschiedliche Arbeitsgruppen auf Bundes- und Länderebene eingerichtet worden. Ebenso haben sich auf Verbandsebenen Kommissionen mit ebensolchen Zielen konstituiert. Herauszuheben ist hier die insgesamt 60-köpfige Expertenkommission der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. (vfdb) mit Unterstützung durch den Deutschen Feuerwehrverband e.V.

Neben umfangreichen Erkenntnissen zur Verbesserung des Krisenmanagements innerhalb des Katastrophenschutzes, werden klare Forderungen nach praxisorientierter Ausbildung und Training dynamischer Einsatzlagen mit Hochwasser- und Starkregenbezug gestellt [10] [11] [7]. Um die offengelegten defizitären Fähigkeiten der Feuerwehr in solchen Einsatzlagen nachhaltig zu stärken, bedarf es kompetenzorientierter Ausbildung mit sicheren, reproduzierbaren Szenarien unterschiedlicher Komplexität in praktischen Einsatzübungen [12]. Solche Rahmenbedingungen können in natürlichen Gewässern mit vergleichbaren Wassereigenschaften nicht angenommen werden. Zudem sind solche Gewässer nicht ausreichend flächendeckend vorhanden, sodass ein Bedarf für eine Hochwasserrettungsanlage herausgestellt werden muss. Resultieren stellt sich die Frage, wie eine solche Hochwasserrettungsanlage konzipiert sein muss.

1.2 Eingrenzung

Die vorliegende Facharbeit greift die These der Aufgabenstellung auf, dass die Feuerwehren insbesondere in der Hochwasserkatastrophe 2021 unzureichend vorbereitet waren und in der Folge eine Fähigkeitssteigerung erforderlich ist, für die es Übungsmöglichkeiten geben muss. Übungsmöglichkeiten werden dabei als real existierende Übungsobjekte in Form einer Hochwasserrettungsanlage verstanden, sodass softwarebasierte Trainingsmöglichkeiten wie z.B. Virtual Reality – Simulationen nicht betrachtet werden. Ebenso wird der Anwenderfokus auf die Feuerwehren in Deutschland gelegt und eine mögliche Nutzung der Anlage durch mitwirkende Hilfsorganisationen oder durch die Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW) nur im Rahmen einer Skalierbarkeit im Fazit betrachtet. Mögliche Anforderungen dieser Organisationen an eine solche Übungsanlage sind nicht Bestandteil dieser Arbeit.

Darüber hinaus soll die Übungsanlage grundsätzlich für die Aus- und Fortbildung, sowie das Training von Grundtätigkeiten im Einsatz bis hin zur Führungslehre der Feuerwehren geeignet sein. Spezialisierte Ausbildung, wie z.B. die im Feuerwehrwesen in Deutschland nicht definierte Strömungsrettung oder die Ausbildung von Feuerwehrtauchern gem. Feuerwehrdienstvorschrift 8, werden ebenfalls nur als mögliche Skalierung im Sinne der Multifunktionalität betrachtet. Für die Abgrenzung von Grundtätigkeiten und Spezialtätigkeiten gelten deshalb nachfolgend zum besseren Verständnis die Begriffsdefinitionen:

Strömungsrettung:

I.d.R. Spezialausbildung mit hohen Eingangsvoraussetzungen (Vorbildung, körperliche Fitness, Schwimmfähigkeiten [13] von spezialisierten Organisationen, wie z.B. der Deutschen Lebens-Rettungs-Gesellschaft e.V. (DLRG) [14], oder Sondereinheiten der Feuerwehr, wie z.B. Taucherstaffeln [15].

Rettung aus bewegten Gewässern:

Die Rettung von Menschen / Tieren aus bewegten Gewässern unterhalb der Anforderungsschwelle ausgebildeter Strömungsretter mit einfachen Hilfsmitteln der Feuerwehr und Ausbildungsumfang der Grundausbildung.

In der Methodik werden Prozesse der Bauprojektierung aus der *Honorarordnung für Architekten und Ingenieure* (HOIA), sowie der DIN 18205 *Bedarfsplanung im Bauwesen* herangezogen. Die Vorgaben dieser Regelwerke können im Rahmen dieser Facharbeit nicht vollumfänglich bedient werden, da Rahmenbedingungen wie z.B. Grundstücksoptionen oder Budgetplanungen nicht bekannt sind. Folglich sind Kostenbetrachtungen ebenfalls kein Bestandteil dieser Arbeit. Um ein grundsätzlich umsetzbares Konzept aufzustellen, werden jedoch wesentliche Aspekte des Wasserbaus und der Bautechnik beleuchtet.

1.3 Stand der Technik

Übungsanlagen mit der Zielsetzung Hochwasser- und Starkregen-basierte Einsatzszenarien zu trainieren, sind in Deutschland aktuell noch nicht vorhanden. Auf Ebene der Landesfeuerwehrschulen sind in dem im Jahr 2022 neu errichteten Außengelände der Staatlichen Feuerweherschule Würzburg Teile von Straßen und eine Unterführung über einen künstlichen See überflutbar, sowie das Kellergeschoss der bestehenden Halle per öffentlicher Wasserversorgung unter Wasser setzbar [16]. Für die Spezialausbildung Strömungsrettung bedienen sich Taucherstaffeln der Feuerwehren i.d.R. ihrer örtlichen Gewässer mit entsprechendem Anforderungsprofil oder sofern diese nicht natürlich vorhanden sind, Wassersportanlagen über privatrechtliche Ausbildungsangebote [15] [14]. Solche Anlagen befinden sich z.B. in Augsburg [17] oder Hagen-Hohenlimburg [18]. In anderen Organisationen sind ebenfalls Bestrebungen vorhanden, zukünftig Übungsanlagen dieser Art vorzuhalten, so z.B. beim Bayrischen Roten Kreuz [19]. Das THW schult seine Fachberater für Hochwasserschutz und Deichverteidigung in einer speziellen Übungsanlage in der Schweiz, in der entsprechende Erdbewegungen (Murenabgänge) simulierbar sind [20].

International können als Referenzen für Hochwasserrettungsanlagen eine im Jahr 2018 fertiggestellte Anlage in New York, USA [21], sowie eine derzeit geplante Anlage in East Yorkshire, Großbritannien [22] genannt werden.

1.4 Zielsetzung der Arbeit

Ziel der vorliegenden Facharbeit ist es, ein grundsätzlich realisierbares Konzept für eine Hochwasserrettungsanlage zu präsentieren, in der die Feuerwehren primär die Möglichkeit einer Fähigkeitssteigerung im Umgang mit Hochwasser- und Starkregen-basierten Einsatzszenarien durch Training erhalten. Den möglichen Betreibern (Landesfeuerwehrschulen) wird auf Grundlage einer Bedarfsplanung gem. DIN 18205 – *Bedarfsplanung im Bauwesen* (im Folgenden zur Abgrenzung gegenüber der Brandschutzbedarfsplanung *Baubedarfsplanung* genannt) ein Entwurf präsentiert, der eine Idealvorstellung darstellt und einzelne Module als Bestandteile einer solchen Übungsanlage mit jeweiligen Zielanwendungen und Anforderungen liefert. Dabei wird konsequent eine mögliche Multifunktionalität der Module, sowie eine anwenderspezifische Skalierbarkeit verfolgt. Der Entwurf als Variantenplanung kann im Rahmen der Leistungsphasen I-II der HOAI in der Bauprojektierung platziert und die Überlegungen somit in einer baulichen Realisierung übernommen werden.

2 Methodik

Die Aufgabenstellung lässt die Herangehensweise an eine Konzeptionierung einer Hochwasserrettungsanlage zunächst offen. Für ein realitätsnahes Training wird im Ergebnis eine reale Übungsanlage erforderlich sein, also eine bauliche Anlage gem. § 2 Musterbauordnung (MBO) entstehen. Zudem kann aus der Aufgabenstellung ein konkretes Bauvorhaben abgeleitet werden, sodass sich diese Facharbeit an den Planungsabschnitten im Bauwesen gemäß HOAI orientiert und das Vorhaben zunächst in die Leistungsphase I - Grundlagenermittlung einsortiert. In dieser Phase wird u.a. eine Baubedarfsplanung des Bedarfsträgers (Bauherrn) erforderlich, auf der die nachfolgenden Planungsabschnitte aufbauen. Als Richtschnur für die Baubedarfsplanung wird die DIN 18205 herangezogen, um Bedürfnisse, Ziele und Anforderungen des Bedarfsträgers (hier also einer Landesfeuerweherschule) an eine solche Übungsanlage zu ermitteln.

Die initiale Definitionsphase der Baubedarfsplanung erfordert quantitative und qualitative Bedarfsangaben. Um diese belastbar beantworten zu können, wird die als anerkannte Regel der Technik bewährte Verfahrensweise der speziellen Risikoanalyse in der Bedarfsplanung für Feuerwehren gemäß *Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren (AGBF) für Qualitätskriterien für die Bedarfsplanung von Feuerwehren in Städten* herangezogen. Diese erlaubt eine freie Betrachtung von Risiken außerhalb des standardisierten Schadenereignisses *Wohnungsbrand* zur Bedarfsbemessung. Im ersten Schritt werden hierzu Einsätze im Zusammenhang mit Hochwasser und Starkregen der vergangenen Jahre analysiert. Differenzierte Bemessungsszenarien für diese Art von Einsätzen sind bislang nicht definiert, zumeist wird das übergeordnete Szenario *Flächenlage* in Brandschutz- und Feuerwehrbedarfsplanungen definiert und erforderliche Fähigkeiten, Funktionsbemessungen oder Schutzziele abgeleitet. Um jedoch detaillierte Anforderungen an eine Übungsanlage zu ermitteln, werden insgesamt zehn differenzierte Muster-Szenarien aufgestellt. Hierzu werden die o.g. Einsätze im Rahmen vergangener Flächen-, Hochwasser- und Starkregenereignisse einer Risikobewertung nach *Nohl* [23] unterzogen und hinsichtlich ihres Risikos, sowie ihrer Belastung für die Einsatzkräfte geclustert. Anschließend werden die Ergebnisse der Risikoanalyse in einem Funktionsprogramm mit einzelnen Modulen in Anlehnung an die DIN 18205 zusammengeführt und eine erste Grundlage für eine mögliche bauliche Umsetzung einer Hochwasserrettungsanlage abstrakt dargestellt.

Im zweiten Schritt werden die einzelnen Module hinsichtlich der geforderten Multifunktionalität und auf mögliche Synergien mit anderen Bestandteilen einer typischen [24] Feuerwehrübungsanlage bewertet und Anforderungen an ein Gesamtkonzept erstellt. Als Ergebnis wird ein Modelldesign in Form einer Variantenplanung gem. Leistungsphase II HOAI mit Lageplan, Schnitten und Ansicht aufgestellt, welches eine weitere bauliche Planung und Umsetzung modular und gemessen an der jeweils gewünschten Multifunktionalität skalierbar ermöglichen soll.

3 Bedarfsplanung

Für die Bedarfsplanung wurden Einsatzberichte, -dokumentationen und Medienberichte vergangener Hochwasser- und Starkregenereignisse im Bundesgebiet Deutschland ausgewertet [8] [11] [25] [26] [27] [28] [29] [30] [31] [32] [33] [34] [35] [36] [37]. Die Analyse erfolgt dabei unter Anwendung der Nohl-Skala zur Identifikation von Situationen die zu hohen Schadensausmaßen bis hin zu Todesfällen in der Bevölkerung, sowie erhöhten Gefährdungen und Belastungen, bis hin zum Tod von Einsatzkräften geführt haben (Risikomatrix 5-7 Punkte). Aus diesen Risiken werden nachfolgend Musterszenarien für die weitere Bedarfsplanung mit Mindestanforderungen an eine Übungsanlage entwickelt. In den überwiegenden Fällen handelt es sich um Bagatelleinsätze (Risikomatrix 1-3 Punkte) die durch die Feuerwehren auf Basis vorhandener Fähigkeiten und Ausrüstung ohne erhöhtes Risiko abgearbeitet werden können. Diese Art von Einsätzen bleibt nachfolgend unberücksichtigt. Darüber hinaus werden in den erforderlichen Übungsmöglichkeiten übergeordnete Schlagwörter für eine spätere Clusterung ermittelt.

