



UNIVERSITÄT
LEIPZIG



SAS Prototypenserie

Abschlussbericht

Förderthema 00

Herstellung und Testung einer Prototypenserie
von mobilen Wasseraufbereitungsanlagen für
den Einsatz bei internationalen humanitären
Katastrophen

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	2
2	Projektvorstellung	4
2.1	Katastrophale Hintergründe.....	4
2.2	Zielsetzungen	4
2.2.1	Pilotentwicklung SAS-W2500.....	5
2.2.2	Kreislaufansatz der Produktentwicklung	6
2.3	Projektzeitraum und Planung.....	9
3	Entwicklungsergebnisse	11
3.1	Aufbau der Produktionskapazität	11
3.2	Technische Entwicklung	12
3.2.1	Selbsttätige pneumatische Filterreinigung	12
3.2.2	Gegenüberstellung vergleichbarer Reinigungsprinzipien	17
3.2.3	Mobile Trinkwasseraufbereitungsanlage SAS-W2500	19
3.3	Testung und Evaluation des SAS-W2500.....	23
4	Verbreitung der Projektergebnisse.....	28
4.1	Fachvorstellungen.....	28
4.2	Messen.....	30
4.3	Medienauftritte.....	31
4.4	Maßnahmen zur Verbreitung der Vorhabensergebnisse.....	31
5	Fazit.....	33

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Designkriterien SAS-W2500	6
Abbildung 2: Grundsätze der nachhaltigen Produktentwicklung von DRS.....	9
Abbildung 3: Bild der Produktionsstätte von Disaster Relief Systems in Leipzig.....	11
Abbildung 4: Schaltplan Wirkprinzip Filterreinigung.....	12
Abbildung 5: Darstellung des Initiators als Baugruppe.....	13
Abbildung 6: Funktionsschema des Injektors.....	14
Abbildung 7: Darstellung der Injektor-Baugruppe.....	15
Abbildung 8: Darstellung einer selbstreinigenden Filtereinheit.....	16
Abbildung 9: Darstellung der Präfiltration aus drei Filterstufen.....	16
Abbildung 10: Schematische Darstellung des vollmodularen Systemaufbaus.....	17
Abbildung 11: Explosionsgrafik der SAS-W2500.....	20
Abbildung 12: Vorderseite des SAS-W2500	21
Abbildung 13: Montage der Filterstufen auf den Inneren Rahmen.....	22
Abbildung 14: Prototypen des SAS-W2500 an der Weser.....	23
Abbildung 15: Funktionstests unter Einsatzbedingungen an der Weser	24
Abbildung 16: Einsatz des SAS-W2500 vom THW an der Weser	25
Abbildung 17: Einsatz des SAS-W2500 in einer gemeinsamen Ahrtahl-Übung.....	26
Abbildung 18: Einsatz des SAS-W2500 beim Hochwasser in Polen 2024.....	26
Abbildung 19: Erprobung des SAS-W2500 beim DRK Niedersachsen	27

Abkürzungsverzeichnis

ASB	Arbeiter- und Samariterbund
DEMA	Danish Emergency Management Agency
DOE	Double Open End
DRS	Disaster Relief Systems
EMT	Emergency Medical Team
ISAR	International Search and Rescue
LEMA	Local Emergency Management Authority
MS	Meilenstein
OSOCC	On-Site Operations Coordination Centre
RKI	Robert Koch Institut
SAR	Search and Rescue
SAS	Standardized Aid System
SEEWA	Schnell Einsatz Einheit Wasser Ausland
THW	Technisches Hilfswerk
UV	Ultraviolet
WASH	Water Sanitation and Hygiene
WHO	World Health Organisation

1 Zusammenfassung

Der Anstieg der Weltbevölkerung, der Landnutzungswandel, die Globalisierung, der Verlust der biologischen Vielfalt und der damit verbundenen Ökosystemfunktionen und -services wirken sich negativ auf die Widerstandsfähigkeit unserer Umwelt aus und führen unmittelbar zu Klimakrisen und einer Vielzahl von Naturkatastrophen. Im Durchschnitt kommen jedes Jahr 50.000 Menschen durch Naturkatastrophen ums Leben¹. Auch wenn Katastrophen nur bedingt vorhersehbar sind, können Menschenleben gerettet werden, wenn die humanitäre Hilfe intensiviert und systematisch geleistet wird. Ein Aspekt dessen ist das Trinkwasser. Sauberes Wasser ist die Grundlage allen Lebens auf dieser Welt und ein Menschenrecht. Trotzdem ist die Wasserversorgung in vielen Regionen der Welt prekär. Weltweit sterben jeden Tag tausende Menschen durch den Konsum von verunreinigtem Wasser und mangelnder Hygiene². Vor allem in Folge von Naturkatastrophen leiden die Menschen an fieberhaften Infektionen sowie an Darm- und Durchfallerkrankungen, was weitere Auswirkungen auf die Katastrophenhilfe und die medizinische Versorgung hat. Der Einsatz geeigneter und zuverlässiger Ausrüstung sowie entsprechende Kenntnisse sind der Schlüssel für die Bereitstellung effizienter Hilfsdienste. Dementsprechend muss sich die Leistungsfähigkeit humanitärer Hilfe diesen steigenden Anforderungen stellen. Das universitäre Projekt „Disaster Relief Systems“, kurz DRS, will dieses Ziel durch die Herstellung von standardisierten technischen Geräten (SAS – Standardized Aid Systems) zum Einsatz bei internationalen humanitären Katastrophen erreichen. Hinter diesem Ziel steht ein prozessualer Ansatz, der die strukturelle Verjüngung und Internationalisierung der Katastrophenhilfe in Hinblick auf eine nachhaltige Widerstandsfähigkeit integriert, sowie die gezielte Entwicklung von technischen Lösungen zur Gefahrenabwehr vorsieht, um letztendlich die Gesamteffizienz des Katastrophenschutzes und der humanitären Hilfe zu steigern. Im Zuge der Teilnahme an diversen Katastrophenschutzübungen mit nationalen und internationalen Soforthilfeteams sowie der Vernetzung mit Experten im Bereich des Katastrophenmanagements und basierend auf den daraus resultierenden, speziellen Anforderungen an Robustheit, Reparierbarkeit, Transportfähigkeit und Autonomie während Kriseneinsätzen, wurde eine Prototypenserie bestehend aus stapelbaren, verbindbaren und transportablen Behältern entwickelt, die so konzipiert sind, dass sie allgemein und einfach zu verwenden sind. Jede Maschine kann von zwei bis vier Personen bewegt werden und ist so klein, dass sie in den Frachtraum von

¹ James Daniell (2026): Bilanz von Naturkatastrophen seit 1900: acht Millionen Tote, sieben Billionen Dollar Schaden, KIT Presseinformation 058/2016

² UNICEF (2009): Tod durch verseuchtes Wasser, Pressemitteilung und Aktion Deutschland Hilft (2017): Wasser – Quell des Lebens

Verkehrsflugzeugen passt, wobei die Einheiten so konzipiert sind, dass sie ebenso allgemein wie einfach in der Anwendung sind. Bei dem daraus resultierten Prototypen, dem SAS-W2500, handelt es sich um eine mobile Wasseraufbereitungsanlage, welche im Gegensatz zu den bereits bestehenden Wasseraufbereitungsanlagen vollkommen autonom funktioniert, auch von ungeschulten Personen einfach zu handhaben ist und einen geringen Wartungsaufwand sowie eine integrierte, neuartige selbsttätige Filterreinigung besitzt, wodurch Sie über einen überproportional langen Zeitraum Oberflächenwasser in Trinkwasserqualität aufbereiten kann. Da auf standardisierte Modulgrößen zurückgegriffen wird, sind hier flexible Einstellungen möglich und für Wartung/Reinigung/Revision besteht Redundanz. Durch die Modularität des Systems kann es bei sich ändernden Anwendungsfällen im Einsatz an die jeweilig vorliegenden Bedingungen und ökologischen Herausforderungen angepasst werden. Die Konstruktion der SAS-W2500 erlaubt außerdem den Abwurf aus einem Flugzeug über dem respektiven Einsatzgebiet, wobei dieses Szenario aufgrund Mangels potenzieller Kooperationspartner und bürokratischer Hindernisse innerhalb des Förderzeitraumes nicht getestet werden konnte. Aufgrund dieses Sachverhaltes, einer angestrebten WHO-Zertifizierung und zur Schaffung personeller Strukturen für die Aufrechterhaltung des Projektes, wurde eine Laufzeitverlängerung beantragt. Das, durch die Präsenz auf Katastrophenschutzübungen sowie durch die Messeauftritte erhaltene Feedback und Interesse an den entwickelten Systemen lassen den Schluss zu, dass das Projekt bei angemessener Förderung das Potenzial besitzt, humanitäre Ersthilfe im Katastrophenschutz zu verbessern. DRS Hauptfokus besteht dabei vor allem auf der Verkürzung der Reaktionszeit humanitärer Hilfe, der Verringerung von Todesfällen durch Durst, Hunger und Infektionen während humanitärer Krisen, der Verringerung von durch verunreinigtes Wasser und mangelnde Hygiene verursachten Krankheiten sowie der Verringerung der Zahl jener Menschen, die in Zeiten humanitärer Krisen vertrieben werden. DRS will außerdem durch Förderung der Grundsätze der Kreislaufwirtschaft und durch das Modell „Mieten statt Besitzen“ die Nachhaltigkeit im Katastrophenschutz verbessern und die Kaufkraftkluft zwischen Arm und Reich überbrücken.

2 Projektvorstellung

Kapitel 2 stellt die Hintergründe des Projektes dar, leitet daraus Zielsetzungen ab und gibt Einblick in die Planungsschritte.

2.1 Katastrophale Hintergründe

Seit Jahrzehnten nimmt die Zahl von Naturkatastrophen signifikant zu. Während die Häufigkeit von Naturkatastrophen endogenen Ursprungs über die Jahre konstant geblieben ist, hat sich die Zahl an klimabedingten Katastrophen nahezu verzehnfacht³. Seit 1960 gibt es mehr Stürme, Hochwasser, Erdbeben und andere Katastrophen, die zusätzlich zum quantitativen Anstieg auch immer intensiver und damit folgenschwerer wurden.⁴ Zeitgleich konnte die Technik, welche bei der Reaktion auf die respektiven Katastrophen zum Einsatz kommt, mit den klimatischen Entwicklungen nicht schritthalten. Naturkatastrophen und humanitäre Krisen verschärfen die Wasserprobleme der Welt und die Zahl der Betroffenen steigt. Es braucht deshalb moderne und nachhaltige Lösungen, um die Effizienz der humanitären Hilfe zu erhöhen und die Lebenssituation jener Menschen, die unter den neuartigen Bedingungen am meisten leiden, signifikant zu verbessern.

2.2 Zielsetzungen

Um die Leistungsfähigkeit humanitärer Hilfe an diese steigenden Anforderungen anzupassen, hat es sich das Projekt DRS zum Ziel gemacht, zu der Bereitstellung von standardisierten technischen Geräten, welche bei internationalen humanitären Katastrophen zum Einsatz kommen sollen, beizutragen. Hinter diesem Ziel steht ein prozessualer Ansatz, der die strukturelle Auffrischung und Internationalisierung der Katastrophenhilfe in Hinblick auf eine nachhaltige Widerstandsfähigkeit integriert, sowie die gezielte Entwicklung von technischen Lösungen zur Gefahrenabwehr ins Auge fasst. Bei dieser Entwicklung steht die Erreichung der SDG's „Good Health and Well-being“ (3), „Clean Water and Sanitation“ (6), „Sustainable Cities and Communities“ (11), „Responsible Consumption and Production“ (12), „Climate Action“ (13) und „Partnership for this Goals“ (17) sowie die konkreten sozialen Wirkungsziele zu der Verkürzung der Reaktionszeit humanitärer Hilfe und Löschung des Durstes von mindestens 15.000 Menschen pro Tag; der Verringerung von Todesfällen durch Durst, Hunger und Infektionen während humanitärer Krisen; der Verringerung von durch verunreinigtes Wasser

³ <https://www.welthungerhilfe.de/informieren/themen/klimawandel/naturkatastrophen>

⁴ <https://ourworldindata.org/grapher/number-of-natural-disaster-events>

und mangelnde Hygiene verursachten Krankheiten sowie der Verringerung der Zahl jener Menschen, die in Zeiten humanitärer Krisen vertrieben werden, im Zentrum der Handlungen.

