



Bundesanstalt
Technisches Hilfswerk



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Science

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Fakultät Life Sciences

**Welche Systeme zur Trinkwasseraufbereitung in der humanitären
Katastrophenhilfe muss eine Organisation vorhalten, um die Bevölkerung
adäquat und suffizient mit Trinkwasser zu versorgen?**

Bachelorthesis
zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Engineering
im Studiengang Rettungsingenieurwesen/ Rescue Engineering

vorgelegt von:

Stermann, Simon

Matrikelnummer: 1962250

Hamburg, im Februar 2013

1. Gutachter: Herr Professor Frank Hörmann (HAW Hamburg)
2. Gutachter: Frau Dr. Susanne Wacht (THW Leitung)

Fragestellung und Gutachter

Fragestellung:

Welche Systeme zur Trinkwasseraufbereitung in der humanitären Katastrophenhilfe muss eine Organisation vorhalten, um die Bevölkerung adäquat und suffizient mit Trinkwasser zu versorgen?

Verfasser: Herr Simon Stermann

[REDACTED]

[REDACTED]

Matrikelnummer: 1962250

1. Gutachter: Herr Professor Dr. Frank Hörmann

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Fakultät Life Science

Lohbrügger Kirchstraße 65

21033 Hamburg

2. Gutachterin: Frau Dr. Susanne Wacht

Bundessanstalt Technisches Hilfswerk

Referat E2 (Ausland)

Provinzialstraße 93

53127 Bonn

Termin der Abgabe: 28.02.2013

Abstract

Ausgangspunkt dieser Bachelorthesis ist der schwierige Entscheidungsfindungsprozess im Hinblick auf die Anschaffung von Systemen zur Trinkwasseraufbereitungsanlagen in der Katastrophenhilfe.

Zunächst wird eine nähere Betrachtung von universell vorzufindenden Charakteristika in Einsatzszenarien geben. Eine Abgrenzung von Vor- und Nachteilen einzelner Methoden zur Trinkwasseraufbereitung sowie die Darstellung elementarer Anforderungen an die Systeme lassen in ihrer Zusammenführung folglich auf adäquate Systeme zur Trinkwasseraufbereitung schließen.

Alle in der Humanitären Hilfe relevanten Standardwerke sowie Publikationen der auf dem Wassersektor führenden Organisationen und Institutionen werden aufgeführt. Zusätzlich werden dieser Fragestellung betreffende Publikationen hinzugezogen.

In der abschließenden Betrachtung wird der Einsatz langjährig bewährter Systeme gestützt. Gleichzeitig werden neue Entwicklungen, sowohl auf dem Haushaltslevel als auch für die Versorgung größerer Personengruppen, hervorgehoben und in ihrem Ansatz und ihrer zukünftigen Relevanz positiv bewertet.

Zielführend können Camps und größere Ansammlungen von Betroffenen vor allem durch den Einsatz eines „Sedimentations- Ausflockungs- und Desinfektions- Systems“ versorgt werden. Der Einsatz von Membranfilteranlagen wird insbesondere für Institutionen als sinnvoll erachtet. Darüber hinaus stellen Anlagensysteme mit autarker Energieversorgung ein hohes Potential dar.

Auf dem Level von Dorfgemeinschaften wird eine Kombination aus Kleinstlösungen – besonders die Verteilung von Chlortabletten – in Kombination mit Anlagensystemen auf Filterbasis als sinnvoll erachtet. Auch an dieser Stelle wird ein zukünftiger Wechsel von langjährig eingesetzten Filtersystemen auf autarke Anlagentypen als zielführend erachtet.

Auf dem Haushalts- und Individuallevel wird die bewährte Aufbereitungsform durch chlorhaltige Tabletten, Pulver oder Flüssigkeiten als suffizient und adäquat in der Katastrophenhilfe erachtet.

Danksagung

Ich bedanke mich bei dem Referatsleiter Herrn Klaus Buchmüller und allen Mitarbeitern des THW Auslandsreferates E2, die mich während meines Bachelorpraktikums unterstützt haben und meinen Kenntnisstand elementar erweitern konnten. Insbesondere gilt mein Dank Frau Susanne Wacht für die inhaltliche und persönliche Begleitung meiner Tätigkeit. Zudem möchte ich einen herzlichen Dank an Frau Anne Zimmermann für die intensive Einbindung und Unterstützung während meines Bachelorpraktikums aussprechen.

Ohne die Mitarbeiter des Referates E2 Ausland wäre die Erstellung dieser Thesis und meine persönliche Entwicklung in dieser Form nicht möglich gewesen.

Darüber hinaus gilt mein Dank Herrn Professor Frank Hörmann für die eloquente und exzellente Betreuung, welche sich nahtlos an die Vorbereitung und Durchführung der Vorlesungen anschließt.

Neben der fachlichen Beratung möchte ich mich bei meinen Freunden in Hamburg, Bonn, Münster und Altenberge vor allem für den persönlichen Zuspruch und die in jeder Zeit aufrichtige Unterstützung bedanken. An dieser Stelle möchte ich meinen Zwillingbruder Sebastian hervorheben und ihm meinen tiefempfundenen Dank aussprechen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Einleitung.....	1
2 Methode.....	3
3 Zielsetzung und Aufbau der Thesis	4
Hypothese 1:	5
Hypothese 2:	5
Hypothese 3:	5
4 Definition Humanitäre Hilfe und Katastrophenhilfe	6
4.1 Katastrophe	6
4.2 Katastrophenhilfe	6
4.3 Humanitäre Hilfe.....	7
4.4 Phased Approach.....	8
5 Trinkwasseraufbereitung – Grundlagen	9
5.1 Sedimentation und Lagerung	9
5.2 Ausfällung und Ausflockung	9
5.3 Filtration.....	10
5.3.1 Sandfilter	10
5.3.2 Membranfiltration.....	10
5.3.3 Keramik- und Faserfiltration.....	11
5.4 Desinfektion	11
5.4.1 Chemische Desinfektion durch Chlor	11
5.4.2 UV- Desinfektion	12
5.4.3 Desinfektion durch Sonnenstrahlen	12
5.4.4 Abkochen (physikalische Desinfektion)	12
6 Bevölkerungsverteilung durch Katastrophen	13
7 Nutzung von Rohwasserquellen.....	18
8 Zugang, Qualität und Quantität von Trinkwasser	22
8.1 Kontamination des Rohwassers	22
8.2 Standards zur Wasserversorgung in der Katastrophenhilfe.....	23
8.2.1 Mindestwasserbedarf.....	23
8.2.2 Bedarf von Institutionen	24
8.2.3 Qualität des aufbereiteten Wassers	27
8.3 Verhältnis von Quantität, Qualität und Trinkwasserzugang	28

9	Anforderungen in der Katastrophenhilfe	32
9.1	Kritische Betrachtung der Anforderungen	35
10	Ökonomische Betrachtung.....	37
11	Vor- und Nachteile der Aufbereitungsmethoden.....	39
12	Vergleich und Gewichtung von Systemen.....	44
12.1	Auswertung der gewichteten Tabelle	47
13	Betrachtung aller Aspekte und Fazit	48
13.1	Größere Ansammlung von Personen	49
13.2	Dorfgemeinschaft und kleine Camps.....	51
13.3	Individual und Haushaltslevel	53
14	Fazit.....	55
15	Literaturverzeichnis.....	VII
16	Eidesstattliche Erklärung.....	X

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: sechs Arten vorübergehender Siedlungsoptionen nach Katastrophenszenarien; übernommen aus: Corsellis, T., Virale, A: 2005, S.68</i>	15
<i>Abbildung 2: Beispielrechnung Wasserbedarf eines Flüchtlingslagers: übernommen aus: Who, 2011, technical notes 9, S.4</i>	26

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Mindestwasserbedarf pro Person pro Tag; inhaltlich übernommen aus: The Sphere Project, 2011, S. 98</i>	24
<i>Tabelle 2: Wasserbedarf von Institutionen; inhaltlich übernommen aus: The Sphere Project, 2011, S. 129</i>	25
<i>Tabelle 3: Gewichtete Anforderungskriterien an Trinkwasseraufbereitung in der Katastrophenhilfe</i>	34
<i>Tabelle 4: Vor- und Nachteile von Methoden zur Verbesserung der Wasserqualität</i>	42
<i>Tabelle 5: Gewichteter Vergleich verschiedener Systeme nach Anforderungen</i>	46

Abkürzungsverzeichnis

DAC	Development Assistance Committee
EC	European Commission
ECHO	General Directorate for Humanitarian Aid and Civil Protection
EU	Europäische Union/ European Union
ICRC	International Committee of the Red Cross
IFRC	International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies
IRC	International Rescue Committee
LKW	Lastkraftwagen
NGO	Non- Governmental Organization
NTU	Nephelometric Turbidity Units
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
PoUWT	Point of Use Water Treatment
SEEWa	Schnelleinsatzeinheit Wasser Ausland
THW	Bundesanstalt Technisches Hilfswerk
TWAA	Trinkwasseraufbereitungsanlagen
UN OCHA	United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs
UNHCR	United Nations High Commissioner for Refugees
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund
USAID	United States Agency for International Development
UV	Ultra Violet
WASH	Water, Sanitation and Hygiene
WEDC	Water, Engineering and Development Centre
WHO	World Health Organization

1 Einleitung

Die Humanitäre Hilfe und die Katastrophenhilfe im Besonderen beinhalten eine Vielzahl zeitkritischer Aspekte, die die Verantwortungsträger zu schnellen Entscheidungen und Einschätzungen zwingen, welche sich unwiderruflich auf den Einsatz auswirken und in dessen Verlauf Auswirkungen bis hin zum äußersten aller Umstände – den Tod - haben. Die Bereitstellung von Trinkwasser spielt in diesem Kontext einen - wenn nicht den - zeitkritischsten Aspekt. Entscheidungsträger müssen logistische und strategische Einsatzentscheidungen im Voraus eines Einsatzes mit dem Ziel der größtmöglichen Zeiteffektivität festgelegt und kommuniziert haben.

Treffend wird der Kenntnisstand über Einflussfaktoren auf die vorgehaltenen Wasseraufbereitungsanlagen im Einsatzgebiet unmittelbar vor dem Einsatz von A. Steele und B. A. Clarke als gering eingeschätzt¹.

J. Davis und R. Lambert beschreiben diese Situation als „Entscheidungsfindung vor dem Hintergrund der Ungewissheit“².

Die aus dieser Ausgangslage resultierende Konsequenz ist eine im Voraus definierte Entscheidungsgrundlage für die Mobilisierung eines oder mehrerer bestimmter Systeme zur Trinkwasseraufbereitung in der Katastrophenhilfe.

Obwohl Wassermanagement und Trinkwasseraufbereitung im Bereich industrialisierter Länder hinreichend in der Literatur beschrieben sind, können „diese Erkenntnisse kaum in einem Katastrophenhilfeinsatz angewendet werden“³. Entscheidungshilfen bei der adäquaten Auswahl von Trinkwasseraufbereitungsanlagen (TWAA) für alle Anwendungsmöglichkeiten in Katastrophenhilfeeinsätzen sind jedoch kaum verfügbar. Dieser Mangel wird in Clarke und Steele als besonders kritisch betrachtet⁴. Wissensträger sind Organisationen oder Individuen. Der Auswahlprozess findet „intuitiv und auf Grundlage

¹ Clarke, B.A., Steele, A.: Water treatment systems for relief agencies: The on-going search for the ‘Silver Bullet’. In: Desalination 251, 2010, S.64

² Davis, J., Lambert, R. Engineering in Emergencies: A Practical Guide for Relief Workers, 2nd ed., ITDG Publishing, London, UK, 2002, S. 45.

³ Luff, R. Paying too much for Purity? Development of more appropriate emergency water treatment methods. In: Proceedings of the 30th WEDC International Conference, Laos, PDR, 2004

⁴ Clarke, B.A., Steele, A.: Problems of treatment process selection for relief agency water supplies in an emergency, In: Journal of Water and Health vom 06.04.2008, Q IWA Publishing, S. 5

von Einzelerfahrungen“⁵ statt. Diese Tatsache ist vor dem Hintergrund „steigender Einsatzzahlen und wachsender Komplexität von Einsatzgeschehen“⁶ besorgniserregend.

Zusätzlich erschweren die Vielzahl an Organisationen, verschiedenste Einsatzbedingungen und Mangel an Personal und Ressourcen eine Datensammlung von Systemen zur Trinkwasseraufbereitung während des Einsatzes vor Ort signifikant⁷. Zahlen und Daten von Herstellern liegen zwar vor, sind jedoch für eine wissenschaftliche Auswertung und als Entscheidungsgrundlage nicht tragbar.

Hinzu kommt eine große Anzahl neuer Lösungen zur Trinkwasseraufbereitung, welche seit dem Erdbeben im Indischen Ozean und dem folgenden Tsunami im Jahre 2004 teils offensiv in den Markt der Humanitären Hilfe und Katastrophenhilfe drängen. Organisationen müssen nun eine Auswahl der für ihr Einsatzspektrum adäquaten Aufbereitungsanlagen treffen. Diese Auswahl reicht von „Point of Use Water Treatment“ (PoUWT) - Lösungen auf der Ebene von Haushalten und Individuen, bis hin zu komplexen Wasseraufbereitungssystemen wie Umkehrosmoseanlagen für Camps oder Dörfer.

Die Aktualität dieser Fragestellung wird ebenfalls in dem Ansatz der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW) verdeutlicht, eine internationale Hausmesse für Trinkwasseraufbereitungssysteme in der Katastrophenhilfe⁸ durchzuführen. Diese habe ich im Zuge der Recherche und Vorbereitung dieser Thesis begleitet. Die positive Rückmeldung von Fachbesuchern anderer Organisationen sowie die Ermutigung von Ausstellern und Organisationen, die Hausmesse zu wiederholen, heben hervor, dass es ein enormes Informationsdefizit zur Prüfungen der Einsatztauglichkeit neuer Verfahren gibt.

Nach der generellen Einführung in das Thema wird im Folgenden auf die Methodik der Arbeit eingegangen.

⁵Clarke, B.A., Steele, A.: 2008, S.5

⁶ European Commission (EC): COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT on HUMANITARIAN WASH POLICY; Meeting the challenge of rapidly increasing humanitarian needs in Water, Sanitation, and Hygiene (WASH), Brussels, 18.9.2012, SWD(2012) 277 final, S. 26

⁷ Vgl. Clarke, B.A., Steele, A, 2010, S. 64

⁸ Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW), Hausmesse für Trinkwasseraufbereitungsanlagen in der Humanitären Hilfe, vom 1. Oktober bis 3. Oktober 2012 in der THW Bundesschule Hoya

2 Methode

Zur Anfertigung dieser Thesis wurden, gerade vor dem Hintergrund des Individuums als Träger der Informationen bei Auswahlprozessen für Trinkwasseraufbereitungsanlagen in Katastrophenhilfeinsätzen, viele persönliche Gespräche mit Teammitgliedern von Einsatzorganisationen geführt. Hierfür diente die Hausmesse und ein Bachelorpraktikum im Referat E2 Ausland der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk in Bonn, in welchem ich bei der Erstellung der Prüfkriterien für die Evaluierung der vorgestellten Systeme zur Trinkwasseraufbereitung beteiligt war und in dessen Verlauf ich Hintergrundgespräche mit der zuständigen Projektleiterin und Leiterin der SEEWA⁹- Einheit des THW führen konnte.

Im Verlauf der Hausmesse wurden Fachgespräche mit den zuständigen Technikern der Aussteller geführt und somit technische Details und Ansprüche der neusten Generation von TWAAs ermittelt und diskutiert.

Die Auswertung eines Fragebogens, der im Nachhinein an Teilnehmerorganisationen versandt wurde, konnte aufgrund mangelnder Rückmeldung nicht durchgeführt werden. In diesem Kontext ist anzumerken, dass aufgrund von Kapazitätsgründen und der Konzentrierung der Informationen auf wenige Personen in den Einsatzorganisationen, diese Methodik der Recherche und Analyse als nicht erfolgsversprechend erscheint. Die Entwicklung und Einführung zielführender und suffizienter Recherche- und Analysemethoden sollte durch Universitäten und Organisationen fokussiert werden.

Eine Literaturrecherche und die Sichtung der Evaluation der Ergebnisse der Hausmesse des THW erlauben eine Einschätzung der derzeitigen Lage und bilden eine stabile Grundlage für die Erstellung von Anforderungsprofilen moderner Trinkwasseraufbereitungsanlagen, welche in der Katastrophenhilfe zum Einsatz kommen sollen. Die in der Literatur aufgezeigten Problemstellungen werden als Diskussionsgrundlage herangezogen.

