



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences



Niedersächsische Akademie
für Brand- und Katastrophenschutz

NABK

Bachelorarbeit im Studiengang

Rescue Engineering

**Konzeption eines Fachzuges Hochwasserschutz als
Teileinheit einer niedersächsischen Kreisfeuerwehr-
bereitschaft unter Berücksichtigung existenter
Erfahrungen und Anforderungen zur Abwehr von
Binnenhochwassergefahren**

vorgelegt von

René Meyer
Matr.-Nr.: 2046310

Hamburg, den 05. Juni 2014

1. Gutachter: Prof. Dr. Bernd Kellner (HAW Hamburg)
2. Gutachter: Branddirektor Dipl.-Chem. Carsten Prellberg (NABK)

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	6
1. Zusammenfassung	7
2. Einführung	8
3. Methodik	12
4. Grundlagen des Binnenhochwassers	13
4.1 Hochwasserentstehung in der Fläche	13
4.2 Erkenntnisse aus der Hochwasserstatistik	19
4.3 Hochwasserschäden	23
5. Hochwasserschutz	27
5.1 Technischer Hochwasserschutz	27
5.2 Versagensmechanismen	30
5.3 Ertüchtigungsmaßnahmen	33
6. Rechtliche Anforderungen	38
6.1 Unionsverfahren	38
6.2 Nationale Richtlinien	41
7. Einsatzerfahrungen	45
7.1 Einsatzerfahrungen vom Elbe-Hochwassereinsatz 2002	45
7.2 Einsatzerfahrungen vom Elbe-Hochwassereinsatz 2013	47
8. Konzeption des Fachzuges Hochwasserschutz	52
8.1 Rechtliche Anforderungen	52
8.2 Technische Anforderungen	55
8.3 Ausbildungsgrundlagen für die Einsatzkräfte	59
8.4 Realisierungsmöglichkeiten	62
9. Diskussion	70

10. Ausblick	73
Danksagung	75
Erklärung	76
Quellenverzeichnis	77

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Schematische Darstellung der Niederschlagsverhältnisse in Niedersachsen (Schultz-Wildelau, et al., 2005).....	14
Abb. 2: Vergleich der Hochwasserwellen der Flüsse Sieber aus dem Mittelgebirge und der Nordradde aus dem Tiefland bezüglich der Abflussmenge und Abflusszeit (Schultz-Wildelau, et al., 2005).....	17
Abb. 3: Schematische Darstellung des Abflussprozesses (Baumgartner, et al., 1996).....	19
Abb. 4: Flussdiagramm zur statistischen Methodenauswahl für Hochwasserabschätzungen (Barben, et al., 2001).....	20
Abb. 5: Übersicht über die Kategorisierung von Hochwasserschäden (DWA, 2008).....	24
Abb. 6: Querschnitt eines Drei-Zonen-Deiches als Prinzipdarstellung (Brombach, et al., 2013).....	29
Abb. 7: Festigkeitsabnahme eines sandigen, tonigen Schluffs (Klei) bei Vernässung (Deharde, 1999).....	32

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Sofortmaßnahmen zur Abwehr von Binnenhochwassergefahren in Zuordnung des jeweiligen Handlungsablaufes im Rahmen des zu erwartenden Einsatzspektrums eines Fachzuges Hochwasserschutz (nach Lotz, et al., 2005 mit eigenen Änderungen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit).....	57
Tab. 2: Darstellung der Variante 1 (FZ Hochwasserschutz) des Fachzuges Hochwasserschutz als Teileinheit einer niedersächsischen Kreisfeuerwehrbereitschaft mit Informationen zur personellen Besetzung, technischen Ausstattung und des originären Aufgabenbereichs.....	65
Tab. 3: Darstellung der Variante 2 (FZ Hochwasserschutz-Technik) des Fachzuges Hochwasserschutz als Teileinheit einer niedersächsischen Kreisfeuerwehrbereitschaft mit Informationen zur personellen Besetzung, technischen Ausstattung und des originären Aufgabenbereichs.....	67

Abkürzungsverzeichnis

AGBF	Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren
AG-ZK	Arbeitsgruppe Zivil- und Katastrophenschutz
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BHW	Bemessungshochwasser
CECIS	Common Emergency Communication Information System
DFV	Deutscher Feuerwehrverband
DLRG	Deutsche Lebens-Rettungs-Gesellschaft
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
DWD	Deutscher Wetterdienst
ERCC	Emergency Response Coordination Centre
EU	Europäische Union
FwDV	Feuerwehrdienstvorschrift
GMLZ	Gemeinsame Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern
KatSD	Katastrophenschutzdienst
NABK	Niedersächsische Akademie für Brand- und Katastrophenschutz
NBrandSchG	Niedersächsisches Brandschutzgesetz
NDG	Niedersächsisches Deichgesetz
NKatSG	Niedersächsisches Katastrophenschutzgesetz
THW	Bundesanstalt Technisches Hilfswerk
VwV	Verwaltungsvorschrift
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

1. Zusammenfassung

Die Konzeption eines Fachzuges Hochwasserschutz als Teileinheit einer niedersächsischen Kreisfeuerwehrbereitschaft unter Berücksichtigung existenter Erfahrungen und Anforderungen zur Abwehr von Binnenhochwassergefahren ist Ziel dieser Bachelorarbeit.

Um dieses Ziel zu erreichen wird die Methode der Literaturrecherche und Korrespondenz mit den Fachaufsichtsbehörden des Landes Niedersachsen gewählt. Die Ergebnisse dieser Arbeit beziehen sich auf eine Realisierung in Niedersachsen unter Berücksichtigung der Konformität mit dem Unionsverfahren.

Es wird die Entstehung von Hochwasser in der Fläche und das Ausmaß von Hochwasserschäden unter Einbeziehung der Hochwasserstatistik, insbesondere für Niedersachsen, untersucht. Als Teilergebnis kann festgestellt werden, dass die Klimaänderung durch den Treibhauseffekt zu einer Steigerung der Eintrittswahrscheinlichkeit und des Schadensausmaßes von Binnenhochwasserereignissen führt. Da der technische Hochwasserschutz im Binnenbereich größtenteils durch Deiche realisiert ist, ist der Aufbau von Zonen-Deichen und die zum Versagen führenden Mechanismen dargestellt, mit der Erkenntnis, dass kein 100-prozentiger Schutz durch den technischen Hochwasserschutz allein gewährleistet werden kann. Aus diesen Gründen ist die Konzeption und Realisierung von spezialisierten Zügen zur Binnenhochwasserabwehr notwendig, um durch eine Kombination vom technischen und operativ-taktischen Hochwasserschutz den gesetzlichen Auftrag eines effektiven und effizienten Hochwasserschutzes sicherzustellen.

Auf der Grundlage der Untersuchung der Einsatzerfahrungen von den Hochwasserereignissen der Jahre 2002 und 2013 wurde ein neudefiniertes Leistungsmerkmal dem Fachzug zugrunde gelegt. Es sind zwei Varianten des Fachzuges entwickelt worden, die der Effizienzsteigerung bei der Bewältigung von Maßnahmen zur Hochwasserabwehr dienen. Die unterschiedlichen Varianten des Fachzuges dienen zum einen der zeitnahen und kostenneutralen Umsetzungsmöglichkeit und zum anderen der vollständigen Erfüllung der geltenden Rechtsnormen und erreichen in Kombination die größte Einsatzeffizienz. Die dafür notwendige technische Ausstattung und Ausbildung der taktischen Einheiten des Fachzuges wird ebenfalls herausgestellt.

2. Einführung

Wasser bildet eine Lebensgrundlage des Planeten Erde. Bei unzureichender Verfügbarkeit von Wasser in der Natur besteht die Gefahr einer Dürre, welche Menschen, Tiere und Umwelt negativ beeinflusst. Eine Dürre führt, in Abhängigkeit der Dauer, zu akuter Wasserknappheit und die damit korrelierenden Folgen, wie beispielsweise Hungersnöte und Waldbrände, treten ein (Szeglat, 2014). Die extremsten Folgen einer Dürre sind das Sterben von Menschen und die Verwandlung der Natur in lebenswidrige Gebiete.

Im extremen Gegensatz dazu ist Hochwasser ein Naturereignis, welches zu Überschwemmungen durch Wasserüberschuss führen kann und dadurch negative Auswirkungen auf Menschen, Tiere und Umwelt hat. Diese negativen Wirkungen versucht der Mensch minimalisierend zu beeinflussen, indem er beispielsweise Deiche baut, Rückhaltebecken errichtet und Auen anlegt. Hochwasser sind nicht zu vermeiden und ein Teil des natürlichen Wasserkreislaufs (Jüpner, et al., 2013). Sie werden in fünf verschiedene Hochwasserarten aufgeteilt (Jüpner, et al., 2013; Hennings, 2013):

1. Sturzfluten
2. Überschwemmungen aus Starkniederschlägen
3. Flussüberschwemmungen
4. Sturmfluten
5. Fernwellen

Diese fünf Hochwasserarten können in zwei Kategorien, hinsichtlich der geographischen Entstehung und Wirkung, eingeordnet werden. Sturzfluten und Überschwemmungen sind dem Binnenhochwasser zugeordnet. Sturmfluten und Fernwellen sind als Hochwasser im Seebereich kategorisiert.

Die häufigsten Hochwasser im Seebereich sind Sturmfluten (Hennings, 2013). Nach DIN 4049-3 (1994) sind Sturmfluten durch starken Wind verursachte Anstiege des Wassers an Meeresküsten und in den Flussmündungen im Küstengebiet, wenn diese Wasserstände einen bestimmten Wert übersteigen.

Eine meteorologisch bedingte Welle, die aus einem Tiefmeer in ein Randmeer einläuft, ist nach DIN 4049-3 (1994) als Fernwelle definiert. Fernwellen entstehen durch gelegentlich auftretende starke Luftdruckänderungen und Sturmfelder (Universität Siegen, 2012).

Diese Arten der Hochwasser im Seebereich werden nur aus Gründen der Vollständigkeit in dieser Arbeit kurz angeführt. In den weiteren Betrachtungen und Ausführungen werden sie nicht explizit beachtet. Ob die Ergebnisse und Empfehlungen dieser Arbeit auch zur Abwehr von Hochwassergefahren im Seebereich anwendbar sind, muss Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Sturzfluten, Überschwemmungen aus Starkniederschlägen und Flussüberschwemmungen sind Binnenhochwasser, die als natürliche Gefahr für Leib und Leben von Menschen und Tieren, eine existenzielle Bedrohung darstellen. Die Untersuchung und das Aufstellen von Anforderungen für eine operativ-taktische Abwehr der Binnenhochwassergefahren ist ein maßgeblicher Teil dieser Bachelorarbeit. Dabei werden die gesammelten Erfahrungen der zeitnah erfolgten Binnenhochwasser der Jahre 2002 und 2013 berücksichtigt.

Die Konzeption eines Fachzuges Hochwasserschutz als Teileinheit einer niedersächsischen Kreisfeuerwehrebereitschaft wird auf Grundlage dieser Erfahrungen und Anforderungen als Empfehlung zur effektiven und effizienten Abwehr von Binnenhochwassergefahren erstellt. Denn durch die Häufung von extremen Wetterlagen mit Starkniederschlägen ist die Anzahl der Jahrhunderthochwasser, aufgrund immer zunehmender Scheitelhöhen, in den letzten Jahren gestiegen (Linde, et al., 2014).

Eine fachlich fundierte Ausbildung und die richtigen Fahrzeuge, Geräte und Ausrüstungen bilden eine notwendige Grundlage, um der steigenden Eintrittswahrscheinlichkeit und die existierenden Schadenspotenziale solcher Ereignisse wirksam entgegenzutreten zu können. Zurzeit existieren keinerlei stehende Einheiten in Niedersachsen, die sich auf die Abwehr von Binnenhochwassergefahren spezialisiert haben. Neben den Einsatzmöglichkeiten im Inland ist durch Beschlüsse der Europäischen Union festgelegt worden, dass diese Art der Katastrophenschutzeinheiten auch für Auslandseinsätze in hilfeersuchenden Ländern einsetzbar sein sollten. Darum wird bei der Konzeption des Fachzuges auf die Erfüllung der europäischen

Beschlüsse und Richtlinien besonders geachtet, damit ein Maximum an Nutzen einem Minimum an Kosten gegenübersteht.

Hochwasser bilden eine Gefährdung für Menschen, Tiere und Umwelt und beeinflussen durch ihr hohes Schadenspotenzial nachhaltig die betroffenen Regionen. Die moderne technische Infrastruktur ist eine störanfällige Entität, die zur Aufrechterhaltung der Gesellschaft beiträgt und welche vor den negativen Auswirkungen eines Hochwassers zu schützen ist. Die durch Hochwasser verursachten schweren Schäden sind auf die erreichten Wasserstände, die häufig über dem Niveau von Hochwasserschutzanlagen liegen, zurückzuführen (Linde, et al., 2014). Mit einer Reduktion der Eintrittswahrscheinlichkeit und der Gefährdung durch extreme Hochwasserereignisse ist in Zukunft nicht zu rechnen.

Aufgrund der geografischen Gegebenheit der Bundesrepublik Deutschland, bezogen auf die Flussläufe nennenswerter Flüsse, ist die Wahrscheinlichkeit für Flussüberschwemmungen in jedem Bundesland gegeben. Auch Überschwemmungen aus Starkniederschlägen sind nicht geografisch zu begrenzen und können dadurch deutschlandweit eintreten.

Die Sturzflut, als besondere Art der Überschwemmung aus Starkniederschlägen, ist ebenfalls geografisch nicht eingrenzbar. Jedoch beinhaltet eine Sturzflut ein besonders hohes Gefährdungspotenzial, wenn sie in Bergregionen entsteht. Fallen starke Niederschläge in Bergregionen, kumuliert das Wasser und fließt den Berghang hinunter (Hennings, 2013). Dabei ist es üblich, dass durch den hohen Volumenstrom des Wassers, wie beispielsweise 2002 die Weißeritz in Sachsen mit einem Volumenstrom von $400 \frac{m^3}{s}$, Geröll, Steine und Bäume mit ins Tal gerissen werden, was neben dem hohen Gefährdungspotenzial noch einmal eine enorme Steigerung des Schadenspotenzials durch das Hochwasser beinhaltet (Hennings, 2013).

Bei ausgedehnten Hochwasserlagen wird in der Regel der Katastrophenalarm nach dem jeweiligen Landesrecht ausgerufen, um die notwendigen Gefahrenabwehrmaßnahmen einleiten zu können und um die Finanzierung der Einsatzmaßnahmen zu regulieren. Die föderale Struktur der Bundesrepublik Deutschland sieht den Katastrophenschutz als eine Aufgabe der Bundesländer vor. Diese Bachelorarbeit bezieht sich, was die länderrechtlichen Vorschriften, Gesetze, Landeseinrichtungen, Voraussetzungen und die Vorhaltungen im Bereich der Gefahrenabwehr betrifft, auf das

Bundesland Niedersachsen. Inwieweit eine unangepasste Adaption der Ergebnisse dieser Arbeit auf andere Bundesländer möglich ist, muss im Einzelfall überprüft werden.

3. Methodik

Die Ergebnisse dieser Arbeit dienen der praktischen Umsetzung im Bundesland Niedersachsen. Um die Ergebnisse zu erreichen, ist eine Literaturrecherche in der Bibliothek der Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Hamburg, in der Fachbibliothek der NABK Standort Loy, in Fachzeitschriften, Fachbüchern und sonstigen Publikationen, auch auf internationaler Basis (verwendete Sprache Englisch), durchgeführt worden. Dafür wurden mehr als 160 Publikationen gesichtet. Für die Verwendung der Literatur und Quellen in dieser Arbeit wurden sie den Kriterien der Aktualität und dem fachlichen und wissenschaftlichen Anspruch nach ausgewählt.

Veröffentlichungen und Texte aus dem Internet wurden untersucht und nach den oben genannten Kriterien ausgewählt, wobei eine erhöhte Aufmerksamkeit auf die Seriosität der Quelle gelegt wurde. In der Regel wurden deshalb nur Texte und Dokumente von Internetseiten verwendet, deren Impressum Anstalten des öffentlichen Rechts repräsentieren.

Die gesetzlichen Richtlinien, Beschlüsse und Verordnungen auf nationaler sowie internationaler Ebene, welche die Thematik tangieren, wurden ebenfalls berücksichtigt. Der Autor erhofft sich dadurch größtmögliche Rechtssicherheit bei der Realisierung der Ergebnisse.

Neben der Literaturrecherche wurden Interviews mit Führungskräften in Hinblick auf deren Erfahrungen aus dem Hochwassereinsatz im Juni 2013, insbesondere mit der Polizeidirektion Oldenburg, geführt.

4. Grundlagen des Binnenhochwassers

4.1 Hochwasserentstehung in der Fläche

Zahlreiche Einflüsse bedingen die Entstehung von Hochwasser in der Fläche. Die stärkste Einflussgröße ist der Niederschlag, welcher von den klimatischen Bedingungen bestimmt wird. Aber auch die Vegetation, die jahreszeitlich bedingte Entwicklung der Pflanzen und die Flächennutzung sind Bedingungen, die die Entstehung von Hochwasser beeinflussen (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Die topografischen Eigenschaften, wie Bodenart und Geländegefälle, sind ebenfalls Einflussgrößen bei der Entstehung von Binnenhochwasser (Schultz-Wildelau, et al., 2005).

Zwei elementare Prozesse, die im Folgenden näher ausgeführt werden, tragen zur Entstehung von Flusshochwassern bei. Ein Hochwasserentstehungsprozess ist der Sättigungsabfluss oder Dunnescher Oberflächenabfluss. Er bildet sich aus, wenn die Speicherkapazität des Bodens aufgrund von einer langen Niederschlagsdauer erschöpft ist (Dunne, et al., 1975).

Ein zweiter bedeutender Prozess, der zur Entstehung von Hochwasser ursächlich beiträgt, ist der Hortonscher Oberflächenabfluss. Dieser entsteht, wenn die Infiltrationskapazität geringer als die Niederschlagsintensität ist (Horton, 1933).

Grundsätzlich wird zu Beginn eines jeden Niederschlages das Wasser durch Pflanzen und der Bodenoberfläche in Form von Versickerung zurückgehalten und nur Teile des Wassers dem Grundwasserleiter zugeführt (Jüpner, et al., 2013).

Die Niederschlagshöhe ist neben der Niederschlagsdauer eine der maßgebendsten Größen bei der Entstehung von Hochwasserereignissen. In Niedersachsen liegen die 100-jährlichen Tagesniederschläge zwischen 55 mm und 160 mm, wobei die höchsten Niederschlagsmengen im Harz anzutreffen sind (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Der Grund dafür liegt in den Niederschlagsverhältnissen, welche von den Geländehöhen geprägt sind. Wie in Abbildung 1 schematisch dargestellt, treiben Nordwestwinde Luftmassen von der Nordsee über das niedersächsische Tiefland in Richtung Süden auf das dort liegende Bergland, wo diese in kühlere Höhenlagen gedrängt werden und dort abregnen (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Dies ist der Grund warum

in den Luv-Lagen der Höhenlagen doppelt so viele Jahresniederschläge auftreten als im Tiefland oder in lee-lagigen Bergregionen (Schultz-Wildelau, et al., 2005).

Mit zunehmender Niederschlagsdauer erhöht sich der Oberflächenabfluss (Jüpner, et al., 2013). Das dem Grundwasserleiter zugeführte Wasser sowie der erhöhte Oberflächenabfluss führen zu steigenden Wasserständen in den Fließgewässern (Jüpner, et al., 2013). Dabei liefern zu Beginn des Niederschlages zunächst nur die gewässernahen Gebiete ihren Beitrag zu den Hochwasserabflüssen in Bächen und Flüssen (Schultz-Wildelau, et al., 2005).

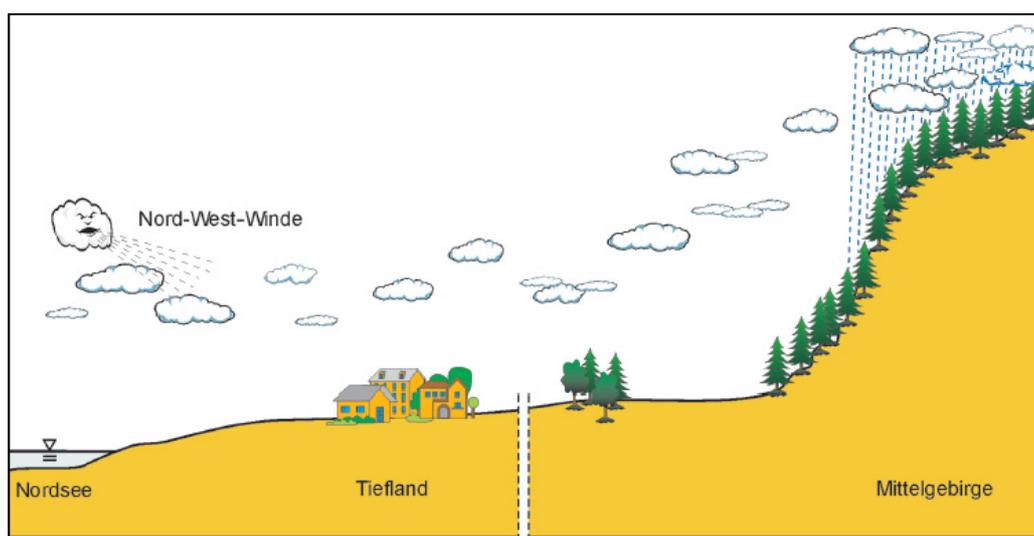


Abb. 1: Schematische Darstellung der Niederschlagsverhältnisse in Niedersachsen (Schultz-Wildelau, et al., 2005)

Wassermengen, die sich nicht in unmittelbarer Entfernung von Fließgewässern niederschlagen, sammeln sich vorerst in den entlegenen Gebieten und erhöhen durch einen zeitlich verzögerten Abfluss die Wasserstände in den Fließgewässern. Diese Abflüsse bedingen einen kritischen Zustand in Fließgewässern, wenn der Niederschlag solange andauert, dass alle Gebiete zum Hochwasserabfluss im oberirdischen Gewässer beitragen (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Als Kennzahl dieser Abflüsse ist die Konzentrationszeit von besonderer Bedeutung.

Die Konzentrationszeit ist nach DIN 4049-3 (1994) die Zeitspanne, die bei flächenhaft gleichmäßiger Überregnung vergeht, bis das gesamte Einzugsgebiet zum Direktabfluss beiträgt. Sie dient als messbare Kennzahl des oben erläuterten Ereignisses. Demnach ist die Größe des Einzugsgebietes eines oberirdischen Gewässers als variabler Faktor bei der Entstehung von Binnenhochwasser durch Niederschläge ein wesentlicher Faktor.

Das Einzugsgebiet ist jenes Gebiet auf dem Niederschläge fallen und von dem der nicht verdunstete Wasseranteil zu den zugehörigen Gewässern, wie Bäche und Flüsse, abfließen. Durch menschliche Aktivitäten, wie zum Beispiel die Trinkwasserentnahme, und durch die natürliche Beschaffenheit des Gebietes, wie beispielsweise der Boden, die Geologie und das Klima, wird der Abfluss in der Quantität und in der zeitlichen Komponente beeinflusst (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Bei Gewässern mit einem großen Einzugsgebiet führt daher eine lange Niederschlagsdauer, aufgrund des sich bildenden Sättigungsabflusses, zur Ausbildung von Hochwasserereignissen. Dieser Entstehungsprozess des Hochwassers wird durch Dauerniederschläge noch weiter verstärkt, wenn dadurch natürliche Rückhaltemöglichkeiten auf Pflanzen und das Wasseraufnahmevermögen des Bodens erschöpft sind, dann wird der größte Teil des Wassers unmittelbar oberirdisch in die Fließgewässer abgeführt (Jüpner, et al., 2013).