2.2.1 Pilotentwicklung SAS-W2500

DRS angestrebte Pilotentwicklung, das SAS-W2500, ist eine mobile Wasseraufbereitungsanlage, die, im Gegensatz zu bestehenden Anlagen, durch einen eigenen Antrieb vollkommen autonom funktioniert. Vor allem aber integriert das SAS-W2500 Konzept eine neuartige, automatisierte Filterreinigung, die das Gerät effizienter und zuverlässiger macht als vergleichbare Systeme. Diese automatische Filterreinigung, respektive Präfiltration, ist das Kernelement des Systems. Die Filtrationsleistung beträgt dabei bis zu 2.500 Liter Reinstwasser pro Stunde.

Da es sich um eine Schnell-Einsatz-Anlage handelt, welche autonom, energieeffizient und mit geringem Wartungsaufwand funktionieren muss, soll das SAS-W2500 bei jeder Süßwasserquelle ohne schwerwiegende chemische Verunreinigungen zum Einsatz kommen. Das SAS-W2500 verwendet dazu eine mehrstufige Filtration. Drei standardisierte Filterpatronen können jede Art von 20" DOE Filter aufnehmen. Der Verzicht auf elektronische Geräte unterstreicht die Zuverlässigkeit und Langlebigkeit des Systems. Humanitäre Organisationen und ihre operativen Ansätze sind jedoch sehr unterschiedlich, weshalb das SAS-W2500 an die jeweiligen Einsatzfälle sowie an sich ändernde Bedingungen während eines Einsatzes angepasst werden kann. Diese Modularität des Systems orientiert sich dabei an den folgenden sechs Designkriterien (vgl. Abbildung 1)



Abbildung 1: Designkriterien SAS-W2500

2.2.2 Kreislaufansatz der Produktentwicklung

Das Design der standardisierten Hilfssysteme, deren Kompaktheit und Effizienz, sollen einen leichteren und schnelleren Transport gewährleisten, während die Anlagen selbst auch mit

erneuerbaren Energien betrieben werden können, um bestehende Emissionen im Katastrophenschutz signifikant zu reduzieren. Eine nachhaltigere Produktentwicklung mittels Auswahl recyclebarer und langlebiger Materialien, einer modularen Bauweise zur Wiederverwendung einzelner Komponenten, einem revolutionären Konzept zur Filterreinigung statt Filtertausch und des Verzichts auf wertvolle Erden und Erze, verringert Materialverschwendung, wodurch ein nachhaltigerer Katastrophenschutz ohne Müllproduktion und übermäßigen Einsatz von Chemikalien ermöglicht wird. Zu den zentralen Prozessen gehören Materialforschung, Überwachung der Produktion sowie die Analyse von Lieferketten und Kohlenstoffemissionen sowohl in der Produktion als auch in allen anderen Unternehmensbereichen. Durch regelmäßige Reevaluierung wird sichergestellt, immer auf dem neuesten Stand zu sein und kontinuierlich Verbesserungen vorzunehmen. Die Produktentwicklung selbst verfolgt das Konzept der Kreislaufwirtschaft, welches die Neugestaltung des Produktionssystems auf verschiedenen Stufen impliziert, so dass der Wert von Produkten und Rohstoffen für einen längeren Zeitraum erhalten werden kann. Mit dieser Relevanz wird auf zirkuläre Prinzipien wie die Reduzierung der benötigten Rohstoffe, die Verwendung von wiederverwertbaren Komponenten, die Herstellung von Komponenten, die haltbar und flexibel zerlegbar oder austauschbar sind, sowie die Anwendung von modularen Konzepten geachtet.

Die Produktentwicklung selbst verfolgt das Konzept der Kreislaufwirtschaft, welches die Neugestaltung des Produktionssystems auf verschiedenen Stufen impliziert, so dass der Wert von Produkten und Rohstoffen für einen längeren Zeitraum erhalten werden kann. Mit dieser Relevanz wird auf zirkuläre Prinzipien wie die Reduzierung der benötigten Rohstoffe, die Verwendung von wiederverwertbaren Komponenten, die Herstellung von Produkten, die haltbar und flexibel zerlegbar oder austauschbar sind, sowie die Anwendung von modularen Konzepten geachtet. Das Geschäftsmodell sowie die Produktentwicklung beinhalten Maßnahmen mit Bezug auf die fünf R-Strategien der Kreislaufwirtschaft (Abbildung 2).

Reduce - Reduktion bedeutet, die Effizienz bei der Produktherstellung zu maximieren, indem weniger seltene oder gefährliche Rohstoffe und Materialien verbraucht werden. Jede Form der Filtration benötigt eine Form der Reinigung oder den Austausch des Filtermediums. DRS zielt deshalb darauf ab, dass die von DRS verwendeten Filter für einen möglichst langen Zeitraum verwendet werden können (bspw. Filter aus Edelstahl). Aus diesem Grund werden sie kontinuierlich und automatisch im Betrieb gereinigt, ohne den Einsatz von Chemikalien. Darüber hinaus kommen keine elektronischen Bauteile und Steuerungen zum Einsatz, wodurch auf Kupfer oder seltenen Erden verzichtet werden kann. Als Teil des Marketingansatzes wird ein Mietmodell verwendet, wobei der Fokus auf dem Zugang zur

Rettungstechnik liegt. Kunden sollen Produkte für Einsatzzeiträume nutzen können, woraufhin diese zurückgenommen und wiederaufbereitet werden. Das Prinzip "Nutzen statt Besitzen" soll die Hürde zur Leistung von internationaler Hilfe reduzieren, indem es die Kosten für Hilfsorganisationen durch zu hohe Anschaffungs- und Wartungskosten sowie die Notwendigkeit für spezielle Instandhaltungstechniker und -ausrüstung minimiert.

Refurbish – Neben dem Mietmodell ist der klassische Verkauf in Drittstaaten vorgesehen. Hierbei werden alte Geräte in Zahlung genommen, wodurch auf wertvolle Komponenten zurückgegriffen werden kann. Die Geräte haben eine hohe Modularität und sind dadurch sehr einfach zu demontieren. Diese Modularität begünstigt die Wiederverwertung ganzer Baugruppen.

Repair – Im Einsatz ist die dauerhafte Betriebsbereitschaft der Anlage essenziell. Aus diesem Grund sind alle Elemente der Systeme per Hand demontierbar und bei der Entwicklung wurde auf die Verwendung von international standardisierten Komponenten geachtet. Reparatur und Wartungsfähigkeit steigert die Lebensdauer und reduziert Ressourcenverbrauch.

Rethink – Eine grundlegende Problematik bestehender Aufbereitungsanlagen ist die Verwendung von industriellen Komponenten und Spezialbauteilen, was die entsprechenden Geräte sowohl teuer als auch unhandlich macht, während zur Reparatur die Beschaffung von jenen Spezialkomponenten aus dem Herstellungsland notwendig ist. In dem SAS-W2500 ist ein Low-Tech-Ansatz unter Verwendung einfachster und aus verschiedensten Ländern beziehbaren Teilen verwirklicht.

Recycle – Bei den verwendeten Materialien wird darüber hinaus Wert auf die Verwertbarkeit gelegt. So kommen Kunststoffe und Metalle zum Einsatz, die wieder eingeschmolzen und so wiederverwendet werden können. Auch die Filterelemente bestehen aus Edelstahl oder recyclefähigen Faserstoffen.

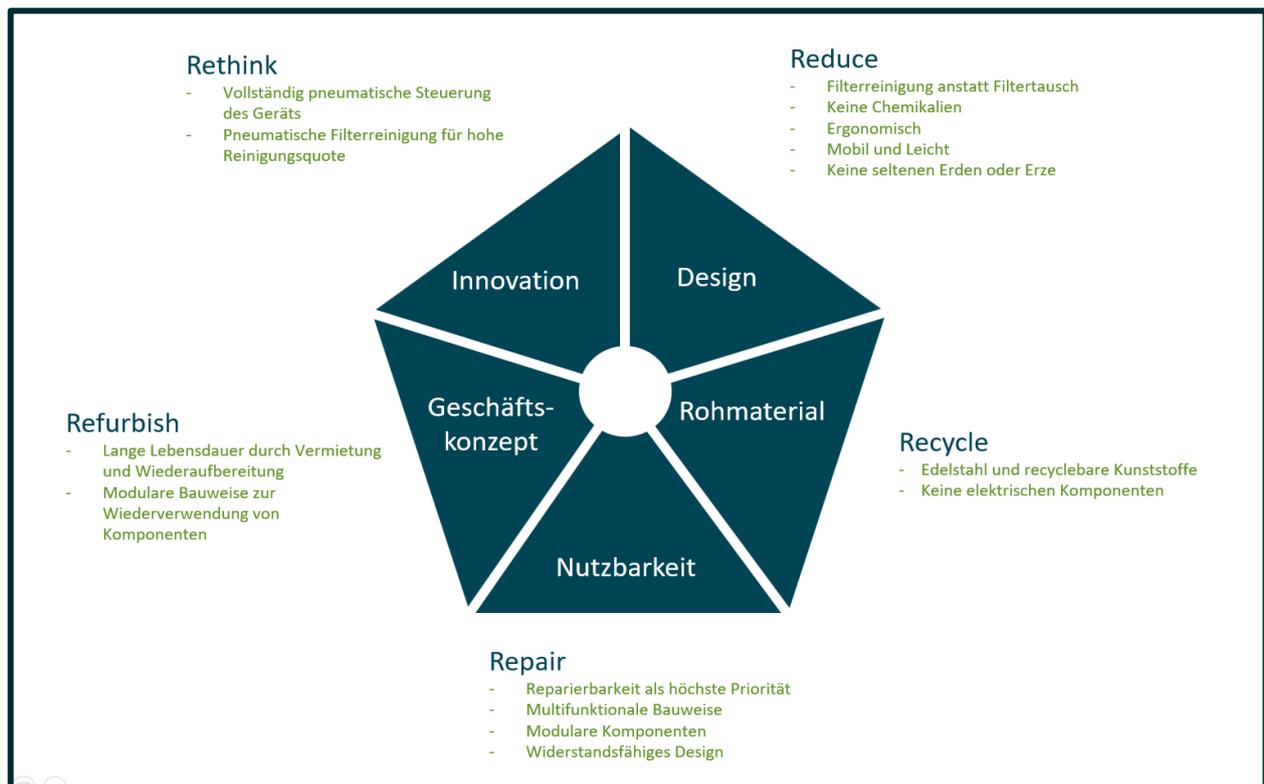


Abbildung 2: Grundsätze der nachhaltigen Produktentwicklung von DRS

2.3 Projektzeitraum und Planung

Das Projekt folgte einer systematischen Ablaufplanung mit drei Hauptebenen. Die erste Ebene "Projektdurchführung und Koordination" schaffte die planerische Grundlage und verantwortete das Projektmonitoring, einer kontinuierlichen Überprüfung des Arbeitsfortschritts in Relation zu den gesteckten Zielen. Die zweite Ebene "Prototypenherstellung" fokussierte sich auf die technischen Aspekte der Fertigungsplanung und Herstellung sowie qualitativen Absicherung. In der dritten Ebene "Testungen" war die Zielsetzung die Prototypenserie einer Reihe von Funktionstest auszusetzen, um deren Anwendbarkeit in realen Szenarien abzuschätzen. Die folgende Grafik veranschaulicht die drei Planungsebenen mit entsprechenden Unterschritten.