⁹ Schnelle Einsatz Einheit Wasser Ausland

3 Zielsetzung und Aufbau der Thesis

Zielsetzung dieser Thesis ist eine systematische Analyse des Bedarfes an Systemen zur Trinkwasseraufbereitung in der Katastrophenhilfe (s. 5.1) und eine sich daraus ergebene Empfehlung zur Vorhaltung selbiger.

Für ein besseres Verständnis werden in einem ersten Schritt wichtige Definitionen zur Eingliederung dieser Arbeit in die Humanitäre Hilfe gegeben.

Nachfolgend werden grundsätzliche Methoden zur Trinkwasseraufbereitung und – Desinfektion eingeführt.

Darauf aufbauend wird festgestellt, wie sich verschiedene Katastrophen in ihrer Bevölkerungsverteilung unterscheiden und in welcher Weise sich dieses auf den Bedarf der betroffenen Bevölkerung und somit auf die Vorhaltung an Systemen zur Trinkwasseraufbereitung durch Organisationen auswirken

In einem dritten Schritt kann nun analysiert werden, welche Möglichkeiten der Rohwassergewinnung zur Verfügung stehen und wie sich diese Begebenheiten in der Akuten Phase(s. 5.4) auf die Trinkwasseraufbereitung auswirken.

Daraufhin wird näher auf die Anforderungen an die Quantität und die Qualität des herzustellenden Wassers eingegangen. An dieser Stelle wird im Besonderen auf das Verhältnis von Qualität und Quantität des herzustellenden Wassers eingegangen.

Parallel zu diesen Erkenntnissen können weitere, noch nicht thematisierte, Anforderungen an die Systeme zur Trinkwasseraufbereitung in einem Katastrophenhilfeinsatz gesammelt, bewertet und analysiert werden.

Die Thematik dieser Thesis wirft demnach folgende Fragen auf:

1. Müssen verschiedene Bevölkerungsverteilungen in unterschiedlichen Katastrophenszenarien unterschieden werden? Spielt diese für den Bedarf an Systemen zur Trinkwasseraufbereitung in der Katastrophenhilfe eine Rolle?
2. Ist eine Unterscheidung verschiedener Rohwasserquellen in der Katastrophenhilfe zielführend? Ist eine sinnvolle Unterscheidung möglich?
3. Spielt das Verhältnis von Trinkwasserqualität und Trinkwasserquantität eine entscheidende Rolle in der Akuten Phase einer Katastrophe? Können sich Rückwirkungen auf die Wahl der einzusetzenden Systeme ergeben?

Mit Hilfe dieser Fragestellungen können die nachfolgenden Hypothesen überprüft werden. Diese bilden die thematische Einordnung und sind vorbereitend für eine Diskussion. Vor allem dienen sie jedoch als Grundlage einer Bedarfsanalyse und folgend als Bewertungsgrundlage.

Hypothese 1:

In der Akuten Phase der Humanitären Hilfe können drei Unterschiedliche Arten der Bevölkerungsverteilung zielführend unterschieden werden: Ansammlung von großen Bevölkerungsteilen, dörfische Ansammlung sowie Haushalt- oder Individuallevel.

Hypothese 2:

Lediglich eine Unterteilung der Rohwasserquellen in Oberflächenwasser und Grundwasser ist in der Akuten Phase der Humanitären Hilfe sinnvoll.

Hypothese 3:

Mit der Gewährleistung einer nicht krankmachenden Wasserqualität ist im Verhältnis von Qualität und Quantität in der Akuten Phase der Humanitären Hilfe die Quantität vorzuziehen.

Auf Grundlage des erarbeiteten Materials können nun die einzelnen Systeme mit den Bedarfen und Anforderungen abgeglichen werden. Hierbei soll es nicht um konkrete Modelle von bestimmten Herstellern gehen, sondern um Gruppen von Systemen mit gleichen oder ähnlichen Eigenschaften. Eine Betrachtung der notwendigen Anforderungen an Systeme, die Ausarbeitung von Vor- und Nachteilen einzelner Methoden und die Berücksichtigung des Einsatzkontextes identifizieren im Rückschluss adäquate und suffiziente Lösungen zur Trinkwasseraufbereitung in der Katastrophenhilfe.

Aufgrund anhaltender, großer technischer Entwicklungssprünge in den letzten Jahren soll darüber hinaus ein Ausblick auf vielversprechende Entwicklungen gegeben werden und zusätzlich diskutiert werden.

Zusätzlich werden konventionelle Methoden wie die Rehabilitierung von Brunnen oder lastwagengestützter Wassertransport aufgegriffen. Hierdurch können die Systeme zur Trinkwasseraufbereitung in einen weiteren Kontext der Trinkwasserversorgung in der Katastrophenhilfe gestellt werden.

4 Definition Humanitäre Hilfe und Katastrophenhilfe

Der Rahmen dieser Thesis erfordert eine zeitliche und inhaltliche Einordnung in den Kontext der Katastrophenhilfe. Diese Festlegung spielt eine maßgebliche Rolle in der Ergebnisfindung. Dabei spielt der zeitliche Maßstab eine in jeder Hinsicht begrenzende, jedoch untergeordnete Rolle. Vielmehr wird der Rahmen von Kriterien und Versorgungsmaßstäben charakterisiert.

Die Einführung der Begriffe erfolgt hierbei auf Grundlage der Definitionen des Amtes für Humanitäre Angelegenheiten der Europäischen Kommission (ECHO¹⁰), sowie des Amtes für die Koordinierung humanitärer Angelegenheiten der Vereinten Nationen (UN OCHA¹¹). Zusammenfassend wurden diese durch das Development Assistance Committee (DAC) der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) herausgegeben¹². Die folgenden Definitionen wurden aus diesen übernommen¹³.

4.1 Katastrophe

Eine Katastrophe ist eine „plötzlich eingetretene Unterbrechung der Funktionsfähigkeit einer Gemeinschaft, verursacht durch Verluste an Menschenleben und/oder Vermögenswerten und/oder Infrastruktur einschließlich essenzieller Dienstleistungen, welche die betroffene Gemeinschaft trotz koordinierter Ausnutzung aller lokal und regional verfügbarer Ressourcen aus eigener Kraft nicht mehr bewältigen kann“.

In zeitlicher Hinsicht bezeichnet der Begriff „Katastrophe“ eine „intensive Zeitspanne, die von einem gewissen Grad an Chaos und Dringlichkeit lebenserhaltender Maßnahmen gekennzeichnet ist“.

4.2 Katastrophenhilfe

Die Phase der Katastrophenhilfe (im englischen Sprachgebrauch oft als „Disaster Relief“-Phase bezeichnet) ist die „Periode unmittelbar während oder kurz nach dem Eintreten einer akuten Katastrophe, in welcher es außergewöhnlicher Maßnahmen bedarf, um die Überlebenden einer Katastrophe zu identifizieren und zu lokalisieren sowie ihre Grund-

¹⁰ General Directorate for Humanitarian Aid and Civil Protection

¹¹ United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs

¹² OECD-DAC Working Party on Statistics

¹³ Vgl.: OECD-DAC Working Party on Statistics: „Improving Statistical Reporting on Humanitarian Aid“. DCD/ DAC/ STAT (2005)6, Mai 2005

versorgung mit Wasser, Nahrung, Obdach und medizinischer Versorgung sicherzustellen.

Katastrophenhilfe wird in der Regel nur in den ersten Stunden, Tagen und bisweilen auch Wochen einer Krisensituation geleistet. Der Begriff umfasst typischerweise Aktivitäten wie Suche und Rettung („search & rescue“), medizinische Notfallhilfe, Brandbekämpfung, die Bereitstellung temporärer Unterkünfte sowie die Bereitstellung von Notrationen an Trinkwasser und Lebensmitteln. Je nach Art der Katastrophe umfasst die Katastrophenhilfe häufig auch technische Hilfe (z. B. Löschflugzeuge bei Bränden, Pumpanlagen bei Überschwemmungen, Einrichtungen zur Dekontaminierung, Gerätschaften zur Überbrückung der beschädigten Telekommunikation etc.) sowie die Entsendung internationaler Expertenteams (z. B. Gerichtsmediziner, Psychologen etc.)“.

4.3 Humanitäre Hilfe

„Das Ziel der humanitären Hilfe ist es, während und nach dem Eintreten einer humanitären Krisensituation Leben zu schützen, Leiden zu mindern und die Menschenwürde der betroffenen Menschen zu bewahren. Humanitäre Hilfe wird von den Prinzipien der Humanität, Unparteilichkeit, Neutralität und Unabhängigkeit geleitet. Sie bemüht sich während der ersten sechs Monate nach dem Eintreten einer Krisensituation meist um die Grundversorgung der betroffenen Zivilbevölkerung mit Trinkwasser und Nahrungsmitteln, die Bereitstellung von Unterkünften und Einrichtungen der Gesundheitspflege, das Leisten medizinischer Hilfe, sowie den Schutz und die Betreuung von Flüchtlingen und Obdachlosen. Humanitäre Hilfe befasst sich neben diesen Kernbereichen auch mit dem Erbringen anderer Leistungen, die der betroffenen Bevölkerung die Rückkehr zu einer normalen Lebensgrundlage erleichtern. Im Sinne eines mehrstufigen Kontinuums zwischen kurzfristiger Katastrophenhilfe und längerfristiger Entwicklungszusammenarbeit umfassen Projekte der Humanitären Hilfe daher auch Aktivitäten der Rehabilitation, des Wiederaufbaus und der Katastrophenprävention.“

4.4 Phased Approach

Grundlegender Gedanke dieser Arbeit ist ein Ansatz der Europäischen Kommission, nach welchem alle Krisen und somit folgernd Katastropheneinsätze im WASH¹⁴- Sektor nach einsatztypischen Phasen eingeteilt und beschrieben werden können.¹⁵ Hierbei handelt es sich um eine „acute phase“, eine „post- acute phase“, eine „protraced crisis“ und eine „chronic crisis“.

Die Phase der „acute phase“ (dt. Akute Phase) ist äquivalent zu dem Zeitansatz der Katastrophenhilfe (s.5.2).

Diese Arbeit befasst sich mit den Bedarfen und Einsatzentscheidungen zur Einsatzvorbereitung einer Hilfsorganisation für einen Einsatz in der Akuten Phase.

Diese Festlegung ist insbesondere aufgrund der stark voneinander abweichenden Anforderungen an Systeme zur Trinkwasseraufbereitung hervorzuheben.

Anforderungen wie Trinkwasserqualität, Finanzmitteleinsatz, Verfügbarkeit von Verbrauchsmaterial oder Nachhaltigkeit des Systems bedingen sich gegenseitig und schließen sich teilweise aus.

Kritisch ist vor allem der Mangel an Informationen in der Akuten Phase angesehen¹⁶. Alle Ergebnisse sind ausschließlich vor dem Hintergrund der Akuten Phase zu bewerten. Verweise auf spätere Phasen und Nutzungsmöglichkeiten werden zusätzlich angeführt und fließen in die kritische Auseinandersetzung ein.

Nach dieser Begriffserklärung werden im nächsten Kapitel grundlegende Methoden zur Trinkwasseraufbereitung eingeführt.

¹⁴ Water, Sanitation and Hygiene

¹⁵ European Commission, 2012, S. 9

¹⁶ Vgl. European Commission, 2012, S. 16 und Steele, A., Clarke, B., 2010, S.64

5 Trinkwasseraufbereitung – Grundlagen

Um Rohwasser im Einsatzfall aufzubereiten, wurden in der Vergangenheit viele verschiedene physikalische, biologische und chemische Methoden entwickelt und beschrieben. Im Folgenden wird ein Auszug der für diese Arbeit wichtigen Verfahren vorgestellt.

Der Fokus liegt hierbei auf der Einführung verschiedener Methoden, welche im späteren Verlauf der Arbeit wieder aufgenommen werden. Es soll ein Grundverständnis über die Diversität und Bandbreite verschiedenster Aufbereitungstechniken aufgeführt werden und schon hier hervorgehoben werden, dass die zur Anwendung kommenden Methoden von einfachsten Lösungen wie die Sedimentation bis hin zu technologisch anspruchsvollen Verfahren wie einer Desinfektion durch UV-Bestrahlung reichen.

Vertiefende Literatur findet sich in Publikationen der Weltgesundheitsorganisation (WHO)¹⁷ und des Kinderhilfswerks der Vereinten Nationen (UNICEF)¹⁸.

5.1 Sedimentation und Lagerung

„Sedimentation als Wasseraufbereitungsmethode bezeichnet das Absetzen physikalischer Fremdstoffe im Wasser und die damit einhergehende Wasserqualitätsverbesserung. Sie hat zudem eine Reduzierung pathogener Keime in einem Umfang von bis zu fünfzig Prozent aufgrund der Lagerung in stehendem Wasser zur Folge“¹⁹. Sedimentation stellt die simpelste aller Methoden zur Wasseraufbereitung dar.

5.2 Ausfällung und Ausflockung

Ausfällung und Ausflockung beschreiben die „Abscheidung fester Stoffe aus Wasser mit Hilfe von chemischen Zusätzen“²⁰. Hierbei werden Fällungs- und Flockungsmittel in das Medium gegeben, welche zu einer Agglomeration der Feststoffe führen und flockenför-

¹⁷ Vgl.: WHO/ WEDC: Technical notes on drinking- water, sanitation and hygiene in emergencies; Emergency treatment of drinking-water at the point of use, Geneva: 2011, WHO

¹⁸ Vgl.: UNICEF (United Nations Children's Fund) (2008): UNICEF Handbook on Water Quality. New York: 2008, UNICEF

¹⁹ WHO/ WEDC; 2011, note 5.1 und Oxfam: Guidelines for Water Treatment in Emergencies. London: 2001, S. 12

²⁰ QXFAM, 2001, S. 13

mit einem unlöslichen Niederschlag bilden, in welchem die Fremdstoffe festgesetzt werden²¹.

Aluminiumsulfat sowie Eisenchloride (II oder III) und Eisensulfate (II und III) sind die am häufigsten verwendeten chemischen Stoffe für dieses Verfahren²²

5.3 Filtration

Filtration ist die „physikalische Entfernung von Partikeln aus einer Suspension durch ein Filtermaterial. Filtration verhindert somit ein Durchdringen von Verunreinigungen durch ein Medium bei gleichzeitigem Durchlassen von Wasser“²³

Im Folgenden werden verschiedene Methoden zur Filtration, welche in Katastropheneinsätzen zur Anwendung kommen, beschrieben.

5.3.1 Sandfilter

Bei der Sandfiltration wird das „Rohwasser durch Lagen unterschiedlich feinen Sandes geleitet und durch Filtration aufbereitet“²⁴.

Sandfilter werden in verschiedenen Ausführungen, zum Beispiel als „Slow Sand Filter“²⁵ oder „Roughing Filter“²⁶ angewendet. Je nach Aufbau und Zugabe weiterer Filtermedien wie Aktivkohle werden pathogene Keime durch eine Kombination von physikalischen, chemischen und biologischen Prozessen entfernt²⁷.

5.3.2 Membranfiltration

Membranfiltration ist der „Prozess der physikalischen, selektiven Trennung von Partikeln aus Flüssigkeiten mit Hilfe synthetischer Membranen.“²⁸ Wassermoleküle gelangen aufgrund ihrer geringeren Größe durch die Membran, während Fremdstoffe und größere Moleküle aufgehalten werden

²¹ Vgl.: Dorea C. C.: Coagulant-based emergency water treatment, In: Desalination 251, 2010, S. 84

²²Vgl.: Oxfam, 2001, S. 13

²³ WHO/ WEDC, 2011, note 5.2

²⁴ Vgl.: OXFAM, 2001, S. 21 und UNICEF, 2008, S.102f.

²⁵ WHO (World Health Organisation): Guidelines for Drinking- water Quality, fourth edition. Geneva, 2006, World Health Organisation, S.37f.

²⁶ OXFAM, 2001, S. 14

²⁷ UNICEF, 2008, S. 103

²⁸ UNICEF, 2008, S. 104f.

Die Membranfiltration arbeitet unter Verwendung von Druck. Beispiele für verschiedene Arten der Membranfiltration sind Umkehrosmose, Nanofiltration, Ultrafiltration und Mikrofiltration (geordnet nach steigender Porengröße)²⁹

5.3.3 Keramik- und Faserfiltration

Diese Filtrationsmethode erfolgt unter „Einsatz eines porösen oder faserigen Mediums oder Filters und Druck“³⁰. Der Filtergrad wird durch die Porengröße des verwendeten Mediums definiert. Ein gängiges Beispiel dieser Filtermethode ist ein „Keramik Filter“,³¹.