3.1 Szenarien

3.1.1 Szenario 1 - Menschen-/ Tierrettung aus überfluteten Gebäuden

Charakteristik	Nohl-Skala
Vollständig von Wasser umspülte bauliche Anlage, Mobilheim, o.ä. Teilweise bis vollständig geflutete Untergeschosse und / oder mindestens Erdgeschosse [9]. Hierdurch Ausfall der baulichen Erschließung und Rettungswege. Personen oder Tiere, die sich zu Ereigniszeitpunkt in der baulichen Anlage befunden haben, befinden sich eingeschlossen in der baulichen Anlage im Wasser. Diese sind ggf. verletzt, mindestens jedoch bedroht vor Ertrinken (Erkrankungen/Verletzungen) und von Angst/Panikreaktionen [8].	5-7
Erforderliche Übungsmöglichkeiten	Cluster
- Reale Darstellungsform baulicher Anlagen, sowie deren Erschließung und Verkehrsanbindungen in unterschiedlichen Nutzungsformen. Mindestens eine Wohnnutzung und eine Sonderbauform für besonders schutzbedürftige Personen. - Reale Darstellungsform einer Freifläche für Wohnwagen, o.ä. - Reproduzierbare statische und dynamische Überflutung mit unterschiedlichen Wasserständen, mindestens ausreichend zur Flutung von Kellergeschossen, sowie Erdgeschossen / der Außenbereiche und ausreichend für den erforderlichen Einsatz von Booten.	Wohngebäude Freifläche Sonderbau / Pflege- und Betreuung

- Möglichkeit der Darstellung unterschiedlicher Übungsszenarien mit bedrohten Menschen und Tieren in verschiedenen Zwangslagen in Gebäuden, verschiedenen Anzahlen und Mobilitätszuständen, sowie unterschiedlichen Verletzungsmustern. - Praktische Anwendungsmöglichkeit des Führungsvorganges in unterschiedlichen Führungsebenen und Umsetzung des Einsatzbefehls durch Einsatzkräfte. - Praktische Anwendungsmöglichkeit von einfachen Geräten und Schutzkleidung (Wathosen, Feuerwehrleinen) [38], tragbaren Leitern und Booten [39] zur Menschenrettung.	
---	--

3.1.2 Szenario 2 - Menschen-/ Tierrettung aus Obergeschossen und von Dächern

Charakteristik (nur Ergänzung zu 3.1.1)	Nohl-Skala
Personen oder Tiere, die sich zu Ereigniszeitpunkt in der baulichen Anlage befunden haben, haben sich in höhergelegene, nicht von Wasser erfasste Gebäudeteile / -geschosse oder auf Dächer gerettet und verharren dort. Diese sind ggf. verletzt, mindestens jedoch bedroht vor Ertrinken (Erkrankungen/Verletzungen) und von Angst/Panikreaktionen.	5-7
Erforderliche Übungsmöglichkeiten (nur Ergänzung zu 3.1.1)	Cluster
- Praktisches Training der Menschenrettung mittels Hubschrauber von Gebäuden. - Praktisches Training der erforderlichen interdisziplinären Zusammenarbeit bei der Rettung mit Hubschraubern.	Gebäude

3.1.3 Szenario 3 - Gebäudebrände

Charakteristik	Nohl-Skala
Brand in einer baulichen Anlage, die teilweise oder vollständig von Wasser umspült ist und resultierend über die regelhafte bauliche Erschließung nicht mehr erreicht werden kann. Zudem Ausfall der vorgeplanten Löschwasserversorgung. Mindestens Bedrohung von Sachwerten durch die Ausbreitung von Feuer und Rauch, ggf. Bedrohung von Menschenleben durch die Ausbreitung von Feuer und Rauch.	4-7
Erforderliche Übungsmöglichkeiten	Cluster

- Reale Darstellung unterschiedlicher Brandereignisse mit und ohne Menschenrettung in verschiedenen baulichen Anlagen, die unterschiedlich stark durch Hochwasser betroffen sind. - Teilweise oder vollständig ausgefallene Rettungs- und Angriffswege durch Überflutung. - Praktische Anwendungsmöglichkeit des Führungsvorganges in unterschiedlichen Führungsebenen und Umsetzung des Einsatzbefehls durch Einsatzkräfte. - Praktische Anwendungsmöglichkeit von einfachen Geräten und Schutzkleidung (Wathosen, Feuerwehrleinen), tragbaren Leitern und Booten zur Menschenrettung und praktische Durchführung eines Löschangriffs.	Gebäude
--	---------

3.1.4 Szenario 4 - Austritt von Gefahrgütern

Charakteristik	Nohl-Skala
Überflutung von baulichen Anlagen oder Kraftfahrzeugen, hierdurch z.B. Auftreiben von Behältnissen mit fossilen Brennstoffen von Feuerungsanlagen (Heizöl), Austritt von unterschiedlichen Gefahrstoffen aus überfluteten Produktionsanlagen, oder aus auftreibenden Behältnissen in Lagern. Zudem Austritt von fossilen Brennstoffen aus überfluteten Kraftfahrzeugen in oder außerhalb baulicher Anlagen, sowie möglicher Beladung von Gefahrstofftransporten.	4-7
Erforderliche Übungsmöglichkeiten	Cluster
- Reale Darstellungsform baulicher Anlagen, sowie deren Erschließung und Verkehrsanbindungen in unterschiedlichen Nutzungsformen. Mindestens Wohnnutzung mit Heizungsanlage (Heizöl) im Kellergeschoss und Sonderbauformen mit Lagerung und/oder Produktionsstätten von Gefahrgütern (Werkstätten, Industrieanlagen) - Reale Darstellungsform von Kraftfahrzeugen auf Verkehrswegen oder in Garagen mit austretenden Betriebsstoffen. - Reale Darstellungsform von Kraftfahrzeugen auf Verkehrswegen mit Transport von Gefahrgütern und Darstellung möglicher Austritte von Gefahrstoffen. - Darstellung aufschwimmender Behältnisse mit Gefahrstoffen haushaltsüblicher Mengen aus Lagerung im Kellergeschoss und gewerblicher Mengen aus Lagern (z.B. Intermediate Bulk Container (IBC)).	Gebäude Sonderbau / Garage Straße Industrieanlage Lager

- Reproduzierbare statische und dynamische Überflutung mit unterschiedlichen Wasserständen, mindestens ausreichend zur Flutung von Kellergeschossen, sowie Erdgeschossen / der Außenbereiche und ausreichend für den erforderlichen Einsatz von Booten. - Praktische Anwendungsmöglichkeit des Führungsvorganges in unterschiedlichen Führungsebenen und Umsetzung des Einsatzbefehls durch Einsatzkräfte zzgl. möglicher Einsatzdurchführung gemäß Feuerwehrdienstvorschrift 500. - Praktische Anwendungsmöglichkeit von einfachen Geräten und Schutzkleidung (Wathosen, Feuerwehrleinen), tragbaren Leitern und Booten zur Menschenrettung, sowie Geräten zur Abwehr von ABC-Gefahren.	
--	--

3.1.5 Szenario 5 - Bedrohung hoher Sachwerte

Charakteristik	Nohl-Skala
Drohende Überflutung von Sachwerten in oder außerhalb von baulichen Anlagen, bzw. der baulichen Anlagen selbst durch ansteigendes Wasser in Fließgewässern mit Uferübertritt oder durch Starkregen.	3-6
Erforderliche Übungsmöglichkeiten	Cluster
- Reale Darstellungsform eines Fließgewässers zusammenhängend angeordnet mit baulichen Anlagen, sowie deren Erschließung und Verkehrsanbindungen in unterschiedlichen Nutzungsformen. - Reproduzierbare dynamische Überflutung der baulichen Anlage und Verkehrswege über das Fließgewässer, steigendes Regenwasser oder die Kanalisation mit unterschiedlichen Wasserständen. - Praktische Anwendungsmöglichkeit des Führungsvorganges in unterschiedlichen Führungsebenen und Umsetzung des Einsatzbefehls durch Einsatzkräfte. - Praktische Anwendungsmöglichkeit von einfachen Geräten und Schutzkleidung (Wathosen, Feuerwehrleinen), tragbaren Leitern und Booten. - Praktische Anwendung von Verteidigungsmaßnahmen zum Sachwerteschutz (z.B. einfacher Deichverbau, Umlenken von Strömungen, Gebäudesicherungen, etc.)	Gebäude Straße Fließgewässer

3.1.6 Szenario 6 - Einsturz von Gebäudestrukturen

Charakteristik	Nohl-Skala
Einsturz oder Teileinsturz von Gebäudestrukturen in Folge der Einwirkung von steigendem Wasser auf die Gebäudesubstanz mit Versagen der Tragkonstruktion. Verschüttete Personen in den eingestürzten Gebäudeteilen. Teilweise instabil zurückbleibende Gebäudeteile (Gefahr des Einsturzes).	4-7
Erforderliche Übungsmöglichkeiten	Cluster
- Reale Darstellungsform einer baulichen Anlage, die unterschiedlich stark durch die Einwirkung von Hochwasser beschädigt sind. - Möglichkeit der Darstellung unterschiedlicher Übungsszenarien mit bedrohten / verschütteten Menschen und Tieren in verschiedenen Zwangslagen in Gebäuden, Anzahl und Verletzungsmustern. - Praktische Anwendungsmöglichkeit des Führungsvorganges in unterschiedlichen Führungsebenen und Umsetzung des Einsatzbefehls durch Einsatzkräfte unter Anwendung von Handlungshinweisen beim Einsturz. - Praktische Anwendungsmöglichkeit von einfachen und erweiterten Geräten zur Menschenrettung und technischen Hilfeleistung nach Einsturz.	Gebäude Installation

3.1.7 Szenario 7 - Elektrizität

Charakteristik	Nohl-Skala
Vollständig oder teilweise von gestiegenem Wasser umspülte Hausinstallationen, Kabelverteilerschränke, Trafostationen, Batteriespeichersysteme oder sonstiger Infrastruktur in baulichen Anlagen oder auf Verkehrswegen. Hierdurch Gefahr der Elektrizität für Menschen, Tiere und Einsatzkräfte [40].	4-7
Erforderliche Übungsmöglichkeiten	Cluster
- Reale Darstellung möglicher Ursachen für elektrische Gefahren durch Überflutung, wie: Straßenlaternen, Hausinstallationen (Waschmaschine, Hausanschlussraum, Steckdosen, Schalter) in baulichen Anlagen, Batteriespeichersysteme, Photovoltaikanlagen, Trafostationen an Verkehrswegen, Kraftfahrzeuge mit elektrischen Antrieben. - Darstellbare Dampfbildung als Sekundärfolge.	Gebäude

- Praktische Anwendungsmöglichkeiten von Handlungshinweisen für Einsatzkräfte bei elektrischen Gefahren [41] und Photovoltaikanlagen [42]. - Praktische Anwendungsmöglichkeit des Führungsvorganges in unterschiedlichen Führungsebenen und Umsetzung des Einsatzbefehls durch Einsatzkräfte unter Berücksichtigung der o.g. Handlungshinweise.	
--	--