Förderjahr	1				2				3			
Förderquartal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I. Projektführung und Koordination	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Kickoff	■											
Organisatorische Detailplanung		■										
Aufbau Qualitätssicherung			■									
Projektmonitoring			■	■	■	■	■	■	■	■	■	
MS: Erfolgreicher Projektabschluss												■
II. Prototypenherstellung	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Fertigungsplanung	■											
Aufbau der Fertigung		■	■									
Fertigung der Prototypenserie				■	■	■	■	■				
Technische Qualitätssicherung								■	■	■		
MS: Herstellungsende										■		
III. Testungen					■	■	■	■	■	■	■	■
Grundlegende Funktionstests								■				
Bodentests (Unterstützt durch Feuerwehr)									■	■		
Luftabwurftest (Brandenburg)										■		
Zertifikationstest										■	■	
Informationsaufbereitung										■	■	■
MS: Abschlussbericht											■	■

Ein spezieller Fokus des Projektes liegt auf der Prototypenherstellung. Die hierbei zur Anwendung kommenden sechs sequenziellen Planungsschritte beinhalten die systematische Aufbereitung des Produktionsprogrammes, Bedarfsermittlung, Ableitung der Prozesse aus der Produktstruktur, Definition der Fertigungs- und Montageschritte, Dimensionierung der notwendigen Arbeitszeiten, -plätze und -flächen, zudem zeitliche und räumliche Strukturierung, Layoutplanung sowie technische Feinplanung. Als Resultat ergeben sich alle notwendigen Informationen zur Kosten- und Kapazitätsplanung wie bspw. potenzieller Maschinen- und Mitarbeiterbedarf, zu zusätzlichen Umbauten, Sicherheitseinrichtungen oder Medienanschlüssen, welche im Falle einer Laufzeitverlängerung konkretisiert werden können. DRS verfolgt dabei eine grundlegende Internationalisierungsstrategie. Zwar stand der Status des Projektes im absoluten Fokus, jedoch werden alle Maßnahmen grundsätzlich danach ausgerichtet, einer künftigen Internationalisierung förderlich zu sein. Dies bedeutet u.a. die Berücksichtigung unterschiedlicher Sprachen und kulturellen Hintergründe in der Entwicklung.

3 Entwicklungsergebnisse

Das Kapitel 3 legt den Fokus auf den während des Projektzeitraum erbrachten Ergebnissen, insbesondere der Aufbau der Fertigung, die technische Entwicklung und Herstellung sowie die Testungen der Prototypen.



Abbildung 3: Bild der Produktionsstätte von Disaster Relief Systems in Leipzig

3.1 Aufbau der Produktionskapazität

Zur Produktion und Evaluierung der Prototypenserie SAS muss DRS über geeignete Produktionseinrichtungen verfügen, die bei erfolgreicher Umsetzung eine Produktionsmenge entsprechend der Planung erlauben. Der Produktionsstandort Sachsen kann dabei eine Vielzahl spezialisierter Unternehmen als potenzielle Zulieferer aufweisen und verfügt über eine ausreichende Infrastruktur. In Kombination mit den im Bundesdurchschnitt geringeren Kosten und der zunehmenden Entwicklung des Standorts Leipzigs, besticht die Region hinsichtlich verfügbarer Standorte.

Die Herstellung erfolgte in einer Inselmontage, wobei Baugruppen an den für sie spezifischen Arbeitsplätzen vorbereitet worden sind, um dann in der Endmontage in den Rahmen eingesetzt zu werden. Jede Baugruppe wurde vor Einsetzen auf Funktion geprüft. Hierzu

wurde ein Testplatz eingerichtet, der pneumatische und hydraulische Funktionsprüfungen ermöglicht. Nach Abschluss der Endmontage wurde der fertige Prototyp zur Abschlussprüfung sowie Endabsicherung überführt. Diese beinhaltet eine bakterielle und physikalische Filterwirkungsprüfung sowie eine Desinfektion und bei positivem Ergebnis, eine Verplombung der Maschine.

3.2 Technische Entwicklung

Der folgende Abschnitt behandelt die der SAS-W2500 zugrundeliegende Kerntechnologie der pneumatischen Filterreinigung sowie deren Einsatz im Gesamtgerät.

3.2.1 Selbsttätige pneumatische Filterreinigung

Der Leistungsgrad jeder Wasseraufbereitung ist abhängig von dem jeweils eingesetzten Reinigungsverfahren. Dies gilt besonders für Anlagen aus dem Bereich der Katastrophentechnik. In den meisten Fällen ist eine Reinigung der Filter nicht vorgesehen, was einen manuellen Austausch dieser notwendig macht. Systeme mit Reinigung sind auf die manuelle Initiierung durch den Menschen angewiesen, sodass ein autonomer Betrieb bei keiner der vergleichbaren Anlagen ausgewiesen ist.

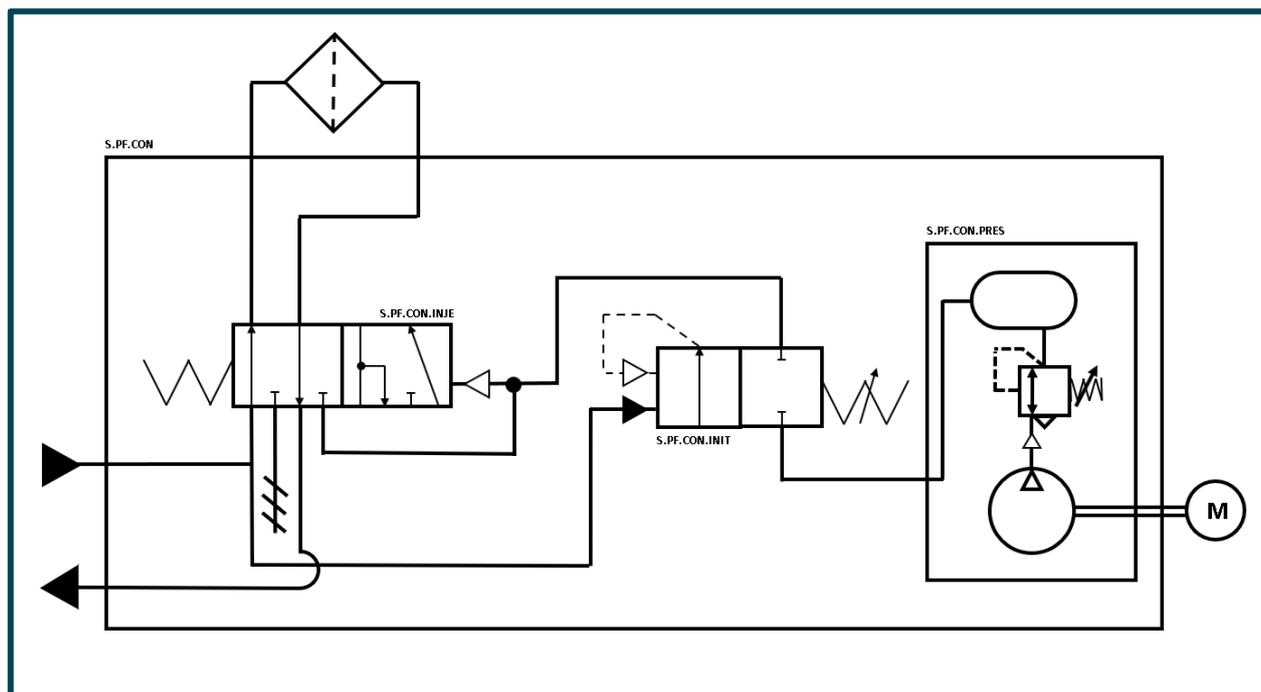


Abbildung 4: Schaltplan Wirkprinzip Filterreinigung; Filterreinigung besteht aus dem Filter oben und dem Leistungserhalter (S.PF.CON) mit drei Komponenten (Injektor (S.PF.CON.INJE) zur Flussumkehr bei Reinigung; Steuerung, Aktivierung, zeitliche Festlegung und Deaktivierung der Reinigung durch Initiator (S.PF.CON.INIT); Druckversorgung (S.PF.CON.PRES) zur Bereitstellung des Luftdrucks); Die Druckversorgung besteht aus einem Speicher, einem Überdruckventil sowie einem Kompressor, welcher an Antriebsstrang (M) angeschlossen ist.

Im Zuge einer kostenorientierten Entwicklung wurde im Rahmen des Projektes ein Reinigungsprinzip entwickelt, das durch die Nutzung von Luftdruck die pneumatische

Selbstreinigung der Filter steuert und auf diese Weise elektrische Sensoren und Aktoren überflüssig macht. Hierdurch werden Kosten gespart sowie gleichzeitig die Anfälligkeit für Störungen im Einsatzfall reduziert. Herauszustellen ist hierbei das absolut neuartige Wirkprinzip der pneumatischen Reinigungssteuerung (Abb. 3), die mittels Druckmessung einen Reinigungsbedarf erkennt, diesen einleitet, einen vorgegebenen Zeitraum durchläuft und beendet.

Im Folgenden werden die Komponenten Injektor und Initiator im Detail betrachtet. Sie bilden in Kombination die Schaltlogik der selbsttätigen Filterreinigung.

Die Aufgabe des **Initiators** ist die Steuerung der Reinigung. Der Initiator ist vor den Filtern in den Wasserstrom eingefügt. Sobald sich einer der Filter mit Verunreinigungen verdichtet, verringert sich dessen Durchsatz und der Wasserdruck vor dem Filter steigt. Der Initiator erkennt diese Drucksteigerung und öffnet daraufhin ein pneumatisches Ventil. Der nun durchströmende Luftdruck fließt zum Injektor und wird daraufhin zur Reinigung der Filter eingesetzt. Solange Druckluft in den Initiator strömt, bleibt dieser geöffnet und Reinigung erfolgt. Während der Filterreinigung wird der Wasserstrom aus dem System geleitet. Aus diesem Grund fällt der Wasserdruck nach Selbstöffnung des Initiators unmittelbar. Damit bewegt sich auch die Schubplatte in ihre Ausgangsposition. Der Keil-Kolben wird somit nur noch von der Druckluft oben gehalten. Die Reinigung ist zeitlich begrenzt. Diese Zeitschaltung erfolgt durch das Entleeren des Luftspeichers. Die nominale Kompressor-Leistung ist geringer als die Druckwirkung der Feder, die den Keil-Kolben zum Schließen bringt. Daraus folgt, dass mit Entleerung des Speichers unter eine bestimmte Grenze die Selbstoffenhaltung des Initiators abnimmt und der Keil-Kolben in die Normalposition absinkt. Das Kugelventil schließt daraufhin, und es fließt keine weitere Druckluft ein. Der Gasspeicher kann sich nun wieder auffüllen.