Ein weiterer Aspekt bei der Hochwasserentstehung in Bezug auf die Niederschlagsdauer ist die bereits erwähnte Versickerung des Niederschlages im Boden. Der Boden kann in einer bestimmten Zeit nur eine bestimmte Menge an Wasser durch Versickerung aufnehmen (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Beschrieben wird das durch die Infiltrationskapazität des jeweiligen Bodens. Je größer die Niederschlagsintensität ist, desto stärker wird die Abflussmenge an der Bodenoberfläche (Hortonscher Oberflächenabfluss), weil die Boden- und Grundwasserspeicher durch die zu geringe Infiltrationskapazität weitgehend unwirksam sind (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Das Verhältnis von Niederschlagshöhe pro Zeit überschreitet die Wasseraufnahmekapazität des Bodens und vergrößert so die Eintrittswahrscheinlichkeit des Hochwassers auch bei kleinen Einzugsgebieten. Häufig tritt dieser Aspekt der Hochwasserentstehung während Gewitter auf und kann zu katastrophalen und schwerwiegenden Sturzfluten führen (Disse, 2013).

Unabhängig von der Niederschlagsdauer oder -intensität einer einzelnen Überregnung wirken sich zusätzlich Vorregen auf die Wasseraufnahmekapazität des Boden- und Grundwasserspeichers aus. Vermehrter Niederschlag füllt die Boden- und Grundwasserspeicher auf. Tritt während dieser Nässeperiode ein Starkregenereignis ein, können die angefüllten Wasserspeicher die Niederschlagshöhe nicht mehr aufnehmen und ein Großteil der Niederschlagshöhe fließt oberirdisch ab, was zu extremen Hochwasserlagen führen kann (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Demnach

wirken sich Trockenheits- und Nässeperioden direkt auf die Abflussmenge und nicht auf die Abflussform aus.

In Niedersachsen treten viele Hochwasser im Winter und im Frühjahr auf (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Dies ist auf die klimatischen Gegebenheiten dieser Jahreszeiten zurückzuführen. Ähnlich wie in der oben erwähnten Ursache von Binnenhochwasser kann auch hier der Boden- und Grundwasserspeicher nicht genutzt werden. Die Begründung, dass eine Versickerung von Niederschlägen nicht erreicht werden kann, liegt hier jedoch in der noch gefrorenen Bodentextur und nicht in der erfolgten Sättigung des Bodens (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Verstärkend wirkt sich auf die Hochwasserentstehung noch der Effekt des Abschmelzens der Schneedecke durch einen plötzlichen Temperaturanstieg aus (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Wenn zusätzlich noch Regenfälle eintreten, ist nur noch ein oberirdischer Abfluss vorhanden. Die Gefahr der Entstehung eines Hochwasserereignisses ist höchst wahrscheinlich. Ein solcher Entstehungsprozess des Hochwassers ist aufgrund der anthropogenen Klimaveränderung in Zukunft häufiger zu erwarten (Disse, 2013).

Auch der Status der Vegetation beeinflusst die Abflussmenge und die Aufnahmekapazität des Grundwasserspeichers. Bei voll entwickelten Pflanzen bleibt eine größere Menge vom Niederschlag an der Pflanzenoberfläche haften und reduziert somit den Eintrag ins Erdreich (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Während der Wachstumsphase entziehen die Pflanzen dem Boden Wasser, welches an deren Oberfläche verdunstet, was wiederum den Grundwasserspeicher auf einem relativ niedrigen Niveau hält (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Beide Aspekte begünstigen eine hohe Wasseraufnahmekapazität des Bodens.

Die zeitliche Entstehung eines Hochwasserereignisses hängt mit der Geländetopografie zusammen. Neben der Form der Hochwasserwelle beeinflusst das Geländegefälle auch die Abflussmenge (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Je größer das Gefälle ist, desto schneller fließt der Abfluss Bächen und Flüssen zu. In Abbildung 2 ist ein Vergleich von zwei typischen Hochwasserwellen aus dem Mittelgebirge und dem Tiefland dargestellt. Beide Einzugsgebiete der Flüsse sind mit 129 km² und 127 km² annähernd gleich groß und haben beide eine lange schmale langgestreckte Form (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Der Pegel der Sieber liegt im Harz und der Pegel der Nordradde liegt in der Sögeler Geest (Heyken, et al., 2013). Es ist zu erkennen, dass die Abflussformen voneinander abweichen. Neben der erhöhten Abflussmenge ist

die kürzere Abflusszeit der Sieber im Vergleich zur Nordradde deutlich erkennbar. Dies ist auf das stärkere Geländegefälle der Sieber zurückzuführen.

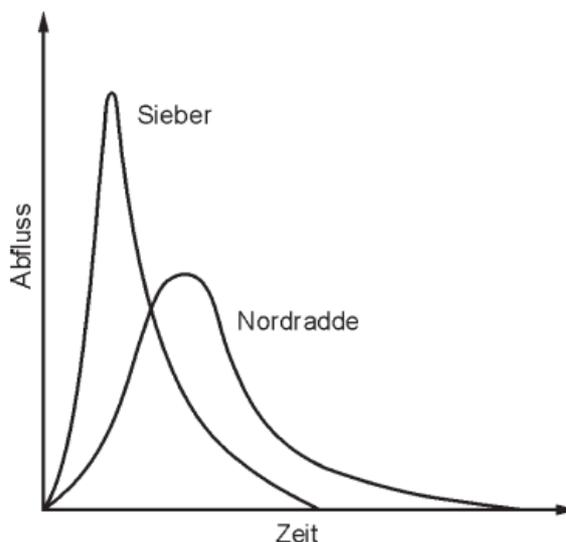


Abb. 2: Vergleich der Hochwasserwellen der Flüsse Sieber aus dem Mittelgebirge und der Nordradde aus dem Tiefland bezüglich der Abflussmenge und Abflusszeit (Schultz-Wildelau, et al., 2005)

Für Hochwasser als Teil des natürlichen Wasserkreislaufs, gilt die Wasserhaushaltsgleichung (Jüpner, et al., 2013; Disse, 2013). Die Eingabegröße in der Gleichung bildet der Niederschlag (N), dem die Ausgabegrößen der Verdunstung (V) und des Abflusses (A) gegenüberstehen, welche durch ein Speicherglied ergänzt werden (Disse, 2013). Das Speicherglied ist als Differenz aus Rücklage (R) und Verbrauch (B) definiert und beschreibt den Wasserrückhalt im betrachteten Gebiet für den betrachteten Zeitraum (Dyck, et al., 1995). Daraus ergibt sich folgende Gleichung:

$$N = V + A + (R - B)$$

Bei einem Hochwasserereignis ist die Ausgabegröße der Verdunstung vernachlässigbar, obwohl sie in der allgemeinen und langfristigen Wasserhaushaltsgleichung eine wesentliche Größe ist (Disse, 2013). Im Gegensatz dazu ist die kurzfristige Speicherleistung des Einzugsgebietes, wie oben bereits herausgestellt, eine Größe, die das Abflussgeschehen maßgeblich beeinflusst (Disse, 2013).

Es gibt drei Arten des Abflusses, die sich aus Niederschlägen generieren. In Abbildung 3 sind diese in einem Diagramm bezüglich des Abflussbildungsprozesses und Abflusskonzentrationsprozesses schematisch dargestellt.

Der Oberflächenabfluss, ist der Anteil der Niederschlagshöhe, welcher sich an der Bodenoberfläche in Mulden sammelt und in Rinnsalen dem Geländegefälle folgend abfließt (Disse, 2013).

Der unmittelbare Zwischenabfluss fließt in den oberen Bodenschichten unter anteiligem Austausch mit dem Oberflächenabfluss ab (Disse, 2013).

Der Oberflächenabfluss und der unmittelbare Zwischenabfluss bilden zusammen den Direktabfluss, der unmittelbar dem Abfluss im offenen Gerinne, wie zum Beispiel Bäche, zugeführt wird (Disse, 2013). Der Direktabfluss prägt wesentlich den Hochwasserscheitel während eines Hochwasserereignisses (Disse, 2013).

Der Grundwasserabfluss fließt dem Gerinne als Basisabfluss über tiefere und längere Bodenpassagen zu (Disse, 2013). Anteilig ist verzögerter Zwischenabfluss am Basisabfluss beteiligt (Baumgartner, et al., 1996). Für die Betrachtung des Hochwasserereignisses ist der Grundwasserabfluss nicht von elementarer Bedeutung und wird daher nicht weiter ausgeführt.

Der Hochwasserberechnung liegt die Wasserhaushaltsgleichung zugrunde und gibt Aufschluss über die Hochwasserstände und damit letztlich über die Wahrscheinlichkeit, ob Überschwemmungen eintreten werden. Für die Berechnung ist es entscheidend, welcher Anteil des Niederschlags das Fließgewässer zu welchem Zeitpunkt erreicht (Disse, 2013). Viele Faktoren, wie die Bodenart, der Gebietsrückhalt, die Wellenform, die Flächenversiegelung und -eigenschaften, sind bei der Ermittlung der einzelnen Summanden der Wasserhaushaltsgleichung zu berücksichtigen. Dabei ist es häufig schwierig Kausalzusammenhänge zwischen Einzelfaktoren und deren Wirkung auf das Hochwasser herzustellen (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Es gibt verschiedene Verfahren und Modelle, die zur Ermittlung von Abflussbildung, Abflusskonzentration und Wellenablauf in Fließgewässern in Bezug auf Hochwasser herangezogen werden.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf der operativ-taktischen Abwehr von Binnenhochwassergefahren und welche strategischen Maßnahmen im Vorfeld ergriffen

werden müssen, um diese effizient bewältigen zu können, daher wird auf die verschiedenen Verfahren und Modelle nicht weiter eingegangen.

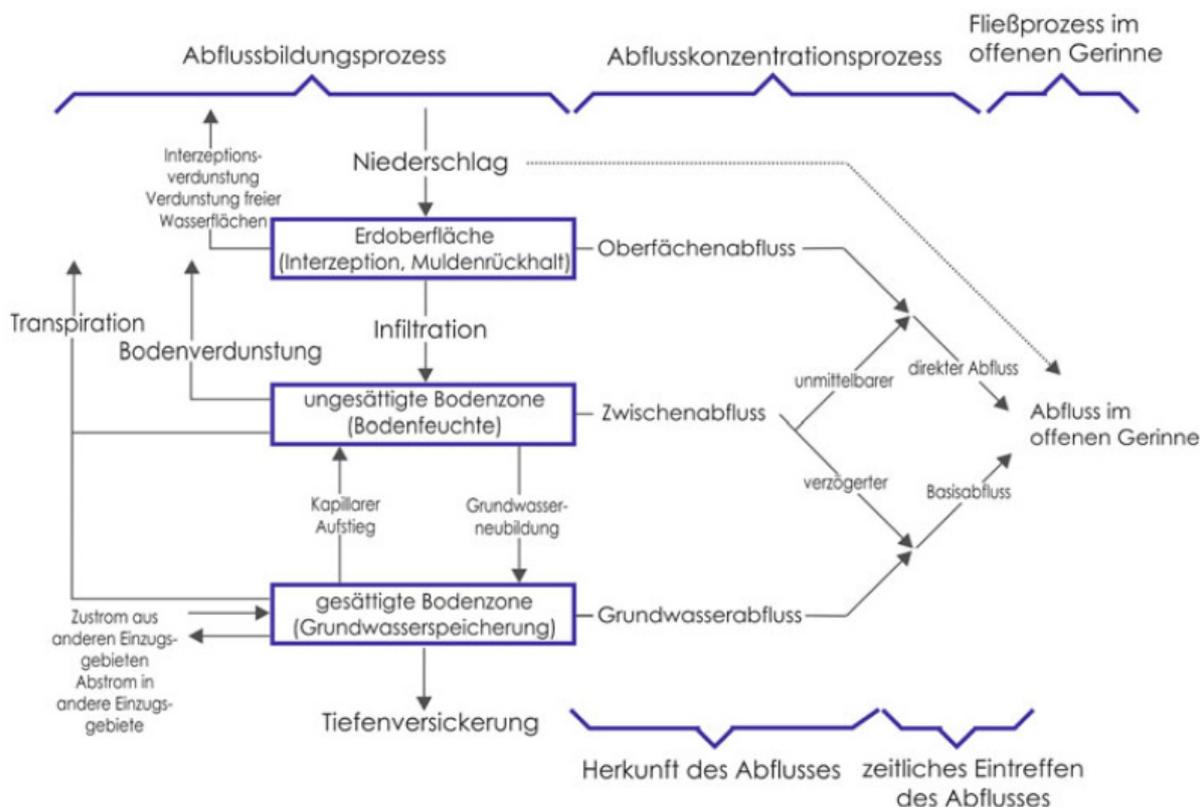


Abb. 3: Schematische Darstellung des Abflussprozesses (Baumgartner, et al., 1996)

4.2 Erkenntnisse aus der Hochwasserstatistik

Durch Messreihen von Niederschlagshöhen und Spitzenabflüssen können mittels statistischer Berechnungen eventuelle Trends im langjährigen Hochwasserverhalten und die Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmter hydrologischer Ereignisse, wie zum Beispiel Jahrhunderthochwasser, ermittelt werden (Anhalt, et al., 2011). Folgend (Abb. 4) ist ein Flussdiagramm dargestellt, welches die geeignetste statistische Methode zur Hochwasserabschätzung bezogen auf die vorhandenen Datenkollektive, ausweist.

Die Extremwertanalyse bezieht sich bei der Untersuchung von Zufallsvariablen von Hochwasserständen nur auf die Maxima, da diese wesentlich von Interesse sind (Mudersbach, et al., 2009). Dabei beschreibt eine Extremwertstatistik lediglich die

Ausläufer (Minima oder Maxima) einer Verteilung. Demnach werden nur die Extremwerte beschrieben und betrachtet.

Bei der N-A-Modellierung handelt es sich um Niederschlags-Abflussmodelle, welche verwendet werden, wenn für ein Einzugsgebiet nur eine kurze Messreihe am Abflusspegel zur Verfügung steht (Disse, 2013). Man kann dadurch weitere Hochwasserabflüsse künstlich generieren.

Die regionale Übertragung wird angewendet, wenn wesentliche Daten nicht vorhanden sind. Man versucht über Ähnlichkeitsbeziehungen der jeweiligen Einzugsgebiete, wie zum Beispiel Größe, Gefälle und Bodenart, statistische Beziehungen zwischen zwei oder mehrere Gebiete herzustellen (Disse, 2013). Auch bei ausreichend vorhandenen Datenreihen ist es sinnvoll, zusätzlich eine regionale Übertragung zu erzeugen, um die Datensammlung zu erhöhen und mehr Informationen über seltene Ereignisse zu erhalten (Disse, 2013).



Abb. 4: Flussdiagramm zur statistischen Methodenauswahl für Hochwasserabschätzungen (Barben, et al., 2001)

Ziel der Hochwasserstatistik ist es, Trends zu erkennen und Rückschlüsse auf sich positiv oder negativ auswirkende Ursachen in Bezug auf die Entwicklungstendenzen von Hochwasserereignissen abzuleiten (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Je längerfristiger Abflussmessungen durchgeführt werden, desto besser können signifikante Änderungen detektiert werden. Die festgestellten Trends bilden die Informationsgrundlage für die Anpassung der technischen Hochwasserschutzmaßnahmen. Daneben sind sie für die Planung der operativ-taktischen Gefahrenabwehr- und Katastrophenschutzbehörden von wesentlicher Bedeutung. Bei einer Quantitätssteigerung von extremen Hochwasserereignissen ist eine Spezialisierung von Personal und Einsatzmitteln für eine effektive und effiziente Bewältigung von Einsatzlagen dieser Art notwendig.

Die anthropogenen Einflüsse in den Einzugsgebieten stehen im Verdacht, dass sie die Entstehung von extremen Hochwasserereignissen quantitativ begünstigen (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Bei der Betrachtung von langjährigen Abflussmessreihen (Beobachtungszeitraum 1900 bis 2008) der großen niedersächsischen Flüsse Weser, Aller, Ems und Elbe können etwaige Zusammenhänge nicht nachgewiesen werden (Anhalt, et al., 2011). Für die Weser und Aller sind fallende und bei der Ems und Elbe steigende Trends festzustellen (Anhalt, et al., 2011). Ebenso fallende und steigende Trends sind bei den mittelgroßen Flüssen Niedersachsens zu beobachten (Anhalt, et al., 2011). Es sind in Niedersachsen landesweit noch keine ursächlich bestimmbaren Entwicklungstendenzen hinsichtlich der Hochwasserabflüsse erkennbar (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Auch Trendanalysen von anderen langjährigen Abflussreihen deutscher Flüsse weisen keinen generellen und signifikanten Anstieg extremer Hochwasserabflüsse aus (LAWA, 1995). Da die zu- und abnehmenden Trends bei den großen und mittelgroßen Flüssen gleichermaßen auftreten, wird die Ursache mit klimatischen Zufälligkeiten begründet (Schultz-Wildelau, et al., 2005).

Deutliche Abflussveränderungen zusätzlich zu den veränderten Hochwasserverhalten aufgrund von anthropogenen Einflüssen, wie Urbanisierung und Entwaldung, sind nur bei kleinen Gewässern auf die Veränderung in deren Einzugsgebiete nachweisbar (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Bei Flüssen mit großen Einzugsgebieten sind die Anteile der Flächenversiegelung zu gering und zu weit verbreitet, dass Hochwasserspitzenabflüsse signifikante Änderungen aufweisen (Anhalt, et al., 2011). Aus diesen Studien lässt sich ableiten, dass eine Zunahme der Quantität von extre-

men Hochwasserereignissen aufgrund von anthropogenen Veränderungen in den Einzugsgebieten nicht zu erwarten ist. Obwohl die anthropogenen Einflüsse sich nicht hochwasserauslösend auswirken, tragen sie dennoch maßgeblich zur Verschärfung von Hochwassern bei.

Ein zentraler Faktor bei der Entstehung von extremen Hochwasserereignissen mit Überschwemmungen ist die Klimaveränderung und die damit verbundene Häufung von extremen Wetterereignissen. Meteorologische Untersuchungen zu diesem Thema haben ergeben, dass sich die mittlere Lufttemperatur auf der Erde in Folge des Treibhauseffektes bis zum Ende der 21. Jahrhunderts voraussichtlich zwischen 1,4 °C und 5,8 °C erhöhen wird (Bartels, et al., 2004). Diese Prognose beeinflusst den Wasserkreislauf und damit auch das Hochwasser, als natürlichen Teil dieses Kreislaufes. Durch die Temperaturerhöhung tritt eine Steigerung der Wasserdampfaufnahmekapazität der Luft ein (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Dieser Faktor wirkt sich steigernd auf die Niederschlagsanzahl, -dauer und -intensität aus (Jonas, et al., 2005). Katastrophenhochwasser entwickeln sich aus Niederschlägen, die entweder eine überdurchschnittlich lange Niederschlagsdauer oder sehr hohe Niederschlagsintensitäten aufweisen (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Hinzu kommt die durch den Temperaturanstieg einsetzende Schneeschmelze in den Bergregionen, die die Hochwasserhäufigkeit durch deren kontinuierlichen Abfluss ansteigen lässt (Stein, et al., 2013). Auf der Grundlage dieser Prognosen lässt sich eine steigende Tendenz in der Eintrittswahrscheinlichkeit und im Ausmaß von Hochwasserereignissen annehmen.

Mit diesen Prognosen werden die Ministerien und Verbände in Niedersachsen den Ausbau des technischen Hochwasserschutzes, gemäß ihrer gesetzlichen Verpflichtung, an die steigenden Hochwasserabflüsse anpassen (§ 31a WHG). Extreme Hochwasser können aber nicht verhindert werden und technische Hochwasserschutzmaßnahmen können nur bis zum Bemessungsabfluss wirksamen Schutz bieten. Daher ist es von bedeutender Wichtigkeit, dass das Bewusstsein für das Überflutungsrisiko erhalten bleibt und operativ-taktische Hochwasserabwehrmöglichkeiten vorgehalten werden.

4.3 Hochwasserschäden

Die durch die Hochwassergefahr bedrohten materiellen und immateriellen Güter ergeben zusammen das Hochwasserschadenspotenzial (Niekamp, et al., 2013). Mit Hilfe des Hochwasserschadenspotenzials kann eine annähernde Schadensquantität ermittelt werden. Für die Ermittlung werden Daten zur Kennzeichnung gefährdeter Gebiete und Objekte nach Lage (Höhe, Ort, Gewässer usw.) und Nutzung, hydrologische und hydraulische Informationen, wie Hochwasserjährlichkeiten und Wasserstände im gefährdeten Gebiet sowie Informationen zu möglichen Schäden in Abhängigkeit von Flächennutzungen und Überflutungshöhen (Wasserstand-Schadensfunktionen) benötigt (Niekamp, et al., 2013). Generell werden Hochwasserschadenspotenziale für Kosten-Nutzen-Analysen in Bezug auf die Errichtung und Erweiterung von technischen Hochwasserschutzmaßnahmen verwendet. Daneben müssen nach § 31b des WHG Überschwemmungsgebiete durch die Länder in Bezug auf die Schadenspotenziale festgesetzt werden, welche auf der Bemessungsgrundlage eines 100-jährigen Hochwassers beruhen. Dies soll einem einheitlichen Schutzniveau in Deutschland dienen (Jekel, 2005).

Im Bereich der operativ-taktischen Gefahrenabwehr können die Betrachtungen der Schadenspotenziale für die Stationierung von spezialisierten Einsatzmitteln zur Hochwasserabwehr herangezogen werden. Dadurch können Transportwege verkürzt und die Effizienz der Einsatzmaßnahmen gesteigert werden, weil die zeitliche Komponente durch die verringerten Transport- und Anmarschwege minimalisiert werden würden. Der natürliche und technische Hochwasserschutz wurde auf die Bemessungsmodelle von 100-jährigen Hochwassern gesetzlich festgelegt und umgesetzt (§ 31b WHG). Auf dieser Grundlage und aus den Erkenntnissen der Hochwasserstatistik und der Klimaprognosen ist mit einer Häufung von Hochwasserereignissen zu rechnen, bei denen die Hochwasserschutzmaßnahmen zu gering bemessen wurden und damit ein Einsatz von operativ-taktischen Gefahrenabwehreinheiten notwendig wird. Dies hat eine Steigerung der Einsätze zur Abwehr von Hochwassergefahren zur Folge, deren Effizienz durch eine an den Schadenspotenzialen orientierte Stationierung der spezialisierten Einsatzmittel erhöht wird.