5.4 Desinfektion

Desinfektion ist die „Inaktivierung von pathogenen Keimen“³². Die Inaktivierung kann sowohl chemisch als auch physikalisch erfolgen. Im Verlauf werden die Methoden vorgestellt, die hier als suffizient in der Katastrophenhilfe erachtet werden.

Weiterführende Informationen zur Wirkweise und Anwendungsbereichen werden detailliert durch die WHO^{33,34} und UNICEF³⁵ veröffentlicht und fortlaufend überarbeitet.

5.4.1 Chemische Desinfektion durch Chlor

Eine Desinfektion mittels Chlor kann durch den Einsatz von verflüssigtem Chlorgas, Natriumhypochlorit- oder Calciumhypochlorit- Lösungen erfolgen. Unabhängig der Chlorungsform wird Chlor in Wasser gelöst und reagiert zu hypochloriger Säure (HOCL) und Hypochlorit-Ionen (OCL⁻). Auf diese Weise werden pathogene Keime abgetötet. Chlorierung wird vorwiegend zur mikrobiologischen Desinfektion verwendet, kann jedoch auch als Oxidationsmittel dienen.³⁶

²⁹ Vgl.: Nguyen, T. T.: Development of a Water Treatment System for Emergency Situations, Hanoi: 2010, Asian Institute of Technology, S. 18f. und UNICEF, 2008, S.104f.

³⁰ WHO (World Health Organisation): Water Treatment and Pathogen Control, Process Efficiency in Achieving Safe Drinking Water. London: 2004, IWA Publishing, S. 39f. und Nguyen, T. T.:2010:16ff.

³¹ Vgl.: WHO/ WEDC, 2011, S. 2

³² WHO, 2004, S. 42

³³ WHO (World Health Organization): Guidelines for drinking-water quality: incorporating first addendum. Vol. 1, Recommendations. – 3rd ed., WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2006, S. 171 ff.

³⁴ WHO, 2004, S. 45ff.

³⁵ UNICEF: 2008, S. 105ff. und S. 120ff.

³⁶ Vgl.: WHO: 2006, S. 171f.

5.4.2 UV- Desinfektion

UV- Licht hat eine Wellenlänge von 40 -400 Nanometer. Mikroorganismen werden durch Ultraviolettes Licht der Wellenlängen 200 – 310 Nanometern abgetötet. Das Thymin-Nukleotid der DNS und der RNA verhält sich reaktiv zu UV- Licht und verändert sein Bindungsverhalten. Auf diese Weise wird eine Replication verhindert und der Organismus steril³⁷.

5.4.3 Desinfektion durch Sonnenstrahlen

Die Desinfektion durch Sonnenstrahlen erfolgt ebenfalls durch die Inaktivierung von Mikroorganismen durch Ultraviolettes Licht (s. 6.4.2). Zusätzlich wird eine physikalische Desinfektion durch einen Temperaturanstieg des Wassers (ab 50°C) in dem Behältnis durchgeführt³⁸.

5.4.4 Abkochen (physikalische Desinfektion)

Die physikalische Desinfektion durch Abkochen erfolgt in Folge der Zerstörung der Zellstruktur von Mikroorganismen und der einhergehenden Inaktivierung dieser Mikroorganismen.³⁹

37 WHO: 2006, S. 58f.

38 IFRC: Household water treatment and safe storage in emergencies; A field manual for Red Cross/Red Crescent personnel and volunteers, Geneva, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, 2008, Seite. 10

39 IFRC: 2008, S.8

6 Bevölkerungsverteilung durch Katastrophen

Die Versorgung des Menschen mit Wasser ist essentiell. Die Zerstörung von Versorgungssystemen sowie eine zwangsweise Entfernung von diesen erfordert eine schnellstmögliche Intervention auf diesem Sektor.

Trinkbares Wasser muss täglich zur Deckung der Grundbedürfnisse in Form von Trinkwasser, Wasser zur Zubereitung von Speisen und Wasser zur persönlichen Hygiene bereitgestellt werden. Ist der Bedarf eines dieser Grundbedürfnisse nicht sichergestellt, so steigt nicht nur das Risiko einer Erkrankung des Individuums, sondern das der Gesamtpopulation (s. Kap. 9).

Für eine Einsatzorganisation ist es von großer Bedeutung im Voraus einer Katastrophe mögliche Einsatzszenarien abschätzen zu können. Informationen über mögliche Bevölkerungsverteilungen und den daraus resultierenden Bedarfen sind entscheidende Faktoren für die Wahl eines adäquaten Systems zur Trinkwasseraufbereitung.

Erst die Vergleichbarkeit und Einteilung von Katastrophenereignissen ermöglicht eine Auswahl bestimmter Systeme, mit denen die gesamte Bandbreite der Szenarien abgedeckt werden kann.

Lantagne und Clasen von der London School of Hygiene and Tropical Medicine konnten in einer Literaturbewertung für USAID drei verschiedene Arten von Katastrophen identifizieren und die in diesen Arten resultierenden Gesundheitsrisiken hervorheben⁴⁰. Es wird unterschieden in:

- Naturkatastrophen (katastrophale Ereignisse mit atmosphärischem, geologischen und hydrologischem Ursprung)
- Komplexe Katastrophen (ausartende Gewalt und hoher Verlust an Menschenleben; massive Dislokation von Personen und Personengruppen; ein ausartender wirtschaftlicher und sozialer Schaden; hoher Bedarf an Humanitärer Hilfe und die gleichzeitige Hinderung oder Behinderung dieser durch politische und Umstände)
- Epidemien (Krankheitsausbruch über die erwarteten geografischen und sozialen Gebiete hinweg über einen Zeitraum von Wochen bis Monaten)

⁴⁰ Lantagne, D., Clasen, T.: Point of Use Water Treatment in Emergency Response. London School of Hygiene and Tropical Medicine. London, UK, 2009, S. 15ff.

Anhand der Einteilung der Katastrophen kann jedoch die Gesundheitslage der betroffenen Personen und somit deren Ansprüche an eine Wasserversorgung nicht hinreichend beschrieben werden.

In einem weiteren Schritt betrachten Latagne und Clasen die geografischen Bewegungen und die einhergehende Bevölkerungsverteilung der betroffenen Bevölkerung⁴¹. Sie unterscheiden dabei in:

- davonziehende Personen (entweder in den Grenzen des eigenen Landes oder darüber hinweg)
- eingeschlossene Personen (entweder unfreiwillig oder freiwillig zurück geblieben)

Eine differenziertere Unterteilung nehmen sowohl The Sphere Project⁴² als auch Corsellis und Virale⁴³ vor.

Wie in Abbildung 1 dargestellt, werden Bevölkerungsverteilungen nach Katastrophen nicht nur in den Kategorien „vor Ort geblieben“ und „abgewandert“ eingeteilt. Vielmehr wird die Aufteilung der Bevölkerung nach einer Katastrophe in sechs Zuständen identifiziert, welche jeweils einen unterschiedlichen Bedarf aufweisen:

- Verstreut bei Gastfamilien
- Verstreute, ländliche, eigenständige Niederlassung
- Verstreute städtische Niederlassung
- Gruppierte Niederlassung in gemeinschaftlichen Unterkünften
- Gruppierte Niederlassung in eigenständigen Camps
- Gruppierte Niederlassung in geplanten Camps

⁴¹ Lantagne, D., Clasen, T, 2009, S. 18f.

⁴² The Sphere Project: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response, 2011 Edition, The Sphere Project, S. 245f.

⁴³ Corsellis, T., Virale, A.: transitional settlement - displaced populations, OXFAM, 2005, Cambridge, GB, S. 68ff.

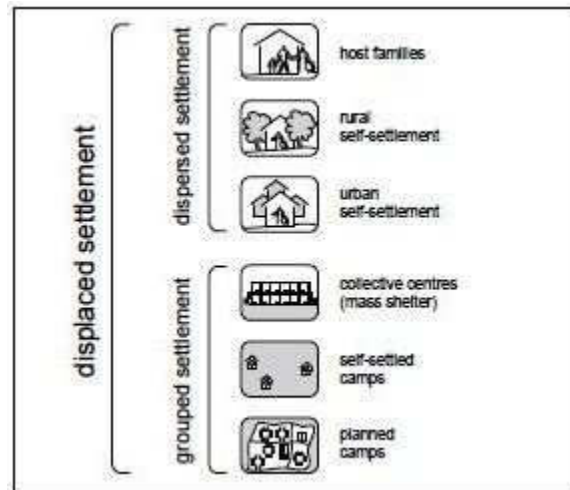


Abbildung 1: sechs Arten vorübergehender Siedlungsoptionen nach Katastrophenszenarien; übernommen aus: Corsellis, T., Virale, A: 2005, S.68

Diese Perspektive ermöglicht eine genauere Einteilung der betroffenen Bevölkerung. Grundlage dieser Beobachtung zur Bevölkerungsverteilung nach Katastrophen ist jedoch eine Analyse und Betrachtung der Gesamtlage zu einem fortgeschrittenen Zeitpunkt der Humanitären Hilfe oder gar nach Beendigung dieser. Dennoch lassen sich wichtige Erkenntnisse für eine Bedarfsplanung im Voraus einer Katastrophe ziehen.

Betroffene Bevölkerungsteile verbleiben in der Regel in der zu Beginn gewählten Form der Siedlung. Daraus lässt sich schließen, dass unmittelbar nach dem Eintreten einer Katastrophe – im Zeitfenster der Akuten Phase der Humanitären Hilfe - sehr ähnliche Muster zu den oben dargestellten Niederlassungsformen zu erkennen sind.

Die Niederlassungsform in geplanten Camps muss aus den Überlegungen zur Vorausplanung von Bedarfen in dieser Form herausgenommen werden, da diese zu einem so frühen Zeitpunkt nicht vorhanden sind.

Für den Einsatz in der Katastrophenhilfe lassen sich vereinfachte Muster der Verteilung der Bevölkerung nach einer Katastrophe mit entsprechenden Bedarfen an Wasseraufbereitung schließen.

Zielführend gliedert OXFAM den Bedarf an Wasseraufbereitung in drei strategische Kategorien von zu versorgenden Personen ein⁴⁴:

- Massenversorgung
- Kleingruppen- oder Dorflevel- Versorgung
- Haushalt- oder Individuum- Versorgung

Dabei beschreibt OXFAM die Situation der Personen durch diese Einteilung aus einer abgesetzten und wenig differenzierten Sichtweise, bereitet mit diesem Ansatz jedoch eine hervorragende Grundlage für den vorausplanenden Einsatz von Systemen zur Trinkwasseraufbereitung.

Große Gruppen von Betroffenen (betroffen vornehmlich durch Konflikte, oder Naturkatastrophen) verbleiben „wahrscheinlich von Beginn der Ansiedlung an mehrere Wochen oder Monate an diesem Ort.“⁴⁵ Dementsprechend große Mengen Wasser müssen hier zur Verfügung gestellt werden

Auf dem Level eines Dorfes mit bis zu mehreren hundert Betroffenen (ob im Heimatdorf oder zugewandert) werden die Betroffenen ebenfalls über mehrere Wochen oder Monate bleiben⁴⁶. Hier stellt sich darüber hinaus die Frage des Zustandes der örtlichen Systeme zur Wasserversorgung. Nach dessen Zustand muss der Bedarf an Wasserbereitstellung ermessen werden

Auf der Ebene eines Haushaltes oder Individuums muss in der Summe mit großen Bevölkerungsgruppen gerechnet werden, die aufgrund von natürlichen Umständen (Flut) oder Konflikten keine Ausweichmöglichkeit haben. Dazu ist eine flächenmäßig weite Verteilung dieser Bevölkerung einzuplanen, so dass „in dem Zeitansatz der Katastrophenhilfe lediglich Mittel für die Eigenversorgung auf Haushaltslevel bereitgestellt werden können“⁴⁷.

Medizinische Einrichtungen sind nur auf dem Level der größeren Dörfer oder in Lagern anzunehmen. Dessen Bedarf an sauberem Wasser muss berücksichtigt werden. Diese Einrichtungen sind häufig spontane Keimzellen für die Niederlassung vieler Men-

⁴⁴ OXFAM, 2001, S. 23ff.

⁴⁵ OXFAM, 2001, S. 23

⁴⁶ Vgl. OXFAM, 2001, S. 27

⁴⁷ OXFAM, 2001, S. 28

schen. Ihre Lokalisation kann direkt zu einer quantitativen Analyse der Wasserbedarfe genutzt werden.

Die Einteilung der Bevölkerungsverteilung in die drei oben genannten Gruppen stellt für die bedarfsorientierte Planung von Systemen zur eine sehr zielgerichtete und den Zuständen gerecht werdende Einteilung dar.

Ein System zur Trinkwasseraufbereitung muss demnach für jedes Szenarios oder Teile dieses Spektrums einsetzbar und adäquat sein.

Die aufgezeigten Erfahrungen von Organisationen, die in der Katastrophenhilfe tätig sind, verdeutlichen, dass in der Katastrophenhilfe eine Einteilung der Bevölkerung nach und während Katastrophenszenarien in die drei Kategorien „Flüchtlingslager und größere Ansammlung“, „Dorfgemeinschaft und kleine Camps“ und „Haushalt- und Individuallevel“ zielführend ist. Diese Annahme wird im Verlauf dieser Thesis weiter verfolgt und dient als Grundlage weiterer Betrachtungen.

Nach der Betrachtung der Bevölkerungsverteilung werden in einem nächsten Schritt die zur Verfügung stehenden Rohwasserquellen und dessen Signifikanz in der Katastrophenhilfe untersucht.

7 Nutzung von Rohwasserquellen

In einer Einschätzung der Aufbereitungsmöglichkeiten von Systemen zur Trinkwasseraufbereitung spielt der Aspekt der vor Ort verfügbaren Rohwasserquellen eine wichtige Rolle.

Es kann lediglich Wasser aufbereitet werden, welches für die Organisation verfügbar ist oder verfügbar gemacht werden kann. Dieser Rohstoff ist Voraussetzung für Aufbereitungssysteme jeglicher Art.

Ist kein Rohwasser vorhanden, so muss auf die Trinkwasserversorgung mittels Tankwagen zurückgegriffen werden⁴⁸ oder es ist eine Umsiedlung der Bevölkerung anzustreben⁴⁹.

Rohwasserquellen weisen eine Vielzahl unterschiedlichster Verunreinigungen auf. Diese sind durch Umweltbedingungen vorgegeben und werden durch das Eingreifen des Menschen beeinflusst. Eine feingliedrige Einteilung der Rohwasserquellen ist in dem zeitkritischen Kontext der Katastrophenhilfe nicht zielführend, da der „Kenntnisstand über die örtlichen Begebenheiten in der Regel gering ist“⁵⁰.

Durch diesen Umstand wird der Bedarf an Systemen zur Trinkwasseraufbereitung, welche eine große Bandbreite an Rohwasser aufbereiten können, deutlich.

Das Flüchtlingshilfswerk der Vereinten Nationen teilt Rohwasserquellen generell in drei Kategorien ein⁵¹:

- Grundwasser (aus porösen Gesteinsschichten in geologischen Gesteinsformationen)
- Oberflächenwasser (unter anderem aus Flüssen, Seen und Stauseen, und Teichen) und
- Regenwasser

⁴⁸ De Veer, T., Small Community Water Supplies: Technology, people and partnership, The Hague, IRC 2001, 539f.

⁴⁹ UNHCR (United Nations High Commissioner for Refugees): Handbook for Emergencies. Third Edition. Geneva: UNHCR 2007, S. 213

⁵⁰ Clarke, B., A., Steele, A., 2010, S. 64

⁵¹ UNHCR (United Nations High Commissioner for Refugees): Water Manual for Refugee Situations; Geneva. UNHCR: November 1992, S. 11

Regenwasser ist in der Akuten Phase der Humanitären Hilfe keine adäquate Rohwasserquelle. Zur Verwendung dieser müssten Vorkehrungen zur Sammlung installiert werden. Darüber hinaus ist die Quantität der mit dieser Methode gesammelten Wassermenge nicht suffizient und das Rohwasser über verschiedene Sammelstellen verteilt.

Ausschlaggebend zum Ausschluss dieser Rohwasserquelle in der Akuten Phase ist die Tatsache, dass in nur wenigen Regionen und hier nur über einen kurzen Zeitraum eine ausreichende Versorgung über diese Quelle zu gewährleisten wäre. Sie ist universell nicht einsetzbar und kann somit lediglich als Ergänzung dienen.