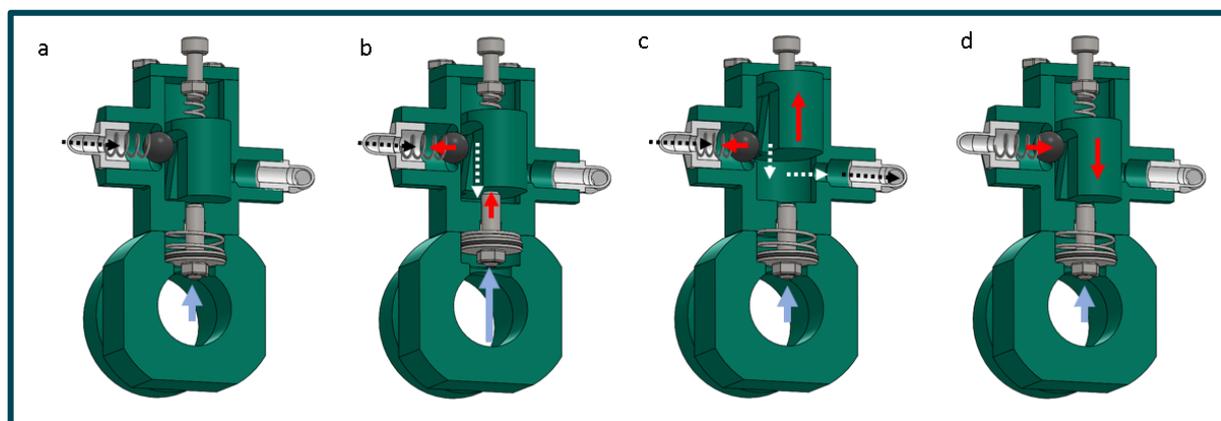


Abbildung 5: Darstellung des Initiators als Baugruppe; (a) – Initiator in Normalstellung, (b) – steigender Wasserdruck sorgt für Öffnung des Kugelventils durch den Keil-Kolben, (c) – einströmender Gasdruck hält Keil-Kolben in Selbstoffenhaltung, (d) – ausbleibender Gasdruck sorgt für Rückstellung des Initiators in Normalstellung.

Die Aufgabe des **Injektors** ist die Einleitung des Luftdruckes in den Wasserstrom hinter dem Filter und somit die Durchführung der Reinigung (Abb. 5). Der Injektor ist aus flusstechnischer Sicht vor und hinter dem Filter angeordnet. Das zufließende Wasser muss in Normalstellung zunächst durch den Injektor fließen, wird daraufhin durch den Filter geleitet und fließt am Ende wieder durch den Injektor. Im Einlassbereich des Injektors verschließt eine Ventilplatte den Abfluss aus dem System. Diese ist durch eine Schubstange mit einer zweiten Ventilplatte im Auslass verbunden. In Normalstellung wirkt eine Feder sowie der Innendruck des Wassers auf die Auslassventilplatte. Setzt sich der Filter zu, steigt der Druck im Zulaufstrom. Der Initiator öffnet sich und führt nun Druckluft zum Injektor. Der einströmende Luftdruck wirkt auf die Ventilplatte im Auslass und bewegt diese nach oben. In Endstellung verschließt diese Ventilplatte den Auslass. Sowohl die Druckluft als auch das gefilterte Wasser können nun nicht zum Auslass abfließen. Gleichzeitig mit Schließung des Auslasses wird der Abfluss vor dem Filter geöffnet. Der Gasdruck bewirkt nun die Flussumkehr, sodass Druckluft und restliches Wasser im Filter rückwärts gespült werden. Es kommt zu einem Reinigungseffekt auf der Filtermembran. Da der Abfluss geöffnet ist, fließen das einströmende sowie das mit den Filterablagerungen versetzte Wasser ab. Sobald der Initiator die Druckluftzufuhr unterbindet werden beide Ventilplatten durch eine Feder in Ausgangsstellung zurückversetzt. Der Abfluss ist somit wieder geschlossen, und die Filtration startet mit einem gesäuberten Filter.

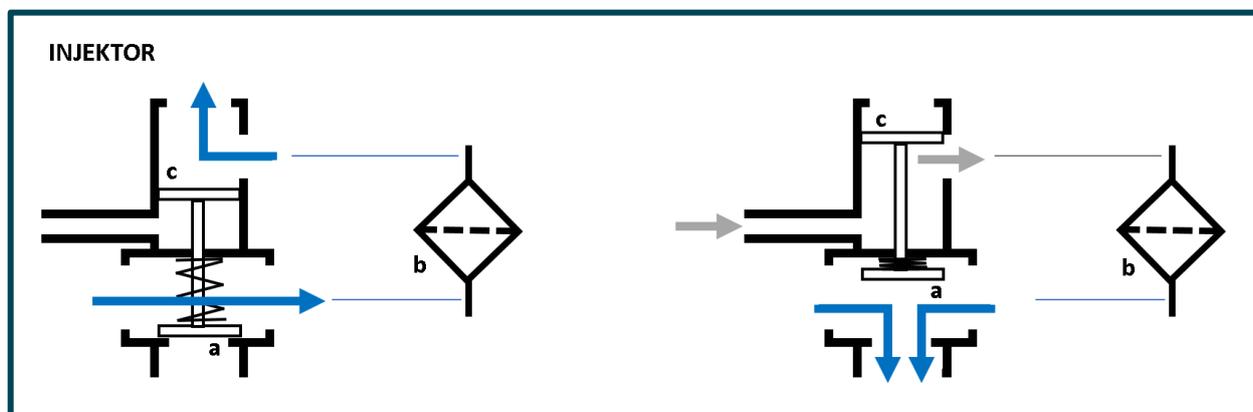


Abbildung 6: Funktionsschema des Injektors; links = Normalstellung, rechts = Reinigungsstellung; (a) – Ventilplatte im Abfluss, (b) – am Injektor angeschlossener Filter, (c) – Ventilplatte im Auslass; Einströmender Gasdruck bewirkt die Umstellung des Injektors in Reinigungsstellung.

Ein Bestandteil des innovativen Charakters ist die kostengünstige Umsetzung. Nicht nur der Verzicht auf elektrische Komponenten verdeutlicht diesen Umstand. In Abbildung 6 ist die Baugruppe des Injektors dargestellt. Die grünen Komponenten sind neu anzufertigen. Die weißen Elemente sind Standardbauteile aus Polypropylen.

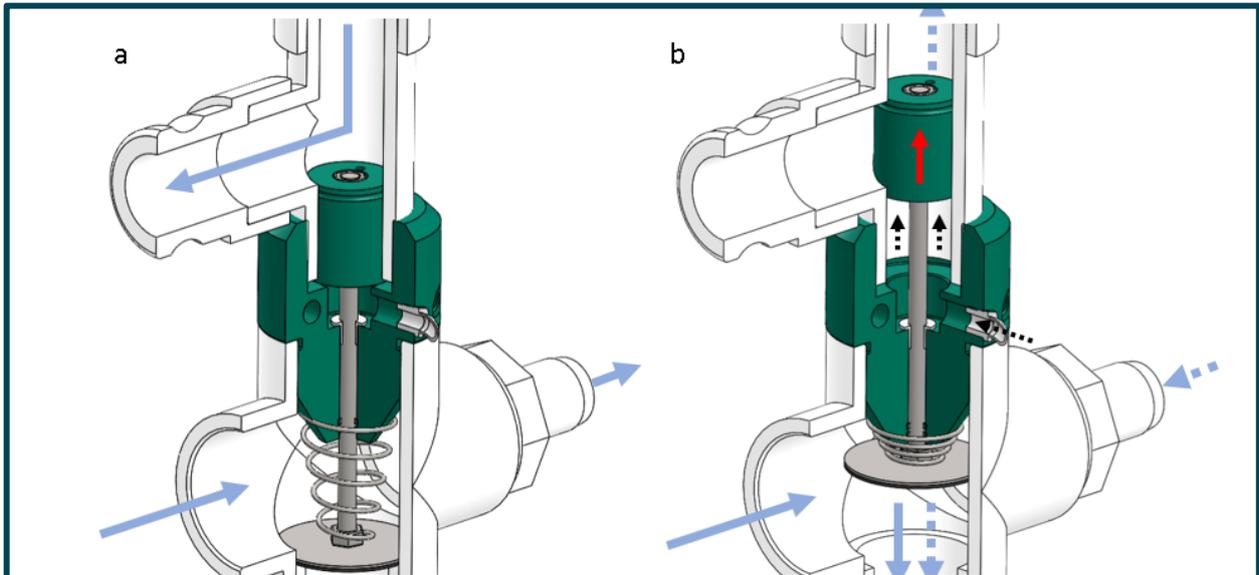


Abbildung 7: Darstellung der Injektor-Baugruppe; (a) - Injektor im Normalstellung, (b) - Injektor in Die Zusammenfassung von Initiator und Injektor wird als Spülung bezeichnet. Ist an die Spülung ein Filter angeschlossen, so umfasst es die Baugruppe der Filterstufe (vgl. Abbildung 8). In den Filterstufen kommen standardisierte DOE 20" Filterkerzen zum Einsatz. Die Spülung kann jedoch auch mit jedem anderen Filterttyp, der eine Rückflussreinigung unterstützt, verwendet werden.

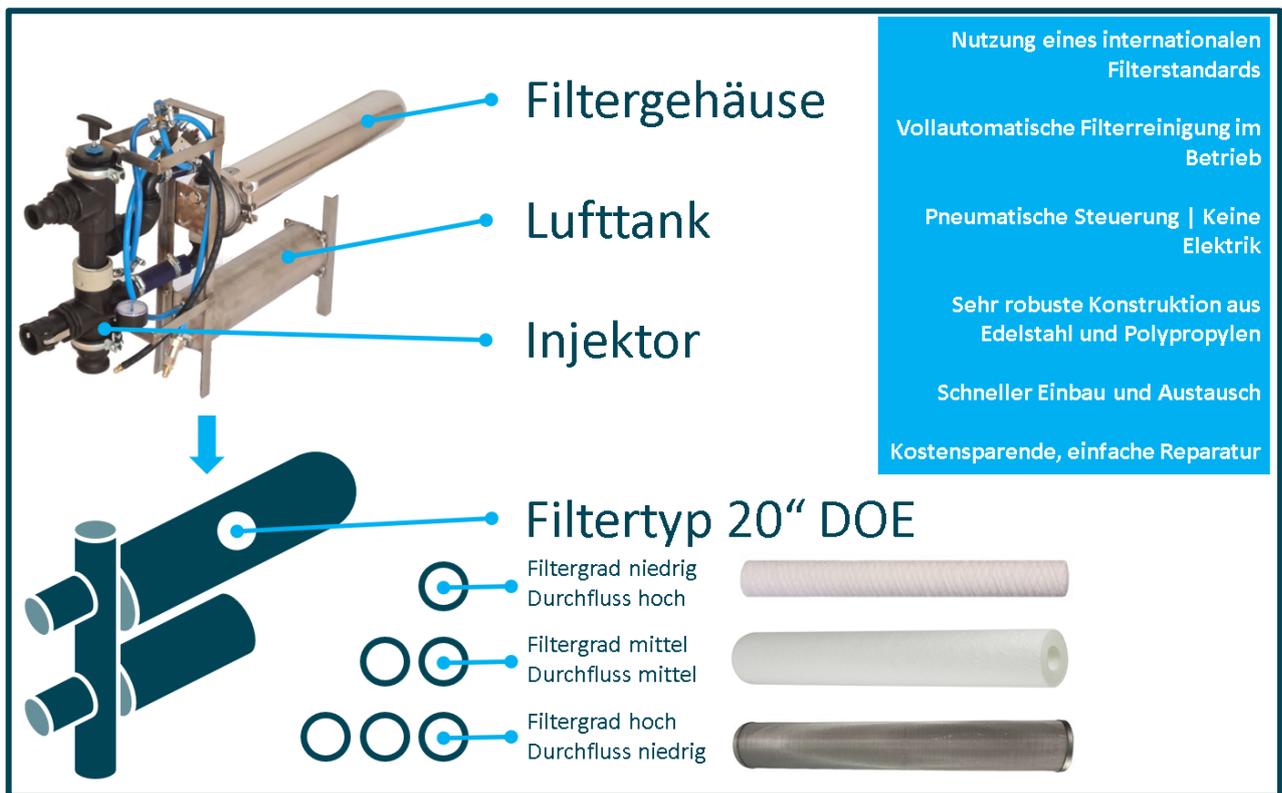


Abbildung 8: Darstellung einer selbstreinigenden Filtereinheit

In der mobilen Wasseraufbereitung werden zur Vorfiltration drei Filterstufen verwendet (Abbildung 9), sodass sich die Hauptbaugruppe der Präfiltration bildet. Im Vordergrund ist der Initiator am Injektor angeschlossen. Der Initiator sitzt vor dem Injektor und somit auch vor dem Filter aus flusstechnischer Sicht.