Ein Hochwasserereignis gefährdet Leib und Leben von Menschen. Materielle Güter werden durch Hochwasser beschädigt und verursachen damit einen erheblichen

volkswirtschaftlichen Schaden. In Abbildung 5 ist eine Kategorisierung der Hochwasserschäden in Anlehnung der DWA dargestellt. Demnach sind Hochwasserschäden in direkte und indirekte Schäden unterteilt. Direkte Hochwasserschäden sind auf die unmittelbaren physischen Einwirkungen des Wassers zurückzuführen (Niekamp, et al., 2013). Indirekte Hochwasserschäden sind Schäden, die nicht mit der unmittelbaren Wirkung des Wassers in Verbindung stehen. Dabei sind tangible Schäden monetär quantifizierbar (Niekamp, et al., 2013). Intangible Hochwasserschäden sind Schäden an ideellen Werten, wie beispielsweise Schäden an Naturdenkmälern, deren Marktpreis unbestimmt ist oder die monetär nicht beziffert werden können sowie der Verlust von Menschenleben (Niekamp, et al., 2013).

Die Unterteilung in tangible und intangible Schäden in dem Zweig der direkten Hochwasserschäden beinhaltet zum ersten Vermögensschäden und Kosten für den Wiederaufbau und zum zweiten beispielsweise ausgelöste Krankheiten und den Verlust von Menschenleben.

Im Zweig der indirekten Hochwasserschäden ist die Unterbrechung der wirtschaftlichen Aktivität und die reduzierte Kaufkraft als tangibel und die psychischen Auswirkungen auf die vom Hochwasser betroffenen Menschen als intangibel eingeordnet.

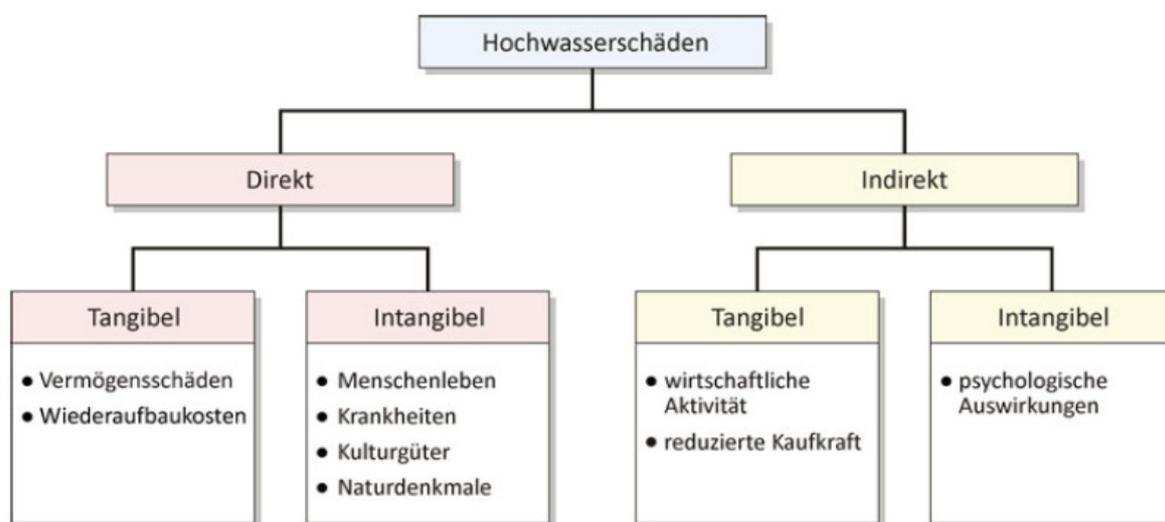


Abb. 5: Übersicht über die Kategorisierung von Hochwasserschäden (DWA, 2008)

Hochwasserschäden treten ein, wenn ein Gewässer über die Ufer tritt und die vorbeugenden natürlichen und/oder die technischen Hochwasserschutzmaßnahmen in

ihren Bemessungshöhen überschritten werden. Durch Berechnungsmodelle werden unmittelbar vor und während einer hochwasserauslösenden Wetterlage, Prognosen durch den DWD für den Hochwasserscheitelpunkt und amtliche Warnungen, insbesondere in Bezug auf drohende Hochwassergefahren, erstellt und veröffentlicht (§ 4 DWD-Gesetz). Die Regelung zur Warnung der Bevölkerung ist allerdings nach § 79 Abs. 2 WHG den Ländern überschrieben worden. In Anlehnung an die Prognosen des DWD und der Hochwasserschadenspotenziale kann somit ein möglicher Einsatz von Gefahrenabwehreinheiten ermittelt werden, der sich durch eine hohe Effizienz der eingesetzten Kräfte und des Materials auszeichnet.

Es wurden durch ein gesteigertes Vertrauen in die technischen Hochwasserschutzmaßnahmen Siedlungs-, Gewerbe- und Verkehrsflächen in den letzten Jahrzehnten in die Überschwemmungsgebiete ausgeweitet (LAWA, 1995). Dies hat zu einer Erhöhung des Schadenspotenzials geführt. Als hausgemachte Verschärfung trägt dies, neben den anthropogenen Eingriffen in das Gewässerregime, zu größeren Schäden bei Hochwasserereignissen bei (LAWA, 1995).

Das Augusthochwasser 2002 hat einen volkswirtschaftlichen Schaden von über elf Milliarden Euro verursacht (Müller, 2003). Der niedersächsische Anteil belief sich auf rund 174 Millionen Euro (Müller, 2003). Es waren 370 000 Menschen direkt vom Hochwasser betroffen und 21 Menschen verloren ihr Leben (Müller, 2003). Bis dato war es das schädlichste Hochwasserereignis in monetärer Hinsicht in Deutschland. Im Vergleich dazu kann ein abschließender volkswirtschaftlicher Schaden für das Hochwasser im Mai und Juni 2013 noch nicht beziffert werden. Die bisher erhobenen Schäden belaufen sich auf ungefähr 6,7 Milliarden Euro (BMI, 2013). Der niedersächsische Anteil ist dabei mit 63,8 Millionen Euro dotiert (BMI, 2013). Eine abschließende Ermittlung der Gesamtschäden wird nicht vor Ende September 2014 erwartet (BMI, 2013).

Durch die operativ-taktischen Hochwasserschutzmaßnahmen der Einheiten des Katastrophenschutzes werden Menschenleben und Sachwerte geschützt. Je effizienter ein solcher Schutz strukturiert ist, desto besser ist seine Wirksamkeit. Dadurch verringert sich die Gefahr für Leib und Leben und der Schutz der Sachwerte kann gewährleistet werden. Die durch ein Hochwasser verursachten Kosten sind eklatant höher als die Anschaffungs- und Unterhaltungskosten von spezialisierten Hochwasserschutzseinheiten. Durch Spezialisierung und Einsatz von Einheiten zur Abwehr von

Binnenhochwassergefahren wird ein Zuwachs des Sicherheitsgefühls bei der gefährdeten Bevölkerung und ein effizienter Schutz von hochwassergefährdeten Gütern erreicht.

5. Hochwasserschutz

5.1 Technischer Hochwasserschutz

Der vorsorgende Hochwasserschutz wird neben der Schaffung von Rücklagen in natürlicher und technischer Form, zum Beispiel durch das Anlegen von Auen und die Errichtung von Rückhaltebecken, insbesondere durch den Bau von Deichen realisiert. Deiche sind Schutzwälle, die durch Menschenhand entlang eines Gewässers errichtet wurden (Hennings, 2013). Nach § 2 des Niedersächsischen Deichgesetzes (NDG) werden drei Arten von Deiche unterschieden:

1. Hauptdeich
2. Schutzdeich
3. Hochwasserdeich

Hauptdeiche sind für den Schutz eines Gebietes vor Sturmfluten bestimmt (§ 2 NDG). Sie werden daher auch Seedeiche genannt und befinden sich hauptsächlich im Küstenbereich der Nord- und Ostsee (Hennings, 2013).

Schutzdeiche sind Deiche, die oberhalb eines Sperrwerks errichtet werden, um ein Gebiet vor Wasser zu schützen, das wegen der Sperrung des Tidegewässers nicht abfließen kann (§ 2 NDG).

Der Haupt- und der Schutzdeich werden nur aus Gründen der Vollständigkeit genannt und in dieser Arbeit nicht weiter ausgeführt. Ob das Ergebnis dieser Arbeit auf diese Deicharten unangepasst angewendet werden kann, muss Gegenstand weiterer Untersuchungen sein. Es wird ein Schwerpunkt auf die Hochwasserdeiche als technischer Hochwasserschutz gelegt, weil die Erfahrungen der Hochwassereinsätze einen Einsatzschwerpunkt in der Deichverteidigung aufzeigen. Andere technische Hochwasserschutzmaßnahmen, wie Hochwasserschutzwände und andere mobile Hochwasserschutzkonstruktionen, werden aufgrund der geringen Verfügbarkeit und der geringeren Versagenswahrscheinlichkeit nicht weiter ausgeführt.

Hochwasserdeiche sind für den Schutz eines Gebietes vor Hochwasser bestimmt (§ 2 NDG). Landesweit befinden sie sich im Rahmen des vorsorgenden Hochwasserschutzes an potenziell gefährlichen Fließgewässern (Linde, et al., 2014). Um den

Schutz eines Gebietes vor Hochwasser zu gewährleisten, müssen Hochwasserdeiche aufgestautes Wasser halten (Hennings, 2013). Anders als Hauptdeiche müssen sie nicht die Kraft von Wellen aufnehmen, weshalb sie sich baulich von Hauptdeichen unterscheiden (Hennings, 2013). Die Dimensionierung eines Deiches, insbesondere die Deichhöhe, wird auf Grundlage des Bemessungshochwassers (BHW) erstellt (Linde, et al., 2014). Für Siedlungsgebiete wird ein 100-jähriges Hochwasser als BHW festgelegt und der Schutz vor Überschwemmungen wird durch den technischen Hochwasserschutz angestrebt (LAWA, 1995).

Der Aufbau von Hochwasserdeichen ist nach derzeitigem Stand der Technik in Bezug auf Flussdeiche in der DIN 19712 (2013) festgelegt. Der Deichkörper muss die einwirkende Kraft des Einstaus in den Untergrund abtragen und dabei eine hinreichende Dichtigkeit aufweisen (Brombach, et al., 2013). Im Gegensatz zu Dämmen werden Deiche nur kurzzeitig eingestaut, was eine Dichtung nur zur Verhinderung von zu großen Sickerwassermengen notwendig macht (Linde, et al., 2014). In Abbildung 6 ist ein Deichquerschnitt eines Drei-Zonen-Deiches dargestellt. In der Regel sind Flussdeiche als Zonen-Deiche ausgeführt, weil sie die Forderung am effektivsten erfüllen (Brombach, et al., 2013). Der Aufbau eines Zonen-Deiches ist in der DIN 19712 (2013) festgelegt. Sie werden wasserseitig mit bindigen Bodenarten, wie beispielsweise Auelehm, angeordnet, um somit eine Dichtung mit kleinster Wasserdurchlässigkeit zu erreichen (Brombach, et al., 2013). Bei richtiger erdbaulicher Behandlung bilden die bindigen Bodenarten eine wasserundurchdringliche Dichtung (Kleist, et al., 2009). Der Deichkern wird durch den Stützkörper gebildet, der aus nichtbindigen Bodenarten besteht und der Dichtung eine sichere Stützung gewährleistet (Brombach, et al., 2013; Linde, et al., 2014). Ein Fußfilter mit Drainage ist am luftseitigen Deichfuß angeordnet, der den unplanmäßigen Austritt von Sickerlinien und die daraus entstehenden Erosionen des Stützkörpers verhindert (Brombach, et al., 2013). Wenn der Untergrund nicht hinreichend wasserundurchlässig ist, wird eine Dichtwand eingezogen (Linde, et al., 2014). Die wasserundurchlässige Dichtwand reicht bis zu hinreichend dichten Bodenschichten und reduziert die Unterströmung (Brombach, et al., 2013). Damit wird die Standsicherheit des Deiches erhöht (Brombach, et al., 2013). Gleichzeitig tritt eine Reduktion der Erosionsgefahr und der Sickerwassermenge im Hochwasserfall ein (Brombach, et al., 2013).

Deichverteidigungswege sind landseitig anzuordnen (Brombach, et al., 2013). Diese Wege sind nicht auf der Deichkrone anzulegen, da ein Befahren durch schwere Fahrzeuge auf aufgeweichten Deichen zur Schädigung oder schlimmstenfalls zum Versagen des Deiches führen kann (Linde, et al., 2014).

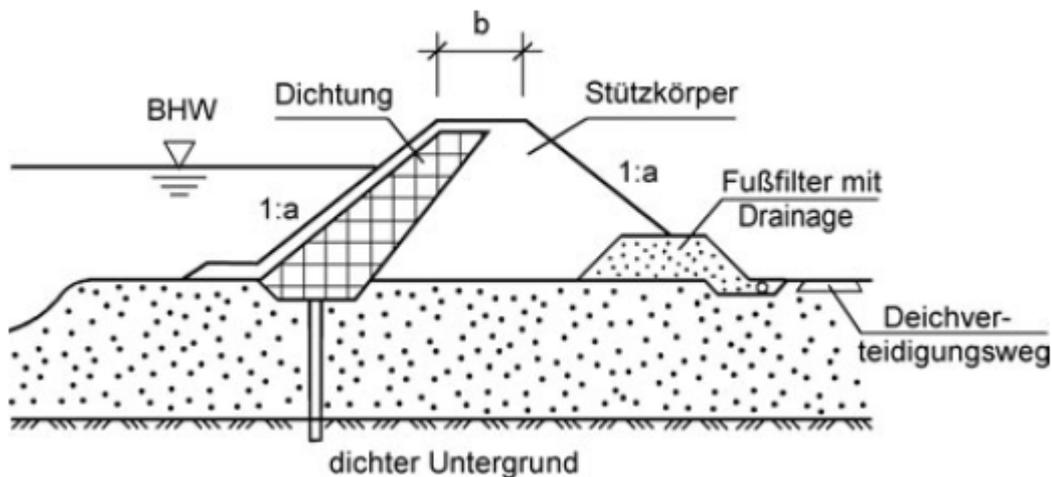


Abb. 6: Querschnitt eines Drei-Zonen-Deiches als Prinzipdarstellung (Brombach, et al., 2013)

Der hier beschriebene Drei-Zonen-Deich kann in anderen Ausführungen, je nach vorhandener Bodenart, verfügbarer Baufläche und Bemessungshöhe, mit anderen Baustoffen und Konstruktionsmerkmalen erbaut werden. Die drei Zonen, Abdichtung, Stützkörper und Drainkörper bleiben im Grundsatz jedoch immer erhalten (Hennings, 2013).

Nach DIN 19712 (2013) ist ein Deich an Fließgewässern so zu konstruieren, dass eine Standsicherheit für alle relevanten Belastungen gegeben ist. Als ständigen Lastfall sind folgende Einwirkungen, als Lastfall 2 nach DIN 1054 (2010), zu berücksichtigen (Brombach, et al., 2013):

- Eigenlast
- Verkehrslast auf der Krone
- Wasserstände, die nicht höher als der BHW-Stand sind

Zusätzlich werden noch weitere Einwirkungen betrachtet, die nach DIN 1054 (2010) als Lastfall 3 eingeordnet sind (Brombach, et al., 2013):

- Wasserstand bis Deichkrone
- Versagen einer vorhandenen Dichtung
- Versagen einer vorhandenen Fußdrainage

Trotz der gebotenen Sicherheitsbeiwerte aus den verschiedenen Lastfällen wirken Versagensmechanismen auf den Deich, die diesen schädigen und zum Deichbruch führen. Zwar sind Hochwasserschutzpflichtige nach DIN 19712 (2013) dazu verpflichtet, Materialien für Deichverteidigungsmaßnahmen vorzuhalten. Das Personal, welches diese Materialien jedoch einsetzen soll, gilt es nicht vorzuhalten. Dies unterstreicht die Notwendigkeit von ausgebildeten Einsatzkräften, die schnell die erforderlichen Deichverteidigungsmaßnahmen fachgerecht ausführen können.

5.2 Versagensmechanismen

Deichschädigungen haben verschiedene Ursachen. Die nachfolgenden Schädigungsmechanismen treten in verschiedener Ausprägung gleichzeitig auf und beeinflussen sich gegenseitig (Linde, et al., 2014).

Bei einem Hochwasserereignis wirken auf den Deich aufgrund von Durch- und Unterströmung gleichzeitig Wasserlasten und Strömungskräfte (Brombach, et al., 2013). Diese Einwirkungen werden von einem intakten Deich durch die Scherfestigkeit des Stützkörpers sicher aufgenommen und in den Untergrund abgeleitet (Brombach, et al., 2013). Durch die intakte Dichtung wird das wasserseitig eindringende Sickerwasser gemindert (Brombach, et al., 2013). Das durch Durch- und Unterströmung einströmende Wasser wird durch den Fußfilter ohne Erosion und lokale Rutschungen aufgenommen (Brombach, et al., 2013). Diese Deichsicherheit wird durch Faktoren wie Alterung des Deiches, durch mangelnde Unterhaltung, durch Einwirkungen auf den Deichbaustoff und insbesondere durch die Deichüberströmung von nicht gesicherten Deichverläufen mehr oder weniger stark negativ beeinflusst (Brombach, et al., 2013). Die Maßnahmen der Deichverteidigung müssen daher den beginnenden Schäden entgegenwirken, um so den völligen Verlust der Schutzfunktion des Deiches zu verhindern (Brombach, et al., 2013).

Tritt Sickerwasser auf der landseitigen Deichschulter ins Freie und ist die Sickerwasserströmung so stark, dass mit dem Wasser Deichmaterial ausgespült wird, so ist dies ein sicheres Indiz für eine bereits eingesetzte innere Erosion (Linde, et al., 2014). Die innere Erosion führt zu einer zunehmenden Schädigung des Deiches, da der Stützkörper immer weiter vermindert wird und sich Hohlräume bilden können, die zu Rutschungen führen. Verstärkt wird diese Art der Deichschädigung durch die biologischen Vorschädigungen (Linde, et al., 2014). Durch Wühltiere, wie beispielsweise Bisamratten, befinden sich Höhlen und Eingänge im Deich und beschleunigen dadurch den Vorgang der inneren Erosion und damit den Verlust der Festigkeit des Stützkörpers (Hennings, 2013).

Der Austritt von Sickerwasser auf der landseitigen Deichschulter hat mehrere Ursachen. Die Dichtung eines Hochwasserdeiches ist in der Regel nicht komplett wasserundurchlässig (Linde, et al., 2014). Eine wirksame Fußdrainage verhindert aber meistens eine vollständige Durchnässung des Deichkörpers bei einem anhaltenden Hochwasser (Brombach, et al., 2013). Trotzdem wirken sich die vielen bodenmechanischen Einflüsse negativ auf einen intakten Deich bei einem anhaltenden Hochwasser aus (Richwien, 1996). Die Infiltration mit Wasser wird durch Schäden an der wasserseitigen Böschung, verursacht durch fließende Wasser, Wellenschlag und vor allem durch Treibgut und Eisgang, begünstigt (Brombach, et al., 2013).

Die Durchnässung des Deiches hat, wie in Abbildung 7 dargestellt, einen negativen Einfluss auf die Scherfestigkeit des Bodens. Daraus lässt sich entnehmen, dass die Wahrscheinlichkeit eines Grundbruchs mit zunehmender Zeit immer mehr gegeben ist, weil die Scherfestigkeit mit zunehmender Durchfeuchtungsdauer abnimmt.

Wenn durch Unterströmungen Sickerwasser im Deichhinterland austritt, ist der hydraulische Grundbruch gegeben (Linde, et al., 2014). Er ist nicht mit dem Grundbruch zu verwechseln.

Bei einem Grundbruch rutscht, durch die Gewichtszunahme des mit Wasser gesättigten Deiches, die Innenböschung in einem bestimmten Gleitwinkel ab (Hennings, 2013). Beide Vorgänge des Grundbruchs machen die Benutzung des Deichverteidigungsweges und das Befahren des Deichhinterlandes unmöglich, da es zu weiteren Schäden führen wird (Hennings, 2013). Durch die Infiltration des Untergrundes mit

Wasser ist die Stabilität beeinträchtigt und ein Abrutschen von Teilen des Deiches gerade in Verbindung mit der inneren Erosion möglich (Hennings, 2013).

Die Überbelastung eines Deiches in Form einer Überströmung ist der Schadensmechanismus, der häufig zum Komplettversagen des Deiches führt (Linde, et al., 2014). Bei nicht extra befestigten Hochwasserdeichen tritt nach wenigen Minuten der Überflutung ein Rutschen der landseitigen Böschung ein, welches ein Nachbrechen der Deichkrone (Kappensturz) zur Folge hat (Brombach, et al., 2013). Der Verlust der Scherfestigkeit (siehe Abb. 7), aufgrund der Infiltration des Wassers in die Böschung, verursacht zusammen mit der Einwirkung der Strömungskraft den Kappensturz (Richwien, et al., 1999). Ein totales Versagen der Deichkonstruktion ist die direkte Folge. Bei diesem Vorgang ist die innere Erosion eine vernachlässigbare Einflussgröße (Richwien, et al., 1999).

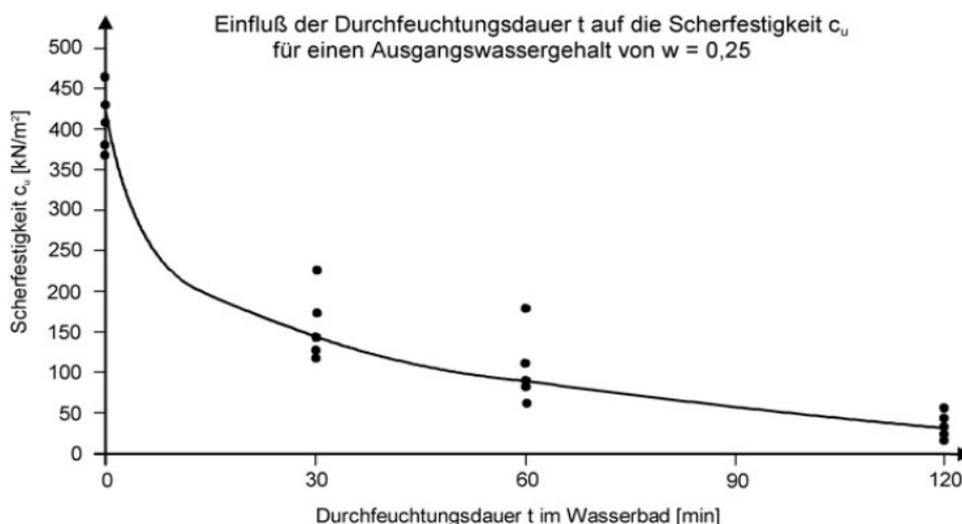


Abb. 7: Festigkeitsabnahme eines sandigen, tonigen Schluffs (Klei) bei Vernässung (Deharde, 1999)

Eine durchgängige Beobachtung ist aufgrund des hohen Gefährdungspotenzials mindestens an voll eingestauten Deichen, an denen Verteidigungsmaßnahmen durchgeführt werden, sicherzustellen, um bei Böschungsrutschungen die Einsatzkräfte rechtzeitig und unverzüglich aus dem Gefährdungsbereich evakuieren zu können (Brombach, et al., 2013).

Aufgrund von empirischen Erhebungen bezogen auf den Verlauf von Deichbrüchen ist ein dreiphasiger Schädigungsverlauf abgeleitet worden (Brombach, et al., 2013).