Die Qualität von Grundwasser kann „allgemein als besser als die Qualität von Oberflächenwasser“ angesehen werden⁵².

Grundwasser sollte somit aus qualitativen Gründen Oberflächenwasser vorgezogen werden.

Die Nutzung von Grundwasser als Rohwasser spielt in der Akuten Phase trotz dieser Tatsache vor allem in Szenarien von Trinkwasseraufbereitung auf häuslichen Level oder der Versorgung von kleineren Gruppen eine Rolle. Hier kann oftmals auf schon bestehende Infrastrukturen zur Entnahme von Grundwasser als Rohwasser zurückgegriffen werden und weitere Schritte der Aufbereitung – falls notwendig - eingeleitet werden.

In Szenarien von Flüchtlingslagern mit einem hohen quantitativen Bedarf an Wasser spielen Grundwasserquellen in der akuten Phase oftmals keine zentrale Rolle. Die Erschließung einer geeigneten Quelle ist in der Regel technisch aufwendig und beinhaltet einen hohen Zeit- und Ressourceneinsatz. Ein zusätzlicher begrenzender Faktor im Falle einer Neuerschließung ist die Ungewissheit über das quantitative Potential dieser Quelle.

Sollte eine erschlossene Grundwasserquelle vorhanden sein, so ist die Nutzung dieser zunächst der einfachste und effektivste Weg der Rohwassergewinnung. Enthält die Quelle zusätzlich qualitativ hochwertiges, quantitativ ausreichendes Wasser, kann der Fokus von der Trinkwasseraufbereitung auf andere Felder wie Wasseraufbewahrung und Wasserdistribution gelegt werden. Dieser Fall ist jedoch äußerst selten und beeinflusst durch eine insuffiziente Informationslage in der Akuten Phase in keinsten Weise die Notwendigkeit der Mobilisierung von Systemen zur Trinkwasseraufbereitung.

⁵² WHO, 2011, technical notes, S. 46 und UNHCR 1992, S. 13

Zur Versorgung von großen Populationen stehen in der Akuten Phase in der Regel nur begrenzte Auswahlmöglichkeiten an Rohwasser zur Verfügung. Oberflächenwasser ist die am einfachsten zu erschließende und zudem häufigste Form von Rohwasser an Orten, an denen sich Gruppen von Menschen niedergelassen haben⁵³.

„Lokale Quellen“ für Rohwasser können Grundwasser- oder Oberflächenquellen in einer erreichbaren Umgebung der Betroffenen sein. Dies ist keine qualitative, sondern eine logistische Betrachtung.

Der Begriff „Entfernte Quellen“ verdeutlicht die Möglichkeit, Trinkwasser durch den Transport mittels LKW oder anderen Transportmitteln zu den Betroffenen zu bringen. Dieses Verfahren ist eine gängige Praxis in der Akuten Phase der Humanitären Hilfe⁵⁴.

Bob Reed und Rod Shaw führen in ihrer Zusammenfassung der Wasserversorgung in Katastrophen für die WHO eine weitere Dimension in der Betrachtung von Rohwasserquellen ein⁵⁵.

Sie lassen der Position und somit der Verfügbarkeit der Rohwasserquelle eine zentrale Bedeutung zukommen. Eine Differenzierung in „bestehende“, „lokale“ und „entfernte“ Quellen verdeutlicht die logistischen Aspekte der Wasserversorgung in der Katastrophenhilfe. Dieses spiegelt sich auch in Erfahrungs- und Einsatzberichten von Hilfsorganisationen wieder.

Zusammenfassend können Rohwasserquellen in der Akuten Phase der Humanitären Hilfe zielführend in

- Lokale Oberflächenwasserquellen
- Lokale Grundwasserquellen und
- Entfernte, qualitativ hochwertige Trinkwasserquellen

eingeteilt werden.

Entsprechend spielen für die weitere Betrachtung in dieser Thesis nur die lokalen Oberflächenquellen und die lokalen Grundwasserquellen eine Rolle.

⁵³ Vgl.: Adams, J.: Managing Water Supply and Sanitation in Emergencies, London, UK, OXFAM 1999, S. 115

⁵⁴ Vgl. De Veer, T.: 2001, 539ff. und Adams, J.: 1999: S. 126ff. und Clarke, B. A., Steele, A.:2008: 485

⁵⁵ WHO, 2011, technical notes, S. 45

Darüber hinaus kommt der Qualität des Wassers bei der Bedarfsplanung eine untergeordnete Rolle zu. Diese kann erst vor Ort getestet werden. Zweckmäßig kann seitens der Organisationen von einer „Verunreinigung und somit einer nötigen Aufbereitung ausgegangen werden kann“⁵⁶.

Der Fokus liegt auf einer quantitativen Ausschöpfung. Überlegungen und Vorkehrungen für eine Erschließung und Nutzung weiterer „sicherer Quellen zu einem späteren Zeitraum sollten jedoch nicht ausgelassen werden, auch wenn diese für die Erstversorgung keine Rolle spielen“⁵⁷

In der weiteren Betrachtung werden die Zusammenhänge hinsichtlich der Qualität und der Quantität des Wassers sowie des Zuganges zu diesem vertieft.

.

⁵⁶ UNHCR: 2007, S. 220

⁵⁷ UNHCR: 2007, S. 220f.

8 Zugang, Qualität und Quantität von Trinkwasser

Die Anforderungsermittlung an Systeme zur Trinkwasseraufbereitung für den Einsatz in der Katastrophenhilfe bedarf einer umfassenden Kenntnis über die möglichen Verunreinigungen des aufzubereitenden Rohwassers. Nur auf diese Weise können Systeme auf ihre Eignung für einen solchen Einsatz überprüft werden.

Im folgenden Abschnitt wird ein Auszug der bedeutendsten Verunreinigungen von Rohwasser aufgezeigt. Daraufhin werden die Standards der Trinkwasserversorgung vorgestellt, in dessen Zuge definiert wird, welche Art von Verunreinigungen in welchem Umfang im Kontext der Katastrophenhilfe zulässig sind. Darüber hinaus wird gleichzeitig eine quantitative Versorgung mit Wasser einbezogen und einige Institutionen aufgezeigt, deren Trinkwasserversorgung und dessen Parameter besonderen Anforderungen genügen müssen. Diese müssen in einer Bedarfsplanung Beachtung finden.

Weiter wird eine Priorisierung der Parameter einer Trinkwasserversorgung in der Akuten Phase der Humanitären Hilfe vorgenommen, da sich alle Eigenschaften des aufbereiteten Wassers in puncto Qualität, Quantität und Kontinuität durch den Ressourceneinsatz stark beeinflussen.

8.1 Kontamination des Rohwassers

Eine Kontamination des Wassers kann sehr Unterschiedliche Ursachen haben. Einige lassen sich auf natürliche und örtliche Gegebenheiten zurückführen, andere entstehen durch menschlichen Einfluss.

Bestimmte Kontaminationsarten des Rohwassers können sich schnell verändern. Hervorzuheben sind hier die biologischen Kontaminationen. Deshalb ist eine kontinuierliche Überprüfung des Roh- und des Trinkwassers essentiell im Hinblick auf die Einstellung der Systeme zur Trinkwasseraufbereitung.

Die häufigsten Kontaminationsformen von Rohwasser in einem Katastrophenszenario sind Partikel und Schwebstoffe (physikalisch), fäkale Verunreinigungen (mikrobiologisch) sowie Mineralien und Industriebelastungen (chemisch)⁵⁸.

⁵⁸ OXFAM, 2001, S. 6

Eine Auflistung der in Katastrophenszenarien am häufigsten durch kontaminiertes Wasser oder schlechte Hygienebedingungen auftretenden Krankheiten und Infektionen wird im Sphere Handbook⁵⁹ aufgeführt.

8.2 Standards zur Wasserversorgung in der Katastrophenhilfe

In der Literatur sind verschiedene Standards im Bereich der qualitativen und quantitativen Versorgung von Personen und Personengruppen mit Wasser verfügbar. Diese reichen von nationalen Regelungen wie der deutschen Trinkwasserverordnung (dt. TrinkwV) bis hin zu internationalen Werken wie der Wasserrichtlinie der Weltgesundheitsorganisation⁶⁰. Diese Thesen beziehen sich auf die Standards des Unhcr⁶¹ und des The Sphere Projects⁶².

Das The Sphere Project wurde 1997 von einer Gruppe von Nichtregierungsorganisationen (NGOs) sowie der Internationalen Föderation der Rotkreuz- und Rothalbmondbewegung (IFRC⁶³) und des Internationalen Komitee des Roten Kreuzes (ICRC⁶⁴) zur Festlegung von universellen Minimumstandards in der Humanitären Hilfe gegründet.

Zusammen mit dem Handbook for Emergencies des UNHCR bilden die The Sphere Project Minimumstandards die Grundlage für alle Einsätze der Humanitären Hilfe und haben sich durch ihre fortlaufende Ergänzung und Aktualisierung als Standardwerk manifestiert.

8.2.1 Mindestwasserbedarf

Je nach Umweltbedingungen, sozialen Standards und kulturellen Einflüssen sowie dem zeitlichen Verlauf eines Ereignisses variiert der Bedarf an Wasser einer Person pro Tag. Der Bedarf muss daher im Kontext der Katastrophe betrachtet werden und den Gegebenheiten angepasst werden⁶⁵.

Im Folgenden werden die generell anerkannten und angewendeten Mindestbedarfe nach den Sphere Standards aufgezeigt.

⁵⁹ The Sphere Project, 2011, S. 131

⁶⁰ WHO Guidelines for Drinking Water Quality

⁶¹ aus: UNHCR Handbook for Emergencies

⁶² aus: The Sphere Project: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response

⁶³ International Federation of Red Cross

⁶⁴ International Committee of the Red Cross

⁶⁵ The Sphere Project, 2011, S. 98

Minimum Bedürfnis an Wasseraufnahme durch Essen und Trinken	2,5 – 3 Liter	Abhängig von Klima, Alter und individueller physischer Kondition
Hygienische Grundbedürfnisse	2 – 6 Liter	Abhängig von sozialen und kulturellen Normen und Umständen
Grundlegender Bedarf zur Speisenzubereitung	3 – 6 Liter	Abhängig von Art der Speisen sowie sozialen und kulturellen Normen und Umständen
Gesamtbedarf	7,5 – 15 Liter [Tag]	

Tabelle 1: Mindestwasserbedarf pro Person pro Tag; inhaltlich übernommen aus: The Sphere Project, 2011, S. 98

Tabelle 1 verdeutlicht, dass der Bedarf an Wasser über die zum Überleben nötige Flüssigkeitsaufnahme (2,5- 3 Liter/Tag) hinaus geht. Für die persönliche Hygiene (2-6 Liter/Tag) und die Essenzubereitung (3-6 Liter/Tag) wird zwingend mehr Wasser benötigt als für die Flüssigkeitsaufnahme.

Weiterhin ist auffällig, dass der Gesamtwasserbedarf einer Person pro Tag zwischen 7,5 Litern und 15 Litern beträgt. Dies entspricht einer potentiellen Schwankung um 100 Prozent, die im Voraus nicht eindeutig verifizierbar ist. An dieser Stelle werden die Schwierigkeiten in der Bedarfsplanung der Wasserversorgung in seiner quantitativen Ausprägung deutlich. Fehlplanungen dieses Parameters können im Ernstfall zu einer Minderversorgung der Population um fünfzig Prozent des Mindestwertes führen.

8.2.2 Bedarf von Institutionen

In einem Katastrophenszenario kommt es in der Regel zu einer Häufung an verletzten und erkrankten Personen. Diese bedürfen besonderer Hilfeleitung und damit verbunden haben Sie besondere Ansprüche an die Qualität und Quantität des Trinkwassers.

Die Qualität des aufzunehmenden Wassers sollte möglichst gut sein. Die Quantitativen Bedarfe an Wasser verschiedenen Einrichtungen in der Akuten Phase einer Katastrophe werden in der Tabelle 2 dargestellt.

Gesundheitszentren und Krankenhäuser	5 Liter pro Patient in ambulanter Versorgung 40 – 60 Liter pro stationären Patienten Zusätzliche quantitative Bereitstellung für Reinigung, Toilettenspülung, etc.
Cholera Zentren	60 Liter pro Patient 15 Liter pro Pflegekraft
Therapeutische Ernährungszentren	30 Liter pro stationärer Patient 15 Liter pro Pflegekraft
Auffang- und Durchgangstation	15 Liter pro Person bei einem Aufenthalt über 1 Tag 3 Liter pro Person bei einem Aufenthalt bis zu einem Tag
Schulen	3 Liter pro Schüler zum Trinken und Händewaschen (extra: Toilettenspülung, etc.)
Moscheen	2 – 5 Liter pro Person zum Waschen und Trinken
Öffentliche Toiletten	1 – 2 Liter pro Nutzer zum Händewaschen 2 – 8 Liter zur Reinigung pro Kabine
Toilettenspülung	20 – 40 Liter pro Nutzer für konventionelle Toilettenspülung mit Kanalisationsanschluss, 3 – 5 Liter pro Nutzer für Sparspültoiletten
Analreinigung	1 – 2 Liter pro Person
Nutztiere	20 – 30 Liter pro Großvieh 5 Liter pro Kleinvieh

Tabelle 2: Wasserbedarf von Institutionen; inhaltlich übernommen aus: The Sphere Project, 2011, S. 129

Diese Auflistung der verschiedenen Wasserbedarfe zeigt die Tragweite, welche die Wasserversorgung für die betroffene Bevölkerung hat. Zudem verdeutlicht Sie die Vernetzung der puren Wasserbereitstellung mit weiteren essentiellen Bedürfnissen von Personen und Personengruppen, die von Hygiene über Krankenversorgung und Schulen bis hin zu Ernährung (in Form von Versorgung von Tieren) reicht.

Nicht alle der aufgeführten Bedarfe sind notwendiger Weise in der Akuten Phase vorzunehmen. So haben die Versorgung von Schulen und religiösen Einrichtungen sowie die Versorgung von Vieh keine Priorität. Dennoch wird der Wasserbedarf in direktem zeitlichem Verlauf einer Katastrophe sehr deutlich.

Ein praktisches Beispiel für den Bedarf eines Flüchtlingslagers mit 5.000 Betroffenen gibt die WHO in ihrer technischen Anweisungen für Trinkwasser, sanitäre Einrichtungen und Hygiene in Notfallsituationen Nummer 9⁶⁶. Diese ist im Folgenden aufgeführt.

⁶⁶ WHO, 2011 technical notes 9, S. 4

How much water is needed for a camp of 5,000 displaced people (including 1,000 primary school age children), 25 relief agency staff, and 75 cows?

The camp has a mosque and a small health centre without patient facilities. Each family has been provided with a pit latrine and most people use water for anal cleansing. A feeding centre is currently provided but is expected to close once the health of the population has stabilized. A primary school will be constructed at a later stage.

Decisions

- Water for crops will not be provided.
- Staff will be resident during the initial stages of the emergency but will be able to travel into the camp at a later date and are not normally included in this calculation.
- Assume 10% wastage from spills, leaks and waste.

Phase 1: Survival supply (litres)

Domestic use:	5,000 x 7.5	=	37,500
Feeding centre (small children estimated number):	500 x 30	=	15,000
Carers:	500 x 15	=	7,500
Relief staff:	25 x 30	=	750
Health centre : (assume 250 visits per day):	250 x 5	=	1,250
Mosque (assume all adults visit daily):	3,000 x 2	=	6,000
Cattle:	75 x 20	=	1,500
<i>Total :</i>		=	<i>69,500</i>
Add 10% leakage:		=	6,950
Approximate litres per day:		=	76,450

Abbildung 2: Beispielrechnung Wasserbedarf eines Flüchtlingslagers: übernommen aus: Who, 2011, technical notes 9, S.4

Es ist zu erkennen, dass 5.000 Personen wahrscheinlich einen Mindestbedarf von über 75.000 Liter Wasser pro Tag haben.

Dies stellt einen ersten Kapazitätsrahmen für Systeme zur Trinkwasseraufbereitung dar. Dieses Kapazitätsproblem wird weiterhin verschärft, wenn man bedenkt, dass in vielen Fällen mehr als 5.000 Personen Unterstützung benötigen und diese oftmals nicht zentral in einem Camp zu erreichen sind(s. Kap. 8).