3.1.8 Szenario 8 - Menschen- /Tierrettung aus und von Fahrzeugen

Charakteristik	Nohl-Skala
Teilweise bis vollständig von gestiegenem Wasser umspülte Fahrzeuge auf Verkehrswegen oder in Garagen. In diesen befinden sich teilweise Menschen oder Tiere, die von dem steigenden Wasser überrascht wurden. Diese können sich auf das Fahrzeugdach gerettet haben und verharren dort, teilweise auch eingeschlossen im Fahrzeug bei nicht mehr gegen das Wasser zu öffnenden Türen. Diese sind ggf. verletzt, mindestens jedoch bedroht vor Ertrinken und von Angst/Panikreaktionen.	5-7
Erforderliche Übungsmöglichkeiten	Cluster
- Reale Darstellungsform von Verkehrsweegeanlagen mit Kraftfahrzeugen unterschiedlicher Antriebsart. - Reproduzierbare statische und dynamische Überflutung der Verkehrswege mit unterschiedlichen Wasserständen. - Möglichkeit der Darstellung unterschiedlicher Übungsszenarien mit bedrohten Menschen und Tieren in verschiedenen Zwangslagen in und auf Kraftfahrzeugen, Anzahl und Verletzungsmustern. - Praktische Anwendungsmöglichkeit des Führungsvorganges in unterschiedlichen Führungsebenen und Umsetzung des Einsatzbefehls durch Einsatzkräfte. - Praktische Anwendungsmöglichkeit von einfachen Geräten und Schutzkleidung (Wathosen, Feuerwehrleinen), tragbaren Leitern und Booten zur Menschenrettung. - Praktische Anwendungsmöglichkeit von einfachen und erweiterten Geräten zur technischen Hilfeleistung.	Verkehrswege/ Straße Freifläche Sonderbau/ Garage

3.1.9 Szenario 9 - Menschen- /Tierrettung, freitreibend auf offenen Gewässern

Charakteristik	Nohl-Skala
Menschen oder Tiere befinden sich freitreibend in angestiegenen, aber stehenden Gewässern und drohen zu ertrinken. Ggf. halten sich diese an Treibgut, Bäumen oder sonstigen Strukturen in Zwangshaltung fest und über der Wasseroberfläche.	5-7
Erforderliche Übungsmöglichkeiten	Cluster
- Reale Darstellung einer überfluteten Fläche unterschiedlicher Nutzung mit statischem bis dynamisch steigenden Wasserstand ohne Strömung. - Möglichkeit der Darstellung unterschiedlicher Übungsszenarien mit bedrohten Menschen und Tieren in verschiedenen Zwangslagen auf der Wasseroberfläche. - Praktische Anwendungsmöglichkeit des Führungsvorganges in unterschiedlichen Führungsebenen und Umsetzung des Einsatzbefehls durch Einsatzkräfte. - Praktische Anwendungsmöglichkeit von einfachen Geräten und Schutzkleidung (Wathosen, Feuerwehrleinen), tragbaren Leitern und Booten zur Menschenrettung.	Freifläche

3.1.10 Szenario 10 - Menschen-/ Tierrettung aus bewegten Gewässern

Charakteristik	Nohl-Skala
Menschen oder Tiere befinden sich freitreibend in fließenden und ggf. ansteigenden Gewässern (Strömung) und drohen zu ertrinken. Ggf. halten sich diese an Treibgut, Bäumen oder sonstigen Strukturen in Zwangshaltung fest und über der Wasseroberfläche.	5-7
Erforderliche Übungsmöglichkeiten	Cluster
- Reale Darstellung eines Fließgewässers mit unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten. - Möglichkeit der Darstellung unterschiedlicher Übungsszenarien mit bedrohten Menschen und Tieren in verschiedenen Zwangslagen auf der bewegten Wasseroberfläche. - Praktische Anwendungsmöglichkeit des Führungsvorganges in unterschiedlichen Führungsebenen und Umsetzung des Einsatzbefehls durch Einsatzkräfte. - Praktische Anwendungsmöglichkeit von einfachen Geräten und Schutzkleidung (Wathosen, Feuerwehrleinen),	Fließgewässer Straße

tragbaren Leitern und Booten zur Menschenrettung aus bewegten Gewässern.	
--	--

3.2 Zusammenfassung - Cluster

Die vorangegangene Ableitung von Musterszenarien und hierfür erforderlicher Übungsmöglichkeiten lässt eine zusammenfassende Clusterung in Mindestbestandteile für eine Übungsanlage zu. Diese sind eine unterschiedlich nutzbare *Freifläche*, ein *freistehendes Gebäude*, unterschiedliche aneinandergereihte Gebäude verschiedener Sondernutzung (mindestens Garage, Pflege-/Betreuungseinrichtung und Industrie), nachfolgend als *Gebäudespange* bezeichnet, sowie eine Verkehrsanlage in Form einer *Straße*, die zudem als Fließgewässer genutzt werden kann. Die einzelnen Module müssen derartig zueinander angeordnet werden, dass zum einen eine natürliche Beziehung aus Verkehrswegen, Erschließungen und baulichen Anlagen entsteht. Zum anderen müssen die ermittelten statischen und dynamischen Hochwasserbedingungen natürlich, technisch und wirtschaftlich ermöglicht werden.

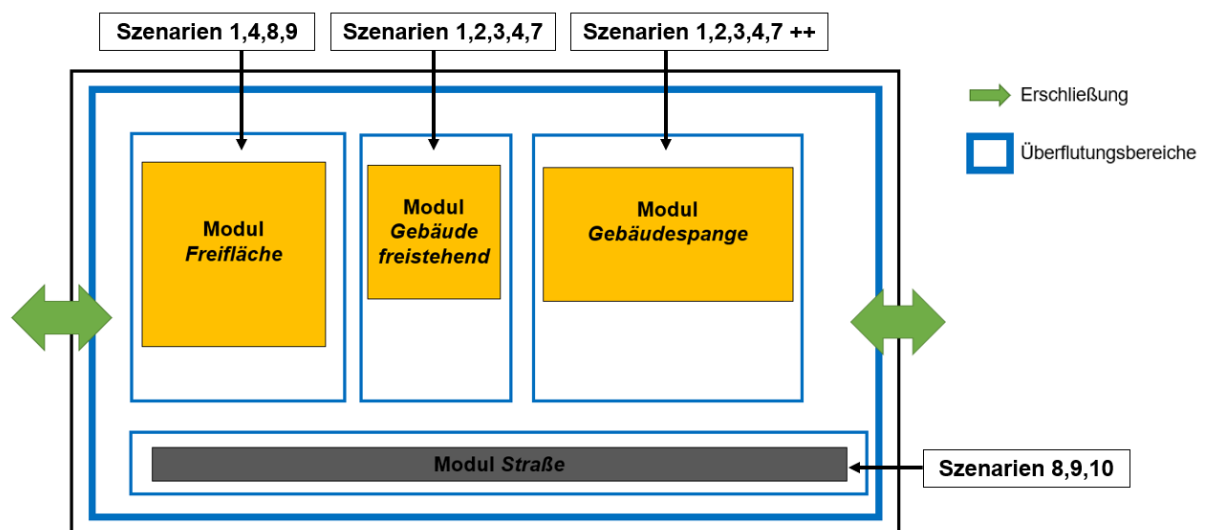


Abbildung 1 – Grobkonzept als Funktionsprogramm (Eigene Abbildung)

4 Anforderungen an eine Hochwasserrettungsanlage

Im folgenden Teil dieser Arbeit werden den unter Kapitel 3 ermittelten Modulen Anforderungen für eine Realisierung zugeordnet und dabei der Fokus neben der Übungsmöglichkeit der herausgestellten Musterszenarien auf eine multifunktionale Nutzung der Anlage erweitert.

4.1 Grundsätzliche Überlegungen

4.1.1 Wasserbauliche und umwelttechnische Aspekte

Für eine realitätsnahe Nutzung einer Hochwasserrettungsanlage mit reproduzierbaren Hochwasser- und Starkregenereignissen wird zwangsläufig die Ressource Wasser gebraucht und verbraucht werden. Das Wasserhaushaltsgesetz der Bundesrepublik Deutschland verpflichtet zu einem nachhaltigen Umgang mit dieser Ressource [43], was nicht zuletzt auch Kernidentität von Nachhaltigkeitsstrategien der Länder ist, die als mögliche Betreiber solcher Anlagen in Frage kommen [44] [45].

Der Verbrauch von Wasser zur Nutzung einer Hochwasserrettungsanlage sollte demnach auf ein Mindestmaß reduziert werden. Hierfür empfiehlt es sich die erforderlichen Wassermengen nicht für jedes darstellbare Szenario aus der öffentlichen Trinkwasserversorgung zu entnehmen und anschließend zu entsorgen. Vielmehr sollte ein Mengen-entsprechendes Reservoir in Form eines künstlichen Sees angelegt werden. Diese Variante wird auch in der bereits realisierten Anlage in den USA und der geplanten Anlage in Großbritannien vorgesehen. Idealerweise kann bei der Standortwahl ein natürlicher Zu- und Abfluss über ein bestehendes Fließgewässer berücksichtigt werden. Hierüber würden sich günstige Auswirkungen auf den Erhalt der Wasserqualität ergeben. Alternativ muss der See z.B. in Analogie zu Naturbädern mit nachhaltiger Filtertechnik angelegt werden und durch Niederschlagswasser befüllt werden. Hierfür könnte sich eine wirtschaftliche Kombinationsnutzung mit erforderlichen oder neu angelegten Regenrückhaltebecken für die Umgebung des Standortes anbieten. Eine Entnahme der jeweils für ein Übungsszenario erforderlichen Wassermenge unmittelbar aus einem Fließgewässer wird nicht genehmigungsfähig sein [46].

Darüber hinaus ergeben sich mannigfaltige Nutzungsmöglichkeiten einer solchen Seeanlage für den Übungsbetrieb einer Landesfeuerwehrschule. Im Rahmen der Definition von Anforderungen und für den nachfolgenden Modellentwurf wird deshalb das Modul *Stehendes Gewässer / See* ergänzt und in den weiteren Planungsprozess dieser Arbeit aufgenommen. Mit einer höhenversetzten Anordnung des Reservoirsees und der zu überflutenden Gebäude und Strukturen, können Wasserbewegungen und Strömung über die Schwerkraft erzeugt und Pumpentechnik eingespart werden. Die Rückführung des aus der Anlage abfließenden Wassers kann über eine Hebeanlage mit ausreichend dimensionierter Pumpentechnik und Zwischenspeicher erfolgen. Darüber hinaus sollte die Anlage in bestimmten Szenarien bei niedrigen Wasserständen mit Fahrzeugen befahrbar ausgeführt werden. Hierzu wird eine Abwasserbehandlungsanlage (Leichtflüssigkeits- und Benzinabscheider) erforderlich. Als positiver Nebeneffekt kann durch eine solche Aufbereitung Niederschlagswasser

aus den versiegelten Flächen der Übungsanlage und ggf. umgebender Bestandsflächen ebenfalls über diese Behandlungsanlage dem See zugeführt werden. Insgesamt kann ein solches Vorhaben aus wasserbaulicher Sicht als umsetzbar betrachtet werden [46].

Ebenfalls im Sinne der Nachhaltigkeit und Multifunktionalität sollten einzelne Bereiche geschaffen und über variable, z.B. elektrische Spundwände oder Barrieren abgetrennt werden, die einzeln oder in verschiedenen Konstellationen geflutet werden können. Hierüber können zum einen verschiedene Strömungsrichtungen und damit Szenarien dargestellt werden (vgl. Grobkonzept 3.2). Zum anderen können die Bestandteile der Anlage dann unabhängig voneinander in überfluteten und trockenen Zuständen beübt werden.

4.1.2 Bausubstanz

Das entstehende Bauwerk muss ausreichend widerstandsfähig gegen die geplante Nutzung ausgeführt werden. Dabei werden sich Belastungen hauptsächlich aus Strömung und einem Übungsbetrieb mit Fahrzeugen und Material ergeben. Zudem wird eine Ausführung als wasserundurchlässige „Wanne“ der gesamten Anlage erforderlich sein. Aus dem Siedlungswasserbau (Stahlbetonwasserbau) sind genormte Vorgaben solcher Anspruchsklassen vorhanden und können in diesem Fall mit der Betonexpositionsklasse XM3 [47] für Tosbecken, bzw. XF4 bei geplanter praktischer Anwendung von Schaummittel angenommen werden. In der Folge würde die Bausubstanz hierüber ausgelegt für eine häufige Beanspruchung mit Kettenfahrzeugen im Industriebau und somit ausreichend für einen hochbeanspruchenden Übungsbetrieb. Unwirtschaftliche Sonderkonstruktionen sind nicht erwartbar und ein solches Vorhaben ebenfalls aus ingenieurmäßiger Sicht grundsätzlich umsetzbar [48]. Der Detaillierungsgrad der mit Wasser und Strömung zu nutzenden Anlagenbestandteile sollte darüber hinaus reduziert, jedoch für die praktische Anwendung ausreichend ausgelegt sein.