Die Ursachen und Wirkungen der Deichschädigungen durch Über-, Durch- und Unterströmung bilden die erste Phase und wurden oben bereits erwähnt. Sie bedingen in Interaktion die zweite Phase: das lokale Versagen. Unter lokalem Versagen sind erste Rutschungen zu verstehen, die häufig am Böschungsfuß beginnen, und dort als Ausbauchen der Böschung beobachtet werden können (Brombach, et al., 2013). Eine direkte Folge ist die Riss- und Spaltenbildung entlang der Deichkrone, die durch die Erosion des Deichkerns, als dritte Phase, einen Kappensturz nach sich zieht (Brombach, et al., 2013). Der Ablauf bis zu diesem Stadium ist durch eine direkte Ursachen-Wirkungskette eindeutig zu zuordnen (Brombach, et al., 2013). Der weitere Schadensverlauf bis zum totalen (globalen) Versagen des Deiches ist dann zufallsbedingt (Brombach, et al., 2013).

5.3 Ertüchtigungsmaßnahmen

Ertüchtigungsmaßnahmen werden getroffen um im Rahmen der Deichverteidigung die Standsicherheit des Deiches zu erhalten. Sie werden angewendet, wenn die Deichsicherheit nicht mehr konkret gewährleistet werden kann. Ertüchtigungsmaßnahmen werden in vier unterschiedliche Kategorien, wie folgt, eingeteilt (Linde, et al., 2014):

- Notsicherungsmaßnahmen
- Sofortmaßnahmen
- Teiltertüchtigungsmaßnahmen
- Vorwegmaßnahmen

Im Rahmen der operativ-taktischen Gefahrenabwehr finden nur die Notsicherungs- und Sofortmaßnahmen Verwendung. Deshalb werden die zwei verbleibenden Kategorien der Ertüchtigungsmaßnahmen in dieser Arbeit nicht weiter berücksichtigt.

In der Feuerwehrdienstvorschrift 100 stehen grundsätzlich vier taktische Varianten zur Gefahrenabwehr zur Verfügung. Diese sind Rettung, Angriff, Verteidigung und Rückzug (FwDV 100, 1999). In Bezug auf die Kategorien der Ertüchtigungsmaßnahmen, die in der operativ-taktischen Gefahrenabwehr Verwendung finden, sind die

taktischen Varianten des Angriffs und der Verteidigung zur Erhöhung der Deichsicherheit anwendbar (Linde, et al., 2014). Die taktische Variante des Rückzugs ist ebenfalls anwendbar, impliziert jedoch, dass die eingeleiteten Deichsicherungsmaßnahmen aus Gefährdungsgründen abgebrochen werden müssen und somit eine aktive Deichverteidigung in dem Einsatzbereich nicht mehr erfolgen kann.

Um eine Erhöhung der Deichsicherheit und damit eine Verbesserung der Standsicherheit zu erreichen, können grundsätzlich zwei Vorgehensweisen unterschieden werden (Linde, et al., 2014). Die Ziele der Vorgehensweisen sind zum einen die Verringerung der Einwirkungen und zum anderen die Erhöhung des Widerstandsverhaltens (Linde, et al., 2014). Um das Ziel der Verringerung der Einwirkungen auf den Deich zu erreichen, können folgende Maßnahmen ergriffen werden (nach Linde, et al., 2014, mit eigenen Änderungen):

- Senken des Hochwasserspiegels
- Reduzierung der Strömungsverhältnisse
- Sicherung von Treibgut und Eisgang
- Reduzierung des Wellenschlags

Zu möglichen Maßnahmen in Bezug auf das Ziel der Erhöhung des Widerstandsverhaltens zählen (nach Linde, et al., 2014, mit eigenen Änderungen):

- Stützen des Deiches von der Landseite
- Abdichten und Sichern von lokalen Wassereintrittsstellen
- Schutz der wasserseitigen Böschung gegen Erosion
- Auffüllen von wasserseitigen Rutschungen
- Schaffen einer Quellkade für punktuelle oder stärkere Wasseraustritte auf der landseitigen Böschung
- Errichtung eines Auflastfilters oder eines Ringdammes im Deichhinterland
- Errichtung eines Schlossdeiches
- Deicherhöhung (i.d.R. durch Deichkappenerhöhung)

Um ein Senken des Hochwasserspiegels zu erreichen, müssen im vorsorgenden Hochwasserschutz entsprechende Retentionsflächen geschaffen worden sein (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Sind solche Flächen vorhanden, kann der Hochwas-

serspiegel aktiv durch die Zu- und Abflusssteuerung beeinflusst werden. Dazu werden entsprechende Polder entweder oberhalb des gefährdeten Deichbereichs, welches den Zufluss mindert, oder unterhalb des gefährdeten Deichbereichs, was den Abfluss erhöht, in Anspruch genommen (Linde, et al., 2014).

Alle weiteren Abwehrmaßnahmen, unabhängig der Vorgehensweise, benötigen zur Durchführung in der Regel Sandsäcke als mobile Deichverteidigungsmittel. Sandsäcke sind das Mittel der Wahl, da sie vielseitig eingesetzt werden können, sich beim Verlegen an alle Unebenheiten anpassen und ein dichter, wasserundurchlässiger Verbund erreicht werden kann (Hennings, 2013). Die Füllung, der Transport und der Verbau von Sandsäcken benötigt einen großen Bedarf an Einsatzkräften. Im Hinblick auf eine Einsatzdauer von mehreren Tagen ist ohne die Unterstützung von speziellen technischen Einsatzmitteln eine effektive Deichverteidigung äußerst begrenzt und könnte nur durch einen enormen Personaleinsatz kompensiert werden.

Als Beispiel der benötigten Ressourcen dient die folgende Berechnung: Es soll eine Deicherhöhung um 0,5 m über einen gefährdeten Deichabschnitt von 500 m errichtet werden. Das Eintreffen der Hochwasserscheitelwelle wurde in 36 Stunden prognostiziert. Es werden gemittelte Werte bei einer manuellen Füllung und dem Verbau der Sandsäcke angenommen (European Flood Control, 2008; Hüwing, et al., 2011). Die Geländeeigenschaften und der Transport wurden in diesem Beispiel vernachlässigt.

$$\text{Anzahl Sandsäcke (Höhe 0,5 m):} \quad 5 \cdot 3200 \frac{\text{Säcke}}{100 \text{ m}} = 16000 \text{ Säcke}$$

$$\text{Zeitbedarf Füllung (bei 10 Helfern):} \quad \frac{16000 \text{ Säcke}}{80 \frac{\text{Säcke}}{\text{h}} \cdot 10} = 20 \text{ h}$$

$$\text{Zeitbedarf Verbau (bei 10 Helfern):} \quad \frac{16000 \text{ Säcke}}{60 \frac{\text{Säcke}}{\text{h}} \cdot 10} = 26,67 \text{ h}$$

$$\text{Zeitbedarf insgesamt:} \quad 20 \text{ h} + 26,67 \text{ h} = 46,67 \text{ h} \approx 1,94 \text{ d}$$

Das Beispiel zeigt, dass zehn Helfer bei ununterbrochener Arbeit und unter Vernachlässigung des Transports 46,67 Stunden benötigen würden, um einen 0,5 m hohen und 500 m langen Sandsackdamm zu errichten. Das Einsatzziel konnte damit nicht erreicht werden und wurde mit 10,67 Stunden deutlich überschritten.

Diese vereinfachte Beispielrechnung macht die Notwendigkeit von vielen Einsatzkräften bei einem Hochwasserereignis deutlich, da zehn Einsatzkräfte für die Erreichung des Einsatzziels nicht ausreichen. Darüber hinaus ist es im Einsatzfall ausgeschlos-

sen und wider der Fürsorgepflicht der Führungskräfte, Einsatzkräfte ohne Erholungs-
pause über einen solch langen Zeitraum arbeiten zu lassen.

Um die Arbeitsbelastung für die Einsatzkräfte zu minimieren und um die Effizienz zu
steigern, werden Sandsackfüllmaschinen von verschiedenen Herstellern und in vie-
len verschiedenen Varianten auf dem Markt angeboten. Zum Vergleich würde der
Zeitbedarf für die Füllung von 16000 Sandsäcken mit zehn Helfern mit einer leis-
tungsstarken Sandsackfüllmaschine (Bsp. hier die AFM 175 5S der Fa. Mammut)
rund 4,2 Stunden und damit einer Verringerung von 15,8 Stunden gegenüber der
manuellen Abfüllung betragen. Zusammen mit dem Zeitbedarf des Verbauens der
Sandsäcke benötigt die Deicherhöhung insgesamt nur 30,87 Stunden. Damit wäre
das Einsatzziel erreicht worden. Die verbleibenden 5,13 Stunden können in Erho-
lungspausen für die Einsatzkräfte investiert werden, ohne den Einsatzerfolg zu
gefährden. Dieses Beispiel zeigt deutlich den Vorteil und die Effizienzsteigerung, die
durch den Einsatz von hochwasserspeziellen, technischen Einsatzmitteln bei gleicher
Anzahl von Helfern im Vergleich zur manuellen Variante erreicht werden kann. Daher
sollte eine Sandsackfüllmaschine als obligatorischer Bestandteil der hochwasser-
technischen Einsatzmittel vorgehalten werden, da der Bedarf an Sandsäcken zur
Hochwassergefahrenabwehr auch neben alternativen Hochwasserschutzsystemen
weiterhin geboten ist.

Neben der universell einsetzbaren Sandsack-Methode bietet die Industrie unter-
schiedlichste Methoden, um den Zeitaufwand und den Materialbedarf zu reduzieren.
Beispiele für solche Systeme sind das Aquariwa-Hochwasserschutzsystem, das
Schlauchsystem, das Big-Bag-Hochwasserschutzsystem und das QUICK-DAMM®
System. Jedes dieser Systeme besitzt bestimmte Vor- und Nachteile. Den zeitlichen
Vorteil gegenüber der manuellen Sandsackfüllung besitzt jedes dieser Systeme. Ein
großer Nachteil, der alle genannten Systeme betrifft, ist der eingeschränkte Einsatz-
ort. Sie benötigen alle einen festen und ebenen Untergrund, um die Systemsicherheit
komplett zu gewährleisten. Einige Systeme setzen sogar das Vorhandensein von
Sandsäcken voraus. Damit ist eine Kombination der Einsatzmittel für die Durchfüh-
rung von effektiven und effizienten Ertüchtigungsmaßnahmen obligatorisch.

Die Kombination der Sandsack-Methode mit den mobilen Hochwasserschutzsystemen
ist durch die Effizienzsteigerung, durch die Erhöhung der Anzahl der
technischen Möglichkeiten im Rahmen der Ertüchtigungsmaßnahmen und durch die

größere Einsatzbreite, die einen flächenmäßig größeren Schutz der Schadenspotenziale ermöglicht, auch in volkswirtschaftlicher Sicht sinnvoll.

Die Einschränkung auf nur eine Methode der Ertüchtigungsmaßnahmen hätte einen negativen Einfluss auf die Einsatzeffizienz, denn neben den oben erwähnten Nachteilen der Hochwasserschutzsysteme sind momentan einige Hochwasserabwehrmaßnahmen beziehungsweise Deichsicherungsmaßnahmen nur durch den Verbau von Sandsäcken realisierbar, wie beispielsweise die Errichtung einer Quellkade. Die Kombination der Hochwasserschutzsysteme mit der Sandsack-Methode bietet eine Variantenvielfalt, aus die der operativ-taktische Hochwasserschutz die effizienteste Methode in Abwägung der Einsatzgegebenheiten auswählen kann.

6. Rechtliche Anforderungen

6.1 Unionsverfahren

Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union haben ein integriertes Konzept des Katastrophenmanagements aufgrund der Beobachtung von steigender Häufigkeit und dem größer werdenden Schadensausmaß von Naturkatastrophen und den von Menschen verursachten Katastrophen über Jahre hinweg ausgearbeitet, angepasst und verabschiedet. Es soll hauptsächlich den Schutz der Menschen, Umwelt und Eigentumswerte gewährleisten (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013).

Im Jahr 1987 wurde mit der Entschließung über die Einführung einer gemeinschaftlichen Zusammenarbeit im Bereich des Katastrophenschutzes der Grundstein der europäischen Katastrophenhilfe gelegt (Entschließung 87/C176/01, 1987). Die Weiterentwicklung dieser Entschließung mündete in der Entscheidung über ein Gemeinschaftsverfahren für den Katastrophenschutz, welches als EU-Gemeinschaftsverfahren bezeichnet wurde (Entscheidung 2007/779/EG Euratom, 2007). Diese Entscheidung wurde vom Beschluss Nr. 1313/2013/EU des Europäischen Parlaments und dem Rat der Europäischen Union durch das Katastrophenschutzverfahren der Union, kurz Unionsverfahren, mit Inkrafttreten zum 01. Januar 2014 ersetzt. Viele Aspekte und Artikel des Unionsverfahrens entsprechen im Grundsatz weiterhin dem aufgehobenen EU-Gemeinschaftsverfahren. Durch diese Tatsache ist der Großteil des Beschlusses bereits in nationales Recht umgesetzt worden. Als Beispiel kann hier die Verabschiedung des Gesetzes zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes genannt werden.

Das Unionsverfahren verfolgt als allgemeines Ziel, die Zusammenarbeit im Bereich des Katastrophenschutzes zwischen der Union und den Mitgliedstaaten zu verstärken und die Solidarität zwischen den Mitgliedstaaten durch praktische Zusammenarbeit und Koordinierung zu fördern (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013). Dabei berührt das Verfahren nicht die primäre Zuständigkeit der Mitgliedstaaten in Bezug auf den Schutz von Menschen, der Umwelt und des Eigentums in ihrem Hoheitsgebiet (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013). Die Ausstattung und die

notwendigen Kapazitäten der Katastrophenmanagementsysteme für eine nach realistischem Ermessen zu erwartende Katastrophe sind von den Mitgliedstaaten vorzuhalten (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013).

Der Schwerpunkt dieses Beschlusses liegt in der Katastrophenprävention, -vorsorge, und -bewältigung als internationale Koordinationsstelle. In Bezug auf die Thematik dieser Arbeit werden nur die in Artikel 3 des Beschlusses erwähnten spezifischen Ziele berücksichtigt. Diese umfassen explizit die bessere Vorsorge der Mitgliedstaaten zur Reaktion auf Katastrophen, die Erleichterung der Ergreifung rascher und wirksamer Bewältigungsmaßnahmen bei eingetretener oder drohender Katastrophe und die Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen den Katastrophenschutzdiensten oder anderen einschlägigen Diensten (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013). Die spezifischen Ziele sind insbesondere auf die Zusammenarbeit im Sinne von Unterstützungsmaßnahmen zur Bewältigung der unmittelbaren schädlichen Folgen einer Katastrophe innerhalb und außerhalb der Union anzuwenden (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013). Durch den Vorschlag der Europäischen Kommission wird dadurch die internationale Hilfe gefördert und das grenzüberschreitende Katastrophenereignis thematisiert.

Die EU-Koordinierungsstelle, das sogenannte Emergency Response Coordination Centre (ERCC), steht in Kontakt zu den Koordinierungsstellen der Mitgliedsländer, in Deutschland ist dies das Gemeinsame Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ), und verwalten über ein Common Emergency Communication Information System (CECIS) mit den Ländern die Hilfeersuchen und Hilfsangebote (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013). Diese Organisationsstruktur ist bereits eingerichtet und das ERCC sowie das CECIS werden von der EU finanziert.

Die Organisation der internationalen Hilfeleistung ist im Rahmen des EU-Zivilschutz-Mechanismus' in Unterstützung durch Koordinierungsexperten, Spezialisten und Einsatzkräfte aus den EU-Mitgliedstaaten gegliedert (Kircher, 2013). Das Unionsverfahren sieht die Weiterentwicklung von Katastrophenschutzmodulen vor, die im Beschluss der Kommission zur Änderung der Entscheidung 2004/277/EG, Euratom in Bezug auf die Durchführungsvorschriften der Entscheidung 2007/779/EG, Euratom des Rates über ein Gemeinschaftsverfahren für den Katastrophenschutz erstmalig explizit beschrieben worden sind (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013). Die Module sollen Ressourcen aus einem oder mehreren Mitgliedstaaten umfassen und

auf eine vollständige Interoperabilität abzielen, um eine effiziente Katastrophenbewältigung erzielen zu können (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013). Dabei ist ein Modul als eine autarke und autonome, vorab festgelegte aufgaben- und bedarfsorientierte Zusammenstellung von Kapazitäten der Mitgliedstaaten oder ein mobiles operatives Team der Mitgliedstaaten, das personelle und materielle Mittel umfasst und durch seine Fähigkeit zum Einsatz oder zur Erfüllung bestimmter Aufgaben gekennzeichnet ist, definiert (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013). Die Organisation, Führung und Kontrolle der Module ist auf der Ebene der Mitgliedstaaten zu vollziehen (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013). Der Aufbau solcher Module ist auf freiwilliger Basis, ebenso wie deren Bereitstellung als Europäische Notfallbewältigungskapazität, welche aus einem freiwilligen Pool von Bewältigungskapazitäten besteht, die von den Mitgliedstaaten bereitgehalten werden (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013).

Die Katastrophenschutz Einsatzmodule sollen so konzipiert sein, dass sie vorab festgelegte Bewältigungsaufgaben nach Maßgabe anerkannter internationaler Leitlinien erfüllen können (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013). Dies schließt insbesondere die kurzfristige Entsendung nach Eingang des Hilfeersuchens im ERCC und die für einen bestimmten Zeitraum obligatorische Autarkie und Autonomie ein (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013). Außerdem sind folgende Anforderungen von den Modulen zu erfüllen (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013):

- Interoperabilität mit anderen Modulen
- Durchführung von Ausbildungen und Übungen zur Gewährleistung der Interoperabilität
- Unterstellung von einer für den Einsatz verantwortlichen Person
- Möglichkeit der Zusammenarbeit mit anderen internationalen Organisationen und/oder Unionseinrichtungen, insbesondere aber mit den Vereinten Nationen

Ein Ziel bei der Konzeption des Fachzuges Hochwasserschutz als Teileinheit einer niedersächsischen Kreisfeuerwehrbereitschaft ist es, dass die Anforderungen des Unionsverfahrens berücksichtigt werden, um dadurch gleichzeitig die Verwendung als Katastrophenschutz Einsatzmodul im Rahmen der Europäischen Notfallbewältigungskapazität zu ermöglichen. Damit würden keine Kosten für etwaige Mehrfachanschaffungen entstehen und sich die operativ-taktische Einsatzleistung durch die gesteigerte Einsatzerfahrung effizienter gestalten.

Die grundsätzliche Bereitschaft der deutschen Feuerwehren bei dem Unionsverfahren mitzuwirken und Führungsverantwortung zu übernehmen ist von der AGBF bereits kommuniziert worden (AGBF Bund, 2008). Die zu berücksichtigenden rechtlichen und ausstattungstechnischen Bedingungen sind im Kapitel 8.1 und 8.2 dargestellt. Als Auslegungsgrundlage der Katastrophenschutz-Einsatzmodule dient dabei der Anhang 2 des Beschlusses 2010/481/EU, Euratom, welcher mit der Einführung des Unionsverfahrens zwar aufgehoben wurde, die Ausstattung der Module aber sehr explizit darstellt.

6.2 Nationale Richtlinien

Der Katastrophenschutz ist aufgrund der föderalen Struktur Deutschlands hinsichtlich der Gesetzgebung und des Verwaltungsvollzuges Ländersache. Der Katastrophenschutz in Niedersachsen ist in dem Niedersächsischen Katastrophenschutzgesetz (NKatSG) geregelt. Nach § 1 Abs. 1 NKatSG ist der Katastrophenschutz, die Vorbereitung der Bekämpfung und die Bekämpfung von Katastrophen. Den Landkreisen und kreisfreien Städten sowie den Städten Cuxhaven und Hildesheim obliegt die Aufgabe des Katastrophenschutzes und sie bilden die Katastrophenschutzbehörden (§ 2 Abs. 1 NKatSG). Die Katastrophenschutzbehörden haben nach § 5 NKatSG die Verantwortung, die für Ihren Bezirk erforderlichen Vorbereitungsmaßnahmen für die Katastrophenbekämpfung zu treffen. Die Aufstellung, Ausbildung und Ausstattung von Einheiten und Einrichtungen ist dabei von den Katastrophenschutzbehörden zu fördern (§12 NKatSG). Der Katastrophenschutz ist dabei keine konkret abgrenzbare Aufgabe der Gefahrenabwehr. Es existieren keine dauerhaft präsenten Einheiten, die der Katastrophenschutzbehörde zur Verfügung stehen. Der Katastrophenschutz ist ein Organisationsprinzip für die verschiedenen Einrichtungen und Hilfsorganisationen, die den Katastrophenschutz im Katastrophenfall plastisch bilden. In einem festgestellten Katastrophenfall wird die zentrale Leitung über die Bekämpfungsmaßnahmen durch die jeweilige Katastrophenschutzbehörde übernommen und ausgeführt, was die Kernaufgabe des Katastrophenschutzes ausmacht. Als Katastrophenfall ist nach § 2 Abs. 2 NKatSG ein Notstand definiert, bei dem Leben, Gesundheit, die lebenswichtige Versorgung der Bevölkerung, die Umwelt oder erhebliche Sachwerte in einem solchen Maße gefährdet oder beeinträchtigt

sind, dass eine Bekämpfung durch die zuständigen Behörden und die notwendigen Einsatz- und Hilfskräfte eine zentrale Leitung erfordert. Ein solcher Notstand ist durch den Hauptverwaltungsbeamten der Katastrophenschutzbehörde festzustellen und wird in der Regel bei Hochwasserereignissen erreicht (§ 20 NKatSG).

Der Katastrophenschutz greift auf das vom Gesetzgeber normierte Instrument der Kreisfeuerwehrebereitschaften zurück. Im § 3 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 bis 3 des Niedersächsischen Brandschutzgesetzes (NBrandSchG) sind die Landkreise verpflichtet eine Kreisfeuerwehr einzusetzen, Kreisfeuerwehrebereitschaften aufzustellen, Alarm- und Einsatzpläne der Kreisfeuerwehr aufzustellen und fortzuschreiben sowie Alarmübungen der Kreisfeuerwehr durchzuführen. Diese Regelung gilt nicht für die kreisfreien Städten (§ 3 Abs. 3 NBrandSchG). Damit obliegt den Landkreisen die übergemeindliche Aufgabe des abwehrenden Brandschutzes und der Hilfeleistung (§ 3 Abs.1 Satz 1 NBrandSchG).

Bei einem eintretenden Hochwasserereignis, welches das Ergreifen von Gefahrenabwehrmaßnahmen notwendig werden lässt, sind in der Regel die gemeindlichen Gefahrenabwehreinheiten bereits im Hilfeleistungseinsatz. Gemeinden haben auf Ersuchen anderer Gemeinden oder der Aufsichtsbehörde mit ihrer Feuerwehr Nachbarschaftshilfe zu leisten, wenn dadurch der abwehrende Brandschutz und die Hilfeleistung im eigenen Gebiet nicht gefährdet werden (§ 2 Abs. 2 Satz 1 NBrandSchG). Dieses Prinzip der Nachbarschaftshilfe und überörtlicher Hilfe findet ebenfalls im Katastrophenfall zwischen Katastrophenschutzbehörden Anwendung (§ 23 NKatSG). Die überörtliche Hilfeleistung der Katastrophenschutzbehörden erstreckt sich auch auf Hilfeersuchen außerhalb des Landes (§ 23 Abs. 4 NKatSG).