8.2.3 Qualität des aufbereiteten Wassers

Die The Sphere Project Standards sind in Bezug auf die Qualitätskriterien für Trinkwasser und dessen Produktion wie folgt beschrieben⁶⁷:

- Eine gesundheitliche Begutachtung indiziert ein geringes Risiko einer fäkalen Verunreinigung
- Zum Zeitpunkt der Ausgabe darf keine fäkale coliforme Bakterie pro 100 ml im Wasser sein
- Geschützte oder aufbereitete Quellen sollen anderen Quellen für Wasser vorgezogen werden
- Maßnahmen zur Verhinderung einer Kontamination nach der Ausgabe sollen getroffen werden
- Es werden keine negativen gesundheitlichen Folgen durch einen kurzzeitigen Konsum von chemisch (inklusive chemische Stoffe zur Behandlung des Wassers) oder radioaktiv belasteten Quellen erkannt und die Überwachung zeigt ebenfalls keine derartigen Problematiken.

Das Flüchtlingshilfswerk der Vereinten Nationen stellt an die Qualität des Trinkwassers die Ansprüche „akzeptabel und trinkbar“⁶⁸.

Ein weiteres Kriterium an das aufbereitete Wasser ist die „Einbeziehung der sozialen, ökonomischen und politischen Umstände des betroffenen Gebietes“⁶⁹.

⁶⁷ The Sphere Project, 2011, S. 101

⁶⁸ UNHCR, 2007, S. 217

⁶⁹ UNHCR, 1992; 2

8.3 Verhältnis von Quantität, Qualität und Trinkwasserzugang

Die Qualität und die Quantität des aufbereiteten Trinkwassers stehen in mehrerer Hinsicht im Fokus der Bedarfsplanung für einen Einsatz in der Katastrophenhilfe.

Durch die Bindung knapper Ressourcen sind Qualität und Quantität negativ korreliert. Je besser die Qualität des Wassers sein soll, desto weniger Output an Wasser kann geleistet werden und anders herum. Hier spielen vor allem der Zeit- und Mitteleinsatz sowie der Bedarf an Fachpersonal eine Rolle. Da die Verfügbarkeit an Ressourcen in der Akuten Phase durch zeitliche und räumliche Umstände sowie dem niedrigen Informationslevel begrenzt ist, ist das Verhältnis dieser beiden Parameter von enormer Bedeutung.

An dieser Stelle muss die Entscheidung getroffen werden, entweder sehr gutes Wasser zu produzieren und dabei die Gefahr einzugehen, nicht alle Personen ausreichend versorgen zu können oder eine ausreichende Menge an Wasser herzustellen, welches eventuell einen negativen Einfluss auf den Gesundheitszustand einzelner Personen hat.

Das Verhältnis von Qualität und Quantität beinhaltet direkte Auswirkungen auf die Wahl des einzusetzenden Systems zur Trinkwasseraufbereitung. Für eine sehr gute Wasserqualität müssen eventuell mehrere technische Schritte zur Wasseraufbereitung hintereinander geschaltet werden. Dieses verbraucht Ressourcen. Das gleiche gilt für die Einführung von modernen Systemen zur Wasseraufbereitung. Diese sind in der Regel aufwendig zu bedienen und somit durch den Personaleinsatz und die Technikkosten ressourcenintensiv.

Ein übergeordneter Parameter in der Verhältnisbetrachtung ist der Zeitfaktor. Die Qualitätsstandards – natürlich sollten diese immer unter den bestehenden Umständen so hoch wie irgend möglich sein – gelten für die Katastrophenhilfe nur über einen sehr begrenzten Zeitraum⁷⁰. An dieser Stelle müssen Gesundheitsrisiken gegeneinander abgewogen werden. Sind Populationen über einen kurzen Zeitraum einer geringen Gefährdung ausgesetzt, so muss diese nicht zwangsläufig zu einer langfristigen Verschlechterung des Gesundheitszustandes führen. Gerade die Elimination einer Gesundheitsgefährdung, zum Beispiel durch das Sperren einer Rohwasserquelle, kann an anderer Stelle zu gravierenderen Gesundheitsrisiken führen, falls dadurch ein anderer wesentlicher Parameter wie die Quantität der Versorgung beeinträchtigt wird.

⁷⁰ Vgl.: Adams, J., 1999, S. 111

Die Weltgesundheitsorganisation beschreibt diesen Sachverhalt in ihren Richtlinien zur Wasserqualität⁷¹. Die Entfernung von geringen chemischen Verunreinigungen ist in einem kurzen Expositionszeitraum nicht zielführend. Aus diesem Grund werden in der Katastrophenhilfe die Entfernung chemischer Verunreinigungen aus dem Trinkwasser nicht als Priorität erachtet.⁷² Ausnahme ist eine signifikante Verschlechterung des Gesundheitszustandes einer diesem Wasser ausgesetzten Population.

Wichtigstes Qualitätskriterium für Trinkwasser ist die Abwesenheit mikrobiologischer Verunreinigungen⁷³.

In der Bewertung des Verhältnisses von Qualität und Quantität für die Versorgung einer gesunden Population sind sich führenden Experten und Organisationen im Kern einig: Ist das Trinkwasser „frei von pathogenen Keimen und sind keine Anzeichen einer krankmachenden Wirkung des Wassers auf die Population zu erkennen, so ist die Quantität der Qualität vorzuziehen“⁷⁴

Luff beschreibt diesen Sachverhalt in seiner Publikation „Paying too much for Purity?“⁷⁵ in der Weise, dass eine „große Menge relativ guten Wassers sehr viel wichtiger ist, als eine kleine Menge qualitativ sehr guten Wassers.“

Grundlegend für diese Annahme ist nicht nur die Überlegung, wie gesundheitsgefährdend „relativ gutes Wasser“ ist, sondern vor allem das Bewusstsein für übergeordnete Verkettungseffekte des Wassersektors und der Gesundheit der Gesamtpopulation. Gesundheitsgefährdungen gehen nicht in erster Linie von dem getrunkenen Wasser aus, sondern in erster Linie von der zu geringen Quantität des Wassers, welches für Hygiene und zum Kochen zur Verfügung gestellt werden kann. Die Qualität des konsumierten Wassers kann sehr gut sein und dennoch durch die induzierte Beeinflussung der Quantität eine Gesundheitsverschlechterung auslösen⁷⁶.

Rückschließend hat in der Akuten Phase der Humanitären Hilfe die Quantität des bereitgestellten Trinkwassers - durch eine ausreichende Menge an zugeführten Wasser - nicht

⁷¹ Vgl.: WHO (World Health Organisation): Guidelines for Drinking-water Quality, Fourth Edition. Geneva. World Health Organisation 2011, S. 6

⁷² WHO, 2011, S. 100

⁷³ UNHCR, 2007, S. 218

⁷⁴ Vgl.: Adams, J, 1999, S. 111; UNHCR, 2007, S. 212; UNHCR, 2007, S. 217; UNHCR, 1992, S. 6; The Sphere Project, 2011, S. 98

⁷⁵ Luff, 2004: S. 2

⁷⁶ Adams, J., 1999: S. 111

nur einen positiven Effekt auf das direkte Überleben betroffener Personen oder Personengruppen, sondern auch einen negativen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit von Erkrankungen. Auf diese Weise kann verhindert werden, dass eine große Menge qualitativ sehr hochwertiges Wasser zur Versorgung von erkrankten Personen bereitgestellt werden muss.

Neben der Quantität und der Qualität müssen weitere Aspekte in Folge der Wasserbereitstellung bedacht und priorisiert werden.

Wichtigste Punkte in diesem Zusammenhang sind der gleichberechtigte Zugang zum Trinkwasser, die Abdeckung über die Fläche und Zeit sowie unter Berücksichtigung endlicher Finanz-, Technik- und Personalmittel die Kosten der Trinkwasserversorgung.

Clarke, Crompton und Luff behandeln diesen Aspekt im Journal Water Management mit einer zielgerichteten Priorisierung dieser Kriterien in der Katastrophenhilfe⁷⁷. Folgende Einteilung wurde festgelegt:

1. Zugang (sofort für jeden)
2. Quantität (zumindest den Mindestbedarf)
3. Kontinuität (den ganzen Tag, jeden Tag)
4. Qualität (mindestens Sphere Standards)
5. Kosten (finanziell tragbar)

Diese Priorisierung ist sinnvoll und verdeutlicht die Ausgangslage in der Katastrophenhilfe. Qualität steht nicht im Fokus. Die Quantität hingegen ist sehr wichtig.

Dieser Ansatz wurde durch Clarke und Steele in weiteren Publikationen aufgenommen und hervorgehoben⁷⁸. Der gleich berechtigte Zugang von Wasser im direkten zeitlichen Verlauf einer Katastrophe ist das wichtigste Kriterium. Diese Tatsache spiegelt den absoluten Zeitdruck im Hinblick einer suffizienten Trinkwasserversorgung wieder, da oftmals die gesamte Wasserversorgung zusammengebrochen ist und für die Implementierung von Hilfsmaßnahmen aus logistischen, politischen Gründen oftmals Tage benötigt werden.

Dieser Punkt ist jedoch in der Vorausplanung zur Anschaffung von Systemen zur Trinkwasseraufbereitung in der Katastrophenhilfe nicht berücksichtigbar. Organisatorische

⁷⁷ Clarke, B., Crompton, J. & Luff, R.: Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Water Management, vol. 157, no. WM4, 2004, S. 215

⁷⁸ Clarke, B., Steele, A., 2010: S. 65

Abläufe vor Ort und gesellschaftliche Strukturen sind für dieses Kriterium sehr viel maßgebender als planerische oder technische Ausführungen hinsichtlich der Systeme. Eine kontinuierliche Wasserversorgung kann man jedoch durch technische Maßnahmen zur Ausfallsicherheit und Bedienfreundlichkeit (s. Kap. 10) beeinflussen.

Qualität und Quantität in ihrer Gesamtheit können durch strategische Entscheidungen wie die Auswahl bestimmter Methoden zur Aufbereitung von Rohwasser vor einem Katastrophenhilfeinsatz von den Organisationen beeinflusst werden. Nach Berücksichtigung der oben aufgeführten Standards und Richtlinien kann zusammenfassend hervorgehoben werden, dass die Quantität des bereitgestellten Wassers in seiner Priorisierung deutlich über die Qualität des aufbereiteten Wassers gestellt werden muss.

9 Anforderungen in der Katastrophenhilfe

Eine adäquate Trinkwasseraufbereitung in der Katastrophenhilfe ist mittels einer einzelnen Methode (s. Kap. 6) in der Regel nicht zu gewährleisten. Stattdessen kommen verschiedene Kombinationen der unterschiedlichen Verfahren zur Verbesserung der Wasserqualität in einem System zum Einsatz.

Im Folgenden werden technische, logistische und betriebliche Anforderungen an Systeme zur Trinkwasseraufbereitung dargestellt

Diese Anforderungen konnten aus Erfahrungsberichten und „lessons learnt“ des THW, verschiedener Organisationen aus dem Bereich der Humanitären Soforthilfe sowie der Literatur⁷⁹ zusammengestellt werden. Darüber hinaus fließen Erkenntnisse aus der Erstellung des „Evaluationsbogens zur Bewertung der Anlagentypen“ für die Hausmesse für Systeme zur Trinkwasseraufbereitung in der Katastrophenhilfe des THW ein.

Die Tabelle 3 zeigt gewichtete Anforderungen an Systeme zur Trinkwasseraufbereitung in der Katastrophenhilfe. Eine Überprüfung aller Systeme auf jede einzelne Anforderung ist in der Anschaffungsplanung einer Organisation unabdingbar.

Nicht alle Anforderungen haben den gleichen Stellenwert. Einige Anforderungen besitzen im Kontext der Katastrophenhilfe eine höhere Wertung. Diese vorgenommene Priorisierung beruht auf Hintergrundgesprächen mit Fachpersonal und einer Literaturdurchsicht^{80 81}. Auf diese Weise kann eine zielbezogene Gewichtung seitens der Organisation in einem nötigen Auswahlprozess getroffen werden. Die Wertung wird von „1“ (niedrige Priorität) bis „3“ (hohe Priorität) vorgenommen.

⁷⁹ Vgl.: Ray, C., Babbar, A., Yoneyama, B., Sheild, L., Respicio, B. und Ishii, C.: Evaluation of low cost water purification systems for humanitarian assistance and disaster relief (HA/DR), Heidelberg, Springer-Verlag, 2012, S. 2.; Clarke, B. A., Steele, A.: 2008, S. 4; Clarke, B. A., Steele, A.: 2010, S. 65f.; Adams, J.: 1999, S. 120

⁸⁰ Loo, S-L., Fane, A. G., Krantz, W.B., Lim, T-T.: Emergency water supply: A review of potential technologies and selection criteria, Water Research, Volume 46, Issue 10, p. 3125-3151, 2012, Tabelle 4

⁸¹ Clarke, B.A., Steele, A.: 2010: S. 66

Merkmal	Bemerkung	Anforderungen	Wertung
Quantität	Wie viel Trinkwasser kann mit diesem System pro Stunde/ Tag aufbereitet werden?	möglichst hohe Kapazität	3
Transport	Luftverlastbar (mit allen Komponenten)? Verpackung auf Europalette möglich? Gewicht (Gesamtgewicht/ Schwerster Part) Verpackungsart für Transport Gefahr der Beschädigung durch Schläge, Klima, Druckverhältnisse im Flugzeug, etc.	Luftverlastbarkeit gegeben. Keine Beschädigungen durch Luft- und Landtransport möglich. Verlastbar mit 4 Personen ohne Hilfsmittel.	3
Verbrauch	Strombedarf Kraftstoffbedarf Materialverbrauch Chemikalienverbrauch	Möglichst eigenständig von externen Quellen. Möglichst geringer Bedarf an Energie, Kraftstoffen, Material und Chemikalien	3
Personaleinsatz	Fachpersonal nötig? Anzahl an Schulungen des Fachpersonals vor Einsatz? Schulungen von Betroffenen nötig/ möglich?	Möglichst lokales Personal. So wenig Fachpersonal wie möglich. Schnelle Schulungen vor Ort möglich. Möglichst wenig Schulung von Fachpersonal nötig.	3
Bedienung	Piktogramme vorhanden? Aufbauschema vorhanden? Technisches Schaubild? Fehl Aufbau möglich? Fehlbedienung möglich? Fehlermeldungen durch System gegeben? Möglichkeit der schnellen Einweisung?	Möglichst einfache Bedienung. Keine Fehlbedienung möglich	3
Ausfallsicherheit	Rückfallsysteme? Was wenn?	Möglichst hohe Ausfallsicherheit	3
Akzeptanz	wird Trinkwasser dieses Systems von der Bevölkerung akzeptiert?	Universell in Qualität, Geschmack und Herstellung akzeptiert	3

Qualitätsverbesserung	Werden die Sphere Standards eingehalten? Wird darüber hinaus aufbereitet?	möglichst große Qualitätsverbesserung über Sphere Standards während maximaler Auslastung	2
Große Breite an Rohwasser	Kann Rohwasser jeglicher Art aufbereitet werden?	System kann jede Art von Rohwasser aufbereiten	2
Laufzeiten	Aufbau Produktion Wartung Regeneration Regeneration	Möglichst geringe Aufbau- und Wartungszeiten. Möglichst lange Betriebszeit ohne Unterbrechung	2
Chemikalien	Art der Chemikalien Wechselwirkungen Menge Entsorgung Vor Ort erhältlich	Möglichst wenige Chemikalien Keine Gefahr für Gesundheit Wenn ja, möglichst geringe Mengen Unproblematische Entsorgung und vor Ort erhältlich und bekannt	2
Wartung	Spezialwerkzeug nötig? Wartung vor Ort nötig/ möglich? Lagerhaltung möglich? Bedingungen	Möglichst geringer Wartungsaufwand. Vor Ort möglich, keine besonderen Ansprüche an Lagerhaltung	2
Platzbedarf vor Ort	Platzbedarf nach Aufbau	Möglichst geringer Platzbedarf	1
Ersatzteillieferung	Weltweit Vor Ort erhältlich Zeitansatz	Möglichst keine Ersatzteile nötig. Ersatz vor Ort erhältlich	1
Anschaffungskosten	Preis pro System	Möglichst geringe Anschaffungskosten	1
Unterhaltungskosten	Im Einsatz Pro Jahr Lagerkosten Wiederaufbereitung	Möglichst geringe Unterhaltungskosten	1

Tabelle 3: Gewichtete Anforderungskriterien an Trinkwasseraufbereitung in der Katastrophenhilfe

9.1 Kritische Betrachtung der Anforderungen

Die Hersteller und viele Organisationen fokussieren sich häufig einseitig auf die Qualität des Trinkwassers, welches mit einem System erreicht werden kann. Diese Herangehensweise missachtet zu einem großen Teil den Bedarf vor Ort und die Kriterien, welche an Systeme zur Trinkwasseraufbereitung (s. Kapitel 9) gestellt werden. Die Qualitätsverbesserung ist nur ein Merkmal des Anforderungskataloges. Diese muss in der Katastrophenhilfe lediglich die Sphere Standards erfüllen. Bei der Versorgung von Institutionen spielt die Qualität des Wassers dennoch eine gewichtige Rolle. Die in Einrichtungen wie Krankenhäusern oder Sanitätszentren zu versorgenden Personen stellen jedoch nur einen kleinen Teil aller Betroffenen.