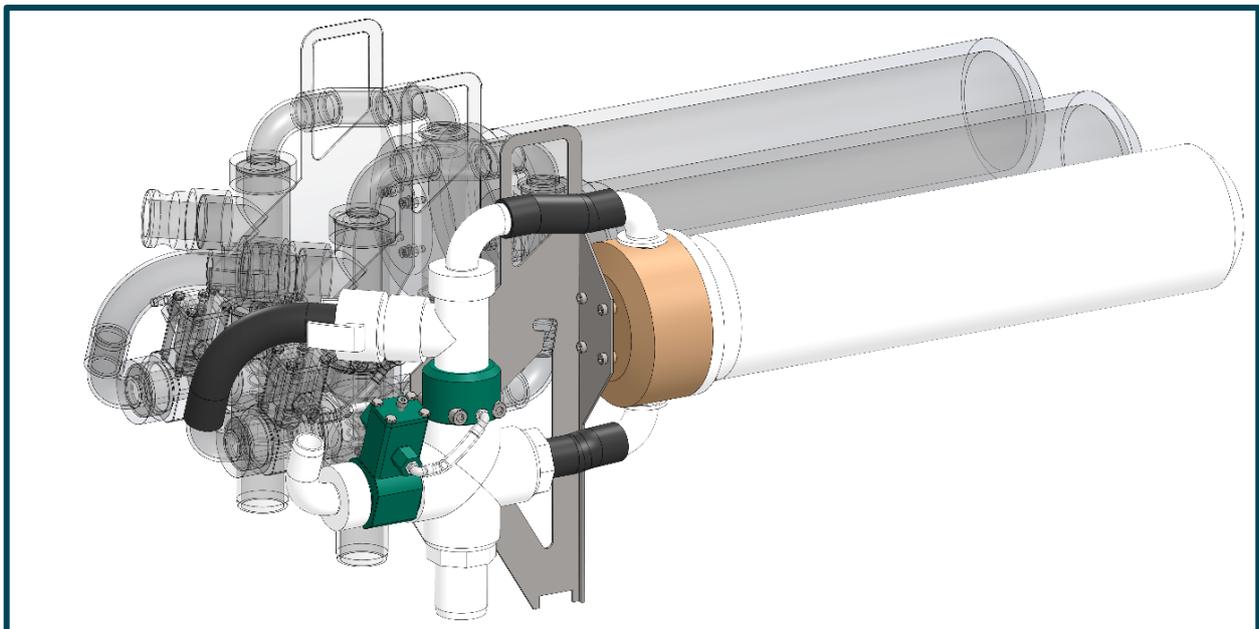


Abbildung 9: Darstellung der Präfiltration aus drei Filterstufen; Jede Filterstufe ist mit einer Spülung ausgestattet; Die Filterstufen sind mit Kamlock-Kupplungen koppelbar; Die zentrale Aufhängung einer Filterstufe erlaubt das unproblematische Demontieren zur Reparatur oder zum Austausch.

Ein weiterer Vorteil der modularen Bauweise der Filterstufen ist die Anpassung der Filtration an die entsprechende Einsatzlage. So kann es vorkommen, dass das vorliegende Rohwasser nur gering mit Sedimenten aber bspw. stark biologisch verunreinigt ist. Ist dies der Fall können die groben Sedimentfilter durch feine Ultrafilter ausgetauscht werden. Eine Parallel-Schaltung der Filter ermöglicht sodann einen deutlich höhere Durchsatzleistung. In der Abbildung 9 ist eine Anpassung der Filterstufen vereinfacht dargestellt. Auch eine serielle Nutzung von mehreren Maschinen des Systems ist denkbar.

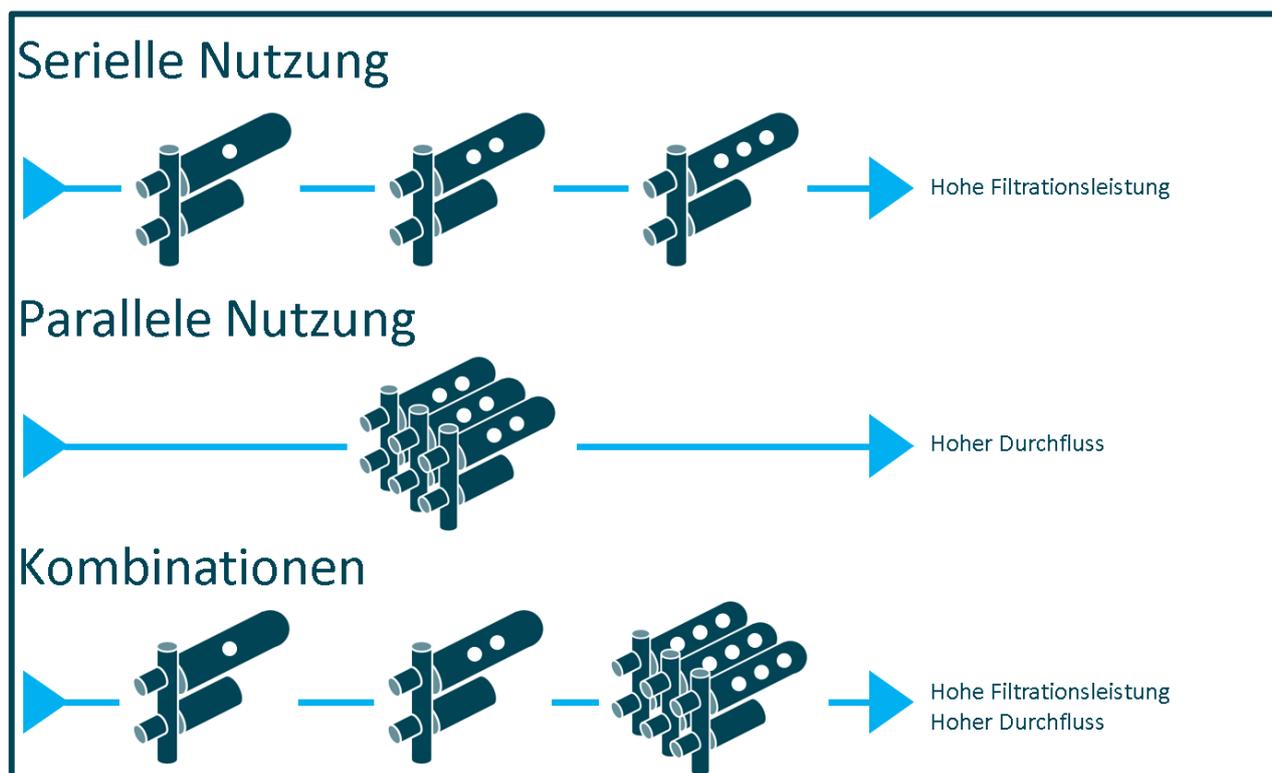


Abbildung 10: schematische Darstellung des vollmodularen Systemaufbaus, welcher den Einsatz des SAS-W2500 bei einer Vielzahl an Einsatzszenarien ermöglicht.

3.2.2 Gegenüberstellung vergleichbarer Reinigungsprinzipien

Das dargestellte Wirkprinzip bringt effektive Vorteile mit sich, welche in Tabelle 1 ersichtlich werden. Eine belastbare Einordnung lässt sich jedoch nur unter ähnlicher Zweckbindung erzeugen. Als relevant erachtet werden somit nur Reinigungsprinzipien, die ebenfalls eine Flussumkehr erwirken. Die nachfolgende Gegenüberstellung stellt die gängigen Möglichkeiten zur Flussumkehr in den Kontext relevanter Indikatoren wie den Reinigungseffekt, den Aufwand, der mit der Reinigung einhergeht, den Kosten, die das System hervorruft, dem Gewicht der Komponenten und ob diese mit üblichen Mitteln repariert werden können. Die neue selbsttätige Wirkweise unterscheidet sich von der elektrischen und herkömmlichen pneumatischen Reinigungssteuerung durch die einsatzspezifische Entwicklung. Diese reduziert zwar Kosten, Gewicht und Aufwände, die Komponenten jedoch sind nur sehr spezifisch einsetzbar und dadurch inflexibel. Der Reinigungseffekt erhöht sich merklich, wenn

Druckluft die Rückspülung unterstützt. Ein selbsttätiges System erfordert generell wesentlich weniger Personaleinsatz, da keine kontinuierliche Überwachung und kein Eingreifen erforderlich sind. Des Weiteren rufen elektrische Ventile sowie herkömmliche Pneumatik-Ventile (bspw. aus der Lebensmittelindustrie) hohe Kosten hervor. Typischerweise sind sie nicht für den mobilen Einsatz konzipiert, sodass die Verwendung beider Ventilarten mit hohen Gewichten einhergeht. Neben der erhöhten Anfälligkeit für externe Störungen, benötigen elektronische Ventile weitere Komponenten zur autonomen Versorgung sowie ein Steuergerät. Dies ruft weitere Kosten hervor, erhöht das Gewicht signifikant und macht das System anfälliger für Störungen. Eine weitere Grundproblematik der elektrischen Komponenten, aber auch von herkömmlichen pneumatischen Ventilen ist die Konstruktion, die eine Reparatur im Einsatzgebiet erschwert. Die Komponenten der Präfiltration sind alle mit einem Anforderungsprofil entwickelt worden, welches ihre Zweckmäßigkeit für die spezielle Einsatzsituation berücksichtigt, sodass nicht nur ein hoher Reinigungseffekt erzielt wird, sondern auch Kosten und Gewicht reduziert sind. Darüber hinaus wurden die einfache Demontage und das Ersetzen von bspw. Dichtungen durch im Einsatz vorhandener Materialien eingeplant.

Tabelle 1: Gegenüberstellung geeigneter Filterreinigungsmechanismen

Filterreinigung durch Flussumkehr (geeignet für mobile Trinkwasseraufbereitungsanlagen)				
	Manuel	Elektrisch	Pneumatisch (herkömmlich)	Pneumatisch (neu)
Reinigungseffekt	0	0	+	+
Aufwand	-	+	+	+
Kosten	+	-	-	+
Gewicht	+	-	-	+
Reparierbarkeit	+	-	0	+
Flexibilität	+	+	-	-

Bisher existieren keine mobilen Trinkwasseraufbereitungsanlagen, die ohne externe Energiequelle verwendet werden. Das SAS-W2500 ist vollkommen autonom, da es alle notwendigen Mittel zum Betreiben, inklusive eigenen Antrieb, vorweist. Die selbsttätige Filterreinigung erlaubt den unüberwachten Betrieb des Systems. Bisherige Filtrationsanlagen setzen auf eine manuelle oder auf eine halbautomatische Reinigung mit Eingriff des Nutzers, wobei Dieser zur Überwachung des Zustands gebunden wird. Bei unvorhergesehenen Störungen sind alle Komponenten per Hand demontierbar und können auf diese Weise gereinigt oder ausgetauscht werden. Auch wurde bei der Entwicklung die kurzfristige Substituierbarkeit von bspw. Dichtungen oder Ventiltellern berücksichtigt, sodass keine komplexen Bauteile zur Reparatur notwendig sind.

3.2.3 Mobile Trinkwasseraufbereitungsanlage SAS-W2500

Das Ergebnis der Entwicklung ist eine Prototypenserie von mobilen Wasseraufbereitungsanlagen, die die beschriebene pneumatische Filterreinigung in die Anwendung bringen.