Wenn die nachbarschaftlichen Gefahrenabwehrkapazitäten nicht ausreichen, um die Schadenlage zu bewältigen, und weitere Bewältigungskapazitäten zur Gefahrenabwehr benötigt werden, ist ein übergemeindlicher und/oder überörtlicher Einsatz der Feuerwehren notwendig. Die Kreisfeuerwehrebereitschaften als Sonderregelung der Gefahrenabwehrorganisation sind vom Gesetzgeber vorgeschrieben, um diese Kapazitäten erfüllen zu können. Jede Kreisfeuerwehr hat mindestens eine Kreisfeuerwehrebereitschaft aufzustellen (§ 19 Abs. 4 Satz 1 NBrandSchG). Sind Landkreise in Brandschutzabschnitte eingeteilt, so gilt es, dass in jedem Brandschutzabschnitt eine Kreisfeuerwehrebereitschaft aufzustellen, einzusetzen und zu unterhalten ist (§ 19 Abs. 3 Satz 1 NBrandSchG). Die Kreisfeuerwehr wird durch die

gemeindlichen Feuerwehren in einem Landkreis sowie die vom Landkreis unterhaltenen Feuerwehrtechnischen Zentralen gebildet (§ 19 Abs. 1 NBrandSchG). Sie führt Einsätze durch, die von der gemeindlichen Feuerwehr, auch bei Inanspruchnahme von Nachbarschaftshilfe, nicht zu bewältigen sind (übergemeindliche Einsätze), was bei einem Hochwasserereignis in der Regel der Fall ist (§ 19 Abs. 2 NBrandSchG).

Eine Kreisfeuerwehrbereitschaft ist ein Verband im Sinne der FwDV 100 und gliedert sich in Züge, Führungseinheit und Verbandsführer (FwDV 100, 1999). Die Führungsebene eines Verbandes soll aus mindestens drei, höchstens aber fünf Zügen als unterstellte taktische Einheiten bestehen (FwDV 100, 1999). Die Aufgabe der Kreisfeuerwehrbereitschaften besteht darin, dass Gefahren und Schadensereignisse, die mit Mitteln und Einrichtungen für den gemeindlichen Brandschutz und für die Hilfeleistung unter Einbeziehung der Nachbarschaftshilfe nicht mehr erfolgreich abgewehrt werden können, gezielt und umfassend zu bekämpfen (Erlass 52.1-13202/24, 2004). Die Einsatzart in Form von einem Großeinsatz der Feuerwehren, dem Einsatz von Spezialgeräten oder der Bekämpfung einer Katastrophe ist dabei irrelevant (Erlass 52.1-13202/24, 2004). Der Verband, der eine Kreisfeuerwehrbereitschaft bildet, wird aus taktischen Einheiten und sonstigen besonderen Feuerwehrfahrzeugen der landkreiseigenen Einrichtungen und den dazugehörigen Gemeinden aufgestellt (§ 19 Abs. 1 Satz 1 NBrandSchG). Durch den Einsatz einer Kreisfeuerwehrbereitschaft werden Gefahrenabwehrkapazitäten von den Gemeinden für längere Zeit abgezogen, weshalb darauf zu achten ist, dass nur in vertretbarem Umfang taktische Einheiten der kommunalen Feuerwehren eingeplant werden (Erlass 52.1-13202/24, 2004). Es gilt 50 % an gleichwertigen Bestand für den abwehrenden Brandschutz und die Hilfeleistung zu erhalten, um in einem Schadenereignis unter Zuhilfenahme der Nachbarschaftshilfe die effektive Gefahrenabwehr zu gewährleisten (Erlass 52.1-13202/24, 2004).

Ferner sind den Kreisfeuerwehrbereitschaften und deren erweiterten Zügen in Niedersachsen Fachaufgaben zugewiesen (Erlass 52.1-13202/24, 2004). Sie bilden nach Aufgabenzuweisung sogenannte Fachzüge, für die Leistungsmerkmale vorgegeben werden können (Erlass 52.1-13202/24, 2004). Die Gliederung der Kreisfeuerwehrbereitschaft zur Erfüllung einer Fachaufgabe ist sachbezogen anzupassen (Erlass 52.1-13202/24, 2004). Grundlegende Fachaufgaben im Brandschutz sind Wasserförderung und Wassertransport und in der Hilfeleistung Logistik, Techni-

sche Hilfeleistung und Gefährliche Stoffe (Erlass 52.1-13202/24, 2004). In Niedersachsen existiert zurzeit kein Fachzug als Teileinheit einer Kreisfeuerwehrebereitschaft, der die Fachaufgabe des Hochwasserschutzes wahrnimmt.

Kreisfeuerwehrebereitschaften haben gemäß dem Erlass "Übergemeindlicher und überörtlicher Einsatz der Feuerwehren" (52.1-13202/24) vom 01. März 2004 des Niedersächsischen Ministeriums für Inneres und Sport folgende Mindestvoraussetzungen zu erfüllen:

1. Die Feuerwehrfahrzeuge in den Bereitschaften sollen den DIN-/EN-Vorgaben oder technischen Weisungen des Landes Niedersachsen entsprechen.
2. Bei der Aufstellung einer Kreisfeuerwehrebereitschaft sind nur die Fahrzeuge des Landkreises und der dazu gehörenden Gemeinden zu berücksichtigen, die für einen überörtlichen Einsatz geeignet sind. Tragkraftspritzenfahrzeuge sind nur im Ausnahmefall einzubinden.
3. Die Gesamtpersonalstärke einer Kreisfeuerwehrebereitschaft soll sich in einer Größenordnung von ungefähr 100 Personen bewegen, d. h. je nach Aufgabenzuweisung sollen mindestens ca. 80, aber nicht mehr als ca. 120 Einsatzkräfte eingebunden sein.
4. Die Einsatzfähigkeit bzw. der Abmarschzustand einer Kreisfeuerwehrebereitschaft muss in maximal zwei Stunden hergestellt sein.
5. Eine Kreisfeuerwehrebereitschaft muss an jedem vorgesehenen Einsatzort über einen Zeitraum von mindestens vier Stunden einen Einsatzauftrag eigenständig sicherstellen können.
6. Für den Fall eines überörtlichen Einsatzes muss eine Kreisfeuerwehrebereitschaft immer über eine Versorgungs- und Verpflegungskomponente verfügen.
7. In der Einsatzplanung ist auch die Variante vorzusehen, dass lediglich Mannschaften, die Führungseinheit oder einzelne Züge aus einer Kreisfeuerwehrebereitschaft angefordert und eingesetzt werden.

Nach Anforderung unterstehen die Kreisfeuerwehrebereitschaften oder einzelne Züge einer Kreisfeuerwehrebereitschaft grundsätzlich der örtlichen Einsatzleitung und erhalten von dieser die Einsatzaufträge (Erlass 52.1-13202/24, 2004). Die örtliche Einsatzleitung entlässt auch grundsätzlich die eingesetzten Kräfte aus dem Einsatz nach Maßgabe der Beurteilung der Lage (Erlass 52.1-13202/24, 2004).

7. Einsatzerfahrungen

Die in diesem Kapitel betrachteten Einsatzerfahrungen beschränken sich hauptsächlich auf die feuerwehrtechnischen Aspekte im Bereich der operativ-taktischen Gefahrenabwehr. Die Führungsorganisation, besonders im Bereich der Stabsarbeit der Katastrophenschutzbehörden, die externe Öffentlichkeitsarbeit, die Einsatzdokumentation und -kommunikation finden keine Beachtung im Hinblick auf die Thematik dieser Arbeit.

In den Unterkapiteln 7.1 und 7.2 werden die gesammelten Einsatzerfahrungen nur von extremen Hochwasserereignissen dargestellt, weil in diesen Einsätzen die übergemeindliche beziehungsweise überörtliche Hilfe im größeren Umfang erfolgt ist.

7.1 Einsatzerfahrungen vom Elbe-Hochwassereinsatz 2002

Das Hochwasserereignis an der Elbe im Jahr 2002 entstand aus einer Vb-Wetterlage (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Dabei wurden feuchtwarme Luftmassen aus dem Mittelmeerraum nach Norden getrieben, wo sie als außergewöhnlich hohe Starkniederschläge in Tschechien und in den Bundesländern Sachsen und Thüringen ausfielen (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Diese Starkniederschläge waren ursächlich für katastrophale Überschwemmungen im Bereich des Ober- und Mittellaufs der Elbe und deren Nebenflüsse (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Durch die Pegelstände in Sachsen wurde eine Jährlichkeit von > 200 Jahren ermittelt (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Die Spitzenabflüsse in Niedersachsen erreichten einen Wert, der einem 35-jährlichen Hochwasserereignis entspricht (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Dies war bedingt durch die Abschwächung der Hochwasserwelle, die dadurch entstand, dass Deichbrüche im Oberlauf in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg zu weiten Ausuferungen führten, die Flutung des Havelpolders erfolgte und dass der Hochwasserabfluss im Unterlauf der Elbe nicht mehr durch weitere Zuflüsse aus den Nebenflüssen verstärkt wurde (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Trotzdem wurde bis dato ein Rekordhochwasserstand am Pegel Neu-Darchau gemessen, der über dem bisher höchsten bekannten eisfreien Hochwasser von 1895 lag (Schultz-Wildelau, et al., 2005). Die Hochwasserwelle benötigte etwa sechs Tage bis sie vom

Oberlauf der Elbe beim Pegel Schnackenburg am 21. August 2002 eintraf (Schultz-Wildelau, et al., 2005).

Die ersten Feuerwehrkräfte, die im Hochwassereinsatz eingesetzt wurden, erhielten ihre Einsatzalarmierung am 12. August 2002 (DFV, 2002). Das Einsatzende ist mit Mitte September 2002 angegeben (DFV, 2002). Bis dahin waren ca. 40 000 Feuerwehrangehörige eingesetzt, die damit das größte und am schnellsten verfügbare Helferkontingent im Vergleich zu den ebenfalls eingesetzten Helfern der Hilfsorganisationen, der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW), der Deutschen Lebensrettungs-Gesellschaft (DLRG), der Polizei, des Bundesgrenzschutzes und der Bundeswehr stellen konnte (Stein, et al., 2002).

Die Einsatzanalyse des Deutschen Feuerwehrverbandes (DFV) im September 2002, welche von Feuerwehrführungskräften aller Feuerwehrführungsebenen erstellt wurde, enthält Empfehlungen und Forderungen für die zukünftig effizientere Lagebewältigung von Hochwassern.

Es wird gefordert, dass bundesweit und organisationsübergreifend modular aufgebauten Katastrophenschutzeinheiten mit festgelegter Personalstärke und Ausrüstung (Züge, Bereitschaften, Abteilungen) aufzustellen sind (DFV, 2002). Der Vorteil liegt darin, dass derartige Einheiten, zum Beispiel Hochwasser-Bereitschaften, effektiver zu führen und einzusetzen sind als kleine, kommunale Feuerwehreinheiten (DFV, 2002). Außerdem müssen die Katastrophenschutzeinheiten autark einsetzbar sein, insbesondere in den Bereichen der Verpflegung, des Nachschubes und der Ablösung (DFV, 2002).

Eine schnelle und wirksame Gefahrenabwehr ist möglich, wenn die Kostenregelung und der Versicherungsschutz der Helfer vorab geklärt beziehungsweise geregelt wurde (DFV, 2002). Es wurde eine Verzögerung im Einsatz von Unterstützungseinheiten festgestellt, die wegen Unsicherheiten der Kostenregelung vorerst zurückgehalten wurden (DFV, 2002). Es ist ebenfalls bemängelt worden, dass Informationen und Merkblätter im Vorfeld des Einsatzes für die Helfer fehlten, in denen Informationen über den Gesundheitsschutz einschließlich erforderlicher Impfungen, Mückenschutz und die benötigte persönliche Schutzausrüstung beschrieben sind (DFV, 2002).

Die zivilmilitärische Zusammenarbeit hat grundsätzlich zu keinen Beanstandungen geführt (DFV, 2002). Bei der Zusammenarbeit von Hilfsorganisationen ist jedoch Optimierungspotenzial vorhanden (DFV, 2002). Überregionale Übungen mit mehreren tausend Teilnehmern sind daher dringend erforderlich, um den Einfluss der Erfahrungen aus solchen Einsätzen in die bundes- und landesweite Katastrophenschutz-ausbildung zu forcieren beziehungsweise zu überprüfen (DFV, 2002).

Ergänzend zu den Erkenntnissen des DFV sind folgende Verbesserungsmöglichkeiten aus der Einsatzerfahrung der Berliner Feuerwehr, die mit drei Brandschutzzügen in Magdeburg, Mühlberg und in der Prignitz eingesetzt waren, zu erwähnen.

Selbstorganisierte zivile Helfer sind unbedingt durch eine entsprechend ausgebildete Einsatzkraft zu führen, denn nicht unterwiesene zivile Helfer haben bereits errichtete Sandsackdämme insofern beschädigt, dass Ausbesserungen durch Einsatzkräfte notwendig wurden (Kölbl, et al., 2003). Eine unnötige Bindung von kritischen Personalressourcen war die Folge und gilt es zu vermeiden.

Die Mitnahme von Zelten oder mobilen Unterkünften ist je nach Schadensausmaß im Einsatzgebiet erforderlich (Kölbl, et al., 2003). Bei der Auswahl der Einsatzkräfte ist auf ihre Leistungsfähigkeit zu achten, um einen Katastrophentourismus seitens der Einsatzkräfte zu vermeiden und schließlich das Verletzungsrisiko zu minimieren (Kölbl, et al., 2003).

7.2 Einsatzerfahrungen vom Elbe-Hochwassereinsatz 2013

Die im Mai 2013 aus Nordwesten in Mitteleuropa einströmende Polarluft hatte kleine, sehr wetterwirksame Bodentiefs zur Folge (Stein, et al., 2013). Diese führten im Norden und in der Mitte Deutschlands zu zeit- und gebietsweise sehr hohen Niederschlägen (Stein, et al., 2013). Ab dem 29. Mai 2013 weiteten sich die Niederschläge aufgrund eines weitreichenden Tiefdruckgebietes über dem östlichen Mitteleuropa, welches durch warme und feuchte Luftmassen aus dem Süden Europas im Niederschlagsverhalten verstärkt wurde, weiter aus (Stein, et al., 2013). Dadurch wurden in einem Gebiet vom südlichen Schleswig-Holstein bis zum nördlichen Bayern 250 %, gebietsweise sogar 300 %, des monatlichen Niederschlagsolls erreicht

(BMI, 2013). Die enormen Niederschlagshöhen bedingten eine hohe Bodenfeuchte, welche zusammen mit der langen Niederschlagsdauer, als ursächliche Faktoren bereits ab Mitte Mai zu Überschwemmungen und teilweise katastrophalen Hochwasserereignissen im nördlichen Alpenraum, in Tschechien, im Süden und im Osten Deutschlands führten (BMI, 2013).

Aufgrund der Niederschlagsdauer wurden Hochwasserstände am 07. Juni 2013 in Niedersachsen, vor allem im Bereich der Elbe erreicht (BMI, 2013). Ab dem Zeitpunkt stieg der Hochwasserstand im niedersächsischen Abschnitt der Elbe, bedingt durch die schnell steigenden Wasserstände im Oberlauf durch den aus Tschechien kommenden Hochwasserscheitel und den extremen Abflüssen der Nebengewässer Saale, Mulde und Schwarzer Elster, innerhalb von 48 Stunden am Pegel Hitzacker um bis zu 206 cm (Dahlmann, 2013). Der Hochwasserstand übertraf an allen Pegeln im niedersächsischen Abschnitt der Elbe den jeweiligen Bemessungswasserstand und übertraf dadurch auch den Höchstwasserstand des Jahres 2002 (Dahlmann, 2013). Über 24 Stunden hielt sich der Hochwasserscheitel und fiel anschließend nur langsam (Dahlmann, 2013). Die extreme Hochwasserlage entstand trotz der Deichbrüche in Sachsen-Anhalt und der Flutung des Havelpolders, welches zur Entlastung der elbabwärtigen Gebiete führte (BMI, 2013). Das Hochwasserereignis im Juni 2013 übertraf bezüglich der Ausdehnung und der Gesamtstärke das Hochwasserereignis im August 2002 (BMI, 2013).

Der akute Hochwassereinsatz der Feuerwehren begann am 03. Juni 2013 und endete Ende Juni 2013 (Jacobs, 2013). Zu Spitzenzeiten (11. Juni 2013) waren deutschlandweit 82 046 Feuerwehrkräfte im Einsatz (Jacobs, 2013). Damit stellte die Feuerwehr doppelt so viele Einsatzkräfte wie im Auguthochwasser 2002 und gleichzeitig wieder das größte Helferkontingent. Neben den Feuerwehren waren die Bundesanstalt THW, DLRG, Polizei, Bundespolizei und die Bundeswehr, neben vielen zivilen Helfern, im Einsatz (BMI, 2013).

Die AGBF-Bund hat ihre Erfahrungen von den Hochwasserlagen in Sachsen, Sachsen-Anhalt, Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Bayern zusammengetragen und ausgewertet (AGBF Bund, 2013). Dabei wurde ein Schwerpunkt auf den Einsatz der überörtlichen Hilfe gelegt (AGBF Bund, 2013). Aus den Einsatzanalysen können Feststellungen und Hinweise für zukünftige Verbesserungen abgeleitet werden.

Strukturierte Verbände mit vordefinierten Führungseinheiten besitzen einen hohen einsatztaktischen Wert und konnten effektiv Hilfe leisten (AGBF Bund, 2013). In der Regel handelte es sich dabei um Verbände, die für die überregionale Hilfe im eigenen Bundesland konzipiert wurden, eine Mannschaftsstärke von 100 bis 150 Helfern aufwiesen und aufgrund ihrer Struktur ebenfalls für die länderübergreifende Hilfe einsetzbar waren (AGBF Bund, 2013). Diese Art der Verbände bilden beispielsweise die niedersächsischen Kreisfeuerwehrebereitschaften. Das Bundesland Nordrhein-Westfalen hat Verbände in der Größenordnung von 700 Einsatzkräften vorgeplant, die sich besonders dazu eignen, eine vollständige Übernahme von großen Einsatzräumen beziehungsweise Einsatzabschnitten zu gestatten, unter der Voraussetzung, dass sie mit einer adäquaten Führung ausgestattet und versorgungstechnisch autark sind (AGBF Bund, 2013). Analog dazu sind kleinteilige Verbände schwer strategisch sinnvoll einzusetzen und schwierig zu führen, was eine Minderung des einsatztaktischen Wertes zur Folge hat (AGBF Bund, 2013). Bei größeren Verbänden ist, nach Ansicht der AGBF-Bund, es zwingend erforderlich, dass Vorkommandos entsendet werden (AGBF Bund, 2013). Da Feuerwehrverbände zum größten Teil aus freiwilligen Feuerwehrangehörigen gebildet werden, ist es erforderlich, dass das Konzept des jeweiligen Verbandes so flexibel gestaltet ist, dass Ablösungen während der nominellen Einsatzzeit von mehreren Tagen problemlos möglich sind (AGBF Bund, 2013). Gerade kurzfristig abgerückte beziehungsweise eingesetzte Kräfte können in der Kürze der Zeit häufig nicht die erforderlichen Absprachen im privaten Bereich, wie zum Beispiel den Arbeitgeber zu informieren, treffen (AGBF Bund, 2013). Die Möglichkeit der frühzeitigen Herauslösung aus dem Einsatz ist daher unbedingt zu beachten. Generell sollte eine Einsatzkraft die Einsatzdauer von einer Woche nicht überschreiten, da die persönliche Belastungsgrenze, auch für Führungskräfte, in der Regel erreicht ist (AGBF Bund, 2013).

Eingesetzte Helfer sind mit Informationen über das Tätigkeitsumfeld zu versorgen (AGBF Bund, 2013). Dabei ist auf die Verschwiegenheitspflicht der Einsatzkräfte hinzuweisen, denn neben der Verletzung von Persönlichkeits- und Datenschutzrechten kann eine Weitergabe der Informationen an Medienvertreter die sachgerechte und gesteuerte Information der Öffentlichkeit über die Gefahrenabwehrbehörden entgegenwirken (AGBF Bund, 2013).

Erfahrungsgemäß sind die hilfeersuchenden Gebietskörperschaften mit der Aufnahme und Versorgung der großen Helferkontingente überfordert und können dies nicht adäquat gewährleisten (AGBF Bund, 2013). Die Autarkie der überörtlich eingesetzten Verbände ist daher von großer Wichtigkeit. Die AGBF-Bund fordert, dass für die Einsatzkräfte der überörtlich eingesetzten Verbände folgende Materialien von den entsendenden Katastrophenschutzbehörden bereitgestellt werden (AGBF Bund, 2013):

- Feldkochherde (oder vergleichbare Verpflegungseinrichtung)
- Feldbetten (oder vergleichbare Schlaf-/Ruhemöglichkeit)
- Essgeschirr für jede Einsatzkraft mit der Möglichkeit der individuellen Kennzeichnung
- Sanitäreinrichtungen (mind. Chemietoiletten)
- Zahlungsmittel
 - Tankkarte (ohne bzw. mit sehr hohem Belastungslimit)
 - zusätzlich Bargeld (Handkasse) mind. 20 € je Einsatzkraft, gebündelt auf Verbandsebene

Diese Materialien sind im Zusammenschluss mit Versorgungsmannschaften als Versorgungseinheiten mitzuführen, denn in der Regel kann von den aufnehmenden Gebietskörperschaften nicht mehr als feste Räumlichkeiten (Schulen, Turnhallen, etc.) gestellt werden (AGBF Bund, 2013). Als Teil dieser Versorgungseinheiten sollte auch immer eine rettungsdienstliche Komponente angehören (AGBF Bund, 2013). Die Mitführung von eigenen Rettungswagen zur Sicherstellung des Eigenschutzes hat sich bewährt (AGBF Bund, 2013).

Empfehlungen über den notwendigen Impfschutz im Katastrophengebiet sind im Vorfeld des Einsatzes durch die Gesundheitsbehörde zu geben (AGBF Bund, 2013). Ebenso muss es eine klare Struktur der Kostenregelung, für die durch den Einsatz entstehenden Kosten, verfügbar sein (AGBF Bund, 2013).

Regelmäßige Ruhepausen sind für die Einsatzkräfte obligatorisch, denn neben den körperlichen Belastungen, ist ein dauerhafter Aufenthalt im Schadensgebiet eine mentale Belastung, besonders wenn die Ruhezeiten ebenfalls dort verbracht werden (AGBF Bund, 2013).

Im fahrzeugtechnischen Bereich sollten im Hochwassereinsatz nur allradfähige Fahrzeuge mit der am Fahrzeug gekennzeichneten Watfähigkeit eingesetzt werden (AGBF Bund, 2013). Fahrzeuge, die diese Voraussetzungen nicht erfüllen, sind in ihrem Einsatzbereich, im Hinblick auf den Einsatz in überfluteten Gebieten, sehr stark eingeschränkt und somit in ihrem einsatztaktischen Wert deutlich vermindert (AGBF Bund, 2013). Falls eine Kapazität von Hochleistungspumpen vorhanden ist, sind diese Gerätschaften in die Einsatzplanung von überörtlichen Hochwassereinsätzen unbedingt mit einzuplanen (AGBF Bund, 2013). Eine weitere Erfahrung aus dem Bereich der Fahrzeugtechnik ist, dass die mit klassischen Mitteln ausgestatteten Instandhaltungstrupps, die Instandhaltung von modernen Einsatzfahrzeugen und Geräten nicht mehr leisten können (AGBF Bund, 2013).