Der Transport und die Organisation der Lieferkette, sowie der rasche Aufbau vor Ort spielen eine wichtige Rolle. Hier müssen die Systeme vor allem mit den gängigen Beförderungsmitteln von Flugzeug über LKW bis hin zu Eselkarren kompatibel sein. Dies bedeutet explizit auch eine Begrenzung des Gewichtes, des Volumens und der Anfälligkeit gegen mechanische Umwelteinflüsse. Gewicht und Volumen sind in der Akuten Phase bedeutend, da hier geringe Kapazitäten bestmöglich ausgenutzt werden können. Mechanische Belastungen sind aufgrund von zerstörter Infrastruktur oder behelfsmäßigen Verlade- und Transportmethoden zu erwarten. Eine Beschädigung mit anschließendem Ausfall wäre in der Katastrophenhilfe fatal.

Ein begrenzender Faktor ist die Komplexität des Systems. Dieses hat unmittelbaren Einfluss auf mehrere Anforderungen. So muss bei komplexen Systemen Fachpersonal mit in das Einsatzgebiet genommen werden. Dieses bedarf durch Gehalt, Unterbringung, Schutz und Verpflegung einen hohen, häufig nicht beachteten Ressourceneinsatz (dies gilt aufgrund von Training und Weiterbildung auf spezielle Anlagentypen auch beim Einsatz ehrenamtlicher Helfer). Werden mehrere Systeme in das Einsatzland gebracht, so werden möglicherweise für jedes Anlagensystem mehrere Personen zur Betreuung herangezogen werden müssen. Gleiches gilt für die Wartung und Instandsetzung der Systeme.

Das Flüchtlingshilfswerk der Vereinten Nationen stellt mehrmals fest, dass „jedes System“, von Kleinstlösungen(PoUWT) wie Chlortabletten (durch Verteilung, Training und Aufklärung) bis hin zu technologisch anspruchsvollen Membranfilteranlagen Wartung

und Betreuung benötigen⁸². Einfachere Systeme bedeuten jedoch „weniger Betreuungsaufwand durch externe Experten“ und somit weniger Ressourcenverbrauch.

Die betroffene „Bevölkerung soll so weit wie möglich in den Trinkwasseraufbereitungsprozess einbezogen“ werden⁸³. Dies ist lediglich bei Verwendung von einfachen Systemen möglich, auf die Personen binnen kürzester Zeit geschult werden können.

Durch die Einbeziehung wächst in „besonderer Weise die Akzeptanz der Bevölkerung für das aufbereitete Wasser“⁸⁴. Dies ist ein weiteres bedeutendes Kriterium für die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser. Kann der Bevölkerung die Aufbereitung nicht nahe gebracht werden oder hat sie kein Vertrauen in die Technik, so ist es möglich, dass Teile der Bevölkerung auf unbehandeltes Wasser zurückgreifen⁸⁵. Dieses hätte einen fatalen Effekt auf die Wasserversorgung und die Gesundheit betroffener Personen und verdeutlicht die Notwendigkeit einer konsequenten und schnellen Einbeziehung der Bevölkerung. Schlussfolgernd haben technisch simple Anlagen und Systeme einen maßgeblich Einfluss auf die adäquate Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser.

Die Verfügbarkeit von Verbrauchsmaterial und Ersatzteilen ist ein weiterer wichtiger Aspekt der Anforderungen. Die Effizienz eines Systems hängt von dessen reibungslosen Betrieb und einer guten Wartung ab⁸⁶. Katastrophenhilfe findet häufig in Gebieten ohne Hochtechnologie oder mit fast vollständig zerstörter Infrastruktur statt. Ersatzteile und Verbrauchsmaterialien sollten deshalb weltweit erhältlich sein. Gleiches gilt für den Einsatz von Chemikalien.

Eine ökonomische Betrachtung wird in dem nachfolgenden Abschnitt separat durchgeführt. Durch diesen Schritt wird die verfehlte Fokussierung vieler Beteiligter auf die Kosten näher erläutert.

⁸² UNHCR: 1992, S. 52

⁸³ UNHCR: 1992, S. 5

⁸⁴ UNHCR: 2007, S. 217

⁸⁵ UNHCR: 2007, S. 217

⁸⁶ UNHCR: 1992, S. 52

10 Ökonomische Betrachtung

An dieser Stelle ist eine Betrachtung und Verdeutlichung der ökonomischen Aspekte in der Bedarfsplanung von Systemen zur Trinkwasseraufbereitung sinnvoll.

Der sparsame und effiziente Einsatz finanzieller Mittel ist für einen Großteil der Organisationen, welche kostenneutral arbeiten sollen und zu einem hohen Anteil spendenfinanziert sind, ein wichtiges Kriterium für die Finanziere und Spender. Ausgaben müssen gerechtfertigt und beweisbasiert sein. Dieses gilt im Besonderen für den Einsatz teurer Anlagentechnik.

Darüber hinaus verwenden auch Hersteller finanzielle Aspekte zur Unterstützung ihrer Systeme. So wird häufig der Preis pro aufbereitetem Liter Wasser in einem möglichen Einsatz hochgerechnet und als Verkaufsargument angeführt.

Bei einer genauen Betrachtung stellt sich jedoch heraus, dass der angegebene Preis häufig lediglich durch eine Kalkulation von Anschaffungskosten, Verbrauchsmaterial und einem pauschalen Transportpreis errechnet wird. Entscheidende Kostenfaktoren werden nicht berücksichtigt. Sie sind nicht in einem allgemeingültigen Gesamtbild verifizierbar.

Diese Faktoren beinhalten den Einsatz von Fachpersonal, welche die nötige Logistik im Einsatzland übernehmen und das System bedienen und warten (sei es Schulung von betroffenen Personen bei PoUWT- Systemen oder die Bedienung von großen Anlagensystemen). Dieser Punkt ist besonders kostenintensiv und gleichzeitig unübersichtlich. So muss berücksichtigt werden, ob es sich bei dem Personal um Freiwillige oder Festangestellte handelt, ob eine Entlohnung erfolgt und welche Sicherheitsmaßnahmen für das Personal getroffen werden muss.

Einen weiteren, oftmals nicht berücksichtigten Preisfaktor bei der Anschaffung von Systemen zur Trinkwasseraufbereitung bilden die Schulungen und Lehrgänge für das Einsatzpersonal, welche individuell auf das System und die Fachkräfte abgestimmt werden müssen.

Weiter werden die Transportkosten zu einem Zeitpunkt geringer Nachfrage ermittelt. Im Falle eines Einsatzes wie dem Erdbeben 2004 im Indischen Ozean oder dem Erdbeben in Haiti erfolgt eine enorme Verknappung der Transportkapazität in Form von Flugzeugen, welche zu einer Landung in einem eventuell beschädigten und oftmals kleinen Flughafen fähig sind. Gleichzeitig steigt die Nachfrage nach dieser Transportkapazität.

ten durch Organisationen rasant an. Infolge dieses Umstandes ist der zu Zahlende Preis schwer verifizierbar. Es können sich Preissteigerungen von über hundert Prozent ergeben.

In der finanziellen Kalkulation muss zusätzlich berücksichtigt werden, dass den Organisationen oftmals finanzielle Mittel nachfolgend zu einem Katastrophenereignis zukommen. Diese Mittel ergeben sich aus zusätzlichen Spenden von Privatpersonen und Firmen oder aus Finanzierungsübernahmen durch Staaten oder Staatengemeinschaften. Die Arbeit im Einsatzland gerät dadurch richtiger Weise in den Vordergrund und nicht die kostengünstigste Alternative. Wer die beste Arbeit leistet – kommuniziert durch Medien – erhält steigende Zuwendungen.

Alle diese Aspekte unterstützen die bereits in Tabelle 3 aufgezeigte Überlegung, dass ökonomische Aspekte in der Katastrophenhilfe eine zu berücksichtigende, jedoch geringe Rolle spielen.

Die Quantität und Qualität des Wassers, die Transportfähigkeit der Systeme, die Energieversorgung und die Akzeptanz in der Bevölkerung müssen in den Überlegungen zur Anschaffung von Trinkwasseraufbereitungssystemen eine sehr viel zentralere Rolle spielen.

Die oben aufgezeigten Anforderungen müssen nachfolgend in den Kontext der Charakteristika von Katastrophenszenarien wie der anzunehmenden Bevölkerungsverteilung und der Rohwasserversorgung gebracht werden.

Hierzu werden zunächst die Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden aufgezeigt und betrachtet.

11 Vor- und Nachteile der Aufbereitungsmethoden

Im dem folgenden Schritt (s. a. Tabelle 4) werden alle eingeführten Methoden zur Trinkwasseraufbereitung auf ihre Vor- und Nachteile hin aufgezeigt.

Diese Darstellung erfolgt aufgrund von Einsatzberichten verschiedener in der Nothilfe aktiven Organisationen, einer Literaturdurchsicht, Fachgesprächen auf der THW Hausmesse zur Trinkwasseraufbereitung und Literaturquellen. Diese Referenzen sind den einzelnen Methoden direkt in der Tabelle zugeordnet.

Die detaillierte Darstellung der Vor- und Nachteile ist ein essentieller Zwischenschritt dieser Arbeit im Hinblick auf die Gesamtbewertung von Trinkwassersystemen und deren Nutzen in der Katastrophenhilfe. Schwachstellen und besondere Stärken von Methoden und Methodengruppen lassen sich identifizieren und so Entwicklungspotentiale aufzeigen. Auf diese Weise können Veränderungen in der Technik und Entwicklung auch zukünftig integriert werden und bei Bedarf eine neue Betrachtung erstellt werden.

Methoden	Vorteile	Nachteile	Referenzen
Lagerung und Sedimentation	<ul style="list-style-type: none"> *Reduktion von Bakterien und Verunreinigungen *einfache Anwendung, günstig 	<ul style="list-style-type: none"> *keine vollständige Entfernung von Bakterien *Desinfektion wird benötigt 	<p>IFRC, 2008</p> <p>WHO, 2004 und 2006</p>
Ausflockung und Ausfällung	<ul style="list-style-type: none"> *schnelle und günstige Methode *anwendbar auf alle physikalischen Rohwasserarten *kann als Vorbehandlung zur Effizienzsteigerung von Filtervorgängen genutzt werden *Ausflockung einiger Schwermetalle *hohe Akzeptanz durch visuelle Verbesserung *Chemikalien einfach zu transportieren und lange haltbar 	<ul style="list-style-type: none"> *keine vollständige Aufbereitung, es werden Folgeschritte benötigt (z.B. Chlor, Filter) *abhängig von Chemikalien wie Aluminium Sulfat und PH- Einstellung des Wassers *benötigt elektrisch Energie während des Mischprozesses *Probleme mit Aluminiumrückständen im Wasser können auftreten *Schlamm muss entsorgt werden *Dosierung der Chemikalien ist unter Feldbedingungen schwierig 	<p>Lantagne, D., Clasen, T., 2009</p> <p>UNICEF, 2008</p> <p>Dorea, 2008</p> <p>Garsadi et al. 2008</p> <p>Clarke und Steele, 2010</p> <p>LeChevallier, M. W.; Au und KwokKeung, 2004</p>
Druckfilter und schneller Gravitations- und Sandfilter	<ul style="list-style-type: none"> *einfache, beliebte Methode *kompakte Einheiten, schneller Aufbau 	<ul style="list-style-type: none"> *praktikabel für kleine Mengen *keine permanente Trübungsminderung unter 5 NTU *benötigt Desinfektion als Nachbehandlung *Druckfiltration benötigt Energie 	<p>Dorea et al. 2006</p> <p>Clarke und Steele, 2010</p> <p>OXFAM, 2001</p>
Biosand Filter	<ul style="list-style-type: none"> *kann für kleine und große Mengen an aufzubereiten Trinkwasser eingesetzt werden *Qualität des Wassers verbessert sich im Verlauf der Benutzung *signifikante Verbesserung der physikalischen, chemischen und biologischen Verunreinigungen *Trübung im durchschnittlich <1 NTU 	<ul style="list-style-type: none"> *niedrige Toleranz für große Menge an Feststoffen im Rohwasser *langer Zeiteinsatz zur Entwicklung der "Schmutzdecke" *vor der Ausbildung der "Schmutzdecke" schlechte Qualität des Wassers *Filtrationsrate langsam und zeitlich absteigend *Eventuell Nachdesinfektion von Nöten 	<p>Dorea et al. 2006</p> <p>Elliott et al., 2008</p> <p>Lantagne, D., Clasen, T., 2009</p> <p>LeChevallier, M. W.; Au und KwokKeung, 2004</p>

Biosand Filter <i>weiter</i>	<ul style="list-style-type: none"> *Herstellung aus lokalen Materialien *einmalige Installierung, lang 		WHO, 2006
Kerzenfilter/ Keramik Filter	<ul style="list-style-type: none"> *einfache und sichere Anwendung *Trübung unter 1NTU *lange Einsatzzeit ohne großen Wartungsaufwand *Beseitigung von Bakterien und Protozoen *einmalige Kosten 	<ul style="list-style-type: none"> *teuer und anfällig für Beschädigungen der Filter *lange Filterzeit für Aufbereitung (Haushaltlevel) bei großer Verunreinigung *kein Effekt von nachhaltiger Desinfektion *reguläre Wartung nötig + Ersatzteilbeschaffung 	<p>Lantagne, D., Clasen, T., 2009</p> <p>Dorea et al. 2006</p> <p>IFRC, 2008</p> <p>UNICEF, 2008</p>
Membran Filter	<ul style="list-style-type: none"> *sehr gute Wasserqualität *lediglich geringe Desinfektion für eine andauernde Desinfektionswirkung von Nöten *Möglichkeit, das Wasser "abzupacken" *hohe Produktivität, 	<ul style="list-style-type: none"> *Eventuelle Vorbehandlung nötig (bei UF und NF) *Probleme eventueller Faulung der Membran *spezielles Training der Bediener nötig *modulare Systeme 	<p>Dorea et al. 2006</p> <p>LeChevallier, M. W.; Au und KwokKeung, 2004</p> <p>WHO, 2006</p>
Abkochen	<ul style="list-style-type: none"> *einfach *effektiv, Abtötung der meisten pathogenen Bakterien *hohe Akzeptanz in vielen Kulturen 	<ul style="list-style-type: none"> *Verbrauch von Brennstoffen wie Holz *keine andauernde Desinfektion *Keine Trübungsminderung, eventuelle Vorfilterung nötig *nur auf Haushaltslevel anwendbar *potentielle Verbrennungen *potentiell hohe Kosten durch Materialverbrauch. *Fehler in der Bedienung möglich 	<p>IFRC, 2008</p> <p>WHO/WEDC, 2011</p> <p>Lantagne, D., Clasen, T., 2009</p>
UV- Lampe	<ul style="list-style-type: none"> *effective Abtötung pathogener Keime *lange Einsatzzeit möglich * keine Geschmacksveränderung des Wassers 	<ul style="list-style-type: none"> *teures System *keine andauernde Desinfektion *verringerte Effizienz durch Trübung *anfällig bei physikalischer Belastung *Fehler in der Bedienung möglich 	<p>IFRC, 2008</p> <p>WHO, 2004</p> <p>UNICEF, 2008</p>

Desinfektion durch Sonnenstrahlen	<ul style="list-style-type: none"> *nutzt regionale Sonnenkapazität *günstig und einfach, gut kontrollierbar *Abtötung der meisten pathogenen Keime *durch Flaschen Schutz gegen Neuverkeimung 	<ul style="list-style-type: none"> *benötigt andauernde Sonnenstrahlen *lange Desinfektionszeit (min. 6-8 h) *nur sehr geringe Mengen desinfizierbar *keine andauernde Desinfektion *Verschlechterung durch Trübheit *Mangel an Akzeptanz durch nicht sichtbare Verbesserung der Qualität Viele, saubere Flaschen von Nöten 	<p>Lantagne, D., Clasen, T., 2009</p> <p>IFRC, 2008</p> <p>LeChevallier, M. W.; Au und KwokKeung, 2004</p>
Chemische Desinfektion (Chlor und Jod)	<ul style="list-style-type: none"> *einfache und sichere Anwendung *effektive Desinfektion *Langzeitdesinfektion *Haushaltlevel und große Mengen möglich *niedrige Kosten 	<ul style="list-style-type: none"> *Chemikalien von Nöten *Effizienz hängt von Temp. PH- Wert und Verunreinigung des Rohwassers ab *eventuelle Geschmacksverschlechterung *Cryptosporidien werden nicht abgetötet *potentiell schädigende Langzeiteffekte *Überwachung und/ oder Schulung nötig 	<p>WHO/ WEDC, 2011</p> <p>Lantagne, D., Clasen, T., 2009</p>

Tabelle 4: Vor- und Nachteile von Methoden zur Verbesserung der Wasserqualität

Die Tabelle 4 verdeutlicht die Komplexität, welche ein Auswahlprozess für adäquate Trinkwasseraufbereitungssysteme für einzelne Organisationen beinhaltet. Keine Methode kann als allumfassend und in jeder Hinsicht als besonders einsatztauglich gelten. Die in Tabelle 4 beschriebenen Vor- und Nachteile bieten in ihrer Fülle ein Exempel für die schiere Unübersichtlichkeit der Systemtypen. Für jede Methode zur Trinkwasseraufbereitung können positive Argumente vorgebracht werden

Wichtig sind eine zielführende und beweisbasierte Abwägung aller Aspekte und die Gewichtung von Auswahlmerkmalen und den Vor- und Nachteilen.