4.1.3 Größe und Lage

Die maximale Größe der Anlage ist gem. Aufgabenstellung auf 20.000 m² begrenzt. Die Mindestgröße ergibt sich aus der Auswahl und Anzahl errichteter Übungsgebäude, der Straße, sowie dem See. Es sollten realitätsnahe Grundrissmaße der baulichen Anlagen und ein Straßentyp mit ausreichend Aufnahmekapazität für Gruppen- und Zugstärken in Einsatzübungen gewählt werden. Die Größe des Reservoirsees resultiert aus den erforderlichen Wassermengen.

Bei der Anordnung sind neben Vorgaben und Einschränkungen der Bauleitplanung, insbesondere Emission, die Möglichkeit der Nutzung der Übungsanlage mit Hubschraubern zu berücksichtigen. Folglich sollte eine Umsetzung in Gebieten mit Einschränkungen für den Anflug vermieden werden.

4.1.4 Sicherheit

Bei der Umsetzung einer Hochwasserrettungsanlage sind alle einschlägigen Arbeitsschutz-, Unfallverhütungsvorschriften und DIN-Normen einzuhalten. Hierbei ist insbesondere die DIN 14097 *Feuerwehrrübungsanlagen* zu erwähnen, mit der jedoch Anlagen dieser Art bislang nicht erfasst werden. Infolgedessen werden umfangreiche Gefährdungsbeurteilungen für die Übungsteilnehmer und Dozenten als Arbeitnehmer gem. § 4 DGUV 49 - *Feuerwehren*, bzw. § 5 Arbeitsschutzgesetz erforderlich.

4.2 Modul *Freifläche*

Zielanwendung: Auf einer unbebauten Freifläche sollen durch variabel veränderbare Aufbauten unterschiedliche Kulissen für die Szenarien 1, 4, 8 und 9 dargestellt werden können.

Anforderungen: Die Fläche soll eine Mindestgröße von ca. 500 m² aufweisen und vollständig versiegelt ausgeführt werden. Die Erschließung ist regelhaft über mindestens eine Zuwegung in der Dimension einer Feuerwehrrzufahrt einzuplanen [49]. Über verschiedene Darstellungsmaterialien sollen mindestens ein Campingplatz mit Wohnwagen, Mobilheimen und Zelten, eine teilweise genutzte Parkfläche und eine eingezäunte Nutztierweide simuliert werden können. Die Materialien (Wohnanhänger, Zäune, etc.) müssen dabei so ausgeführt werden, dass diese ausreichend für eine reale Wahrnehmbarkeit detailliert und gleichzeitig ausreichend widerstandsfähig gegen Wasser sind. Die Fläche muss mit unterschiedlichen und dynamischen Pegelständen überflutbar sein und durch verschiedene Abflüsse (z.B. Kanalschächte) Strömungen erzeugt werden können.

Zusätzliche multifunktionale Nutzbarkeit des Moduls:

- Bereitstellungs- und Entwicklungsfläche für eine taktische Einheit in Zugstärke.
- Darstellung der o.g. und weiterer Kulissen für Einsatzübungen ohne Starkregen- und Hochwasserbezug.
- Mit entsprechender Auslegung der Abwasserbehandlungsanlage kann die Fläche zur praktischen Anwendung von Löschschaum verwendet werden.
- Zudem sind auf Grund der hohen Beanspruchbarkeit der Bausubstanz Versuchsaufbauten kleineren Umfanges im Bereich der Forschung denkbar.

4.3 Modul *Freistehendes Gebäude*

Zielanwendung: In diesem Modul wird mindestens ein Gebäude freistehend angeordnet und teilweise bis vollständig von Wasser umspülbar ausgeführt. Hierin sollen die Szenarien 1, 2, 3, 4 und 7 trainiert werden können.

Anforderungen:

- Mindestens eine bauliche Anlage der Gebäudeklasse (GKL) I gem. MBO, mit mindestens einem Untergeschoss (Kellergeschoss), Erdgeschoss und einem Obergeschoss in massiver, wasserwiderstandsfähiger Bauweise.
- Mindestens 2,40 m lichte Raumhöhe der einzelnen Geschosse gem. MBO.
- Ausführung des Daches als normal geneigtes Satteldach oder Flachdach. Bei Ausführung als Satteldach mit Anordnung einer Photovoltaikanlage.
- Darstellung der Gebäudenutzung über unterschiedliche Einrichtungsgegenstände für mindestens Wohnen oder Büro / Verwaltung.
- Darstellung einer öl-befeuerten Heizungsanlage im Kellergeschoss, sowie Gebäudeinstallation in einem hohen Detaillierungsgrad.
- Unterschiedliche Reglerschließung über eine Verkehrsstraße und Flächen für die Feuerwehr gem. MRFIFw (Feuerwehrezugang, Feuerwehrezufahrt, -aufstellfläche oder öffentliche Verkehrsfläche).
- Unterschiedlich mögliche und dynamische Pegelstände, mindestens ausreichend zur Überflutung des Erdgeschosses (2,40 m).
- Verschiedene Strömungserzeugung über Abwasserschächte im Gebäude oder in den Außenanlagen.
- Plastische Anlage von Außenanlagen um das Gebäude mit Einfriedung mittels Zäunen oder Mauern zur Darstellung von Hindernissen unter der Wasseroberfläche [50].

Zusätzliche multifunktionale Nutzbarkeit des Moduls:

Das Gebäude wird auf Grund seiner Anforderung an eine wasserwiderstandsfähige Bausubstanz massiv und mit versiegelten Oberflächen ausgeführt und ist hierdurch ebenfalls stark durch einen Übungsbetrieb ohne Hochwasserbezug belastbar [48]. Folglich kann das Gebäude im regulären Ausbildungsbetrieb einer Landesfeuerwehrschule vollumfänglich für Einsatzübungen unterschiedlicher Art genutzt werden. Oberhalb der maximal flutbaren Pegelstände in diesem Modul kann die Ausführung und Ausstattung des Gebäudes ohne erforderliche Widerstandsfähigkeit gegen Wasser beliebig skaliert und wirtschaftlich ausgeführt werden.

4.4 Modul *Gebäudespange*

Zielanwendung: Hier können die darstellbaren Szenarien 1, 2, 3, 4 und 7 in ihrer Komplexität (Anzahl zu rettender Menschen, erschwerte Erreichbarkeit, größere Gebäudeausdehnungen) gegenüber Modul 4.3 gesteigert werden. Zudem soll die Gebäudeanordnung eine einfassende Seite des in Modul 4.5 *Straße* ausführlich beschriebenen Strömungskanals darstellen. Zudem wird das Szenario 6 aufgegriffen und ein außenliegendes Gebäude teileingestürzt dargestellt.

Anforderungen:

- Mehrere Gebäude unterschiedlicher GKL in geschlossener Bauweise, mit jeweils mindestens einem Untergeschoss (Kellergeschoss), Erdgeschossen Obergeschossen in massiver, wasserwiderstandsfähiger Bauweise.
- Mindestens 2,40 m lichte Raumhöhe der einzelnen Geschosse gem. MBO.
- Unterschiedliche Ausführung der Dachformen, ggf. mit Installation von Photovoltaikanlagen.
- Darstellung verschiedener Gebäudesondernutzungen, mindestens: eine Mittelgarage mit Parkebene im Untergeschoss, Zufahrt über ein Tor und eingestellten PKW unterschiedlicher Antriebsarten, eine Pflege- und Betreuungseinrichtung, eine Industrieanlage, Werkstatt, Lager oder vergleichbar mit darstellbaren Produktaustritten und Behältern mit Gefahrgut (z.B. IBC).
- Darstellung unterschiedlicher Feuerungsanlagen, sowie Gebäudeinstallationen in einem hohen Detailierungsgrad.
- Darstellung mindestens eines Aufzuges in einem Gebäudeteil.
- Darstellung eines Gebäudeteiles (Eckgebäude) in einem statisch teileingestürzten Zustand.
- Unterschiedliche Reglerschließung über eine Verkehrsstraße auf einer Seite der Gebäudespange und Flächen für die Feuerwehr gem. MRFIFw (Feuerwehruzugang, Feuerwehruzufahrt, -aufstellfläche oder öffentliche Verkehrsfläche).
- Gebäudezugänge, Öffnungen für Fenster, etc. müssen zur Nutzung der Straße als Strömungskanal individuell verschlossen werden können.
- Unterschiedlich mögliche und dynamische Pegelstände, mindestens ausreichend zur Überflutung der Untergeschosse und Erdgeschosse (2,40 m).
- Verschiedene Strömungserzeugung über Abwasserschächte im Gebäude oder in den Außenanlagen.

Zusätzliche multifunktionale Nutzbarkeit des Moduls:

Die Gebäude lassen sich analog zu Modul 4.3 *Freistehendes Gebäude* vollumfänglich im trockenen Zustand für diverse Übungsszenarien für taktische Einheiten in Gruppen-, Zug-, oder Verbandstärke verwenden. Insbesondere die Ausgestaltung der Geschosse oberhalb der Überflutungsgrenze sind individuell skalierbar und auf die Übungsbedürfnisse einer Landesfeuerwehrschule anzupassen. Die Ausführung oberhalb des maximalen Pegelstandes kann ebenfalls wirtschaftlich mit Bausubstanz ohne Widerstandsfähigkeit gegen Wasser und Wasserdruck erfolgen.

4.5 Modul *Straße*

Zielanwendung: Die Straße soll als Strömungskanal das zentrale Element dieser Übungsanlage darstellen. Sie soll die Reglerschließung der vorgenannten Module ermöglichen und als massiv ausgeführter Kanal die Szenarien 8 und 10 darstellen und somit das Training von Szenarien mit bewegten Gewässern bis hin zur Strömungsrettung ermöglichen. Zudem wird ein neben der Straße verlaufendes Fließgewässer als typische Ausgangsquelle eines Überflutungsereignisses simuliert und das Szenario 5 auf die gesamte Gebäudespanne ausdehnbar dargestellt, für dessen Abwehr z.B. auch Deichbaumaßnahmen beübt werden können.

Anforderungen:

- Ausführung der Straße als Überregionalstraße gem. Entwurfsklasse 2 (EKL) (Landstraße) der Richtlinie für die Anlage von Landstraßen (RAL) mit jeweils einer 3,5 m breiten Fahrbahn je Fahrtrichtung und ohne bauliche Trennung der Fahrstreifen [51], sowie eines Gehweges entlang der Gebäudespanne.
- Ausführung als Strömungskanal mit seitlichen durchgehenden Einfassungen durch eine Stützwand und die Fassade der Gebäudespanne aus Modul 4.4, bzw. einer variablen Spundwand im Bereich des Moduls 4.3.
- Anlage eines Fließgewässers als Kanal mit mindestens 1 m x 1 m Abmessungen entlang des gebäudeabgewandten Fahrbahnrandes der Straße.
- Abtrennung zwischen Fließgewässer und Fahrbahn mittels Leitplanken [52].
- Anordnung von Straßenlaternen im Bereich des Gehweges als Quellen elektrischer Gefahr.
- Variable Anordnung von Kraftfahrzeugen unterschiedlicher Art und Antriebsart auf der Verkehrsfläche, auch in bewegten und abnormalen Zuständen (z.B. als Verklausungen zusammengeschoben).
- Mögliche Erzeugung einer Überflutung der Straße stufenlos variabel bis zu einer Höhe von mindestens 2,40 m (Geschosshöhe des Erdgeschosses).
- Mögliche Erzeugung einer Strömung von mindestens bis zu 8 km/h [50].
- Mögliche Erzeugung einer Strömung mit Gewässereigenschaften mindestens der Stufe Wildwasser II [53]. Hierzu müssen die erforderlichen Gewässerunregelmäßigkeiten (Stromzug, Schwälle, Walzen, Wirbel) über variabel einzubauende Hindernisse in der Straße erzeugt werden können, sowie ein dauerhafter Volumenstrom möglich sein.