Die Forderung nach speziell ausgebildeten und konzipierten Fachzügen Hochwasserschutz als operativ-taktische Hochwasservorsorge wird gerade mit dem Hintergrund, dass einzelne Komponenten eines solchen Fachzuges erstmals im Katastrophenschutz Einsatz ihre hohe Effizienz gegenüber den herkömmlichen Katastrophenschutzmaßnahmen bewiesen haben, forciert. Diese Forderungen sind als Konsequenz und Fazit aus den Einsatzerfahrungen in Baden-Württemberg, Niedersachsen, Magdeburg, Dresden und Neu Bleckede entstanden (Schröder, 2013; Lange, et al., 2013; Spiller, et al., 2013; Wenderoth, 2013). Die Notwendigkeit eines Fachzuges Hochwasserschutz ist gegeben und dessen Realisierung kann als Effizienzsteigerung der Einsatzmaßnahmen im hochwasserbedingten Katastrophenfall angenommen werden.

8. Konzeption des Fachzuges Hochwasserschutz

8.1 Rechtliche Anforderungen

Die Hilfeleistung bei Notständen in Niedersachsen ist Aufgabe der Gemeinden und Landkreise sowie des Landes (§ 1 Abs. 1 NBrandSchG). Wird ein Notstand auf Grundlage des § 1 Abs. 2 NKatSG zur Katastrophe erklärt, bilden die Gefahrenabwehreinheiten die Katastrophenschutzeinheiten (siehe Kap. 6.2). Um eine effektive und möglichst effiziente Abwehr von Binnenhochwassergefahren gewährleisten zu können, sollten spezialisierte Einheiten in Form von Fachzügen als Teileinheit einer Kreisfeuerwehrbereitschaft vorgehalten werden. Die Einführung solcher Fachzüge, die zur Erfüllung der Fachaufgabe Hochwasserschutz eingesetzt werden sollen, tangiert die rechtlichen Zuständigkeiten von Kreisfeuerwehren (§ 3 NBrandSchG). Unter der Fachaufsicht der jeweiligen Polizeidirektionen und des Innenministeriums sind sie es, die das Konzept eines Fachzuges Hochwasserschutz zur Effizienzsteigerung bei der Hilfeleistung im Hochwasserereignis umzusetzen haben (§ 3 NKatSG). Die Notwendigkeit zur Einführung von Fachzügen Hochwasserschutz zeigen die in Zukunft steigenden hochwasserindizierten Einsatzzahlen (siehe Kap. 4.2) und der gesetzliche Auftrag zur Abwehr von Gefahren (§ 1 NBrandSchG).

Das Bundesland Baden-Württemberg hat mittels einer Verwaltungsvorschrift des Innenministeriums über die Stärke und Gliederung des Katastrophenschutzdienstes, als oberste Katastrophenschutzbehörde (§ 4 Abs. 3 LKatSG), dem Fachdienst Brandschutz, Technische Hilfe, ABC-Schutz die taktische Einheit des Hochwasserzuges zugeordnet (VwV KatSD 4-1412.2/1). Damit wurden Katastrophenschutzeinheiten zur Abwehr von Binnenhochwassergefahren, mit dem Schwerpunkt der überörtlichen Hilfe, landesweit eingerichtet und detailliert beschrieben. Diese Verwaltungsvorschrift kann als Orientierungsgrundlage für die juristische und technische Realisierung in Niedersachsen dienen.

Zurzeit existieren keine expliziten rechtlichen Vorgaben in Niedersachsen für die Erstellung eines Fachzuges Hochwasserschutz, wie sie beispielsweise in Baden-Württemberg vorliegen. Die baden-württembergische Verwaltungsvorschrift ist als Konsequenz aus den Einsatzerfahrungen des Augusthochwassers 2002 hervorge-

gangen. Der Vergleich zwischen Forderungen, die aus Hochwassereinsatzverfahren entstanden sind (siehe Kap. 7), und deren Umsetzung in niedersächsisches Landesrecht, weist deutliche Lücken auf.

Nach momentaner niedersächsischer Rechtslage hat der Fachzug Hochwasserschutz als Teileinheit einer Kreisfeuerwehrbereitschaft in dessen Struktur einen sogenannten "Erweiterten Zug" im Regelfall nicht zu überschreiten (Erlass 52.1-13202/24, 2004). Außerdem müssen die eingesetzten Feuerwehrfahrzeuge den DIN-/EN-Vorgaben oder technischen Weisungen des Landes Niedersachsen entsprechen und die Typisierung und Mindestausstattung für Feuerwehrfahrzeuge aus der Verordnung über die kommunalen Feuerwehren (Feuerwehrverordnung) erfüllen (Erlass 52.1-13202/24, 2004). Im Verband müssen die in Kapitel 6.2 beschriebenen Mindestvoraussetzungen erfüllt werden.

Auf europäischer Ebene sind die Konkretisierungen der Katastrophenschutzmodule mit der Einführung des Unionsverfahrens aufgehoben worden (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013). Die Aufstellung, der Unterhalt und der Einsatz solcher Module ist für die EU-Mitgliedsländer mit dem Beschluss zum Unionsverfahren freiwillig (Beschluss Nr. 1313/2013/EU, 2013). Demnach bestehen für Deutschland keine konkreten rechtlichen Forderungen zur Bildung von Katastrophenschutzmodulen. Im Hinblick auf die Vorteile einheitlicher Module aus dem Bereich der Einsatzerfahrung (siehe Kap. 7) und den unabhängig vom Unionsverfahren geschlossenen bilateralen Katastrophenhilfeleistungsabkommen mit zwölf weiteren Nationen, ist eine freiwillige Aufstellung und Konzeption aber durchaus sinnvoll (BBK, 2008).

Die Aufgabe des Katastrophenschutzmoduls Nr. 16 "Bekämpfung von Überschwemmungen" besteht darin, eine Stärkung bestehender Strukturen und Aufbau neuer Barrieren zur Verhinderung weiterer Überschwemmungen durch Flüsse, Wasserbecken und Wasserweg mit steigenden Wasserständen zu bewirken (Beschluss 2010/481/EU, 2010). Die Kapazitäten des Moduls müssen folgendes umfassen (Beschluss 2010/481/EU, 2010):

- Fähigkeit, Gewässer auf eine Mindesthöhe von 0,8 Metern aufzustauen, unter Verwendung von:
 - Material zum Bau von Barrieren auf einer Strecke von 1000 Metern
 - weiterem vor Ort bereitgestelltem Material

- Fähigkeit, bestehende Dämme zu verstärken
- Fähigkeit, in einem für LKWs zugänglichen Gebiet an mindestens drei Einsatzorten gleichzeitig zu arbeiten
- Einsatzbereitschaft rund um die Uhr
- Überwachung und Wartung von Dämmen und Deichen
- Fähigkeit, mit Personal vor Ort zusammenzuarbeiten

Die folgenden drei Komponenten bilden die Hauptkomponenten des Moduls (Beschluss 2010/481/EU, 2010):

- Material für den Bau wasserdichter Dämme auf einer Strecke von insgesamt 1000 Metern (Sand sollte von den lokalen Behörden bereitgestellt werden)
- Folien/Plastikplanen (falls notwendig, um einen bestehenden Damm abzudichten, abhängig von der Bauweise des Damms)
- Sandsackfüllmaschine

Für die geforderte Autarkie des Katastrophenschutzmoduls gelten die nachstehenden Anforderungen (Entscheidung 2004/277/EG, 2010):

- geeigneter Schutz vor der jeweiligen Witterung
- Stromerzeugung und Beleuchtung für den Bedarf der Operationsbasis und der zur Erfüllung des Auftrags nötigen Ausrüstung
- sanitäre Anlagen für das Personal des Katastrophenschutzmoduls
- Verfügbarkeit von Lebensmitteln und Wasser für das Personal des Moduls
- medizinische und paramedizinische Versorgung für das Personal des Moduls
- Lagerung und Wartung der Ausrüstung des Moduls
- Ausrüstung für die Kommunikation mit den relevanten Partnern, vor allem mit den für die Koordination vor Ort zuständigen Stellen
- Transport vor Ort
- Logistik, Ausrüstung und Personal, die die Einrichtung einer Operationsbasis und den Beginn der Mission unverzüglich bei Eintreffen vor Ort ermöglichen

Die festgeschriebene Einsatzfähigkeit der Module ist folgend aufgezeigt (Beschluss 2010/481/EU, 2010):

- Startbereit spätestens zwölf Stunden nach Annahme des Hilfeangebots

- Einsatz zu Land und zu Wasser, Lufteinsätze sind nur in gut begründeten Fällen eine Option
- Voraussichtliche Mindesteinsatzdauer von zehn Tagen

Um diese Anforderungen ausreichend erfüllen zu können, ist in der Regel ein Verband, wie beispielsweise eine Kreisfeuerwehrebereitschaft, zu stellen. Der Fachzug Hochwasserschutz ist hierfür als Teileinheit von großer Bedeutung, denn er stellt in diesem Fall die notwendige Expertise und Sondergerätschaften. Damit ist die Notwendigkeit des Fachzuges auch nach internationalen Rechtsnormen gegeben.

8.2 Technische Anforderungen

Der personelle Rückgang im Bereich der haupt- und ehrenamtlichen Einsatzkräfte zwingt zur Spezialisierung im personellen wie auch im technischen Bereich, um die Effektivität zu erhalten und letztlich das Schutzziel erfüllen zu können. Die Einführung eines Fachzuges Hochwasserschutz als Teileinheit einer Kreisfeuerwehrebereitschaft ist eine Methode, die notwendige Spezialisierung zu gewährleisten. Das Schutzziel im Hochwassereinsatz kann in Abhängigkeit mit den Gegebenheiten variieren. Es beinhaltet im Grundsatz aber immer den Schutz von Menschen, Tieren, Umwelt und Sachwerten (siehe Kap. 4.3).

Um Abwehrmaßnahmen oder Ablösungen von bereits eingesetzten Helfern einleiten zu können, müssen die Einsatzkräfte alarmiert werden. Die Alarmierung sollte auf der Grundlage der Hochwasservorhersage geschehen, damit die taktischen Einheiten rechtzeitig vor Ort zur Verfügung stehen (Brombach, et al., 2013). Die unterschiedlichen Alarmierungswege zur Anforderung von überörtlicher Hilfe oder Nachbarschaftshilfe sind dabei zu beachten und einzuhalten. Die erreichbaren Vorwarnzeiten sind gerade bei arbeitsintensiven Maßnahmen, wie zum Beispiel die Errichtung eines Sandsackdammes, von großer Bedeutung (Rohrer, et al., 1999). Eine längere Vorwarnzeit begünstigt auch die Einsatzfähigkeit der Einsatzkräfte (siehe Kap. 7). Die technische Ausstattung für die Alarmierung ist abhängig von der Organisationsstruktur und muss in dem Maße vorhanden sein, dass jede verfügbare Einsatzkraft durch die Alarmierung rechtzeitig in Kenntnis gesetzt werden kann. Im Rahmen von langen Vorwarnzeiten und der überörtlichen Hilfe können dies Faxgeräte, Telefone und

Emailverbindungen sein und bei zeitkritischen Einsätzen Funkmeldeempfänger und Sirenen. Die spezielle technische Alarmierungsausstattung richtet sich nach den jeweiligen Alarmplänen, die für einen Fachzug Hochwasserschutz aufgestellt und regelmäßig fortgeschrieben werden müssen (§ 3 Abs. 1 Satz 2 Nr. 3 NBrandSchG).

Die Wartezeit, die nach der Anfahrt der taktischen Einheiten in den Bereitstellungs- räumen oder Sammelplätzen auftreten kann, sollte genutzt werden, um die Einsatzkräfte über die Schadenlage und den einsatztaktischen Besonderheiten zu informieren (siehe Kap. 7). Die Maßnahmen zur Abwehr von Binnenhochwasserge- fahren werden nach dem Führungsvorgang gemäß der FwDV 100 ermittelt und eingeleitet (Linde, et al., 2014). Sofortmaßnahmen können die Rettung der Men- schen durch Evakuierung sein sowie das unverzügliche Räumen und Absperren von Gefahrenzonen (Einfalt, et al., 2008). Eine Notversorgung für die Bevölkerung ist in den seltensten Fällen durch die Einsatzkräfte zu stellen (Einfalt, et al., 2008). Häufi- ger werden Sicherungsmaßnahmen eingeleitet, wie die Beseitigung von Abflusshindernissen, den Aufbau von Objektschutzeinrichtungen mit Sandsäcken oder anderen mobilen Hochwasserschutzsystemen, wie sie in Kapitel 5.3 erwähnt werden (Einfalt, et al., 2008). Aber auch Ertüchtigungsmaßnahmen im Bereich der Deichverteidigung sind Maßnahmen zur Abwehr der Hochwassergefahr (siehe Kap. 5.3). Das Leerpumpen und Ausräumen von Kellern, Tiefgaragen und Unterführungen zählt ebenso wie die Beseitigung von Schlamm und Geröll zu den schadensmin- dernden Maßnahmen, die erst zu späteren Zeiträumen im Einsatzfall eine Relevanz erhalten (Einfalt, et al., 2008). In Tabelle 1 sind die Maßnahmen in Zuordnung des jeweiligen Handlungsbereiches dargestellt, um das zu erwartende Einsatzspektrum des Fachzuges Hochwasserschutz als Teileinheit einer Bereitschaft abzugrenzen.

Tab. 1: Sofortmaßnahmen zur Abwehr von Binnenhochwassergefahren in Zuordnung des jeweiligen Handlungsablaufes im Rahmen des zu erwartenden Einsatzspektrums eines Fachzuges Hochwasserschutz (nach Lotz, et al., 2005 mit eigenen Änderungen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

Handlungsbereich	Maßnahmen
Rettung, Räumung und Evakuierung	<ul style="list-style-type: none"> – Retten aus Zwangslagen – Evakuierung von Menschen und Tieren – Erste Hilfe – Aufbau von Notwegen und Stegen – Bereitstellung von Evakuierungsfahrzeugen (Boote)
Notversorgung	<ul style="list-style-type: none"> – Versorgung, Betreuung der Betroffenen, ggf. Herrichtung von Notunterkünften – Versorgung der Einsatzkräfte – Bereitstellung von Strom, Wasser und Kommunikationsmittel
Sicherungs- und schadenmindernde Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> – Aufbau von temporären Hochwasserschutzsystemen – Aufbau von Notdeichen (Sandsackdamm usw.) – Überwachung und Kontrolle von Hochwasserschutzanlagen – Deichverteidigung (siehe Kap. 5.3) – Beseitigung von Abflusshindernissen/Verkläuerungen – Freihalten von Rechen und Einläufen – Umleitung von Gewässern – Pumpeinsätze zur Entlastung der Kanalisation – Aufbau bzw. Anbringen/Schließen von Objektschutzanlagen (mittels Sandsäcke, Hochwasserklappen, Dammbalken, Abdichtungen) – Abdichten von Kanaldeckeln – Leerpumpen und Räumen von Kellern und Tiefgaragen – Leerpumpen von Unterführungen – Beseitigung von Schlamm und Geröll, Reinigung – Aufbau und Kontrolle von Ölsperren – Verbringung von Gütern und Objekten aus den gefährdeten Bereichen

Um das Einsatzspektrum effizient erfüllen zu können und die Autarkie zu ermöglichen, ist nachfolgend eine Auswahl für die dazu notwendigen technischen Ausrüstungsgegenstände sowie Hilfs- und Verbrauchsmaterialien aufgezeigt. Demnach sind sie obligatorisch von einem Fachzug Hochwasserschutz mitzuführen.

Folgende Ausrüstungsgegenstände sind notwendig (nach Brombach, et al., 2013, mit eigenen Änderungen):

- Fahrzeuge (z.B. Radlader, Gerätewagen Logistik, Tieflader, Rettungswagen, Wechsellader mit Abrollbehälter)
- Boote
- Pumpen
- Schläuche
- Leitungsroller
- Flutlichtstrahler und Handscheinwerfer
- Stromerzeuger
- Sandsack-Füllvorrichtung (für maschinelle und manuelle Füllung)
- Spaten und Schaufeln
- Zelte und Feldbetten
- Angepasste persönliche Schutzausrüstung (z.B. Wathosen, Schwimmwesten, usw.)

Die Hilfs- und Verbrauchsmaterialien sind folgende (nach Brombach, et al., 2013, mit eigenen Änderungen):

- Sandsäcke und Sand
- Plastikfolien
- Dichtmittel, Dichtgummis
- Betriebsstoffe
- Kraftstoffe (vor allem Diesel und Benzin)
- Ölbindemittel (auch für den Einsatz auf dem Gewässer)
- Verpflegung
- Hygieneartikel (nach Absprache auch Chemietoiletten)
- Warnplakate
- Hinweisschilder
- Absperrmaterial
- Dammbalken, Wandtafeln
- Holzbohlen
- Mobile Hochwasserschutzsysteme (z.B. Big Bags, Aquawira, usw.)
- Hochwasserstege

- Leitern
- Kommunikationsmittel (z.B. Funkgeräte, Satellitentelefone, Faxgeräte, usw.)
- Zahlungsmittel (Tankkarte, Bargeld, usw.)
- Essgeschirr

Alle Ausrüstungsgegenstände sowie Hilfs- und Verbrauchsgüter sind in ausreichender Menge mitzuführen, sodass die Autarkie und Einsatzfähigkeit im Inland für drei Tage und im Ausland für zehn Tage gewährleistet werden können (siehe Kap. 7). Diese Pauschalisierungen werden in der Regel im Alarmierungsfall von der übergeordneten Behörde beziehungsweise von dem GMLZ spezifiziert und häufig vermindert.

Das Mitführen von Sandsäcken und Sand als Hilfs- und Verbrauchsgüter ist nach Umsetzung der Forderungen des DFVs und der AGBF nach landeseigenen zentralen Sandsacklagern nicht mehr notwendig (DFV, 2002; AGBF Bund, 2013). In der Regel wird der benötigte Sand im Einsatzgebiet von der dortigen Katastrophenschutzbehörde organisiert und zur Verfügung gestellt. Die dafür erforderliche Logistik muss aber meistens von den Einsatzkräften vor Ort geleistet werden.

8.3 Ausbildungsgrundlagen für die Einsatzkräfte

Die Erfüllung der Fachaufgabe im Rahmen des Fachzuges Hochwasserschutz ist maßgeblich mit der Qualität der Ausbildung der eingesetzten Einsatzkräfte verbunden. Je höher die Ausbildungsqualität und damit das Fachwissen der Einsatzkräfte ist, desto effizienter können die Aufgaben des operativ-taktischen Hochwasserschutzes durchgeführt werden. Der Umgang mit der Ausrüstung muss ausgebildet und durch Übungen vertieft werden. Durch so geschultes Personal lassen sich Maßnahmen ohne Zeitverzögerung fachgerecht absolvieren (Brombach, et al., 2013). Dabei können einfache Aufgaben, wie das manuelle Füllen von Sandsäcken nach einer kurzen Einweisung auch zivile Helfer übernehmen. Aufgrund der Einsatzerfahrungen ist jedoch die Logistik und der Verbau von Sandsäcken den ausgebildeten Fachkräften vorbehalten (siehe Kap. 7.1). Eine Mehrarbeit und Gefährdung des Einsatzerfolgs könnte sonst die Folge sein.

Gut ausgebildetes Personal muss in ausreichender Quantität im Einsatz sein und als Personalreserve bereitstehen, damit zu jeder Zeit die Effektivität und Effizienz bei der Erfüllung des Einsatzauftrages gegeben ist. Damit dieses Personalkontingent über längere Zeiträume vorgehalten werden kann, muss der Ausbildungsstand durch Schulungen und Einsatzübungen sichergestellt werden (Brombach, et al., 2013). Dies ist im Wesentlichen die Aufgabe des jeweiligen Landkreises mit Unterstützung durch die Katastrophenschutzbehörde und des Landes (§ 3 Abs. 1 Satz 2 Nr. 7 NBrandSchG, §11 Abs. 1 KatSG, § 5 Abs. 1 Satz 2 Nr. 2 NBrandSchG).

Es ist sinnvoll die Einsatzkräfte gemäß der Führungsstruktur unterschiedlich und konsekutiv auszubilden. Dabei gilt es zwischen der Mannschaft und den Führungskräften der taktischen Einheiten zu unterscheiden.

Die Ausbildung der Mannschaft muss die operativen Grundlagen zur Bewältigung der Einsatzmaßnahmen im Hochwassereinsatz beinhalten. Die Lernziele müssen explizit in die FwDV 2 - Ausbildung der Freiwilligen Feuerwehren aufgenommen werden, um eine bundesweit einheitliche Ausbildung gewährleisten zu können und damit auch die Grundzüge der Interoperabilität im Rahmen des Unionsverfahrens erfüllt werden können (siehe Kap. 6.1). Die Ausbildungsschwerpunkte der Mannschaft sollten in den folgenden Bereichen liegen (nach Hennings, 2013, mit eigenen Änderungen):

- Grundregeln der Deichverteidigung (Ertüchtigungsmaßnahmen)
- Gesundheitsschutz und Unfallverhütung
- Sichere Handhabung der mobilen Hochwasserabwehrsysteme
- Besonderheiten bei Pump- und Lenzarbeiten im Hochwasserfall

Da sich die Aufgaben und Maßnahmen bei der Abwehr von Binnenhochwassergefahren deutlich vom alltäglichen Einsatzspektrum der Brandbekämpfung und der Hilfeleistung abweicht, ist das erworbene Fachwissen durch regelmäßige Übungen zu erhalten.

Die Führungskräfteausbildung muss auf die Besonderheiten eines Hochwassereinsatzes in Bezug auf den Führungsvorgang der FwDV 100 ausgerichtet sein. Grundsätzlich ist die Aufgabe eines Verbands- und Zugführers in einem Katastrophenfall die Umsetzung der strategischen Vorgaben des übergeordneten Katastrophenschutzstabes (Linde, et al., 2014). Es ist von entscheidender Bedeutung, dass der Einheitsführer, zusätzlich zur allgemeinen Führungsausbildung,

fundierte Kenntnisse über den Aufbau, Schäden und Versagensmechanismen von Deichen besitzt (siehe Kap. 4.3 und 5), um die Lagefeststellung differenziert durchführen zu können. Auch im Rahmen seiner Fürsorgepflicht und Verantwortung für die ihm unterstellten taktischen Einheiten sind solche Kenntnisse maßgeblich. Denn der Führungsvorgang der FwDV 100 baut auf diese Feststellung durch die Planung und Befehlsgabe weiter auf (FwDV 100, 1999).

In der Planungsphase des Führungsvorganges werden die Informationen der Lagefeststellung beurteilt und auf der Basis der möglichen taktischen Varianten und Maßnahmen ein Entschluss gefasst (FwDV 100, 1999). Dafür ist es in einer Hochwasserlage wichtig, dass die Führungskraft von den Vor- und Nachteilen der möglichen Maßnahmen Kenntnis besitzt und diese gegeneinander abwägen kann. Die Wichtigkeit der Schulung und Übung des Führungsvorganges für die Fachaufgabe des Hochwasserschutzes wird weiter verstärkt durch das vom Katastrophenschutzstab verwendete Prinzip der Auftragstaktik (Linde, et al., 2014).