Um auf eine Planungs- und Systemebene zu gelangen, wird in dem nachfolgenden Schritt diese Verknüpfung von Merkmalen und den unterschiedlichen Methoden erzielt.

12 Vergleich und Gewichtung von Systemen

Im Folgenden werden gängige Systeme zur Trinkwasseraufbereitung und -Desinfektion hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit den essentiellen Kriterien für die Katastrophenhilfe betrachtet. Jedes System wird für jedes einzelne Merkmal auf den Grad der Zielerreichung überprüft. Es erfolgt eine gewichtete Bewertung anhand der im Kapitel 9 vorgestellten Kriterien für Systeme zur Trinkwasseraufbereitungsanlagen.

Grundlage der Bewertung sind Evaluation der Systeme zur Trinkwasseraufbereitung, welche auf der Hausmesse des THW in Hoya vorgestellt wurden, und eine aktuelle, vergleichbarer Analyse von Loo, Fane und Krantz⁸⁷ aus dem Jahr 2012. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 dargestellt.

Die angewendete Punkteskala reicht von „5 – voll erreicht“ bis „0- nicht erreicht“. Die kumulierte und gewichtete Punktezah lässt auf die generelle Einsatzfähigkeit eines Systems in der Katastrophenhilfe schließen.

Das Ergebnis der Tabelle 5 muss jedoch nachfolgend mit der Bevölkerungsverteilung in einen Zusammenhang gebracht werden. Dieses geschieht im weiteren Verlauf dieser Thesis.

Die betrachteten Systeme werden aktuell in der Trinkwasseraufbereitung nach Katastrophen angewendet. Es werden somit lediglich Systeme aus der Praxis dargestellt. Eine künstliche Bildung von Systemgruppen ist hier nicht zielführend.

Neben den in dieser Thesis bereits vorgestellten Methoden und Systemen zur Trinkwasseraufbereitung wurden in die Berechnung gezielt die nicht systembasierten Möglichkeiten der Trinkwasserversorgung „Abkochen“, „Wassertransport per LKW“ und „Rehabilitierung der bestehenden Trinkwasserversorgung“ einbezogen.

Die Einbeziehung dieser Möglichkeiten einer Trinkwasserversorgung zeigt insbesondere die Grenzen eines sinnvollen Technologie- und Mitteleinsatzes auf. Gleichzeitig werden durch diesen Vergleich Vorteile von Systemen zur Trinkwasseraufbereitung hervorgehoben.

Um eine bessere Übersicht herzustellen, werden in der Tabelle einige Systeme jeweils mit „vorheriger Ausflockung“ und „ohne vorherige Ausflockung“ betrachtet. Außer diesem Merkmal sind die Systeme identisch.

⁸⁷ Loo,S-L., Fane, A. G., Krantz, W.B., Lim, T-T.: 2012: Tabelle 4

	Kriterium/ Merkmal	Quantität	Transport	Verbrauch	Personaleinsatz	Bedienung	Akzeptanz	Ausfallsicherheit	Qualitätsverbesserung	Gr. Breite an Rohwasser	Laufzeiten	Chemikalien	Wartung	Platzbedarf vor Ort	Ersatzteillieferung	Anschaffungskosten	Unterhaltskosten		
																		gesamt	gewichtet
	Gewichtung	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1		
Ausflockung	Wasserversorgung durch:																		
vorherige Ausflockung	Biosandfiltration	4	4	5	4	3	4	4	4	5	3	5	4	2	5	5	4	65	142
	Upflow Clarifier	5	4	4	4	3	4	4	3	5	3	3	3	2	4	5	4	60	133
	Membranfiltration externe Energieversorgung	3	4	2	3	3	4	3	5	4	4	4	3	4	2	3	3	54	118
	Membranfiltration , integrierte Energieversorgung	3	4	5	4	3	4	4	5	4	4	4	2	4	1	2	3	56	129
	Filtration mit Keramikkerzen, externe Energie	3	4	3	3	3	4	3	5	4	4	4	3	4	2	3	3	55	121
	Filtration mit Keramikkerzen, integrierte Energie	3	4	5	4	3	4	4	5	4	4	4	2	4	1	2	3	56	129
	Sandfiltration mit externer Energiezufur	4	4	2	3	3	4	3	5	4	4	4	3	4	3	3	3	56	122
	Sandfiltration mit integrierter Energiezufur	4	4	5	4	3	4	4	5	4	4	4	2	4	2	2	3	58	133

ohne vorherige Ausflockung	Biosandfiltration	4	4	5	4	3	4	4	4	5	3	5	4	2	5	5	4	65	142
	Upflow Clarifier	5	4	4	4	3	4	4	3	5	3	3	3	2	4	5	4	60	133
	Membranfiltration mit, externe Energieversorgung	3	4	2	3	3	4	3	5	3	4	4	3	4	2	3	3	53	116
	Membranfiltration, integrierte Energieversorgung	3	4	5	4	3	4	4	5	3	4	4	2	4	1	2	3	55	127
	Filtration mit Keramikkerzen, externe Energiezufuhr	3	4	3	3	3	4	3	5	3	4	4	3	4	2	3	3	54	119
	Filtration mit Keramikkerzen, integrierte Energiezufuhr	3	4	5	4	3	4	4	5	3	4	4	2	4	1	2	3	55	127
	Sandfiltration mit externer Energiezufuhr	4	4	2	3	3	4	3	5	3	4	4	3	4	3	3	3	55	120
	Sandfiltration mit integrierter Energiezufuhr	4	4	5	4	3	4	4	5	3	4	4	2	4	2	2	3	57	131
	Sedimentation, Ausflockung und Desinfektion	5	5	5	4	3	4	4	3	5	5	1	4	3	5	5	5	66	144
	lediglich Desinfektion mittels Chlor	4	5	5	2	4	3	5	3	5	5	1	4	5	5	4	3	63	137
	lediglich Desinfektion durch Sonnenstrahlung	1	5	5	1	4	3	3	3	2	5	5	4	5	4	5	5	60	123
	lediglich Desinfektion mittels UV- Strahlung	3	3	2	2	2	2	2	3	3	5	5	2	5	1	1	2	43	93
	tragbare Keramikfilter, Energie durch Mechanki	1	5	5	1	4	3	4	3	4	5	5	4	5	2	1	4	56	123
	tragbare Membranfilter, Energie durch Gravitation	1	5	5	1	4	3	4	3	4	5	5	4	5	2	2	4	57	124
andere Optionen	Abkochen	2	5	1	5	4	4	4	2	5	4	5	4	5	5	4	1	60	130
	Wassertransport per LKW	3	2	2	2	4	4	3	5	0	2	5	4	3	3	2	2	46	102
	Rehabilitierung der bestehenden Wasserversorgung	5	2	5	1	4	5	3	5	0	1	5	5	5	3	4	4	57	123

Tabelle 5: Gewichteter Vergleich verschiedener Systeme nach Anforderungen

12.1 Auswertung der gewichteten Tabelle

Die maximal zu erreichende Punktzahl eines Systems zur Trinkwasseraufbereitung sind 175 Punkte

Mit 144 erreichten Punkten erzielt „Sedimentation, Ausflockung und Desinfektion“ das beste Ergebnis. Dieser Wert bedeutet einen theoretischen Erreichungsgrad von 81,57 Prozent. Die „Biosandfiltration“ (mit und ohne vorherige Ausflockung) [142 Punkte], die „Desinfektion mittels Chlor“ [137 Punkte], sowie der „Upflow Clarifier“ (mit und ohne Ausflockung) und die „Sandfiltration mit integrierter Energiezufuhr“ [jeweils 133 Punkte] folgen.

Im weiteren Verlauf bleiben die Ergebnisse in einem sehr engen Bereich. Nur vier Systeme zur Trinkwasseraufbereitung – die Membranfilteranlagen mit und ohne vorherige Ausflockung, Filteranlagen mit Keramikkerzen und externer Energiezufuhr, die Desinfektion mittels UV- Strahlung und der Trinkwassertransport via LKW – erreichen weniger als 120 Punkte. Alle übrigen Systeme bewegen sich somit in einem Bereich zwischen 81,75 Prozent [142 Punkte] und 68,57 Prozent der theoretisch erreichbaren Punktezahl. Diese variieren um weniger als 15 Prozentpunkte.

Darüber hinaus lassen sich durch die Betrachtung aller mit 0, 1 oder 2 Punkten bewerteten Kriterien der jeweiligen Systeme Gruppen von Systemen mit ähnlichen Stärken und Schwächen erkennen. So schneiden Anlagensysteme „Membranfiltration“ und „Sandfiltration“, welche mit einer externen Energiequelle betrieben werden, sowie die „Desinfektion mittels UV- Strahlung durch eine UV- Lampe“, „ der Wassertransport via LKW“ und das „Abkochen“ in der Kategorie „Verbrauch“ besonders schlecht ab

Ein weiteres hervorstechendes Kriterium ist in dem Bereich „Wartung“ zu erkennen. Hier erreichen alle technologisch anspruchsvollen Systeme (Anlagen auf Grundlage von Membranfiltration, Sandfiltration und Keramikkerzen, sowie die Desinfektion mit UV-Strahlung) eine niedrige Punktzahl. Ein vergleichbares Bild bieten die Kategorien „Ersatzteillieferung“ und „Anschaffungskosten“.

13 Betrachtung aller Aspekte und Fazit

Die zu Beginn dieser Arbeit aufgeworfenen Thesen werden im Verlauf dieser Betrachtung mit den Ergebnissen der Auswertung verknüpft. Auf diese Weise können schließlich die Systeme identifiziert werden, mit deren Hilfe Organisationen in der humanitären Katastrophenhilfe eine adäquate und suffiziente Trinkwasserversorgung der betroffenen Bevölkerung herstellen können.

Aufgrund der erarbeiteten Hypothesen wird deutlich, dass bei Katastrophenszenarien in der Akuten Phase die Rahmenbedingungen bestimmten Mustern folgen, auf die sich Organisationen einstellen können und müssen. So spielen die Quantität und der Zugang zu Wasser eine herausragende Rolle. Die Qualität des Wassers kann in einem definierten Bereich und über eine kurze Zeitspanne diesen untergeordnet werden. Im Weiteren muss aus technischen, zeitkritischen und quantitativen Aspekten auf Systeme zurückgegriffen werden, die auch eine Nutzung von Oberflächenwasser zulassen. Erste durch die Annahme, Oberflächenwasser jeglicher Kontaminationsstufe nutzen zu müssen, wird der Bedarf an Systemen zur Trinkwasseraufbereitung verdeutlicht. Der Output der Systeme und die nötige technische Unterstützung spielen in einem folgenden Punkt eine zentrale Rolle bei der Betrachtung der Bevölkerungsverteilung. Hier müssen die eingesetzten Systeme und ihre spezifischen Merkmale auf die drei Arten der Bevölkerungsverteilung, der Ansammlung von großen Bevölkerungsteilen, einer dörfischen Ansammlung und dem Haushalt- oder Individuallevel abgestimmt sein.

Eine betrachtende Einteilung nach der Bevölkerungsverteilung wird für eine Vorbereitung von Organisationen und zur Auswahl von Systemen als zielführend betrachtet⁸⁸. Diese Herangehensweise wird zur Auswahl von Systemgruppen in folgenden übernommen.

Das Flüchtlingshilfswerk der Vereinten Nationen⁸⁹, das Kinderhilfswerk der Vereinten Nationen⁹⁰, welches auch den Vorsitz des WASH- Clusters innehat, Oxfam⁹¹ und USAID⁹² verweisen darauf, dass Technologien zur Trinkwasseraufbereitung in der Katastrophen-

⁸⁸ OXFAM: 2001, S. 23

⁸⁹ UNHCR: 1992, S. 4

⁹⁰ UNICEF: 2008, S. 101

⁹¹ OXFAM: 2001, S. 10

⁹² Lantagne, D., Clasen, T.: 2009, S. 7

hilfe möglichst simpel gehalten werden sollten. Dieser Grundsatz muss jedoch vor dem Hintergrund betrachtet werden, dass die Erstellung neuer Richtlinien zeitintensiv ist. Die enormen Entwicklungen auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien und enorme Investitionen und einhergehende technologische Fortschritte im privatwirtschaftlichen Sektor ermöglichen neue Anwendungsmöglichkeiten in der Humanitären Katastrophenhilfe. So können selbstversorgende Systeme zur Trinkwasseraufbereitung zum Einsatz kommen, welche ein Hauptproblem – das der Energieversorgung im Einsatz – vernachlässigbar machen. Im Kontext der Entscheidungsfindung muss demnach berücksichtigt werden, dass anspruchsvolle Technologien, dessen Einsatz große Risiken mit sich bringen können, in einem kurzen Zeitraum zu unproblematischen Standardlösungen werden können.

Kein Einzelsystem hat das Potential, die gesamte Trinkwasseraufbereitung in der Einsatzphase der Katastrophenhilfe übergeordnet zu gewährleisten. Aus dieser Ausgangslage ergibt sich erst die große Vielfalt an Systemen. Diese Vielfalt ist gleichzeitig jedoch die Ursache des großen Weiterentwicklungspotentials und gewährleistet einen stetigen technologischen Fortschritt, welcher in einer engen Korrelation zur ausreichenden Versorgung mit Trinkwasser zu stehen scheint.

Auf der Grundlage dieser Arbeit werden im Folgenden für die verschiedenen Bevölkerungsverteilungen Systeme zur Trinkwasseraufbereitung hervorgehoben und weitere Versorgungsmöglichkeiten aufgezeigt.

13.1 Größere Ansammlung von Personen

Im Bereich der Trinkwasseraufbereitung in Flüchtlingslagern oder anderen Gebieten mit großen Ansammlungen von Flüchtlingen kann Seitens der Organisationen auf einen großen Erfahrungsschatz zurückgegriffen werden

Die Aufbereitung durch Sedimentation, Ausflockung und anschließender Desinfektion durch Chlor hat sich als äußerst effektiv herausgestellt⁹³. Dieses Aufbereitungssystem erfüllt alle an Systeme zur Trinkwasseraufbereitung gestellten Kriterien und erreicht folgerichtig die beste Bewertung für den Einsatz bei großen Ansammlungen von Personen (s. Tabelle 5).

⁹³ OXFAM: 2001, S. 31

Der von Oxfam entwickelte Upflow Clarifier und ein Biosandfiltration stellen ebenfalls adäquate Lösungen zur Trinkwasseraufbereitung dar. Auch diese beiden Systeme sind langjährig getestet worden.

Eine starke Verbesserung der Trinkwasserqualität kann durch den Einsatz von Anlagensystemen erreicht werden. Diese drängen in den letzten Jahren vermehrt auf den Markt für Trinkwasseraufbereitungsanlagen für Einsatzorganisationen⁹⁴. Nachteil dieser Systeme waren oftmals der hohe Energieverbrauch, die Anfälligkeit gegenüber Umwelteinflüssen und die Ersatzteilbeschaffung.