Zusätzliche multifunktionale Nutzbarkeit des Moduls:

Die Straße kann im trockenen Zustand als Bestandteil einer normalen Übungsanlage vollumfänglich genutzt werden. Durch die gewählte Form der Überregionalstraße ergeben sich vielfältige Möglichkeiten und ausreichend Übungsfläche für taktische Einheiten in Gruppen-, Zug-, oder Verbandstärke.

4.6 Modul *Stehendes Gewässer/ See*

Zielanwendung: Der See soll als Reservoir einem nachhaltigen und bewussten Umgang mit der Ressource Wasser dienen und entstammt der Betrachtung aus 4.1.1.

Darüber hinaus lässt der See als stehendes Gewässer ebenfalls eine multifunktionale Nutzung zu und könnte genutzt werden für:

- Die Menschen- und Tierrettung aus offenem Gewässer (Szenario 9).
- Die Aus- und Fortbildung von Feuerwehrtauchern gem. Feuerwehrdienstvorschrift 8.
- Die Aus- und Fortbildung im Umgang mit Feuerwehrbooten, sowie einfacher und erweiterter Ausrüstung für die Wasserrettung in Vorbereitung auf Übungsszenarien im Strömungskanal.
- Praktisches Beüben einer Wasserentnahme mittels Löschwasseraußenlastbehältern über Hubschrauber und entsprechende taktische Einrichtung einer solchen Entnahmestelle.
- Aus- und Fortbildung im Bereich der Eisrettung (witterungsbedingt).
- Aus- und Fortbildung für Maschinisten von Löschfahrzeugen, sowie Ausbildern für Maschinisten von Löschfahrzeugen.
- Prüfungen von Feuerlöschkreislumpen, z.B. durch das Technische Kompetenzzentrum (Beispiel NRW).
- Praktisches Beüben von Sondereinheiten, wie z.B. dem HytransFireSystem in NRW.
- Eine offene Löschwasserentnahmestelle für praktische Einsatzübungen in der Übungsanlage.
- Repräsentative Außenbereichsgestaltung einer Landesfeuerweherschule.

Anforderungen:

Die Größe des Sees muss sich an der erforderlichen Wassermenge zur Darstellung geplanter Szenarien, einem möglichen dauerhaften Volumenstrom im Strömungskanal der Straße und der Gesamtgröße (überflutbares Volumen) der baulichen Strukturen ausrichten. Es kann ein Bedarf von ca. 50% der für die gesamte Anlage eingeplanten Fläche angenommen werden. Die Wasserqualität muss konstant aufrechterhalten werden. Hierzu empfiehlt es sich, den See als Naturbad bzw. Natursee mit natürlicher Filterung anzulegen [46].

5 Modellentwurf

Die vorangegangenen Auswertungen und Überlegungen werden nachfolgend in einer Hochwasserrettungsanlage zusammengefasst und als Variantenplanung in Anlehnung an die Leistungsphase II HOAI in Anhang 2 präsentiert. Kerneigenschaft der vorgestellten Variante ist die Kombination praxisgerechter Trainingsmöglichkeiten für Hochwasser- und Starkregen-basierte Einsatzlagen bei gleichzeitig maximal möglicher Multifunktionalität für eine Landesfeuerweherschule. Gebäude, Straße und Freifläche werden dabei in natürlicher Weise zusammenhängend angeordnet, sodass ein Straßenzug mit einer Gebäudespanne in geschlossener und offener Bauweise entsteht. Ähnlich wie bestehende Anlagen z.B. des Instituts der Feuerwehr NRW (Übungshalle), des Feuerwehr- und Rettungstrainingscenter Frankfurt am Main, oder der Staatlichen Feuerweherschule Würzburg (Übungshalle) zielt die Geländeanordnung darauf ab, für das Angebotsportfolio einer Landesfeuerweherschule und dabei insbesondere der Gruppen-, Zug- und Verbandführerausbildung für praktische Einsatzübungen nutzbar zu sein.

Die Dimensionierung erfolgt dafür im Bereich der Straße als Überregionalstraße EKL 2 (Landstraße) und die Gebäude werden unterschiedlich genutzt ausgeführt. Ein Wohngebäude wird dabei als freistehendes Gebäude der GKL I mit Außenbereichen und einer Photovoltaikanlage dargestellt, alle weiteren Gebäude als zusammenhängende Gebäudespanne mit Gebäuden der GKL III-IV in geschlossener Bauweise. In dieser wird ein mehrgeschossiges Wohngebäude der GKL II in teileingestürzten Zustand, sowie Sonderbauten in Form einer Kindertagesstätte bzw. Pflege- und Betreuungseinrichtung, einer geschlossenen Mittelgarage mit Zufahrtstor und eines gewerblich genutzten Objektes mit Lager und Werkstatt vorgesehen. Der Detaillierungsgrad erfolgt dabei ausreichend für die Darstellung realistischer Übungsszenarien und sieht insbesondere Gebäudeinstallationen und Heiztechnik als mögliche Gefahrenquellen in einem hohen Detaillierungsgrad vor. Darüber hinaus soll die Hochwasserrettungsanlage sowohl als eigenständige Anlage nutzbar sein, als sich auch in eine bestehende Übungsumgebung integrieren können. Das Niveau der Straße wird gegenüber dem umgebenen Gelände um die Höhe eines Geschosses (ca. 2,40 m) abgesenkt. Hierdurch können die auf Erdniveau liegenden Geschosse der Gebäude aus unterschiedlicher Anfahrtsrichtung jeweils erdgeschossig oder als Kellergeschosse wahrgenommen werden. Für die Nutzung der Übungsanlage mit Wasser ergibt sich über diesen Niveauversatz die Möglichkeit einer Flutung über Schwerkraft aus dem angelegten Reservoirsee.

Die einzelnen Module können jeweils einzeln oder in Summe mit unterschiedlichen und dynamischen Pegelständen geflutet werden. Als Ursache kann das neben der Straße verlaufende Fließgewässer mit steigendem Pegel, verschiedene Zuläufe in den Objekten (z.B. Abwasserschächte, Kanäle) oder eine Überflutung der Straße über die Schleuse am Reservoirsee eingestellt werden. Über unterschiedliche Abläufe können dabei verschiedene Szenarien mit stehenden oder bewegten Gewässern dargestellt werden. Die Straße stellt das zentrale Element der Übungsanlage für Szenarien mit bewegten Gewässern bis hin zur Strömungsrettung dar. Mittels variabler Barrieren und einer mobilen Spundwand am freistehenden Gebäude entsteht ein Strömungskanal,

in dem eine Wasserfließgeschwindigkeit von mindestens 8 km/h und Gewässereigenschaften der Wildwasserstufe II dargestellt werden können. Mit variablen Hindernissen lassen sich natürliche Barrieren (Mauern, o.ä.), sowie Verkläusungen als mögliche Ursache für Wirbel, Schwälle, Walzen oder Presswasser einbauen. Auf die Anlage eines eigenständig nutzbaren Strömungskanals unabhängig der Straße wird bewusst verzichtet, da die vorzuhaltenden Wassermengen, Flächen und das Bauvolumen außerverhältnismäßig gegenüber einem hiermit erzielbaren Nutzen stehen würden. In der Übungsanlage in New York wird durch einen solchen Strömungskanal ein Reservoirsee mit einer Größe von 3 ha erforderlich [21]. Entlang der Straße wird eine Freifläche vorgehalten, an der Rettungstechniken aus bewegten Gewässern, bis hin zu erforderlicher Seiltechnik für die Strömungsrettung trainiert werden können. Erforderlich Übungsutensilien und -objekte, wie z.B. PKW können variabel auf der Übungsanlage und in den Gebäuden positioniert und verankert werden.

Das offene Gewässer (See) dient als Reservoir für einen nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser in der Übungsanlage und wird als Natursee mit biologischen Filteranlagen angelegt. Für eine multifunktionale Nutzung werden eine Anfahrtsmöglichkeit mit Großfahrzeugen der Gewichtsklasse S gem. DIN EN 1846, um z.B. Konzepte wie das HytransFireSystem NRW beüben zu können, eine Slipanlage für Feuerwehrboote, eine Pumpenteststation für Feuerlöschkreiselpumpen, sowie ein künstlicher Sandstrand vorgesehen. Die Erschließung der Übungsanlage erfolgt über zwei rechtwinklig zueinanderstehende Zufahrtfahrten auf die zentrale Straße, zu der parallel verlaufend auch die Zuwegungen für den Reservoirsee angeordnet sind. Insgesamt kann die Anlage auf einer Fläche von **14.500 m²** gemessen an den maximalen Ausdehnungen realisiert werden. Das Verhältnis der Fläche von See zu Gebäuden und Straße entsteht unter der Annahme einer Tiefe des Sees von durchgängig 3 m. Das vorgehaltene Volumen des Sees liegt dann bei ca. 13.545 m³ gegenüber ca. 10.650 m³ Gesamtvolumen der Anlage.

6 Fazit

Die Zunahme von extremwetterbedingten Einsatzszenarien mit hohen Schadensausmaßen und hohem Gefährdungspotenzial für Einsatzkräfte, erfordert praktische Trainingsmöglichkeiten für die Feuerwehren in Deutschland zur Steigerung ihrer Fähigkeiten und Sicherheit in solchen Situationen. Hierzu wurden in dieser Facharbeit Musterszenarien in einer Analyse vergangener Einsätze ermittelt, die Einzug in die praktische Aus- und Fortbildung erhalten sollten. Die vorgelegte Variantenplanung einer Hochwasserrettungsanlage ermöglicht das praktische Training der herausgestellten Musterszenarien mit sicheren, steuerbaren und reproduzierbaren Rahmenbedingungen in real überfluteten Strukturen. Die geforderte Multifunktionalität wird durch jeweils vollumfänglich für Einsatzszenarien ohne Hochwasser- und Starkregenbezug nutzbare Bestandteile der Übungsanlage erreicht. Dabei wird eine Bandbreite von der Grundausbildung bis zur Aus- und Fortbildung von Gruppen-, Zug-, und Verbandführern, sowie Sonderausbildung berücksichtigt.

Darüber hinaus werden potenziellen Bauherren (Landesfeuerwehrschulen) durch den modularen Aufbau Möglichkeiten einer wirtschaftlichen Umsetzung, sowie einer unbeschränkten anwenderspezifischen Skalierbarkeit aufgezeigt. Die Anlage kann je nach verfügbarer Fläche und erforderlichem Anwendungsumfang um einzelne Module reduziert oder erweitert, bzw. in ihrer Größe variiert ausgeführt werden.

Neben der eingangs formulierten Zielanwendung kann die Anlage einen vielfältigen Beitrag der Gefahrenabwehr im Hochwasserrisikomanagement leisten. Denkbar sind Einsatzübungen von Katastrophenschutzeinheiten, Hubschraubern, das Erproben von neuen Taktiken, Konzepten, oder Schutzkleidung und Fahrzeugtechnik in realer Anwendung, sowie eine Mitnutzung durch mitwirkende Hilfsorganisationen oder das THW.

Insgesamt werden in dieser Facharbeit die nutzerspezifischen Anforderungen der Feuerwehr an eine solche Hochwasserrettungsanlage methodisch auf Basis einer Baubedarfsplanung ermittelt und können so in den Realisierungsprozess als Planungsgrundlagen integriert werden.