Im Hinblick auf die Möglichkeit den Fachzug Hochwasserschutz als Teileinheit einer Kreisfeuerwehrbereitschaft soweit auszurüsten, dass die Bereitschaft die Anforderungen des Katastrophenschutzmoduls zur Bekämpfung von Überschwemmungen im Rahmen des Unionsverfahrens erfüllen kann, muss, zusätzlich zu der spezifischen Hochwasser-Führungsschulung, eine Ausbildung im Bereich der internationalen Hilfeleistung erfolgen. Eine solche Ausbildung wird beispielsweise an der Feuerwehrawademie Hamburg im Rahmen des Lehrgangs "Operativ-taktische Führung im Katastrophenschutz" angeboten. Die vermittelten Inhalte der Ausbildung sind dort neben der allgemeinen Führungsorganisation im Katastrophenschutz, die Besonderheiten in der Zusammenarbeit mit anderen Behörden und Organisationen im Ausland sowie die Koordination und Aufnahme von ausländischen Hilfskräften.

Das BBK führt diesbezüglich regelmäßige Übungen, sogenannte Länderübergreifende Krisenmanagement-Übungen/Exercises (LÜKEX), durch (BBK, 2013). Das Wissen über das Verfahren und die Struktur der Incoming Assistance ist dabei nicht nur für die strategische, sondern insbesondere für die taktische Führungsebene, unerlässlich, um den maximalen Nutzen aus dem Hilfeersuchen zu generieren.

Um ein so weitreichendes Anforderungsprofil entsprechen zu können, ist eine Spezialisierung durch fundierte Aus- und Weiterbildung obligatorisch. Wie das BBK und die

Feuerwehrakademie Hamburg hat auch die NABK damit begonnen, besondere Lehrgänge für die Abdeckung dieses Ausbildungsbedarfs anzubieten und durchzuführen. Denn im Einsatz eines internationalen Hilfeersuchens, wie auch bei inländischen Hochwassereinsätzen ist der Einsatz unerfahrener Einsatzkräfte nicht zu empfehlen (Brombach, et al., 2013).

8.4 Realisierungsmöglichkeiten

Das Bundesland Baden-Württemberg hat neben anderen Initiativen von Landkreisen und Feuerwehren konkrete Realisierungen von Hochwasserschutzeinheiten vorgenommen (Lange, et al., 2013). Außer dem Hochwasserzug des Landes Baden-Württemberg sind Konzepte beschrieben, die sich auf Teilkomponenten, wie beispielsweise einzelne Abrollbehälter, beziehen oder gar strategisch unorganisiert sind und erst im Einsatzfall strukturiert werden.

Ein Konzept, das aus Teilkomponenten aufgebaut ist, ist das der Feuerwehr Hannover. Sie hat im Jahr 2012 zwei besondere Abrollbehälter, den Abrollbehälter Hochwasserschutz (AB-HWS) und den Abrollbehälter Sandsackbefüllung (AB-Sand), für den Einsatz bei Hochwasserereignissen in Dienst genommen (Lange, et al., 2013). Der Einsatz der Abrollbehälter erfolgt jeweils lageabhängig im Rahmen des Hochwasserschutzkonzeptes der Feuerwehr Hannover, wobei die Bedienmannschaften sich aus Teilen der Berufsfeuerwehr und aus Teilen der Freiwilligen Feuerwehr, die eine Fachgruppe Hochwasserschutz bilden, zusammensetzen (Lange, et al., 2013). Der AB-HWS ist mit mobilen Hochwasserschutzsystemen ausgestattet, sowie für den Hochwassereinsatz abgestimmte persönliche Schutzausrüstung (Wathosen, Gummistiefel, Rettungswesten, usw.), Schaufeln, Spaten, Handwerkzeug, Aluminiumboot, Material zur Verkehrssicherung, Beleuchtungsmittel und einen tragbaren 8 kVA-Stromerzeuger (Lange, et al., 2013). Der Schwerpunkt des Einsatzspektrums des AB-HWS liegt damit beim Schutz von hochwassergefährdeten Bereichen durch die Errichtung von mobilen Barrieren. Komplettiert wird die Hochwasserausrüstung durch den AB-Sand, welcher den Schwerpunkt der Abfüllung und Logistik von Sandsäcken abdeckt. Dafür sind Geräte und Materialien für die Errichtung und den Betrieb einer Sandsackfüllstation verlastet (Lange, et al., 2013). Kernstück des AB-Sands ist

die verbaute Sandsackfüllmaschine mit den angrenzenden Nähtischen, auf denen die abgefüllten Sandsäcke maschinell zugenäht werden können (Lange, et al., 2013). Als Hilfs- und Verbrauchsmaterialien werden 12 000 leere Sandsäcke, Nähgarn, Gabelhubwagen, Schubkarren, Schaufeln, Spaten, Verkehrssicherungsmaterial und ein 13 kVA-Stromerzeuger als Beladung mitgeführt (Lange, et al., 2013). Unter der Voraussetzung von einer ausreichenden Sandmenge kann, nach einer Aufbauzeit von 30 Minuten, dieses System über acht Stunden in Betrieb sein und damit alle mitgeführten Sandsäcke füllen (Lange, et al., 2013). Neben den beiden Abrollbehältern sieht das Hochwasserschutzkonzept der Feuerwehr Hannover die Entsendung von einem Radlader, Gerätewagen Logistik, Wechselladerfahrzeug mit Tiefladeanhänger und einem Löschgruppenfahrzeug vor (Lange, et al., 2013). Für den Betrieb des AB-HWS ist eine Bedienmannschaft von elf Einsatzkräften und für den AB-Sand eine Bedienmannschaft von 14 Einsatzkräften mindestens notwendig (Lange, et al., 2013).

Ohne spezielle hochwassertechnische Ausstattung ist der Hochwasserzug nach der Verwaltungsverordnung des Landes Baden-Württemberg gegliedert. Er setzt sich zusammen aus einem Kommandowagen (KdoW), einem Löschgruppenfahrzeug (LF), einem Rüstwagen (RW) mit optionaler Ausrüstung eines Mehrzweckbootes, einem Mannschaftstransportfahrzeug (MTF) und einem Gerätewagen Logistik (GWL) mit der Sonderbeladung von mindestens zehn Schmutzwasserpumpen, drei Stromerzeugern und 1000 leeren Sandsäcken (VwV KatSD 4-1412.2/1, 2012). Die personelle Besetzung ist mit 1/4/13/18 vorgeschrieben (VwV KatSD 4-1412.2/1, 2012). Damit wird sogar die regelhafte Mannschaftsstärke eines Zuges von 22 Einsatzkräften unterschritten (FwDV 3, 2006). Das Leistungsmerkmal des Zuges ist als Hilfeleistung bei Hochwassereinsätzen sowie (Schmutz-)Wasserförderung von größeren Mengen und die Durchführung von einfacher Deichsicherung definiert (VwV KatSD 4-1412.2/1, 2012).

Im Folgenden werden auf Anraten der Polizeidirektion Oldenburg als Fachaufsicht der Katastrophenschutzbehörden zwei Varianten eines möglichen Fachzuges Hochwasserschutz als Teileinheit einer niedersächsischen Kreisfeuerwehrebereitschaft als Konzeption aus den in dieser Arbeit gesammelten Anforderungen und Erfahrungen dargestellt. Die Unterscheidung in zwei Varianten dient der schnelleren Umsetzungsmöglichkeit, da eine Variante nur aus den bereits bestehenden Feuerwehr-

fahrzeugen generiert wird und somit unter Effizienzverlust eine annähernd kostenneutrale Realisierung möglich gemacht werden kann. Die zweite Variante ermöglicht die größtmögliche Effizienz des Fachzuges mit gleichzeitiger Erfüllung aller Anforderungen als Katastrophenschutzmodul im Unionsverfahren. Ein kombinierter Einsatz der Variante 1 und 2 der Fachzüge als Gliederung im Verband gilt es anzustreben, die Gründe hierfür sind in Kap. 9 aufgeführt. Um die Terminologie dann eindeutig zu klären und zu erleichtern, wird die Variante 1 des Fachzuges als Fachzug Hochwasserschutz und die Variante 2 als Fachzug Hochwasserschutz-Technik bezeichnet.

Das Leistungsmerkmal für den Fachzug Hochwasserschutz wird als Schutz von hochwassergefährdeten Bereichen durch Ergänzung bestehender Strukturen des technischen Hochwasserschutzes, Hilfeleistung und Logistik definiert. Dieses Leistungsmerkmal gilt für beide Varianten des Fachzuges.

In der annähernd kostenneutralen Variante 1 wird der Fachzug Hochwasserschutz durch eine Führungseinheit und vier weiteren taktischen Einheiten gebildet. Der Zug besteht gemäß der FwDV 3 aus einem Zugführer, dem Zugtrupp als Führungseinheit und den drei taktischen Einheiten, welche zwei Gruppen und eine Staffel umfassen. Daraus ergibt sich eine Zugstärke von 1/4/23/28, was einen "Erweiterten Zug" bildet (FwDV 3, 2006). In Tabelle 2 ist die Variante 1 des Fachzuges mit dessen personellen, technischen und aufgabenbezogenen Aufschlüsselungen dargestellt. Die Fahrzeuge sind gemäß den Normvorgaben ausgerüstet, was zusätzliche Anschaffungskosten bis auf die spezielle Hochwasserausrüstung minimiert.

Der Fachzug Hochwasserschutz ist dafür ausgelegt einfache Maßnahmen im Bereich der Binnenhochwasserabwehr eigenständig auszuführen. Darunter gehören die Führung und Kommunikation an der Einsatzstelle, die Errichtung und der Betrieb einer manuellen Sandsackfüllstation, die einfache Sandsacklogistik, die Errichtung von Hochwasserbarrieren unter Anwendung der Sandsack-Methode, die Wasserförderung und die technische Hilfeleistung. Die dafür erforderlichen Einsatzmittel werden zum einen durch die Normbeladung der Fahrzeuge und zum anderen durch die Zusatzbeladung für den Hochwassereinsatz abgedeckt.

Tab. 2: Darstellung der Variante 1 (FZ Hochwasserschutz) des Fachzuges Hochwasserschutz als Teileinheit einer niedersächsischen Kreisfeuerwehrebereitschaft mit Informationen zur personellen Besetzung, technischen Ausstattung und des originären Aufgabenbereichs

Fahrzeug	Personelle Besetzung	Technische Ausstattung	Aufgabenbereich
 Einsatzleitwagen (ELW)	1/1/2/4	Gemäß DIN SPEC 14507-2 (2014)	Führung, Kommunikation
 LF- Katastrophenschutz (LF 20 - KatS)	1/8/9	Gemäß DIN 14530-8 (2012)	Hochwasserschutz, Wasserförderung
 Hilfeleistungs- löschgruppenfahrzeug (HLF) - 20	1/8/9	Gemäß DIN 14530-27 (2011)	Wasserförderung, Technische Hilfeleistung
 GW-L2	1/5/6	Gemäß DIN 14555-22 (2013)	Logistik, Wasserförderung

Die normgerechte technische Ausstattung der Fahrzeuge ermöglicht einen großen Teil des Leistungsmerkmals des Zuges abzudecken (siehe Kap. 8.2). Zusätzliche Materialien und Ausrüstungen, wie Sandsäcke, Zelte, Feldbetten, dem Hochwasser-einsatz angepasste persönliche Schutzausrüstung und möglicherweise Chemietoiletten sind im Rahmen der Autarkie und der vollständigen Erfüllung des Leistungsmerkmals zusätzlich anzuschaffen. Diese noch zu beschaffenen Komponenten sind aufgrund der freien Ladekapazität des GW-L2 problemlos zu verlasten und mitzuführen. Das Mitführen eigener Sandsäcke widerspricht der Forderung des DFV und der AGBF, ist aber für die Erfüllung der Anforderungen des Unionsverfahrens notwendig (siehe Kap. 8.1 und 8.2)

Die Variante 1 des Fachzuges Hochwasserschutz erfüllt jedoch nicht alle Anforderungen eines Katastrophenschutzmoduls im Sinne des Unionsverfahrens, weil unter den Hauptkomponenten die Sandsackfüllmaschine fehlt. Diese Komponente wurde aus Gründen der Kostenminimierung in dieser Variante nicht aufgeführt, was die Effi-

zienz des Zuges in Hinblick auf die Sandsackfüllung und damit die Errichtung von Sandsackdämmen nachhaltig vermindert (siehe Kap. 5.3).

Eine Ausbildung nach dem in Kapitel 8.3 aufgeführten Konzept ist Grundlage für eine effektive Einsatzbewältigung und erfüllt darüber hinaus die Anforderung des Unionsverfahrens, wonach die Fähigkeit bestehen muss, mit Personal am Schadensort zusammenarbeiten zu können (Beschluss 2010/481/EU, 2010).

Die technische Alarmierungsmöglichkeit des Zuges kann auf Grundlage des § 3 Abs. 1 Satz 2 Nr. 5 NBrandSchG als gegeben angenommen werden (siehe Kap. 8.2).

Nach dem Erlass des Niedersächsischen Innenministeriums ist es erforderlich, dass der einzelne Fachzug einer Kreisfeuerwehrebereitschaft angefordert und eingesetzt werden kann (Erlass 52.1-13202/24, 2004). Bei einem längeren Zugeinsatz, bei dem die Verpflegung nicht von der Gesamteinsatzleitung sichergestellt werden kann, ist eine Versorgungs- und Verpflegungskomponente für den Zug eigenständig anzufordern und mitzuführen. Dies ist bei einem Einsatz im Rahmen des Unionsverfahrens als Grundlage anzunehmen. Die Organisation der Verpflegung des Zuges wird bei einem Einsatz der Kreisfeuerwehrebereitschaft durch die obligatorisch mitzuführende Versorgungs- und Verpflegungskomponente nicht mehr notwendig (Erlass 52.1-13202/24, 2004).

Die Variante 2 des Fachzuges Hochwasserschutz als Teileinheit einer Kreisfeuerwehrebereitschaft benötigt ein größeres Investitionsvolumen, was für die Anschaffung von hochwasserabwehrender Ausrüstung benötigt wird, um eine Effizienzsteigerung im Vergleich zur Variante 1 und die vollständige Konformität mit den Anforderungen des Unionsverfahrens zu erreichen.

Die Konzeption des Fachzuges Hochwasserschutz besteht in der Variante 2 aus einem Zugführer und einem Zugtrupp, als Führungseinheit, einer Gruppe, einer Staffel und zwei Trupps. Damit ergibt sich eine Zugstärke von 1/5/19/25, was einem "Erweiterten Zug" entspricht (FwDV 3, 2006). In der Tabelle 3 ist die Konzeption des Fachzuges der Variante 2 mit der personellen, technischen und aufgabenbezogenen Aufschlüsselung dargestellt.

Tab. 3: Darstellung der Variante 2 (FZ Hochwasserschutz-Technik) des Fachzuges Hochwasserschutz als Teil-einheit einer niedersächsischen Kreisfeuerwehrbereitschaft mit Informationen zur personellen Besetzung, technischen Ausstattung und des originären Aufgabenbereichs

Fahrzeug	Personelle Besetzung	Technische Ausstattung	Aufgabenbereich
 ELW	1/1/2/4	Gemäß DIN SPEC 14507-2 (2014)	Führung, Kommunikation
 LF 20 - KatS	1/8/9	Gemäß DIN 14530-8 (2012)	Hochwasserschutz, Wasserförderung, einfache technische Hilfeleistung
 GW-L2	1/5/6	Gemäß DIN 14555-22 (2013)	Logistik, Wasser- förderung
 Wechseladerfahrzeug (WLF) - AB HWS	1/2/3	Gemäß DIN 14505 (2004) und Beladungskonzept der Fw Hannover	Hochwasserschutz, Logistik
 WLF - AB Sand	1/2/3	Gemäß DIN 14505 (2004) und Beladungskonzept der Fw Hannover	Sandsackfüllung, Logistik
 Tiefladeanhänger mit Rad- o. Teleskoplader	-	Gemäß EU/2006/42/EG Ma- schinenbaurichtlinie und DIN EN 1459 (2012)	Logistik

Durch die Übernahme des Konzepts der Wechseladerfahrzeuge und der Abrollbehälter HWS und Sand ist eine bereits einsatzerprobte Komponente in den Fachzug Hochwasserschutz als Effizienzsteigerung eingepflegt (Lange, et al., 2013). Durch die im AB Sand verbaute Sandsackfüllmaschine werden alle Anforderungen des Unionsverfahrens an ein Katastrophenschutzmodul zur Bekämpfung von Überschwemmungen erfüllt (siehe Kap. 8.1). Außerdem werden durch die Beladung der AB HWS und Sand alle technischen Anforderungen zum Herstellen und Verstärken von Hochwasserbarrieren erfüllt. Dabei kann zwischen der Sandsack-Methode und den Hochwasserschutzsystemen gewählt werden. Durch den AB Sand kann eine maschinelle Sandsackfüllstation betrieben werden. Die Sicherstellung der Anforderung zur Wasserförderung wird durch die Pumpen des Löschruppenfahrzeuges und

des GW-L2 übernommen. Die einfache technische Hilfeleistung wird durch die Normbeladung des Löschgruppenfahrzeuges sichergestellt. Die Aufgabe der Führung und Kommunikation an der Einsatzstelle wird durch den ELW übernommen.

Durch die Mitführung von einem Tiefladeanhänger, der während des Anmarsches als Transportkapazität für den Rad- oder Teleskoplader fungiert, wird im Einsatzgebiet, neben den GW-L2, eine weitere logistische Kapazität bereitgestellt. Dies steigert ebenfalls die Effizienz in logistischer Hinsicht. In dieser Variante wird, wie auch in der Variante 1, der GW-L2 während des Anmarsches zum Transport von Zelten und Feldbetten verwendet. Diese gilt es als Hilfsmaterial zur autarken Einsatzbereitschaft zu beschaffen. Alle anderen nach Kapitel 8.2 erforderlichen Ausrüstungsmaterialien werden durch die technische Ausstattung der Fahrzeuge des Fachzuges entweder durch die Normbeladung oder dem Beladungskonzept der Feuerwehr Hannover bereits vorgehalten.

Die eingangs erwähnte höhere Effizienz, die durch eine Zusammenstellung des Fachzuges in dieser Art gewährleistet wird, wird maßgeblich dadurch erreicht, dass die personal-, zeit- und energieintensiven Maßnahmen maschinell bewältigt werden. Dazu zählen insbesondere die Sandsackfüllung und -logistik (siehe Kap. 5.3). Durch die Mitführung von alternativen mobilen Hochwasserabwehrsystemen ist ebenfalls eine personal- und zeitschonende Errichtung von Hochwasserbarrieren möglich. Die personalschonende Arbeitsweise lässt auch eine mäßige Steigerung der Einsatzdauer für die Einsatzkräfte zu, da die Arbeit weniger körperlich fordernd ist.

Analog zur Variante 1 kann auch hier die technische Alarmierungsmöglichkeit des Zuges auf Grundlage des § 3 Abs. 1 Satz 2 Nr. 5 NBrandSchG als gegeben angenommen werden (siehe Kap. 8.2).

Die Organisation und das Mitführen von Versorgungs- und Verpflegungskomponenten richtet sich nach den gleichen Bedingungen beziehungsweise Erlass wie in der Variante 1.

Das Ausbildungskonzept gleicht dem der Variante 1. Es ist allerdings zusätzlich zu beachten, dass in der Variante 2 mehr hochwasserspezielles, technisches Gerät von den Einsatzkräften sicher beherrscht werden muss. Dies erfordert in der Regel häufigere Übungen. Außerdem ist der sichere Umgang und Einsatz des Teleskop- oder Radladers zu schulen.

Die Eigensicherung durch die Mitführung eines Rettungswagens sollte bei einem überörtlichen Einsatz immer erfolgen. Dieses Rettungsfahrzeug bildet aus organisatorischen Gründen in beiden Varianten keine Komponente des Fachzuges Hochwasserschutz.

9. Diskussion

Die Einführung eines Fachzuges Hochwasserschutz als Teileinheit einer niedersächsischen Kreisfeuerwehrbereitschaft wird auf Grundlage der Erfahrungen der katastrophalen Hochwasserereignisse von den Jahren 2002 und 2013 gefordert (Spiller, et al., 2013). Der Einsatz von bereits bestehenden Hochwasser-Zügen und anderen Konzepten gleicher Art zeigen, dass eine größere Effizienz und damit konkret die Rettung und der Schutz von Menschen, Tieren, Umwelt und Sachgütern, im Vergleich zu unstrukturierten oder fachfremden Einheiten, deutlich erreicht werden kann (siehe Kap. 7). In volkswirtschaftlicher Hinsicht ist eine Effizienzsteigerung der Hochwasserabwehr mit einer Schadensminderung verbunden.

Der vorsorgende Hochwasserschutz kann keinen 100-prozentigen Schutz vor Überschwemmungen gewährleisten und ist auch nicht vom technischen Versagen gefeit (siehe Kap. 4.3, 5.1 und 5.2). Deshalb ist es aufgrund der Schadenspotenziale wichtig, dass ein operativ-taktischer Hochwasserschutz flächendeckend eingerichtet wird. Ein intelligenter Hochwasserschutz wird erreicht, wenn der technische Hochwasserschutz durch einen operativ-taktischen Hochwasserschutz auf einem hohen technischen Leistungsniveau ergänzt wird. Dadurch kann ein hohes Maß an Sicherheit vor Überschwemmungen gewährleistet werden, was wiederum einen positiven volkswirtschaftlichen Aspekt zur Folge hat.

Für eine schnelle Umsetzung wurde die Variante 1 des Fachzuges Hochwasserschutz konzipiert. Diese Variante muss starke Einbußen im Bereich der Effizienz hinnehmen, um die bestmögliche Kostenneutralität zu erreichen. Obwohl diese Variante die grundlegenden technischen und rechtlichen Anforderungen erfüllt, darf sie nicht dauerhaft als ausreichend angesehen werden. Sie gilt vielmehr als ein Anfang in Zeiten, wo die finanziellen Mittel auf Landes- und Landkreisebene noch nicht bereitstehen. Ziel muss es sein, die Variante 2 schnellstmöglich zu realisieren, um somit mindestens den nationalen gesetzlichen Auftrag fachgerecht nachzukommen (siehe Kap. 6.2 und 8.1).