Auf allen diesen Gebieten sind jedoch stetige Fortschritte zu beobachten. Diese Fortschritte konnten detailliert auf der Hausmesse für Trinkwasseraufbereitungsanlage des THW von 1. bis 3. Oktober in Hoya betrachtet werden. Solarpanels und Windräder in Kombination mit moderner Batterietechnologie⁹⁵ können einen autarken Einsatz ermöglichen. Auch die Bemühungen des UNHCR, verstärkt nachhaltige Energien in Flüchtlings-szenarien einzusetzen⁹⁶ kann lang- und mittelfristig nur über diese Art der Trinkwasseraufbereitung geschehen. Trotz der geringen Erfahrungswerte großflächiger Einsätze dieser Anlagentypen, bieten sie enorme Vorteile für die betroffene Bevölkerung.

Wie in Punkt 9.2.2 beschrieben, benötigen Kranke oder sehr geschwächte Personen eine möglichst gute Wasserqualität bei gleichzeitiger hoher Quantität an Wasser. Moderne Anlagensysteme auf Grundlage von Membranfiltration können eine sehr gute Wasserqualität liefern und eignen sich dadurch explizit für diese Einsatzverwendung.

Flüchtlingslager und große Ansammlungen von Personen mit einer zentral geregelten Wasserversorgung eignen sich hervorragend für den Einsatz dieser Anlagensysteme, da hier Fachpersonal der Organisationen konzentriert ist und einen reibungslosen Einsatz gewährleisten kann. Perspektivisch kann eine erleichterte Ergonomie die Bedienung durch ungeschultes Personal – insbesondere bei der Dosierung von Chemikalien – ermöglichen und das Einsatzspektrum auch auf die Dorfebene erweitern. Diese Entwicklung ist jedoch noch nicht zu erkennen.

⁹⁴ OXFAM: 2001, S. 25

⁹⁵ Vgl. UNHCR, „Go green“ Initiative

⁹⁶ UNHCR NACHHALTIGKEIT

Der Einsatz von „Point- of- Use- Lösungen“ ist aufgrund des unverhältnismäßig hohen Personaleinsatzes zur Distribution und Schulung zumindest in der Katastrophenhilfe in dem Kontext größere Konzentrationen von Menschen nicht zielführend.

Der Wassertransport per LKW ist lediglich bei dem Fehlen einer quantitativ suffizienten Wasserquelle sinnvoll.

Die Rehabilitierung der Wasserinfrastruktur kann nur dort durchgeführt werden, wo schon eine Infrastruktur vorhanden war. In spontan angelegten Flüchtlingslagern ist dieses nicht möglich. Die Rehabilitierung muss als langfristig einzig adäquate Lösung als Ziel festgelegt werden. Sie ist in der Akuten Phase eines Szenarios aufgrund der ungewissen Zeitspanne bis zur Wiederherstellung der Versorgung jedoch nicht erfolgsversprechend.

13.2 Dorfgemeinschaft und kleine Camps

Überflutungen und bewaffnete Konflikte sind aufgrund der begrenzten Bewegungsfreiheit während eines Katastrophenszenarios die beiden Hauptursachen für den Verbleib von großen Teilen der Bevölkerung in dörflichen Strukturen.⁹⁷

Die einhergehende Zerstörung der Distributionsinfrastruktur bedingt eine erhöhte Fokussierung der Chlorierung des aufbereiteten Wassers. Da eine kontinuierliche mikrobiologische Überprüfung des Wassers durch Fachpersonal - aufgrund der anzunehmenden Weitläufigkeit des zu versorgenden Gebietes mit mehreren Dörfern und Siedlungen - nicht durchführbar ist, ist eine Verteilung von Chlortabletten oder Chlorpulver auf Haushaltsbasis zielführend. Diese PoUWT- Methode kann in einem sehr hohen Maße die Kontamination des Wassers nach der Distribution auf Haushaltsbasis verringern^{98 99} ¹⁰⁰.Darüber hinaus ist diese Lösung erprobt und mit geringen logistischen sowie geringen schulischen Aufwand anzuwenden.

⁹⁷ Vgl.: OXFAM: 2001: S. 27

⁹⁸ Lantagne, D., Clasen, T.: 2009, S. 8 und S. 45

⁹⁹ OXFAM: 2001, S. 28f.

¹⁰⁰ IFRC: Household water treatment and safe storage in emergencies; A field manual for Red Cross/Red Crescent personnel and volunteers, Geneva, Switzerland, 2008 International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, Seite 13f.

Weitere PoUWT- Lösungen wie Gravitationsfilter auf Membranbasis drängen verstärkt auf den Markt¹⁰¹. Der Erfolg dieser Lösungen kann in einem Katastrophenszenario nicht verifiziert werden¹⁰². Darüber hinaus sind Schulungs- und Distributionsaufwand nicht sehr intensiv anzusetzen, so dass weder die zeitgerechte Verteilung noch der korrekte Gebrauch gewährleistet werden kann¹⁰³. Ein Einsatz dieser Lösungen scheint für Dorfgemeinschaften nur nach vorherigen Erfahrungen mit einem Systemtyp zielführend.

Für die zentrale Aufbereitung des Wassers bieten sich auf diesem Level vor allem kompakte Anlagentypen, welche schnell aufgebaut und in Betrieb genommen werden können, an. Filtersysteme werden von vielen Organisationen eingesetzt und bieten eine hohe Performance (s. Tabelle 5). Alle Anlagensysteme haben jedoch einen vergleichbar hohen Energieverbrauch (s. Tabelle 4 und Tabelle 5). Lediglich die Biosandfiltration und der Upflow Clarifier schneiden in diesem Kriterium gut ab, benötigen jedoch eine Anlaufphase zur Erreichung ihrer maximalen Leistung (s. Tabelle 4).

Wieder können energieautarke Anlagensysteme jeglicher Filterart einen hohen Mehrwert bieten. Gerade in dörfischen Siedlungen können diese für eine ausreichende Quantität und gleichzeitig für eine sehr gute Qualität des Trinkwassers sorgen (s. Tabelle 5 und Tabelle 4). Ein herausragender Pluspunkt dessen Einsatzes ist auch die Reduzierung des Chemikalieneinsatzes. Dadurch wird eine Fehldosierung eingeschränkt. Noch kann der Einsatz der Anlagensysteme durch die erforderliche Bedienung durch Fachpersonal nicht flächendeckend eingesetzt und somit nicht durch die betroffene Bevölkerung selbstständig durchgeführt werden. Diese von dem UNHCR, dem UNICEF und OXFAM geforderte stärkere Einbindung der Bevölkerung und der autarken Energieversorgung (UNHCR „Go Green“ Initiative.) scheint jedoch bald möglich.

Bis zu diesem Zeitpunkt sind Filteranlagen auf Basis einer Energieversorgung durch fossile Energieträger suffizient und adäquat.

Eine kurze Zeitspanne kann durch reine Verteilung von Chlortabletten¹⁰⁴ oder den Einsatz von Tankwagen gelingen. Gerade der Einsatz von Tankwagen kann jedoch für Organisationen in der Bedarfsplanung und in Anschaffungsüberlegungen von Systemen zur

¹⁰¹ Lantagne, D., Clasen, T.: 2009, S. 7

¹⁰² Lantagne, D., Clasen, T.: 2009, S. 7

¹⁰³ Lantagne, D., Clasen, T.: 2009, S. 8

¹⁰⁴ UNICEF: 2008, 125

Trinkwasseraufbereitung keine Rolle spielen und muss als Notlösung betrachtet werden.

Die Rehabilitierung von Trinkwassersystemen ist in gleicher Weise auf dem dörflichen Level eine logistisch und einsatztaktisch nicht zielführende Lösung. Sie ist schlecht in der Akuten Phase der Katastrophenhilfe einsetzbar und bindet zu viel Fachpersonal. Wichtig in diesem Aspekt ist zudem, dass häufig in ländliche gebieten überhaupt keine Infrastruktur vorhanden ist, auf welche zurückgegriffen werden könnte.

Zusammenfassend sind für die Versorgung von dörflichen und siedlungsähnlichen Bevölkerungsverteilungen einfache Chlorklösungen und Filteranlagen systeme suffizient und zielführend einsetzbar.

13.3 Individual und Haushaltslevel

Organisationen, welche in der Katastrophenhilfe die Bevölkerung mit Trinkwasseraufbereitungssystemen versorgen, konzentrieren sich in den letzten Jahren verstärkt auf Individuen und einzelne Haushalte. Die hier für eingesetzten PoUWT- Systeme erfahren einen enormen Zuwachs und haben sich im Kontext der Entwicklungszusammenarbeit bewährt(s.o.).

Im Kontrast zu der Annahme, mit einer zentralen Aufbereitung in Camps und Dörfern die gesamte Bevölkerung mit Wasser versorgen zu können, haben Lösungen auf Haushalts- und Individuallevel theoretisch einen sehr viel höheren Zielerreichungsgrad¹⁰⁵.

Der quantitative und qualitative Output dieser Systeme – ob Chlortabletten, kleine Gravitationsfilter oder Lösungen mit Hilfe von UV- Licht – ist in der humanitären Katastrophenhilfe ausreichend und folgerichtig auch angezeigt.

Der Mehrwert moderner PoUWT- Systeme kann jedoch aus dem Kontext der Entwicklungszusammenarbeit nicht direkt auf Katastrophenszenarien übertragen werden. Eine ausreichende Verteilungslogistik ist problematisch. Wichtiger jedoch ist eine Einweisung und Schulung der Anwender(s. Tabelle 4). Diese ist personalintensiv und in der Zeitspanne der Katastrophenhilfe oftmals nicht zu gewährleisten. Diese Tatsache wird durch das Beispiel einer fokussierten Nutzung von modernen PoUWT- Gravitationsfil-

¹⁰⁵ OXFAM: 2001, S. 23

tersystemen nach dem Tsunami 2004 in Indonesien¹⁰⁶ deutlich. Trotz großflächiger und umfangreicher Verteilung wurden die Systeme von der Bevölkerung mangels Schulung und Wissen über die Methodik der Rohwasseraufbereitung nicht akzeptiert. Folge war ein vermehrtes Abkochen des Wassers, welches sowohl energietechnisch als auch qualitativ die schlechteste PoUWT- Lösung darstellt¹⁰⁷.

Ein Lösungsweg können Lagerstätten für PoUWT- Lösungen in gefährdeten Regionen sein. Diese müssten vor dem Eintreffen eines Katastrophenszenarios etabliert werden. Moderne Lösungen auf der Individual- und Haushaltsebene sind in der Katastrophenhilfe als alleiniges System zur Trinkwasseraufbereitung schlussfolgernd nicht adäquat, solange die betroffene Bevölkerung keinen vorherigen Kontakt mit solchen Systemen hatte. Sie können dennoch zielführend als Ergänzung eingesetzt werden.

Eine Verwendung von Chlor, ob in Form von Tabletten, Pulver oder Chlorlösungen, ist in der Katastrophenhilfe sehr viel mehr anzustreben. Die Anwendung ist simpel und selbsterklärend. Darüber hinaus ist eine Distribution in unzugänglichen Gebieten sogar per Flugzeugabwurf möglich und getestet. Auf diese Weise lassen sich große Gebiete mit Kleinhaushalten in kurzer Zeit adäquat mit Lösungen zur Rohwasseraufbereitung versorgen.

¹⁰⁶ Vgl. Lantagne, D., Clasen, T.: 2009, S. 56f.

¹⁰⁷ IFRC: 2008, S. 8

14 Fazit

Die Betrachtungen dieser Thesis verdeutlichen, dass es aktuell kein System zur Trinkwasseraufbereitung gibt, welches universell adäquat und suffizient einsetzbar ist. Mit einer kombinierten Vorhaltung von großen Ausflockungstanks, Membranfilteranlagen, welche möglichst energieautark betrieben werden können, sowie der gezielten Verteilung von Chlortabletten ist es jedoch möglich in der Katastrophenhilfe qualitativ und quantitativ ausreichend gutes Wasser für die gesamte Bevölkerung zu produzieren.

Hervorzuheben ist vor allem eine differenzierte Betrachtung der zu erwartenden äußeren Umstände vor Ort. Organisationen und Institutionen sind gefordert, sich mit möglichen Szenarien auseinanderzusetzen und eine einsatztaktisch gezielte Auswahl an Produkten zu wählen. Hierbei müssen vor allem die Anforderungen hinsichtlich des quantitativen Outputs, der Breite an Einsatzmöglichkeiten, der Energieeffizienz und der Einbeziehung und Akzeptanz der betroffenen Bevölkerung berücksichtigt werden. Eine lediglich auf finanzielle Aspekte anlehrende Betrachtung kann als nicht zielführend angesehen werden.

Herauszuheben sind technische Entwicklungen bei Anlagensystemen und PoUWT-Lösungen. Gerade auf dem Gebiet des Energiebedarfes und der Qualität des aufbereiteten Wassers lassen sich Fortschritte erkennen. Diese Entwicklung wird sich aller Ansicht nach – gerade auch durch die wachsende Zahl von Anbietern und Einsatzorganisationen - nachhaltig fortsetzen.

15 Literaturverzeichnis

Adams, J.: Managing Water Supply and Sanitation in Emergencies, London, UK, OXFAM 1999

Clarke, B.A., Steele, A.: Water treatment systems for relief agencies: The on-going search for the 'Silver Bullet'. In: Desalination 251, 2010

Clarke, B.A., Steele, A.: Problems of treatment process selection for relief agency water supplies in an emergency, In: Journal of Water and Health vom 06.04.2008, Q IWA Publishing, 2008

Clarke, B., Crompton, J. & Luff, R.: Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Water Management, vol. 157, no. WM4, 2004

Corsellis, T., Virale, A.: transitional settlement - displaced populations, Cambridge, GB OXFAM, 2005,

Davis, J., Lambert, R. Engineering in Emergencies: A Practical Guide for Relief Workers, 2nd ed., ITDG Publishing, London, UK, 2002

De Veer, T., Small Community Water Supplies: Technology, people and partnership, The Hague, IRC 2001

Dorea C. C.: Coagulant-based emergency water treatment, In: Desalination 251, 2010

European Commission (EC): COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT on HUMANITARIAN WASH POLICY; Meeting the challenge of rapidly increasing humanitarian needs in Water, Sanitation, and Hygiene (WASH), Brussels, 18.9.2012, SWD(2012) 277 final, 2012

IFRC: Household water treatment and safe storage in emergencies; A field manual for Red Cross/Red Crescent personnel and volunteers, Geneva, Switzerland, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, 2008

Lantagne, D., Clasen, T.: Point of Use Water Treatment in Emergency Response. London School of Hygiene and Tropical Medicine. London, UK, 2009

Loo,S-L., Fane, A. G., Krantz, W.B., Lim, T-T.: Emergency water supply: A review of potential technologies and selection criteria, Water Research, Volume 46, Issue 10, p. 3125-3151, 2012

Luff, R. Paying too much for Purity? Development of more appropriate emergency water treatment methods. In: Proceedings of the 30th WEDC International Conference, Laos, PDR, 2004

Nguyen, T. T.: Development of a Water Treatment System for Emergency Situations, Hanoi, Asian Institute of Technology, 2010

OECD-DAC Working Party on Statistics: „Improving Statistical Reporting on Humanitarian Aid“. DCD/ DAC/ STAT (2005)6, Mai 2005

Oxfam: Guidelines for Water Treatment in Emergencies, London, 2001

Ray, C., Babbar, A., Yoneyama, B., Sheild, L., Respicio, B. und Ishii, C.: Evaluation of low cost water purification systems for humanitarian assistance and disaster relief (HA/DR), Heidelberg, Springer- Verlag, 2012

The Sphere Project: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response, 2011 Edition, The Sphere Project, 2011

UNHCR (United nations High Commissioner for Refugees): Handbook for Emergencies. Third Edition. Geneva: UNHCR 2007

UNHCR (United nations High Commissioner for Refugees): Water Manual for Refugee Situations; Geneva. UNHCR: November 1992

UNICEF (United Nations Children's Fund): UNICEF Handbook on Water Quality. New York: UNICEF, 2008

WHO (World Health Organisation): Guidelines for drinking-water quality: incorporating first addendum. Vol. 1, Recommendations. – 3rd ed., WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2006

WHO (World Health Organisation): Guidelines for Drinking- water Quality, fourth edition. Geneva, World Health Organisation, 2011

WHO (World Health Organisation): Water Treatment and Pathogen Control, Process Efficiency in Achieving Safe Drinking Water. London, IWA Publishing, 2004

WHO/ WEDC : Technical notes on drinking- water, sanitation and hygiene in emergencies; Emergency treatment of drinking-water at the point of use, Geneva, WHO, 2011

16 Eidesstattliche Erklärung

Ich versichern hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Falle durch Angabe der Quelle (auch der verwendeten Sekundärliteratur) als Entlehnung kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen und wurde auch noch nicht veröffentlicht.

Simon Stermann

Ort, Datum und Unterschrift