Literaturverzeichnis

- [1] K. Schneider, Brandschutz-, Hilfeleistungs-, Katastrophenschutzgesetz Nordrhein-Westfalen - Kommentar, Stuttgart: Kohlhammer, 2016.
- [2] Stadt Münster, „munster.de Bilanz zum Jahrestag des Ausnahme-Unwetters,“ [Online]. Available: <https://www.muenster.de/stadt/unwetter-bilanz-feuerwehr.html>. [Zugriff am 04 11 2022].
- [3] Helmholtz, „ESKP - Wissenschaftsplattform Erde und Umwelt,“ [Online]. Available: <https://www.eskp.de/naturgefahren/das-juni-hochwasser-2013-in-deutschland-935306/>. [Zugriff am 04 11 2022].
- [4] Bayrisches Landesamt für Umwelt, „Sturzfluten und Hochwasserereignisse Mai/Juni 2016,“ 2017.
- [5] S. Thober, A. Marx und F. Boeing, „Auswirkungen der globalen Erwärmung auf hydrologische und agrarische Dürren und Hochwasser in Deutschland,“ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH, Leipzig, 2018.
- [6] Bundesministerium des Innern und für Heimat, „Bericht zur Hochwasserkatastrophe 2021: Katastrophenhilfe, Wiederaufbau und Evaluierungsprozesse,“ 2021.
- [7] Brandassessor Dipl.-Ing. Albrecht Broemme, „Unwetterereignisse - Strategien für Nordrhein-Westfalen zur Vorbeugung, Vorbereitung, Koordination, Nachbereitung und zur verbesserten Resilienz,“ Zukunftforum Öffentliche Sicherheit, Düsseldorf, 2022.
- [8] A. Solheid und D. Merten, „Flutkatastrophe Juli 2021: der größte Einsatz in der Geschichte,“ *BRANDSchutz*, pp. 588-593, Juli 2022.
- [9] CEDIM Forensic Disaster Analysis (FDA) Group, „Hochwasser Mitteleuropa, Juli 2021 (Deutschland),“ 2021.
- [10] D. r. s. U. Cimolino, „Expertenkommission Starkregen 2021,“ *vfdb-Zeitschrift 02/2022*, pp. 59-73, 05 2022.
- [11] W. Duvenbeck, „Lehren aus der Katastrophe,“ *vfdb-Zeitschrift 04/2021*, pp. 198-202, 11 2021.
- [12] Arbeitsgruppe Überarbeitung der FwDV 2, „Zwischenbericht der länderoffenen Arbeitsgruppe im Rahmen der Überarbeitung der Feuerwehr Dienstvorschrift 2,“ 2019.

- [13] Deutsche Lebens-Rettungs-Gesellschaft e. V. - Präsidium, *Prüfungsordnung Strömungsrettung*, Bad Nenndorf, 2017.
- [14] C. Meiser, Interviewee, *Referatsleiter Strömungsrettung DLRG Landesverband Württemberg e.V.* [Interview]. 02 11 2022.
- [15] I. Hansen, Interviewee, *Leitender Lehrtaucher - Feuerwehr Düsseldorf*. [Interview]. 15 11 2022.
- [16] S. Brust, Interviewee, *Dozent Staatliche Feuerweherschule Würzburg*. [Interview]. 04 11 2022.
- [17] Stadt Augsburg, „Eiskanal – Wildwasserbahn und Olympiastrecke,“ [Online]. Available: <https://www.augsburg.de/freizeit/sport/sportstaetten/eiskanal>. [Zugriff am 07 11 2022].
- [18] Kanu-Club Hohenlimburg e.V., „Lenne-Rafting - Der Wildwasserpark Hagen-Hohenlimburg,“ [Online]. Available: <https://lenne-rafting.de/start/wildwasserpark>. [Zugriff am 07 11 2022].
- [19] BRK-Landesgeschäftsstelle, Claire Banzer stv. Pressesprecherin in der Stabsstelle Kommunikation der, „#NovelleKSG: Wasserrettungszentrum – Was heißt das?,“ 12 03 2022. [Online]. Available: <https://www.brk.de/blog/beitrag/novelleksg-wasserrettungszentrum-was-heisst-das.html>. [Zugriff am 22 10 2022].
- [20] Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, „Bei Hochwasser: THW-Fachberater üben in der Schweiz,“ 13 10 2015. [Online]. Available: https://www.thw.de/SharedDocs/Meldungen/DE/Uebungen/international/2015/10/meldung_002_hochwasseruebung_schweiz.html. [Zugriff am 22 10 2022].
- [21] N. Y. State, „New York State Preparedness Training Center (SPTC),“ [Online]. Available: <https://www.dhses.ny.gov/venues>. [Zugriff am 07 11 2022].
- [22] University of Hull / Humberside Fire & Rescue Service, *National Flood Resilience Center - Business Case Summery brochure*, Hull (GB), 2019.
- [23] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, *Risikomatrix nach Nohl*, 2020.
- [24] D. Schmidt, *Dezentrale Trainingsgelände*, Münster, 2019.
- [25] Ministerium des Innern des Landes Nordrhein-Westfalen, „Statistik zur Gefahrenabwehr - Jahresbericht 2021,“ Düsseldorf, 2021.

- [26] Stadt Bielefeld - Feuerwehramt, *Statistik Unwettereinsätze 2017 - 2022*, Bielefeld, 2022.
- [27] Brandassessor Dipl.-Ing. Albrecht Broemme, „Die vier Plagen des Katastrophenschutzes“, *Behördenspiegel - Newsletter*, Nr. 70, 2022.
- [28] C. Lange, D. Rohrberg, C. Bahlmann und J. Feichtenschlager, „Feuerwehr Hannover: Hochwassereinsatz in Magdeburg im Juni 2013“, *BRANDSchutz - Deutsche Feuerwehr-Zeitung*, Nr. August 2013, pp. 587-595, 2013.
- [29] H.-J. Möller, C. Arndt und D. Heesch, „Hochwasserlage in Herdecke: Mehrfamilienhaus drohte abzurutschen“, *BRANDSchutz - Deutsche Feuerwehr-Zeitung*, Nr. April 2011, pp. 279-282, 2011.
- [30] F. Kircher und H. Schröder, „Hochwasserlage in Baden-Württemberg sowie Einsatzunterstützung in Sachsen-Anhalt nach Starkniederschlägen“, *BRANDSchutz*, Bd. 67, Nr. August 2013, pp. 582-586, 2013.
- [31] J. Thorns, „Hochwasserlage in Nordrhein-Westfalen“, *BRANDSchutz - Deutsche Feuerwehrzeitung*, Bd. 75., Nr. August 2021, pp. 663-670, 2021.
- [32] D. Marten, T. Schülpen, R. Schubert und T. Schams, „Einsatz in Euskirchen nach dem Starkregenereignis im Juli 2021“, *BRANDSchutz - Deutsche Feuerwehr-Zeitung*, Bd. 75., Nr. Oktober 2021, pp. 827-836, 2021.
- [33] A. Spilker, „FOCUS online“, 10 10 2022. [Online]. Available: https://www.focus.de/politik/deutschland/ungeheuerlicher-skandal-einsatzbericht-der-flutkatastrophe-im-ahrtal-schildert-versagen-der-politiker_id_162521606.html. [Zugriff am 15 10 2022].
- [34] Facebook: Friedhelm Feldmann, „ntv“, 16 07 2021. [Online]. Available: <https://www.n-tv.de/mediathek/videos/panorama/Anwohner-retten-Feuerwehrmann-aus-den-Fluten-article22686221.html>. [Zugriff am 20 10 2022].
- [35] SWR, „Hochwasser in Sinzig: Zwölf Tote im Lebenshilfehaus“, 07 07 2021. [Online]. Available: <https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/koblenz/viele-tote-im-sinziger-lebenshilfe-haus-100.html>. [Zugriff am 20 10 2022].
- [36] U. Fricke, *Hochwasserschutz*, Stuttgart: Verlag W.Kohlhammer, 2022.
- [37] t-online, „Leichlingen unter Wasser - Feuerwehr kommt nicht zu brennendem Haus“, 15 07 2021. [Online]. Available: https://www.t-online.de/region/koeln/news/id_90449108/unwetter-in-leichlingen-feuerwehr-loescht-brennendes-haus-mit-heli.html. [Zugriff am 20 10 2022].

- [38] Deutsches Institut für Normung e. V., *DIN 14530-27:2019-11 - Löschfahrzeuge - Teil 27: Hilfeleistungs-Löschgruppenfahrzeug HLF 20*, 2019.
- [39] Deutsches Institut für Normung e. V., *DIN 14961:2013-04 - Boote für die Feuerwehr*, 2013.
- [40] K.-H. Knorr, *Die Gefahren der Einsatzstelle*, Kohlhammer Verlag, 2018.
- [41] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, *BGI/GUV-I 8677 Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle*, 2011.
- [42] Hanseatische Feuerwehr-Unfallkasse Nord und Feuerwehr-Unfallkasse Brandenburg, Feuerwehr-Unfallkasse Mitte, *Stichpunkt Sicherheit - Photovoltaik-Anlagen und Gefahren im Feuerwehreinsatz*, 2020.
- [43] Bundesrepublik Deutschland, *Wasserhaushaltsgesetz*, 2022.
- [44] Land Nordrheinwestfalen, „NRW 2030,“ [Online]. Available: <https://nachhaltigkeit.nrw.de/>. [Zugriff am 21 10 2022].
- [45] Land Baden-Württemberg, „Nachhaltig Handeln Baden-Württemberg,“ 21 10 2022. [Online]. Available: <https://www.nachhaltigkeitsstrategie.de/>.
- [46] F. Felmeden, Interviewee, *Prof. Dr.-Ing. (Lehrstuhl Wasserbau TH OWL)*. [Interview]. 16 11 2022.
- [47] K.-J. Schneider, *Bautabellen für Ingenieure* 20. Auflage, Werner-Verlag, 2012.
- [48] D. Hollmann, Interviewee, *Prof. Dr.-Ing. (Lehrstuhl für Baustoffkunde, TH OWL)*. [Interview]. 28 Oktober 2022.
- [49] ARGEBAU, *Musterrichtlinie Flächen für die Feuerwehr*, 2007.
- [50] DLRG - Deutsche Lebensrettungsgesellschaft e.V., „FAQ Strömungsrettung,“ [Online]. Available: <https://www.dlrg.de/mitmachen/stroemungsretter/haeufig-gestellte-fragen>. [Zugriff am 14 10 2022].
- [51] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, *Richtlinie für die Anlage von Landstraße (RAL)*, 2012.
- [52] Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen (RAL), *RG 620 Kompatible Stahlschutzplanken-Systeme - Gütesicherung*, 2021-12.
- [53] Internationale Canu-Förderung (ICF), *Wildwasserschwierigkeitstabelle*, 1979.
- [54] Bauministerkonferenz, *Musterbauordnung (MBO)*, 2019.

[55] Südwestrundfunk, „Hochwasser in Sinzig: Zwölf Tote in Lebenshilfehaus,“ 2021.

Abkürzungen

HOIA	Honorarordnung für Ingenieure und Architekten
DFV	Deutscher Feuerwehrverband e.V.
vfdb	Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.
RAL	Richtlinie für die Anlage von Landstraßen
GKL	Gebäudeklasse gem. Musterbauordnung
THW	Bundesanstalt Technisches Hilfswerk
DLRG	Deutsche Lebens-Rettungs-Gesellschaft e.V.
IBC	Intermediate Bulk Container
EKL	Entwurfsklasse nach Richtlinien für die Anlage von Landstraßen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Grobkonzept als Funktionsprogramm (Eigene Abbildung).....	12
---	----

Begriffsbestimmungen

Hochwasser

Hochwasser ist eine zeitlich beschränkte Überschwemmung von normalerweise nicht mit Wasser bedecktem Land, insbesondere durch oberirdische Gewässer oder durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser. Davon ausgenommen sind Überschwemmungen aus Abwasseranlagen. [vgl. WHG §72]

Starkregen

Wetterereignis, bei dem innerhalb eines eingegrenzten Gebietes von 50 – 100 m² in kurzer Zeit mindestens 10 l / m² Niederschlag anfallen. [vgl. Deutscher Wetterdienst]

Strömungsrettung

I.d.R. Spezialausbildung mit hohen Eingangsvoraussetzungen (Vorbildung, körperliche Fitness, Schwimmfähigkeiten [13]) von spezialisierten Organisationen, wie z.B. der Deutschen Lebens-Rettungs-Gesellschaft e.V. (DLRG) [14], oder Sondereinheiten der Feuerwehr, wie z.B. Taucherstaffeln [15].