Die zu verwendenden Filter können auf der Grundlage der erwarteten Wasserquelle ausgewählt werden, da die Filterpatronen eine große Auswahl an 20"-Oberflächen- oder Tiefenfiltern unterstützen. Dementsprechend hängt die Auswahl geeigneter Filter lediglich davon ab, ob die Filter automatisch im pneumatischen Reinigungssystem gereinigt werden sollen. Diese vollautomatische Anlage verwendet einen Initiator, welcher den Reinigungsvorgang auslöst, wenn ein Wasserdruck von fünf bar erreicht wird. Bei der halbautomatischen Version kann der Reinigungsvorgang durch Drücken der entsprechenden Taste auf dem Bedienfeld gestartet werden. Innerhalb des Systems sind drei bis neun individuelle Filtrationsstufen möglich, wobei eine geeignete Grundauswahl für durchschnittlich schlammiges Flusswasser aus einer Anordnung in Reihe besteht. Des Weiteren kann die Antriebsart je nach Einsatzszenario ausgewählt werden.

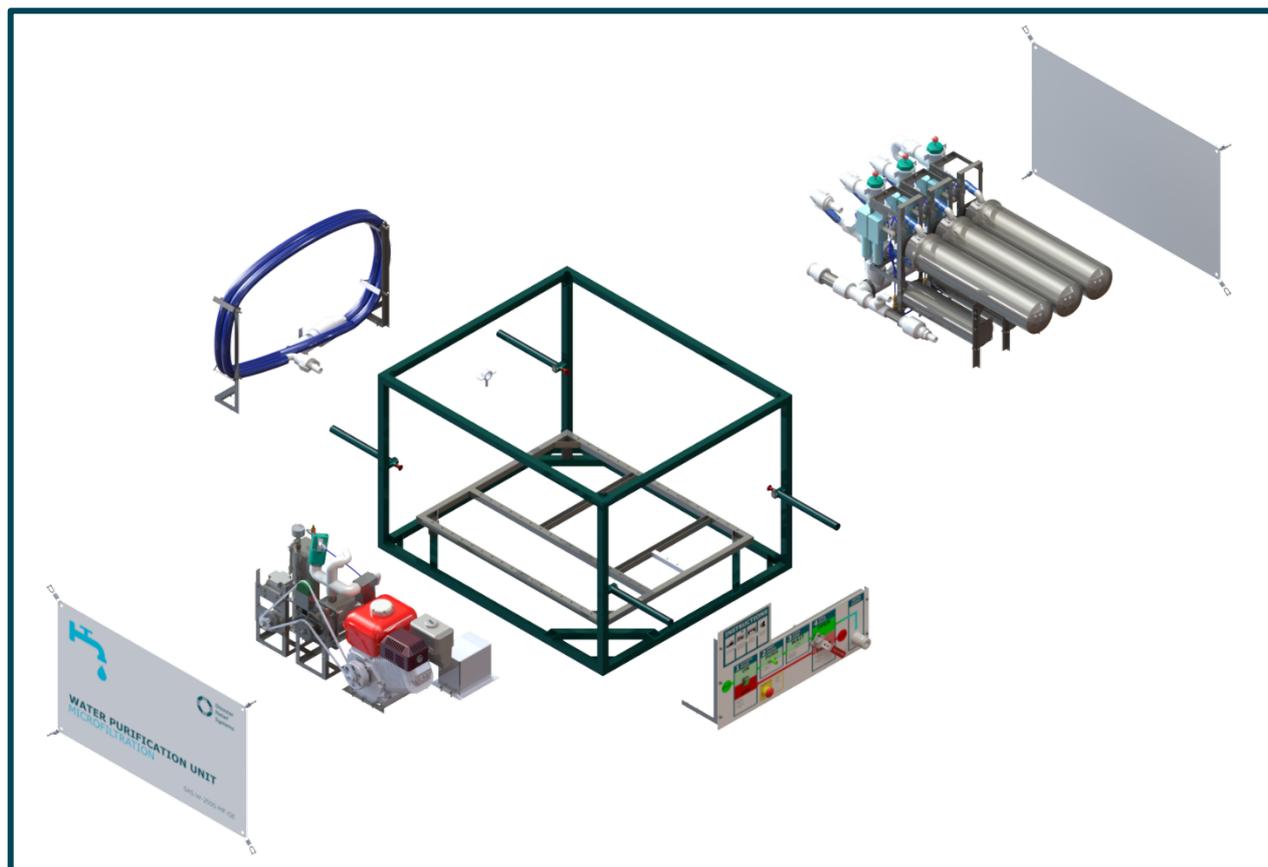


Abbildung 11: Explosionsgrafik der SAS-W2500

Das SAS-W2500 kann völlig autonom mit einem Benzinmotor an Bord zum Einsatz kommen, mit einem 230 V Elektromotor betrieben werden oder mit existierendem Wasserdruck. Es besteht zusätzlich die Möglichkeit, das System mit Filtergehäusen, Filtern und Rohrleitungen aus Polypropylen auszustatten, um das Gewicht und die Kosten zu reduzieren. Das SAS-W2500 verfügt über zwei Rahmen: einen stabilen äußeren mit Griffmöglichkeiten sowie einen inneren, auf dem die Baugruppen befestigt werden. Der innere Rahmen hat einen vertikalen Federweg von 120 mm. Das Gerät wiegt insgesamt 135 kg und kann mit einem Fallschirm über dem Einsatzgebiet abgeworfen werden, wobei die Aufprallenergie teilweise in die integrierte Federdämpfung überführt wird, was die inneren Komponenten vor Beschädigungen schützt. Die Fähigkeit zum unterstützten Luftabwurf macht das Gerät neben der selbsttätigen Filterreinigung absolut neuartig. Das SAS-W2500 kann mit einer Vielzahl von Zusatzgeräten, wie einem Chlorinierer zur Desinfektion, oder Aktivkohlefiltern ausgestattet werden. In der elektrischen Version kann bei der Desinfektion zusätzlich auf ein 230V UV-Lichtmodul zurückgegriffen werden. Räder unterstützen den Transport auf Flughäfen und Aufprallschutzvorrichtungen schützen das Gerät vor Transportschäden. Im Einsatz beginnt die Filtration umgehend, benötigt außer Benzin keine weitere externe Energiequelle und macht dank der selbsttätigen Filterreinigung das SAS-W2500 nicht nur energetisch autonom, sondern erfordert auch kein Fachpersonal zur Bedienung. Dies wird durch eine detaillierte und

durch Piktogramme unterstützte Anleitung auf der Vorderseite des SAS-W2500 zusätzlich unterstützt. Abbildung 12 bildet die Vorderseite der SAS-W2500 mit beschriebener Semantik ab.



Abbildung 12: Vorderseite des SAS-W2500 mit Anzugriff, Startschalter sowie Druck- und Tanküberwachung;

Das SAS-W2500 funktioniert vollständig autonom, da es alle notwendigen Mittel zum Betreiben, inklusive eines eigenen Antriebs, vorweist. Die selbsttätige Filterreinigung des SAS-W2500 erlaubt den unüberwachten Betrieb des Systems und kommt dementsprechend mit einer geringeren Personalüberwachung aus. Bisherige Filtrationsanlagen setzen auf eine manuelle oder halbautomatische Reinigung mit Eingriff des Nutzers, wobei dieser zur Überwachung des Zustands gebunden wird. Gemäß der Betriebstests ist davon auszugehen, dass das SAS-W2500 bis zu 80 % weniger Filterwechsel erfordert. Des Weiteren besticht das SAS-W2500 durch dessen Einfachheit, in deren Folge, vergleichbar mit Plug-and-Play, keine Schulung zum Betreiben der Anlage notwendig ist. Im Normalbetrieb offenbaren Farben und Piktogramme, wie die Filtration des SAS-W2500 initiiert und gestoppt werden kann. Es gilt lediglich einen Ansaugschlauch in die respektive Wasserquelle zu führen und den Motor zu starten. Beides sind Tätigkeiten, welche aus Alltagssituationen bekannt sind. Bei unvorhergesehenen Störungen sind alle Komponenten per Hand demontierbar und können

auf diese Weise gereinigt oder ausgetauscht werden. Auch wurde bei der Entwicklung die kurzfristige Substituierbarkeit von bspw. Dichtungen oder Ventiltellern berücksichtigt, sodass keine komplexen Bauteile zur Reparatur notwendig werden. Des Weiteren setzt das SAS-W2500 auf einen Doppelrahmen zur Steigerung der Stabilität, Verringerung von Schock-induzierten Schäden und Abfederung der Aufprallenergie (vgl. Abbildung 13). Vier Ösen erlauben es, das Gerät über dem Einsatzgebiet mit einem Fallschirm abzuwerfen.

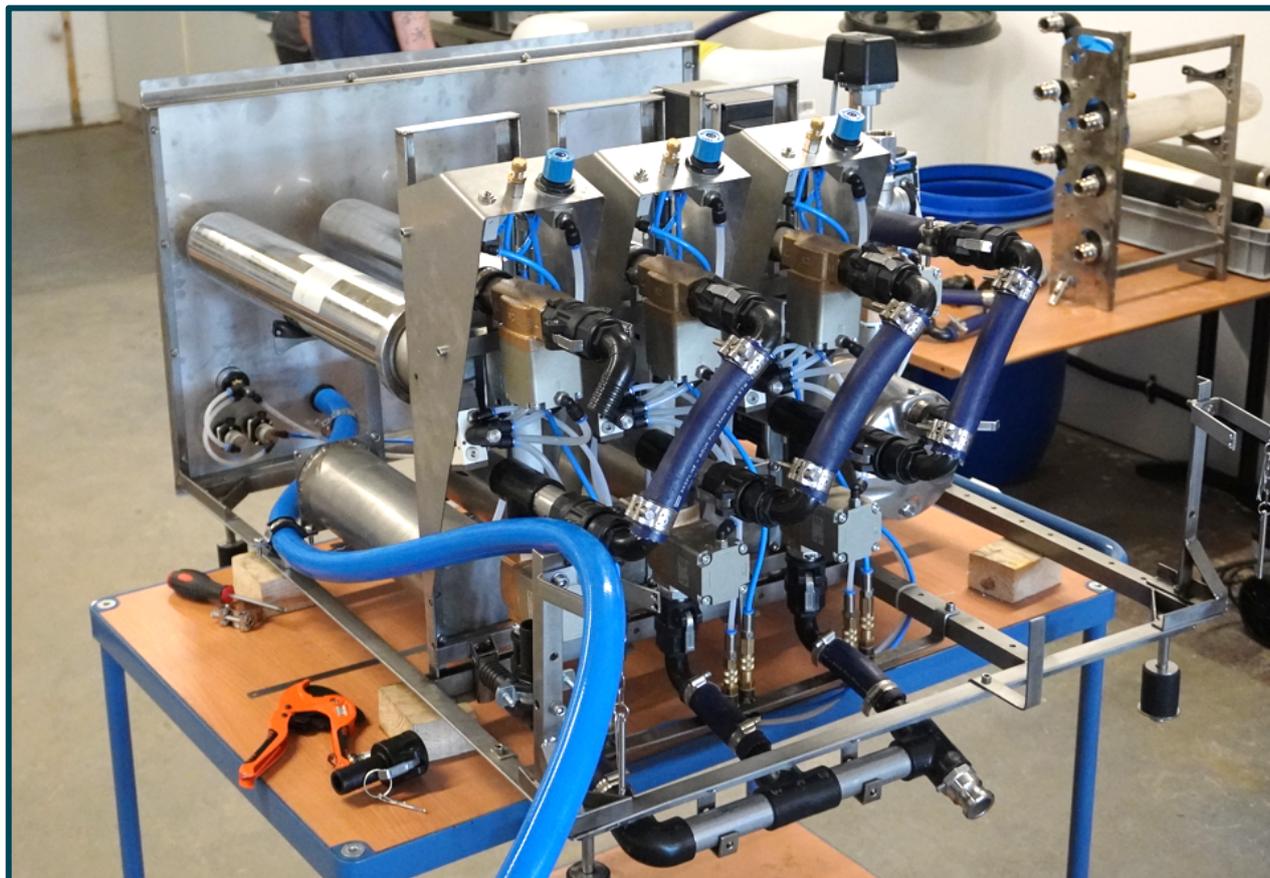


Abbildung 13: Montage der Filterstufen auf den Inneren Rahmen

Es zeigt sich, dass Erdbeben, Erdbeben oder Flutkatastrophen zu einer starken Einschränkung des Verkehrs führen, da Straßen und Bahnlinien verschüttet oder zerstört werden. Daher stellte sich die Möglichkeit zum Flugabwurf als eine sehr herausstellende Eigenschaft im Systemvergleich dar.