Um das Optimum der operativ-taktischen Binnenhochwasserabwehr zu erreichen, ist eine Kombination der beiden Varianten der Fachzüge im Sinne der gegenseitigen Ergänzung anzustreben. Die Variante 1 des Fachzuges kann aus den in Kapitel 8.4

genannten Gründen nur die einfachen und manuellen Maßnahmen des Hochwasserschutzes eigenständig erfüllen, wobei die Variante 2 des Fachzuges, Maßnahmen im größeren Umfang eigenständig erfüllen kann. Die personelle Bemessung der Variante 2 des Fachzuges Hochwasserschutz lässt einen autonomen Einsatz aller technischen Einsatzmittel zu, besitzt allerdings keine Personalreserve. Bei einem Ausfall einer Einsatzkraft wird synchron die Effizienz des gesamten Fachzuges gemindert. Ein gemeinsamer Einsatz der Variante 1 und 2 des Fachzuges Hochwasserschutz erhöht die Ausfall- und Effizienzsicherheit der operativ-taktischen Hochwasserabwehr. Diese Erhöhung wird durch die gegebene Personalreserve und durch die technische Redundanz erreicht. Obwohl jede Variante des Fachzuges das definierte Leistungsmerkmal grundlegend erfüllt, bildet eine Kombination aus allgemeiner und spezieller Technik sowie eine vergrößerte Personaldecke eine Effizienz- und Redundanzsteigerung, die das Leistungsmerkmal gebührend erfüllt und damit die bestmöglichen operativ-taktischen Schutzmaßnahmen vor Binnenhochwassergefahren gewährleistet. Bei der Realisierung der Varianten ist darauf zu achten, dass die in Kapitel 8.4 zugeordneten Bezeichnungen für die Variante 1 "Fachzug Hochwasserschutz" und für die Variante 2 "Fachzug Hochwasserschutz-Technik" zu verwenden sind, um Verwechslung und Missverständnisse vorzubeugen.

Die Realisierung und Unterhaltung von jeweils einem Fachzug im Landkreis als Teileinheit einer Kreisfeuerwehrbereitschaft, die im Hochwassereinsatzfall kombiniert eingesetzt werden, kann als kostengünstige Alternative in Betracht gezogen werden, wenn die Haushaltslage eine vollständige Anschaffung vorerst nicht zulässt. Sind jedoch ausreichend finanzielle Mittel vorhanden, ist die Unterhaltung von beiden Varianten des Fachzuges Hochwasserschutz anzustreben.

Die spezialisierte Technik benötigt eine umfassende Ausbildung und erfordert kontinuierliche und intensive Übung, damit eine sichere und effiziente Handhabung der Einsatzmittel und Fahrzeuge im Einsatzfall sichergestellt werden kann. Damit ist die Übernahme der Fachaufgabe Hochwasserschutz mit einem erhöhten Zeitaufwand für die teilnehmenden Einsatzkräfte verbunden und ob diese hauptsächlich ehrenamtlich tätigen Einsatzkräfte diesen erhöhten Zeitbedarf erfüllen können und wollen ist fraglich. Jedoch fördert die Ausstattung mit moderner Technik und einem schlüssigen Einsatzkonzept die Motivation der Einsatzkräfte und übt daher einen positiven Effekt auf die Bereitschaft der Aufgabenübernahme aus. Welche möglichen Auswirkungen

eintreten oder akut zu erwarten sind, muss daher Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Die internationale gegenseitige Hilfe, geregelt durch das Unionsverfahren, ist in der jetzigen Form, wo es auf Freiwilligkeit zur Teilnahme beruht, für den europäischen Katastrophenschutz nicht sonderlich förderlich (siehe Kap. 6.1). Auch muss die Änderung vom EU-Gemeinschaftsverfahren zum Unionsverfahren und damit die Aufhebung von guten Ansätzen kritisch betrachtet werden. Dennoch sind Ansätze vorhanden, die die internationale Katastrophenhilfe regelt und organisierend vorgibt. In dieser Arbeit wurde bewusst die Variante 2 des Fachzuges nach den Vorgaben des EU-Gemeinschaftsverfahrens als Auslegungsgrundlage konzipiert, da diese explizitere Anforderungen und Vorgaben definiert (vgl. Kap. 6.1).

Es ist ebenfalls kritisch zu betrachten, dass der Großteil der Kreisfeuerwehren in Niedersachsen die Fachaufgabe des Hochwasserschutzes nicht konsequent verfolgt und umsetzt, obwohl die meisten Einsätze der Kreisfeuerwehrebereitschaften auf Hochwasserereignisse zurückzuführen sind. Es ist wichtig sich in Zeiten des demographischen Wandels und fallender Zahlen an Feuerwehreneamtlern zu spezialisieren. Es muss hinterfragt werden, ob beispielsweise Fachzüge mit der Fachaufgabe Personalreserve noch zeitgemäß sind. Die Neukonzeption von Fachzügen auf der Grundlage des zu erwartenden Einsatzspektrums wird den einsatztaktischen Wert einer Kreisfeuerwehrebereitschaft deutlich erhöhen. Ein guter Anfang wäre, hinsichtlich der steigenden Eintritts- und Schadenswahrscheinlichkeit von Binnenhochwassergefahren, mit der Realisierung des Fachzuges Hochwasserschutz gemacht (siehe Kap. 4.2 und 4.3).

Die Effizienzsteigerung durch den Einsatz der beiden Varianten des Fachzuges Hochwasserschutz kann zum jetzigen Zeitpunkt nur theoretisch angenommen werden, da Einheiten nach einer solchen Zusammenstellung noch nicht existieren. Bereits existierende Teilkomponenten haben sich jedoch im Einsatz als effizienzsteigernd bewährt und lassen zusammen mit rechnerischen Annahmen den Schluss zu, dass eine Effizienzsteigerung der Bewältigungsmaßnahmen bei der Abwehr von Binnenhochwassergefahren durch den Einsatz des Fachzuges Hochwasserschutz, insbesondere der Variante 2, bewirkt wird (siehe Kap. 5.3 und 8.4). Allerdings muss diese Annahme nach der Realisierung und dem praktischen Einsatz noch verifiziert werden.

10. Ausblick

Die Notwendigkeit zur Anschaffung und Unterhaltung eines Fachzuges Hochwasserschutz ist durch den steigenden Trend von Binnenhochwasserereignissen gegeben (siehe Kap. 4.2). Zusätzlich muss die rückläufige Anzahl von freiwilligen Helfern in der Feuerwehr, die einen Effizienzverlust verursacht und damit die Leistungsfähigkeit der operativ-taktischen Gefahrenabwehr beeinträchtigt, durch Spezialisierung und Rationalisierung kompensiert werden. Diese Argumente erfordern ein Umdenken im Bereich der Gefahrenabwehrbehörden. Unter diesem Gesichtspunkt bekommt die Effizienz der Einsatzmaßnahmen eine zunehmende Relevanz, um die Effektivität überhaupt noch gewährleisten zu können.

Die Forderung nach solchen spezialisierten Fachzügen ist aus den Einsatzerfahrungen erwachsen und wird von den Spitzenverbänden gestellt (siehe Kap. 7). Eine gute technische Ausstattung und Ausbildung bilden die Grundlage für den erfolgreichen Einsatz im Hochwasserfall. Es handelt sich um den Schutz von Menschen, Tieren, Umwelt und Sachwerten, die es bestmöglich zu schützen gilt. Die finanziellen Mittel müssen bereitgestellt werden, gerade weil sich die Bundesrepublik Deutschland auch am Unionsverfahren beteiligen wird. Eine Realisierung der Varianten des Fachzuges Hochwasserschutz ist damit äußerst empfehlenswert.

Nachdem die ersten Fachzüge aufgestellt und ausgerüstet sind und erste Einsatzerfahrungen mit diesem neuen Konzept gesammelt worden sind, gilt es, kritisch das Konzept in punkto Anforderungen und detektierten Schwächen im Bereich der Fahrzeuge, Beladung und Ausbildung anzupassen. Die Einführung eines Qualitätsmanagementsystems nach dem PDCA-Zyklus wäre, nach Meinung des Autors, eine sinnvolle Methode die Qualität des Fachzuges ab dem Zeitpunkt der Realisierung sicherzustellen.

Die Einsatzeffektivität und -effizienz der beiden Varianten des Fachzuges Hochwasserschutz im Einsatzbereich des Küstenschutzes und zur Abwehr von Hochwasser im Seebereich ist, aufgrund einer Plausibilitätsprüfung, durchaus als gegeben anzunehmen. Es gilt diese Annahme in einer weiteren Untersuchung kritisch zu prüfen und festzustellen, ob eine Adaption der Ergebnisse dieser Arbeit ohne weitere An-

passung auch für die Verwendung im Küstenschutz beziehungsweise zur Abwehr von Hochwasser im Seebereich möglich ist.

Danksagung

Ich möchte mich bei all denjenigen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Bachelorarbeit unterstützt haben.

Für die offene Zusammenarbeit und das besondere Entgegenkommen des Brandschutz- und Katastrophenschutzdezernates der Polizeidirektion Oldenburg möchte ich mich bedanken und namentlich Herrn Albers nennen, dem mein besonderer Dank für seine Bemühungen gilt.

Der NABK Standort Loy möchte ich danken, dass ich meine Bachelorarbeit in dieser Behörde so unkompliziert anfertigen durfte und tatkräftige Unterstützung im Rahmen der Literaturverwendung und von allen Mitarbeitern bekommen habe. Namentlich möchte ich einen besonderen Dank Herrn Brandamtsrat Robert Bock für die Koordination und Herrn Branddirektor Carsten Prellberg für die tatkräftige Unterstützung und Anregungen aussprechen.

Seitens der HAW Hamburg möchte ich Herrn Prof. Dr. Bernd Kellner für die gute Zusammenarbeit und Hilfestellung bei der Erarbeitung dieser Arbeit danken.

Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Ausgabeantrag formulierten Thema ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Hamburg, den 05. Juni 2014



A handwritten signature in blue ink on a yellow background, with a horizontal line underneath.

Quellenverzeichnis

AGBF Bund, AG-ZK. 2013. *Erfahrungen aus den Hochwasser-Lagen in Sachsen, Sachsen-Anhalt, Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Bayern im Sommer 2013.* Münster : Selbstverlag, 2013.

AGBF Bund, AG-ZK. 2008. *Gemeinschaftsverfahren für den Katastrophenschutz in der EU - Stellungnahme der AGBF zur Mitwirkung der deutschen Feuerwehren.* Münster : Selbstverlag, 2008.

Anhalt, Markus, et al. 2011. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz. *Hochwasserstatistik.* [Online] 01. März 2011. [Zitat vom: 07. April 2014.] <http://www.umwelt.niedersachsen.de>.

Barben, H, et al. 2001. *Übersicht über Verfahren zur Abschätzung von Hochwasserabflüssen.* [Hrsg.] Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes. 2001. Bde. I-19.

Bartels, Hella, Katzenberger, Bernd und Weber, Hans. 2004. *Klimaveränderungen und Wasserwirtschaft in Süddeutschland.* [Hrsg.] Zeitung Wasserwirtschaft. Heidelberg : Springer, 2004. Heft 4.

Baumgartner, A und Liebscher, HJ. 1996. *Allgemeine Hydrologie, Quantitative Hydrologie.* Berlin-Stuttgart : Gebrüder Bornträger, 1996. Bd. 1.

BBK, Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe. 2008. *Bilaterale Katastrophenhilfeleistungs-Abkommen der Bundesrepublik Deutschland.* Bonn : Selbstverlag, 2008.

BBK, Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe. 2013. *LÜKEX - Leistungspotenziale im Bevölkerungsschutz.* Bonn : Selbstverlag, 2013.

Beschluss 2010/481/EU, Euratom. 2010. *BESCHLUSS DER KOMMISSION zur Änderung der Entscheidung 2004/277/EG, Euratom in Bezug auf die Durchführungsvorschriften der Entscheidung 2007/779/EG, Euratom des Rates über ein Gemeinschaftsverfahren für den Katastrophenschutz.* Brüssel : Amtsblatt der Europäischen Union L 236/5, 2010.

Beschluss Nr. 1313/2013/EU. 2013. *BESCHLUSS Nr. 1313/2013/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über ein Katastrophenschutzverfahren der Union.* Brüssel : Amtsblatt der Europäischen Union, 2013. L 347/924.

BMI, Bundesministerium des Inneren. 2013. *Bericht zur Flutkatastrophe 2013 - Katastrophenhilfe, Entschädigung, Wiederaufbau.* Berlin : Selbstverlag, 2013.

Brombach, Hansjörg, et al. 2013. *Technischer Hochwasserschutz. Handbuch-Hochwasserschutz.* Heidelberg : Springer, 2013.

Dahlmann, Irene. 2013. *Hydrologische Zusammenfassung zum Hochwasser an Elbe und Weser im Juni 2013.* Hannover : Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, 2013.

Deharde, S. 1999. *Festigkeitsuntersuchungen an bindigen Böden mit Sekundärstruktur.* Essen : Diplomarbeit Fachgebiet Grundbau und Bodenmechanik der Universität Essen, 1999.

DFV, Deutscher Feuerwehr Verband. 2002. *Die Hochwasserkatastrophe an der Elbe im August 2002 Erfahrungen – Analysen – Konsequenzen.* Bonn : Selbstverlag, 2002.

DIN 1054:2010-12, Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1

DIN 14505:2004-10, Feuerwehrfahrzeuge - Wechselladerfahrzeuge mit Abrollbehältern - Allgemeine Anforderungen

DIN 14530-8:2012-09, Löschfahrzeuge - Teil 8: Löschgruppenfahrzeug LF 20 KatS für den Katastrophenschutz

DIN 14530-27:2011-11, Löschfahrzeuge - Teil 27: Hilfeleistungs-Löschgruppenfahrzeug HLF 20

DIN 14555-22:2013-05, Rüstwagen und Gerätewagen - Teil 22: Gerätewagen Logistik GW-L2

DIN 19712:2013-01, Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern

DIN 4049-3:1994-10, Hydrologie - Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie

DIN EN 1459:2012-06, Sicherheit von Flurförderzeugen - Kraftbetriebene Stapler mit veränderlicher Reichweite

DIN SPEC 14507-2:2014-04, Einsatzleitfahrzeuge - Teil 2: Einsatzleitwagen ELW 1

Disse, Markus. 2013. Prozesse der Hochwasserentstehung. *Hochwasser-Handbuch*. Heidelberg : Springer, 2013.

Dunne, T, Moore, TR und Taylor, CH. 1975. *Recognition and prediction of runoff-producing zones in humid regions*. [Hrsg.] Hydrol. Sci. Bull. 1975. S. 305–327. Bd. 20.

DWA, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft Abwasser und Abfall eV. 2008. *Arbeitshilfe Hochwasserschadensinformationen*. [Hrsg.] DWA. Hennef : Selbstverlag, 2008.

Dyck, Siegfried und Peschke, Gerd. 1995. *Grundlagen der Hydrologie*. Berlin : Verlag für Bauwesen, 1995. Bd. 3.

Einfalt, T, et al. 2008. *Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS) - Ziele, Maßnahmen und Methoden des kommunalen Risikomanagements*. [Hrsg.] Bundesministerium für Bildung und Forschung. Aachen : Selbstverlag, 2008.

Entscheidung 2004/277/EG, Euratom. 2010. *ENTSCHEIDUNG DER KOMMISSION mit Bestimmungen zur Durchführung der Entscheidung 2001/792/EG, Euratom des Rates über ein Gemeinschaftsverfahren zur Förderung einer verstärkten Zusammenarbeit bei Katastrophenschutzmaßnahmen*. Brüssel : Amtsblatt der Europäischen Union L236, 2010.

Entscheidung 2007/779/EG Euratom. 2007. *ENTSCHEIDUNG DES RATES über ein Gemeinschaftsverfahren für den Katastrophenschutz (Neufassung)*. Brüssel : Amtsblatt der Europäischen Union, 2007. L 314/9.

Entschließung 87/C176/01. 1987. *Entschließung über die Einführung einer gemeinschaftlichen Zusammenarbeit im Bereich des Katastrophenschutzes*. Brüssel : Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 1987. Nr. C 176/1.

Erlass 52.1-13202/24. 2004. *Erlass Übergemeindlicher und überörtlicher Einsatz der Feuerwehren.* Hannover : Niedersächsisches Ministerium für Inneres und Sport, 2004.

European Flood Control. 2008. *Deichverteidigungsbroschüre.* Bremen : Selbstverlag, 2008.

FwDV 100. 1999. *Einsatz- und Ausbildungsanleitung für Feuerwehren sowie Einrichtungen und Einheiten des Katastrophenschutzes im Lande Niedersachsen „Führung und Leitung im Einsatz – Führungssystem“.* Hannover : W. Kohlhammer Deutscher Gemeindeverlag, 1999.

FwDV 3. 2006. *Einheiten im Löcheinsatz.* Stuttgart : W. Kohlhammer Deutscher Gemeindeverlag, 2006.

Hennings, Stephan. 2013. *Hochwasserschutz.* Loy : NABK, 2013.

Heyken, Herma und Stolz, Achim. 2013. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft , Küsten- und Naturschutz. *Pegelstandorte.* [Online] 31. Dezember 2013. [Zitat vom: 04. April 2014.] <http://www.pegelonline.nlwkn.niedersachsen.de>.

Horton, RE. 1933. *The role of infiltration in the hydrologic cycle.* [Hrsg.] Trans. Am. G. 1933. S. 446–460. Bd. 14.

Hüwing, Christian, et al. 2011. *Hochwasserschutz in Hamburg.* Hamburg : Freie und Hansestadt Hamburg, Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer (LSBG), 2011.

IKSR, Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins. 2001. *Atlas zur Überschwemmungsgefährdung und möglichen Schäden bei Extremhochwasser am Rhein.* Koblenz : Selbstverlag, 2001.

Jacobs, Sönke. 2013. Deutscher Feuerwehrverband. *FB Katastrophenschutz Hochwasser 2013.* [Online] 20. Juni 2013. [Zitat vom: 30. April 2014.] <http://www.dfv.org>.

Jekel, Heide. 2005. *Deutliche Verbesserung des Hochwasserschutzes in Deutschland.* Berlin : Recht der Wasserwirtschaft, 2005.

- Jonas, Martin, Staeger, Tim und Schönwiese, Christian-Dietrich. 2005.** *Berechnung der Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von Extremereignissen durch Klimaänderungen – Schwerpunkt Deutschland.* [Hrsg.] Umweltbundesamt. Dessau : Climate Change, 2005.
- Jüpner, Robert und Patt, Heinz. 2013.** Einführung in die Thematik. *Hochwasser-Handbuch.* Heidelberg : Springer, 2013.
- Kircher, Frieder. 2013.** *Länderübergreifende Hilfe bei Katastrophen - auch in Deutschland?* [Hrsg.] Brandschutz - Deutsche Feuerwehr-Zeitung. Stuttgart : Verlag W. Kohlhammer, 2013. Bd. 8/13.
- Kleist, F und Wildner, H. 2009.** *Statisch wirksame Innendichtungen in Hochwasserschutzdeichen.* [Hrsg.] DWA. Hennef : Korrespondenz Wasserwirtschaft, 2009.
- Kölbl, Irene und Wagner, Stefan. 2003.** *Hochwasser 2002: Einsatzgeschehen und Einsatzerfahrungen.* [Hrsg.] Schadenprisma. Düsseldorf : Verband der öffentlichen Versicherer, 2003.
- Lange, Claus, et al. 2013.** *Feuerwehr Hannover: Hochwassereinsatz in Magdeburg im Juni 2013.* [Hrsg.] Brandschutz - Deutsche Feuerwehr-Zeitung. Stuttgart : W. Kohlhammer, 2013. Bd. 8/13.
- LAWA. 1995.** *Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz.* Stuttgart : Selbstverlag, 1995.
- Linde, Christof und Strott, Matthias. 2014.** *Hochwasserlagen bewältigen.* Heidelberg : ecomed Sicherheit, 2014.
- LKatSG, Landeskatastrophenschutzgesetz Baden-Württemberg. 2012.** *Gesetz über den Katastrophenschutz.* Stuttgart : Juris Rechtsportal, 2012.
- Lotz, Jörg und Metzler, Markus. 2005.** *Die Roten Hefte - Hochwassereinsatz.* Stuttgart : W. Kohlhammer Verlag, 2005.
- Mudersbach, CH und Jensen, J. 2009.** *Statistische Extremwertanalyse von Wasserständen an der Deutschen Ostseeküste.* [Hrsg.] Universität Siegen. Siegen : Abschlussbericht 1.4 zum KFKI-Verbundprojekt, 2009.

Müller, Meike. 2003. *Überschwemmungen in Deutschland – Ereignistypen und Schadenbilder.* Düsseldorf : Deutsche Rückversicherungs AG, 2003.

NBrandSchG, Niedersächsisches Vorschrifteninformationssystem. 2012. *Niedersächsisches Gesetz über den Brandschutz und die Hilfeleistung der Feuerwehr (Niedersächsisches Brandschutzgesetz - NBrandSchG).* Hannover : Niedersächsisches Vorschrifteninformationssystem, 2012.

Niekamp, Olaf und Piroth, Klaus. 2013. *Hochwasserschäden. Hochwasser-Handbuch.* Heidelberg : Springer, 2013.

NKatSG, Fachinformationsstelle Zivil- und Katastrophenschutz. 2002. *Niedersächsisches Katastrophenschutzgesetz.* Bonn : Nds. GVBl, 2002.

Richwien, W. 1996. *Bodenmechanische Konzepte zur Bewertung der Deichsicherheit.* Büsum : BWK Landesverband Schleswig Holstein und Hamburg, 1996.

Richwien, W und Weißmann, R. 1999. *Prototype Scale Tests on Wave overtopping of Dykes.* Hannover : Hydrolab-Workshop, 1999.

Rohrer, M, Noetzli, C und Petrascheck, A. 1999. *Hochwasserwarnungen für das Wallis.* Baden : Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, 1999. Bd. 4/1999.

Schröder, Hermann. 2013. *Hochwasserlage in Baden Württemberg sowie Einsatzunterstützung in Sachsen-Anhalt nach Starkniederschlägen.* [Hrsg.] Brandschutz - Deutsche Feuerwehr-Zeitung. Stuttgart : W. Kohlhammer, 2013. Bd. 8/13.

Schultz-Wildelau, Hans-Joachim und Berger, Hartwig. 2005. *Hochwasserschutz in Niedersachsen.* Norden : Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, 2005.

Spiller, Benedikt, et al. 2013. *Gemischter Verband aus Frankfurt und Offenbach am Main im Raum Gartow.* [Hrsg.] Brandschutz - Deutsche Feuerwehr-Zeitung. Stuttgart : W. Kohlhammer, 2013. Bd. 8/13.

Stein, Christa und Malitz, Gabriele. 2013. *Das Hochwasser an Elbe und Donau im Juni 2013.* Offenbach am Main : Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, 2013.

Stein, Nikolaus und Schramm, Rainer. 2002. *Flutkatastrophe - Feuerwehrleute kamen als Erste und gingen als Letzte.* Bonn : Bundesverwaltungsamt, Zentralstelle für Zivilschutz, 2002.

Szeglat, Marc. 2014. Naturkatastrophen und Naturphänomene. *Hochwasser.* [Online] 02. April 2014. [Zitat vom: 02. April 2014.] <http://www.naturkatastrophen.mobi>.

Universität Siegen, fwu, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. 2012. Sturmflut. *Entstehung und Wirkung.* [Online] 01. Januar 2012. [Zitat vom: 02. April 2014.] <http://www.bau.uni-siegen.de>.

VwV KatSD 4-1412.2/1, Innenministerium Baden-Württemberg. 2012. *Verwaltungsvorschrift des Innenministeriums über die Stärke und Gliederung des Katastrophenschutzdienstes.* Stuttgart : Landesrecht BW Bürgerservice, 2012.

Wenderoth, Stephan. 2013. *Einsatzbericht der Feuerwehr Hamburg zum Einsatz bei der Elbeflut 2013 in Dresden und Neu Bleckede.* [Hrsg.] Brandschutz - Deutsche Feuerwehr-Zeitung. Stuttgart : W. Kohlhammer, 2013.