Wildwasser

Gewässer mit Eigenschaften gem. Wildwasser-Schwierigkeitstabelle der Canu-Förderung ICF 1979, Wildwasserstufe I mit:

- Sicht: frei
- Wasser: regelmäßiger Stromzug, regelmäßige Wellen, kleine Schwälle
- Flussbett: einfache Hindernisse
- Beispiele: Ammer (Rottenbuch-Peißenberg bei Pegel 90 in Weilheim), Isar (Bad Tölz - Wolfratshausen bei Pegel 65 in Bad Tölz) Rettung aus bewegtem Gewässer

Rettung aus bewegten Gewässern

Die Rettung von Menschen / Tieren aus bewegten Gewässern unterhalb der Anforderungsschwelle ausgebildeter Strömungsretter mit einfachen Hilfsmitteln der Feuerwehr und Ausbildungsumfang der Grundausbildung.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt der Firma *Miele & Cie. KG* am Standort Gütersloh, insbesondere Frau Sandra Tischler aus der Abteilung *Cross-Plant Services Engineering GTG/CPE* für den Zugang zu CAD-Zeichenprogrammen und Unterstützung bei der Erstellung der Entwurfspläne.

Anhang

ANHANG I	Risikoanalyse als tabellarische Mindmap
ANHANG II	Modellentwurf als Variantenplanung gem. HOAI LP II

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Maximilian Rempe, die vorliegende Arbeit selbständig, ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der von mir angegebenen Quellen angefertigt zu haben. Alle aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche gekennzeichnet.

Die Arbeit wurde noch keiner Prüfungsbehörde in gleicher oder ähnlicher Form vorgelegt.

Münster, 06.12.2022

.....

Datenträger

Anhang I - Risikoanalyse

Dieser Anhang stellt die tabellarische Mindmap der Facharbeit als Grundlage für die Textfassung dar. Auf Basis der speziellen Risikoanalyse gemäß *Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren (AGBF) für Qualitätskriterien für die Bedarfsplanung von Feuerwehren in Städten*, erfolgt dabei eine Gedankenkette von: *Risiko* → *Szenario* → *Bedarf*. Zusätzlich werden in Vorbereitung auf den Textteil mögliche Synergien und Multifunktionalitäten identifiziert.

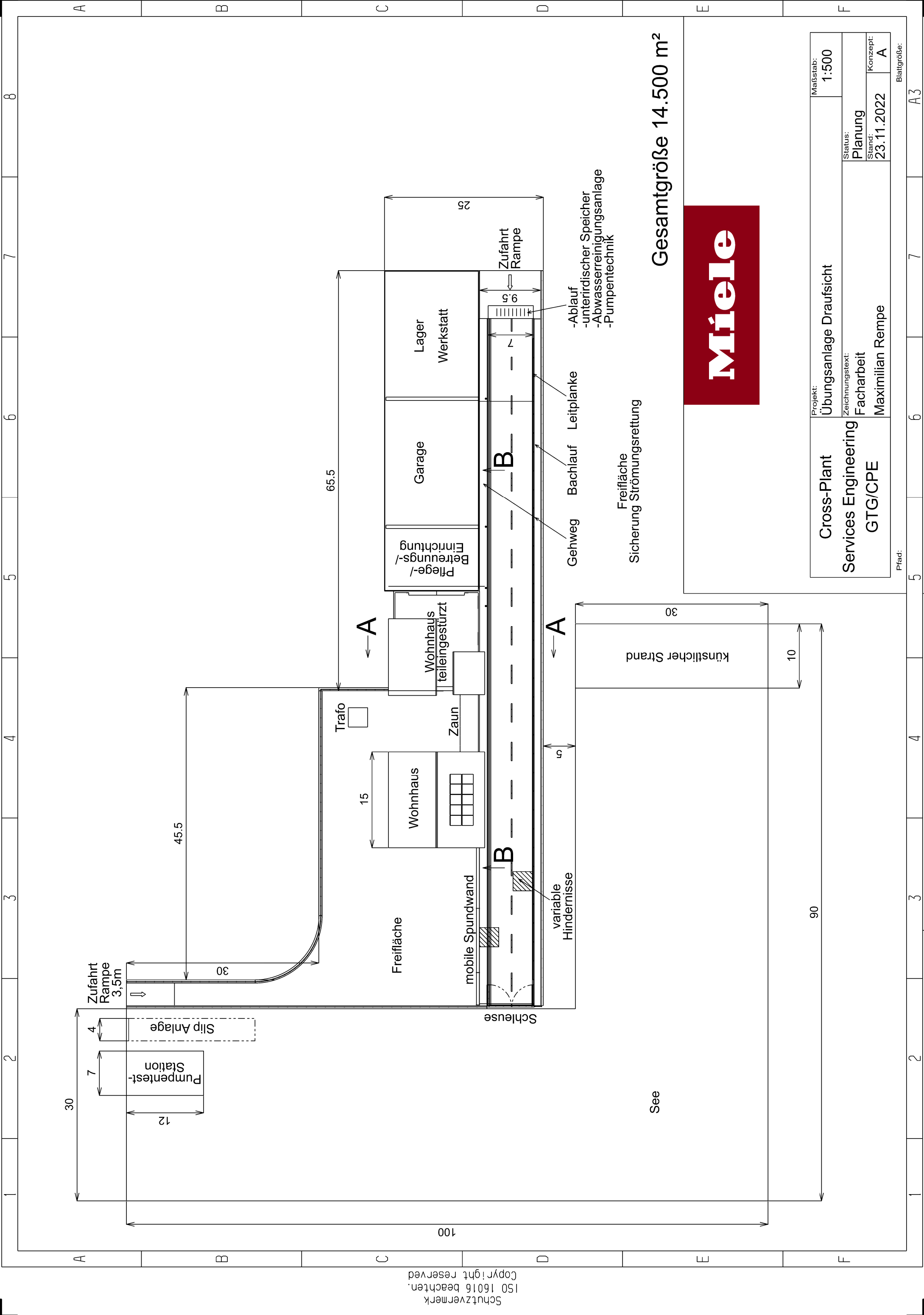
	Gefahren und Risiken	Szenarien	Nohl	Anforderungen Übungsanlage	Synergien / Multifunktionalität
Stehendes Gewässer	<u>Bauliche Anlagen</u> offene / geschlossene Bauweise Wohnbebauung Sonderbauten - Garagen - Sonderbauten mit besonders schutzbedürftigen Personen (Schulen, Kindertagesstätten, Pflege- und Betreuungseinrichtungen) - Campingplätze - Industrie - Lager - Werkstätten	- Menschen-/ Tierrettung aus überfluteten Gebäudeteilen (Kellergeschosse, Untergeschosse, Erdgeschoss) mit Totalausfall der baulichen Rettungswege (eingeschlossene Personen) - Menschen- Tierrettung aus Obergeschossen, von Dächern nicht mehr über die originäre Erschließung erreichbarer baulicher Anlagen - Gebäudebrände in nicht mehr über die originäre Erschließung erreichbaren baulichen Anlagen - Austritt von Gefahrgütern (Heizöl, chemische Produkte, etc.) aus auftreibenden Behältern, Feuerungsanlagen, Produktionsanlagen	3-7	- mindestens eine bauliche Anlage Gebäudeklasse (GKL) I-III freistehend und allseitig unter Wasser zu setzen, mit einem Kellergeschoss, Wohn- oder Wohn-/Büronutzung - zusammenhängende bauliche Anlagen GKL II-IV als <i>Spange</i> mindestens an einer Gebäudeseite unter Wasser zu setzen, mit unterschiedlicher Nutzung (mindestens Wohnen, Büro-/Verwaltung, Pflege- und Betreuungseinrichtung, Werkstatt / Lager), Kellergeschossen und mindestens einer Garage mit Zufahrt über Rampe - unterschiedliche Gebäudeversorgung (Hausanschlussräume mit Elektroverteilungen, fossiler Heiztechnik (Öl / Tanks), Wärmepumpen, Gas) - unter Wasser zu setzende Gebäudeerschließungen - mindestens ein Gebäudeteil der wasserzugewandten Seite in	<u>Kombinierte Nutzung:</u> - Nutzung der Gebäudestrukturen und Verkehrswege im Zustand ohne Wasser für Brandereignisse und Hilfeleistung aller Art, entsprechend mögliche Ausgestaltung insbesondere der Obergeschosse möglich - Grundausbildung, Fortbildung, Führungslehre - Grundlagenausbildung Wasserrettung - Grundausbildung und Fortbildung Tauchen gem. FwDV 8 - Strömungsrettung - offene Löschwassereinsatzmestelle - Fahrausbildung - Eisrettung - Maschinistenausbildung / -Fortbildung

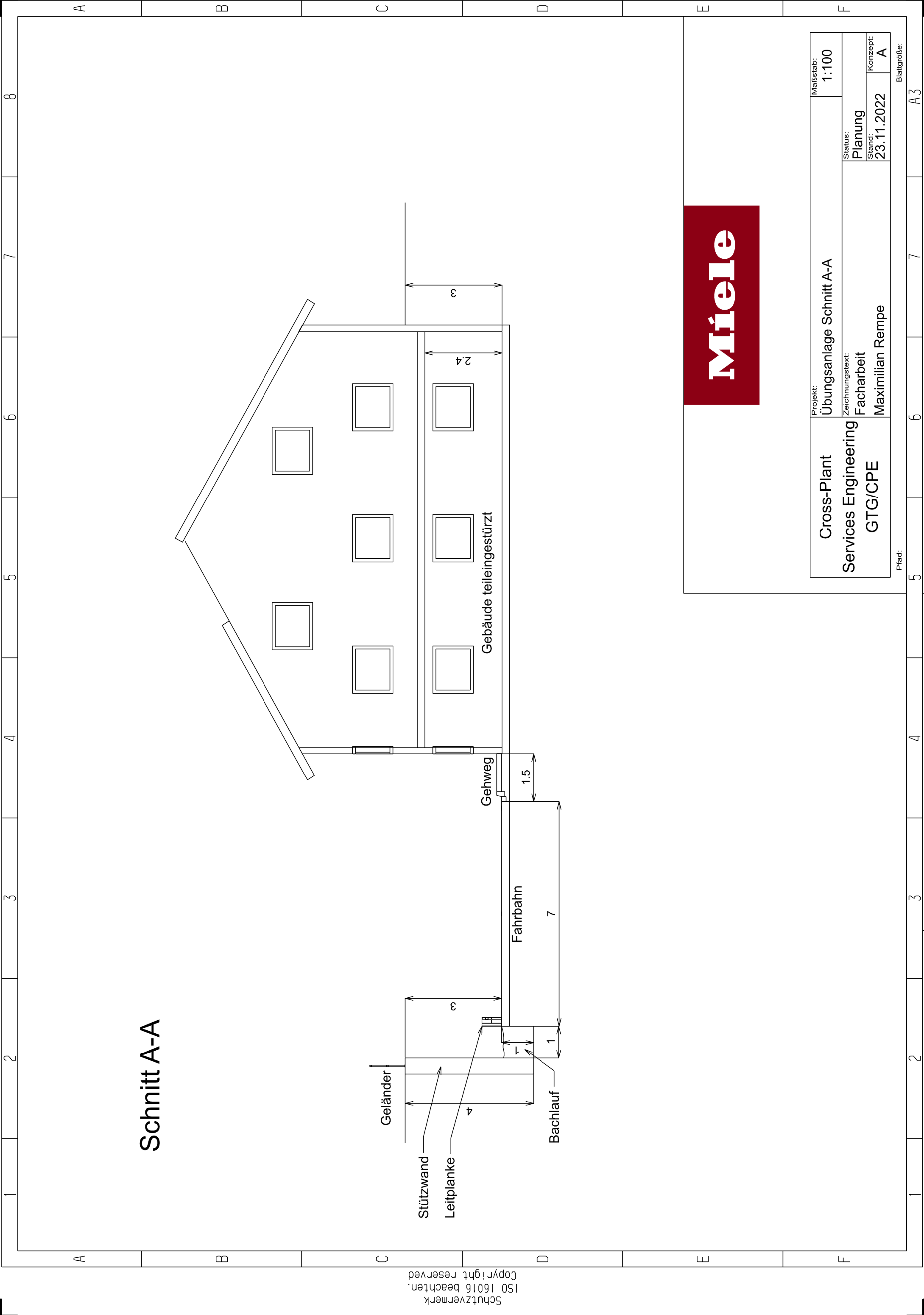
		- Bedrohung hoher Sachwerte durch eindringendes Wasser - Einsturz durch Tragfähigkeitsverlust von Gebäudestrukturen - Elektrizität durch unter Wasser gestellte Gebäude- / Versorgungstechnik		Darstellung einer Teilzerstörung / Einsturz (statisch), unter Wasser zu setzende Freifläche, nutzbar z.B. als Campingplatz, Zeltlager teilzerstörte Verkehrswege (aufgebrochene Oberfläche, Erosion, Verschiebungen) Anfahrtsmöglichkeiten	<u>Skalierbarkeit:</u> - Bootsausbildung - Nutzung durch Externe / Dritte, HiOrg, THW - Forschung - Schutzausrüstung / Material / Taktiken / Technik - Einsatz von Hubschraubern zur Menschenrettung - Einsatz von Hubschraubern mit Außenlastbehältern - Materialprüfungen - Praktisches Beüben von Landeskonzepthen, z.B. einfacher Deichverbaut, Einsatz von Pumpen, durch Bereitschaften
	<u>Infrastruktur</u> Straßen Schiene	- Menschen- /Tierrettung aus und von Fahrzeugen auf überfluteten Verkehrsflächen - Menschen- /Tierrettung, freitreibend auf offenem Gewässer - Austritt von Kraft- und Gefahstoffen aus Fahrzeugen - Einsturz durch Tragfähigkeitsverlust von Verkehrsflächen - Elektrizität durch unter Wasser gestellte Versorgungstechnik und Elektrofahrzeuge	4-7	- Straße in Dimension einer Bundesfernstraße, unter Wasser zu setzen - verschiedene Fahrzeuge (PKW und LKW), variabel auf der Verkehrsfläche zu positionieren und feststellbar, - Infrastruktur (Straßenlaternen, Stromverteilerkästen, Leitplanken, etc.) - Anfahrtsmöglichkeiten	
Strömung / bewegtes Gewässer	<u>Bauliche Anlagen</u> offene / geschlossene Bauweise Wohnbebauung Sonderbauten - Garagen - Sonderbauten mit besonders	- Menschen-/ Tierrettung Gebäudeteilen (Kellergeschosse, Untergeschosse, Erdgeschoss) (eingeschlossene Personen) in	3-7	- dynamisch steigender Wasserpegel - Fließgewässer mit variabler Strömungsgeschwindigkeit aus mindestens einer Richtung	