Abbildung 14: Prototypen des SAS-W2500 an der Weser

3.3 Testung und Evaluation des SAS-W2500

Die Hauptfunktion des Geräts SAS-W2500 besteht darin, Wasser, aus jeder Quelle, von Verunreinigungen zu befreien und es für den Konsum sicher zu machen. Das Gerät verfügt über eine Filterkapazität von 2500 Litern pro Stunde und kann täglich Trinkwasser für mehr als 15.000 Menschen erzeugen. Es ist mit drei Vorfiltrationssystemen ausgestattet, die nacheinander Partikel verschiedener Größen entfernen. Nach der Vorfiltration werden alle Substanzen, deren Molekularstruktur größer ist als die von Wasser, durch Ultrafiltration effizient abgetrennt. Dieser Prozess gewährleistet eine 99,97 prozentige Entfernung von Viren, Bakterien und anderen Parasiten im Wasser. Die Ultrafiltration gehört zu den modernen Verfahren, die weltweit als Standardmethode zur Trinkwasseraufbereitung zugelassen sind, insbesondere in Deutschland und der EU.

Zur Überprüfung der Leistungsfähigkeit des SAS-W2500 sowie zur Sicherstellung einer konstant hohen Wasserqualität wurden in der Produktionsstätte geeignete Kapazitäten geschaffen und entsprechende Testverfahren entwickelt. Um die Wasserqualität nach den Vorgaben der Deutschen Trinkwasserverordnung (TrinkwV) sowie der WHO-Richtlinien für Trinkwasserqualität in internationalen Katastrophensituationen zu gewährleisten, wurden in Kooperation mit spezialisierten Fachfirmen Verfahren zur physikochemischen und mikrobiologischen Analyse des aufbereiteten Wassers etabliert – auch unter Einsatzbedingungen im Feld (vgl. Abbildung 15).

Nach Abschluss umfassender Tests und deren Dokumentation erfolgte im Oktober 2023 durch SGS Analytics – ein unabhängiges, gemäß den Standards des Deutschen Verbandes für unabhängige Prüflaboratorien akkreditiertes Labor – die erstmalige Zertifizierung bestimmter Filtertypen (insbesondere des Ultrafiltrationsfilters mit einer Porengröße von 40 nm). Im März 2024 wurde zudem die neu entwickelte UV-Einheit zertifiziert.



Abbildung 15: Funktionstests unter Einsatzbedingungen an der Weser

Die Teilnahme an verschiedenen Katastrophenschutzübungen diente dazu, die Wirksamkeit des SAS unter extremen Einsatzbedingungen zu überprüfen und gezielt weiterzuentwickeln. So wurden die Anlagen an die Schnell Einsatz Einheit Wasser Ausland des THW (kurz SEEWA) übergeben und gemeinsam Filtrationsleistung, Einsatztauglichkeit sowie biologische Retentionsraten überprüft und mit bestehenden Anlagen aus dem Bestand des THW abgeglichen (vgl. Abbildung 16).



Abbildung 16: Einsatz des SAS-W2500 vom THW an der Weser

Im Ahrtal wurden im Juni 2021 über 9.000 Gebäude und über 100 Brücken zerstört oder stark beschädigt, 17.000 Menschen im Tal verloren ihr gesamtes Hab und Gut. Insgesamt waren etwa 10.000 Unternehmen von der Flut betroffen. Rund 165.000 Menschen hatten in den Tagen danach weder Strom noch Trinkwasser.⁵ Einer hohen Relevanz kam daher die Erprobung der SAS-W2500 in einer gemeinsamen Emergency Medical Team (EMT) Übung im Ahrtal zu⁶. Die Integration der Anlage in die existierenden Infrastrukturen der Teams sowie die Darstellung der Leistungsfähigkeit standen hierbei im Fokus. In Abbildung 17 ist zu sehen, wie die SAS-W2500 direkt aus der Ahr ansaugt. Hierbei ist der besonders hohe Sedimentgehalt des Wassers direkt an der Flussfarbe zu erkennen.

⁵ BPB (2023): Nach der Flut an der Ahr 2021, Hintergrund Aktuell

⁶ https://www.rki.de/DE/Institut/Internationales/ZIG-News/News/2024_EMT-Uebung_Ahrtal.html



Abbildung 17: Einsatz des SAS-W2500 in einer gemeinsamen Ahrtal-Übung des RKI mit den Auslandseinheiten des ASB, der Johanniter, von Cadus und Humedica.

Nach erfolgreicher Zertifizierung sowie dargestellter Leistungsfähigkeit ist eine Maschine an die polnische Feuerwehr in der Gemeinde Miłków im südwestlichen Polen zum zeitlich begrenzten Einsatz beim Hochwasser im Jahr 2024 übergeben worden. In diesem Einsatz unter realen Bedingungen wurde das SAS-W2500 zur Sicherstellung der Trinkwasserqualität des verteilten Wassers nach Verteilung mittels Tank-LKW herangezogen.



Abbildung 18: Einsatz des SAS-W2500 beim Hochwasser in Polen 2024

Die während des Projektzeitraums aufgebauten Kontakte in die humanitäre Welt sowie zu lokalen Katastrophenschutz-Akteuren (vgl. Abbildung 19) und die damit einhergehende Präsentation und Validierung des SAS-W2500 erlaubt die Abschätzung einer zunehmenden Relevanz nach derartigen, dem Einsatzfall zugeschnittenen Systemen. Es zeigt sich nicht nur hohes Interesse, sondern auch eine belastbare Nachfrage auf lokaler sowie internationaler Ebene.



Abbildung 19: Erprobung des SAS-W2500 beim DRK Niedersachsen

Die abschließende Evaluation der Prototypen des SAS-W2500 zeichnet ein Bild erfolgreicher Zielerreichung. Zwar kam es in der Herstellung sowie Erprobung zu zeitlichen Verzögerungen, jedoch kann aufgeführt werden, dass nicht nur zwei Zertifizierungen durchgeführt, sondern auch mehr Testungen erfolgt sind, als ursprünglich angedacht. Auch die Testungen können im Ergebnis als durchaus positiv abgeschlossen angesehen werden. Somit ist das System derzeit in einem hohen Grad an die Anforderungen humanitärer Katastrophen-Hilfs-Einsätze angepasst.

4 Verbreitung der Projektergebnisse

In Kapitel 4 werden die verschiedenen Kanäle der beschrieben, die zur weiteren Bekanntmachung der Projektergebnisse führen.

4.1 Fachvorstellungen

Um die Trinkwasserversorgung im Katastrophenfall zu gewährleisten, trainieren Einsatzkräfte regelmäßig ihre Fähigkeiten, in Katastrophensituationen effektiv Hilfe zu leisten. DRS hatte dabei die Möglichkeit, die Einheiten bei einer Gemeinschaftsübung zusammen mit dem THW SEEWA, B-FAST aus Belgien und der Danish Emergency Management Agency (DEMA) im Sommer 2023 zum Einsatz zu bringen. Dies bot DRS eine einzigartige Gelegenheit die Mikrofiltrationsanlage mit bis zu neun parallel oder sequentiell arbeitenden Filtereinheiten von 500 µm bis 0,04 µm inklusive Selbstreinigungsmechanismus auf ihre Leistungsfähigkeit, Funktionalität, Belastbarkeit und schnelle Anpassungsfähigkeit zu testen.

Im September 2023 konnte DRS zusammen mit einem internationalen Team von Experten der Search and Rescue (SAR) Einheiten an einer viertägigen Such- und Rettungsübung in Villejust, Paris, teilzunehmen. Veranstaltungen wie diese helfen DRS die Anforderungen von Katastrophenschützern an die Systeme besser nachvollziehen zu können. Die Übung bot ein realistisches Katastrophenszenario mit den logistischen Herausforderungen der Beschaffung von Ausrüstung, der Einrichtung des OSOCC (On-Site Operations Coordination Centre) und der LEMA (Local Emergency Management Authority), der Verknüpfung mit der USAR-Koordinationszelle und der Zusammenarbeit mit zahlreichen anderen Einsatzkräften. DRS konnte die mobile Wasseraufbereitungsanlage SAS-W2500, die Verteilungsinfrastruktur, die mobile Laborausrüstung sowie das gesamte WASH-Know-how in einer Reihe von anspruchsvollen Szenarien einem Härtetest unterziehen. CSP Frankreich in Villejust bot dabei ein hervorragendes Trainingsgelände.

Vom 6. bis 7. März 2024 nahmen DRS an einem Netzwerktreffen zum Bevölkerungsschutz in Wildau teil. Mit dem Thema Vegetationsbrände und Hitze brachte es 180 Fachleute des Brand- und Katastrophenschutzes aus zehn Bundesländern zusammen. Bei den Workshops Führungskräfte 4.0 und Austausch zu Katastrophenschutzleuchttürmen konnte DRS viel Inhalt von der Arbeit und zum Stand der Feuerwehren und Kommunen in der Arbeit im Katastrophenschutz mitnehmen.

März 2024 nahm DRS, gemeinsam mit dem THW SEEWA, an einer weiteren Katastrophenschutzübung zum Thema Trinkwasseraufbereitung im Katastrophenschutz teil, wo DRS die Trinkwasseraufbereitungsanlage SAS-W2500 den Einsatzkräften des THW

vorgelegt und in ein extremes Einsatzszenario bei eisigen Temperaturen integriert haben. Geprüft wurde auf dem Gelände des THW-Ausbildungszentrums Hoya, sodass die Geräte auf Herz und Nieren begutachtet werden konnten. Solche Übungen verdeutlichen vor allem potenziellen Kooperationspartnern die Leistungsfähigkeit der entwickelten Systeme.

Auch bei einem Technologie- und Sicherheitsforum des DRK LV Niedersachsen (DRK-Landesverband Niedersachsen) war DRS eingeladen, die mobile Trinkwasseraufbereitungsanlage SAS-W2500 einem Fachpublikum der ansässigen Rettungsdienste zu präsentieren. Im Rahmen dieses Forums stellte DRS das System im Betrieb vor.

Die Vorreiterrolle Japans im Bereich der Bewältigung von Naturkatastrophen ist einer der Gründe für einen Besuch im Dezember 2023, wo DRS mit verschiedenen Organisationen und öffentlichen Einrichtungen über die Katastrophenvorsorge des Landes sprechen konnten. Den Innovationsgeist, den DRS in Japan begegnet ist, bestärkt die Überzeugung, dass globale Verbindungen zu innovativen und nachhaltigen Lösungen für aktuelle und künftige Herausforderungen führen können, mit denen DRS auf der ganzen Welt konfrontiert ist.

Im Mai 2024 wurde DRS von Humedica zur Teilnahme an einer EMT-Großübung im Ahrtal eingeladen, um Sie als Organisation mit der mobilen Wasseraufbereitung bei Ihrem Einsatz als EMT zu komplettieren. Auf umfassendes Cholera Szenario besser vorbereitet zu sein, war die Grundlage der ersten gemeinsamen EMT-Übung von WHO klassifizierten Teams, die Mitte Oktober in Hünxe (NRW) stattgefunden hat. EMTs stellen bei nationalen und internationalen Gesundheitskrisen wie z.B. Naturkatastrophen oder Krankheitsausbrüchen schnelle medizinische Hilfe zur Entlastung des lokalen Gesundheitssystems bereit. Die Teams, die aus Ärztinnen und Ärzten, Krankenpflege-, Logistik- und weiterem Personal bestehen, werden im Ereignisfall durch die jeweilige Regierung des betroffenen Landes angefordert und koordiniert. In Deutschland gibt es derzeit sechs als Typ 1 klassifizierte EMT, die von Nichtregierungsorganisationen bereitgestellt werden. Hierbei handelt es sich um den ASB, Malteser International, Humedica, I.S.A.R. Germany, die Johanniter-Auslandshilfe sowie Cadus, mit welchem DRS in sehr engem Austausch stehen, um sie bei der Bewältigung Ihrer Probleme mit der Wasseraufbereitung und mobilen Einsatzhygiene bei humanitären Katastrophen zu unterstützen. Für DRS war es eine Bestätigung der Arbeit der letzten Jahre, zu der Teilnahme an einer solchen Übung eingeladen worden zu sein.

4.2 Messen

Auf der Interschutz 2022 konnte DRS das erste System, die mobile Wasserfilteranlage SAS-W2500, einem nationalen und internationalen Publikum vorstellen. Ob deutsche Hilfsorganisationen oder internationale Vertriebsleute, das Interesse an dem Projekt wurde deutlich.

Des Weiteren besuchte DRS als Aussteller die siebte Auflage der FLORIAN in Dresden, einer Fachmesse für Feuerwehr, Zivil- und Katastrophenschutz, auf der die neuesten Technologien und Konzepte für Entscheider präsentiert wurden. Diese Messe bot DRS eine großartige Gelegenheit, sich über die relevanten Themen zu informieren und war richtungsweisend für die nachfolgenden Monate, da die Herausforderungen für die Retter vor Ort in Deutschland konstant zunehmen und alle Einsatzorganisationen sich auf neue Herausforderungen wie Extremwetterereignisse und Spezialeinsätze einstellen müssen – sowohl in Bezug auf Ausrüstung als auch Ausbildung von Rettungskräften.

Für den Ausbau des nationalen und internationalen Netzwerks im WASH-Bereich, nahm DRS vom 13.05. - 17.05. als Aussteller an der IFAT, der Weltleitmesse für Umwelttechnologien, teil. Als größte Plattform für Wasser-, Abwasser-, Abfall und Rohstoffwirtschaft, traf DRS mit der mobilen Aufbereitungsanlagen sowie weiteren Entwicklungskonzepten, auf sehr großes Interesse, denn der Bedarf an modularen, mobilen und robusten Lösungen im Bereich der Wasseraufbereitung und Sanitäreinrichtungen ist gestiegen.

Des Weiteren wurde DRS vom Landesverband des DRK Hessen nach einem langen und konstruktiven Austausch auf den Hessentag 2024 eingeladen, da großes Interesse bestand, die Entwicklungen persönlich kennenzulernen. Die mobile Wasseraufbereitungsanlage SAS-W2500 konnte auch hier interessierte und begeisterte Entscheidungsträger der DRK Landesverbände Hessen, Bayern und Baden-Württemberg überzeugen und der weitere Austausch über potenzielle Kooperationsfelder war die Folge.

Zusätzlich hat die Teilnahme an den HNPW (Humanitarian Network and Partnership Weeks) des OCHA (United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs) ein einzigartiges Forum geboten, um sich im Kreis humanitärer Netzwerke und Partnerschaften zu treffen und zentrale humanitäre Fragen anzugehen. Es handelt sich hierbei um eine der größten humanitären Veranstaltungen ihrer Art, welche Teilnehmer aus den Vereinten Nationen, NGOs, Mitgliedsstaaten, dem Privatsektor, dem Militär, der Wissenschaft und anderen Ländern zusammenkommen lässt, um gemeinsame Herausforderungen im humanitären Bereich konstruktiv und gemeinschaftlich zu lösen.

Als Besucher konnte DRS 2023 außerdem die AidEx in Genf besuchen, die weltweit führende Veranstaltung für humanitäre Hilfe und Katastrophenhilfe. Die Konferenz bot in hochrangigen

Konferenzsitzungen, Workshops, Diskussionsgruppen, Fallstudien und Schulungsprogrammen, die sich mit den Herausforderungen in der humanitären Hilfe befassen, eine ausgezeichnete Gelegenheit, sich auszutauschen und zu informieren.

4.3 Medienauftritte

Die DRS Medienauftritte beschränken sich auf die Social Media Präsenz bei LinkedIn sowie über die Website. Des Weiteren konnte DRS einer Anfrage von National Geographic im April 2024 nachkommen, welche das Projekt in einer ihrer Ausgabe 04/2024 näher vorstellt. Durch die Teilnahme an medial aufbereiteten Katastrophenschutzübungen sowie durch die Reichweite der teilnehmenden Organisationen selbst ergibt sich für DRS eine indirekte Präsenz in den sozialen Netzwerken.

4.4 Maßnahmen zur Verbreitung der Vorhabensergebnisse

Das Projekt Disaster Relief Systems entwickelte energieeffiziente und ressourcenschonende Systeme zur Wasseraufbereitung, insbesondere zur Trinkwassergewinnung. Die Verwertung und Übertragung der Ergebnisse soll entsprechend in den Bereichen Trinkwasser sowie Water, Sanitation and Hygiene (WASH) abgedeckt werden. Hierbei konzentrierte DRS sich zunächst auf den europäischen Raum. Langfristig sind Bereiche in Afrika, Asien und Südamerika im Fokus, da hier ein großer Bedarf an dezentralen, flexiblen Filtrationseinheiten besteht. Für die Verwertung wird zwischen verschiedenen Anwendungsfeldern wie Krisen- und Katastrophenhilfe, Städte/Gemeinden/Kommunen sowie Schwellen- und Entwicklungsländer unterschieden. Die Breite des Bedarfs von dezentralen Filtrationssystemen wird unterteilt in den Outdoor-Bereich sowie Aufbereitung von Grau- und Bewässerungswasser. Die Verbreitung der Vorhabensergebnisse erfolgt im Zuge der Veröffentlichung der Ergebnisse in (inter-)nationalen Fachzeitschriften, auf Konferenzen und Messen sowie in bestehenden Netzwerken, wissenschaftlicher Diskussionen der Forschungsergebnisse und Know-How-Transfer durch Vernetzung, der Beratungsfähigkeit durch Fortentwicklung/Übertragung der Projektergebnisse auf andere technische Lösungen der mobilen Wasseraufbereitung, von Presse und Öffentlichkeitsarbeit sowie durch Transfer der Untersuchungsergebnisse in bestehenden Plattformen. Zur Sicherstellung von Effektivität und Effizienz folgen die Maßnahmen einer Verwertungs-Strategie. Aus dieser Strategie sind Maßnahmen und Aktivitäten abzuleiten. Konkret bedeutete dies, die Zuordnung von Kapazitäten sowie Erarbeitung von Organisations- sowie Handlungsstrukturen und Generierung von notwendigen Dokumenten. Die Besonderheit und gleichzeitig größte Herausforderung des

Katastrophenschutzmarktes ist das benötigte Vertrauen in die Technik. Deshalb erfolgte die wiederholte Teilnahme an den beschriebenen Übungen zur Vorführung der gefertigten Systeme bei operativen Einsatzkräften unter realen Bedingungen. Als am zielführendsten hat sich hierfür die Teilnahme an eben jenen Einsatzübungen der Organisationen herausgestellt. So werden alle Bundesländer entsprechend ihrer internen Katastrophenschutzstruktur offengelegt. Diese setzt sich zusammen aus der Koordinierungsstelle im jeweiligen Innenministerium, den Verantwortungsträgern in den Landkreisen und Städten sowie über die Verbands-Organisationstruktur von THW, ASB, Johanniter, Malteser und den Feuerwehren. Vom Landes-, Regional-, Kreis- wird bis zum Ortsverband Kontakt aufgenommen. Zum Aufbau geeigneter Strukturen sind weitere Fördermittel unabdingbar.

5 Fazit

Eine zunehmende Weltbevölkerung, der exorbitante Verbrauch von Süßwasser zu industriellen und landwirtschaftlichen Zwecken und die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt und die Wasserverteilung resultieren in zunehmender Wasserknappheit. Aber auch viele Regionen Europas werden zukünftig vermehrt mit Problem der Wasserknappheit konfrontiert sein, insbesondere wenn respektive Grundwasservorkommen erschöpft und kontaminiert sind.

DRS konnte nachweisen, dass eine Trinkwasseraufbereitung gemäß den gesteckten Zielen sowie den Anforderungen operativer Einsatzkräfte möglich ist. Dabei gilt es lediglich etablierte Strukturen von modernen Verfahren und Herangehensweisen zu überzeugen. Eine Desinfektionsstufe am Ende der Aufbereitung sowie eine UV-Behandlung des gefilterten Trinkwassers haben sich bewährt, um Rohwasser gemäß der Deutschen TrinkwV aufzubereiten. Damit ist eine Trinkwasserproduktion mit dem mobilen SAS-W2500 möglich. Alle Anlagenteile sind dabei so aufgebaut, dass sie leicht zu bedienen sind und kaum Wartungsaufwand besteht. Außerdem muss der Anlagenbetreiber keine gesonderte Ausbildung besitzen. Jede Einheit kann von zwei bis vier Personen bewegt werden und ist so klein, dass er in den Frachtraum von Verkehrsflugzeugen passt, wobei die Einheiten so konzipiert sind, dass sie ebenso allgemein wie einfach in der Anwendung sind. Im Gegensatz zu den bereits bestehenden Wasseraufbereitungsanlagen funktioniert das SAS-W2500 vollkommen autonom. Bei durchgeführten Testbetrieben im Rahmen internationaler Katastrophenschutzübungen wurde eine stabile Reinigungsleistung erzielt, wobei diese unter den in Deutschland üblichen klimatischen Randbedingungen erfolgte. Mikrobiologische Prozesse, die bei der Lagerung der Einheiten sowie der Aufbewahrung von aufbereitetem Wasser bis zu dessen Verwendung eine wesentliche Rolle spielen, sind stark temperaturabhängig. Um diesem Sachverhalt zu begegnen wurde ein patentiertes, automatisiertes Filterreinigungs- sowie ein Desinfektionsverfahren entwickelt, welche die unbedenkliche Lagerung der Einheiten und des aufbereiteten Wassers und die Wiederverwendung der Filter zulassen. Die Konstruktion der SAS-W2500 erlaubt außerdem den Abwurf über dem respektiven Einsatzgebiet, wobei dieses Szenario aufgrund Mangels potenzieller Kooperationspartner und bürokratischer Hindernisse innerhalb des Förderzeitraumes nicht getestet werden konnte. Aufgrund dieses Sachverhaltes, einer angestrebten WHO-Zertifizierung und zur Schaffung personeller Strukturen im Bereich Marketing und Vertrieb wurde eine Laufzeitverlängerung beantragt. Im Rahmen des Projektes konnten weitere potenzielle Anwendungsmöglichkeiten erschlossen werden. Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass die Modularität des SAS die beste Möglichkeit ist, um der Diversität

verschiedener Anwendungsfälle sowie sich ändernden Einsatzbedingungen zu begegnen. Hierfür gibt es kein vergleichbares System. Das SAS-W2500 wurde so konfiguriert, dass ein autarker Betrieb generell möglich ist, sofern regenerative Energien vorliegen, auch in der Elektrovariante. Insgesamt handelt es sich um eine Wasseraufbereitungsanlage, welche durch die angesprochene Modularität und den möglichen Adaptionen für weitere Anwendungsmöglichkeiten in Frage kommt und somit ein breites Anwendungsspektrum abdecken kann.