	schutzbedürftigen Personen (Schulen, Kindertagesstätten, Pflege- und Betreuungseinrichtungen) - Campingplätze - Industrie	Zwangshaltung, unter Einwirkung der Strömung - Einsturz von Gebäudestrukturen durch mechanische Einwirkung der Strömung			
<u>Verkehrsinfrastruktur</u> Straßen Schiene	- Menschen-/ Tierrettung aus fließendem Gewässer, in Zwangshaltung an Strukturen (Fahrzeuge, Verklausungen, Straßenlaternen, etc.) - Menschen-/ Tierrettung von eingeklemmten Personen / Tieren aus Fahrzeugen, Verklausungen, etc.) - Abtreiben von Sachwerten, Gefahrgutbehältern - Mechanische Zerstörung von Fahrzeugen durch die Strömung	4-7	- dynamisch steigender Wasserpegel - Fließgewässer mit variabler Strömungsgeschwindigkeit aus mindestens einer Richtung - Verklausungen durch PKW, Bäume, etc. und unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten an Engstellen, Stromschnellen - mobile Behälter zur Darstellung unterschiedlicher Treibgüter (IBC, o.ä.)		

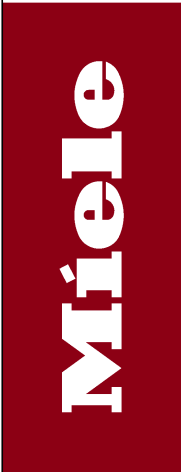
Risikomatrix nach Nohl

Eintrittswahrscheinlichkeit	Schadensausmaß			
	unwesentlich leichte Verletzungen/ Erkrankungen	gering mittelschwere Verletzungen/ Erkrankungen	kritisch schwere Verletzungen/ Erkrankungen	katastrophal möglicher Tod
sehr wahrscheinlich oft	1	2	3	4
wahrscheinlich gelegentlich	2	3	4	5
möglich selten	3	4	5	6
praktisch unmöglich nie	4	5	6	7





Schnitt A-A

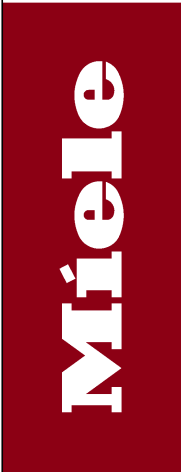
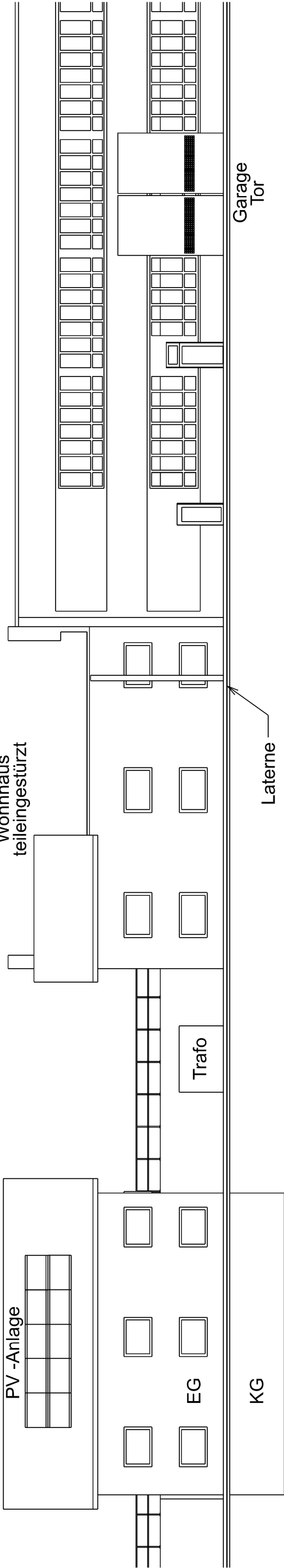


Cross-Plant Services Engineering GTG/CPE	Projekt: Übungsanlage Schnitt A-A		Maßstab: 1:100
	Status: Planung		
	Stand: 23.11.2022		
	Konzept: A		
Zeichnungstext: Facharbeit Maximilian Rempe			
Pfad:			
Blattgröße:			

Blattgröße:

A3

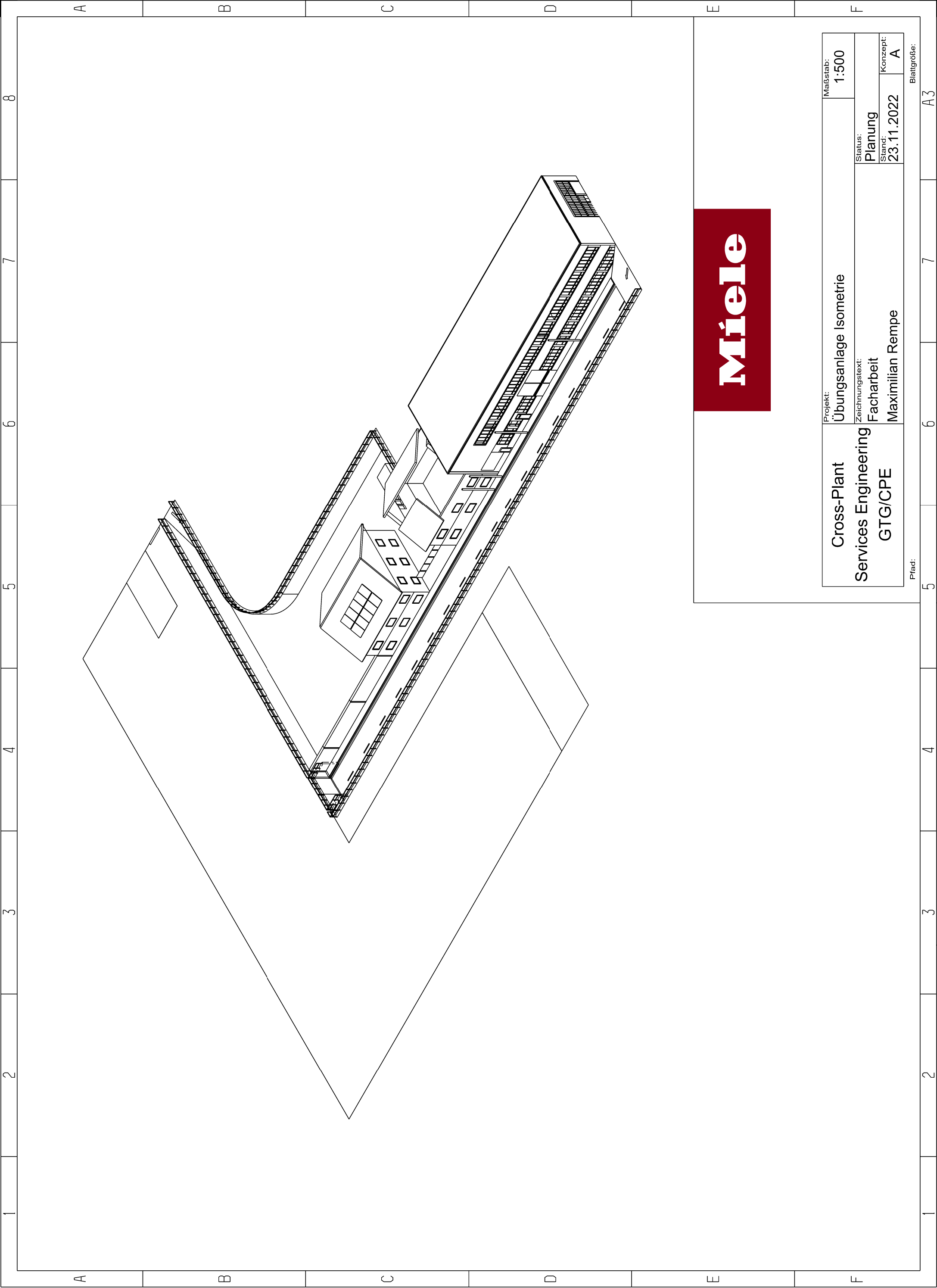
Schnitt B-B



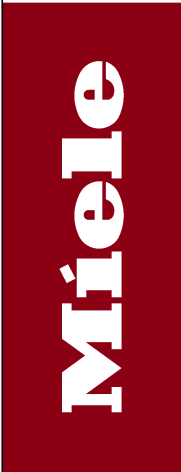
Cross-Plant Services Engineering GTG/CPE	Projekt: Übungsanlage Schnitt B-B	Maßstab: 1:200	
	Zeichnungstext: Facharbeit Maximilian Rempe	Status: Planung	
		Stand: 23.11.2022	Konzept: A
Pfad:			
Blattgröße:			

Blattgröße:

A3



Schutzvermerk
ISO 16016 beachten.
Copyright reserved.



Cross-Plant Services Engineering GTG/CPE	Projekt: Übungsanlage Isometrie		Maßstab: 1:500
	Status: Planung		
	Zeichnungstext: Facharbeit Maximilian Rempe		
	Stand: 23.11.2022		Konzept: A

Pfad:

Blattgröße: