



## Feldversuch DRILL-X

Vom Prototyp zum Löschverfahren:  
Das Bohrlöschgerät DRILL-X im Feldversuch  
mit F&E-Projektfeuerwehren

# Feldversuch DRILL-X

## Vom Prototyp zum Löschverfahren: Das Bohrlöschgerät DRILL-X im Feldversuch mit F&E-Projektfeuerwehren

### Projektleiter

Ing. Lukas Traxl (LM)

### Projektteam

DI Dr. Patrik Fößleitner (LM), Simon Feichter BSc (LM), DI Manuel Galler (LM),  
Matthias Stögbauer BSc (BM), DI Nicolas Hochsteiner (FM)

### In Kooperation mit dem ÖBFV – Kompetenzzentrum für wissenschaftsbasierte Gefahrenabwehr

DI Gerald Czech (HBI d.F.)

Graz, Juni 2024

Titelbild: SYNEX TECH GmbH

DOI 10.3217/m7da3-3j724



This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

This CC license does not apply to third party material (attributed to other sources) and content noted otherwise.

In diesem Bericht wurden weitgehend geschlechtsneutrale Begriffe gewählt. In Fällen, wo dies nicht praktikabel war, wurden die etablierten Bezeichnungen der Feuerwehr verwendet, um den Lesefluss zu fördern.

**Freiwillige Feuerwehr der Technischen Universität Graz**



# DANKSAGUNG

Die Basis für die in diesem Projekt gegründeten „F&E-Projektfeuerwehren“ wurde durch ein Brainstorming im Dezember 2021 gebildet. In kürzester Zeit fand diese Idee viele Verbündete und Unterstützer, welche als treue Wegbegleiter seither dieses Projekt ermöglichen. Der erste bedeutende Erfolg des Bohrlöschgerätes bei einem Großbrand am 7. Juni 2022 bestärkte unseren Glauben an das Potenzial des DRILL-X. Ich bin insbesondere für die Herausforderungen und Rückschläge dankbar, die in einer konstruktiven Zusammenarbeit aller Beteiligten gut gemeistert wurden. Diese kritischen Erfahrungen waren entscheidend für die Weiterentwicklung und Verbesserung des Gesamtsystems.

Die Prototypen, Verbrauchsmaterialien und technischen Entwicklungsressourcen wurden von der Fa. SYNEX TECH GmbH bereitgestellt und durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) unterstützt. Die Brandverhütungsstelle für Oberösterreich (BVS OÖ) und die Sachverständigen, insbesondere Dipl.-HTL-Ing. Manfred Hübsch, MSc; DI Matthias Koller und Dr. Günther Schwabegger, haben entscheidende Informationen und Unterstützung geliefert. Großer Dank gebührt auch dem Oö. Landesfeuerwehrverband, insbesondere Feuerwehrpräsident Robert Mayer, MSc und LBDSTV Michael Hutterer, für ihre unermüdliche Unterstützung und Offenheit gegenüber diesem Projekt. Die kameradschaftliche Zusammenarbeit mit der Oö. Landeswarnzentrale, geleitet von Martin Burger und Matthias Grill, sowie der wesentliche Einsatz von DI Gerald Czech vom ÖBFV-Kompetenzzentrum für wissenschaftsbasierte Gefahrenabwehr, waren essenziell für den Erfolg des Projekts.

Besonders hervorheben möchte ich die Freiwillige Feuerwehr der TU Graz, die durch ihren wissenschaftlichen Beitrag entscheidend zur präzisen Datenerhebung und transparenten Darstellung in diesem Bericht beigetragen hat. Die Pionierleistung der Feuerwehren Freistadt, Linz, Roith, Vöcklabruck und Wels war beispiellos und verdient höchste Anerkennung. Danke auch Fotokerschi e.U. und Laumat.at für die Bereitstellung von Medien zu den jeweiligen Brandereignissen.

Rückblickend hat sich eine Bewegung von hunderten engagierten Menschen gebildet, die das Löschgerät DRILL-X zu einer Produktreihe geführt hat, welche ich mir nie hätte erträumen lassen. Die kommenden und bestehenden Herausforderungen an die Feuerwehr erfordern einen agilen Ansatz in der Entwicklung von Taktik und Technologie, um die Schlagkraft zu erhalten. Mit den F&E-Projektfeuerwehren und der umfassenden Integration aller Stakeholder haben wir nun die Möglichkeit Maßnahmen zu entwickeln, die den Anforderungen des Feuerwehralltages entsprechen. Ich hoffe, dass die Methodik über dieses Projekt hinaus weiterverfolgt und entwickelt wird.

Abschließend bedanke ich mich bei allen weiteren Beteiligten und schließe mit einem kameradschaftlichen „Gut Wehr“! – Lukas Traxl

# KURZFASSUNG

Die vorliegende Feldstudie evaluiert das Bohrlöschgerät DRILL-X der Fa. SYNEX TECH GmbH, welches 2021 in Brandversuchen erstmals auf Funktionalität und Effizienz geprüft wurde. Obwohl die initialen Tests vielversprechende Ergebnisse lieferten, bildeten sie die Komplexität realer Brandeinsätze nicht vollständig ab. Nach Abschluss dieser Tests befand sich das System auf dem Technologiereifegrad TRL 6 und sollte erstmals bei realen Brandereignissen verwendet werden.

Im Zeitraum von April 2022 bis April 2024 wurden innerhalb des Oberösterreichischen Landesfeuerwehrverbandes fünf Feuerwehren für einen Feldtest ausgewählt. Diese als „F&E-Projektfeuerwehren“ bezeichneten Einheiten wurden 61 Mal alarmiert und brachten das Löschgerät bei 18 Einsätzen zur Anwendung. Insgesamt wurden ca. 5000 Bohrungen durch 300 verschiedene Anwender bei Übungen und Einsätzen vorgenommen. Die hierdurch gewonnenen Erkenntnisse führten zu signifikanten Verbesserungen der technischen Leistungsfähigkeit und der Einsatztauglichkeit des Löschgerätes. Das Löschsystem kann somit nun auf TRL 9 eingestuft werden.

Die Datensammlung und -auswertung erfolgte durch die Freiwillige Feuerwehr der TU Graz. Die aus den Einsätzen extrahierten technischen und taktischen Daten trugen zu einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess bei, der unter anderem die Entwicklung angepasster Bohrsysteme für verschiedene Baumaterialien umfasste. Die dafür entwickelten Standard Operation Procedures (SOPs) wurden wiederholt überarbeitet, um eine zielgerichtete Einsatzstrategie zu gewährleisten.

In der näheren Untersuchung wurden 12 Anwendung als repräsentativ für die erste Bewertung der Wirksamkeit des gesamten Löschverfahrens erachtet. Speziell bei geschlossenen Raumbränden (vorwiegend Dachstuhlbränden) erwies sich das Gerät als hochwirksam. Die durchschnittlichen Kennzahlen für diese Brandkategorie umfassten 3,8 Interventionen und den Verbrauch von 1550 Litern Wasser. Während Konstruktionsbrände erste vielversprechende Ergebnisse zeigten, stellten sich Schüttgutbrände als weniger geeignet für das Löschsystem heraus.

Die Ergebnisse aus der Praxis zeigen, dass das Bohrlöschgerät DRILL-X innerhalb der definierten Rahmenbedingungen eine schnelle und effiziente Brandbekämpfung ermöglicht und die Sicherheit der Einsatzkräfte signifikant erhöht. Das Vorgehen der F&E-Projektfeuerwehren zur Erhebung und Analyse von Daten sowie zur Erprobung von Technologien und Verfahren hat sich als äußerst erfolgreich erwiesen. Es bietet substanzielles Potential für zukünftige wissenschaftliche Untersuchungen im Bereich des Feuerwehrwesens.



# ABSTRACT

This study evaluates the drilling and extinguishing device DRILL-X developed by SYNEX TECH GmbH, which was first tested for functionality and efficiency in fire experiments in 2021. Although these initial tests delivered promising results, they did not fully reflect the complexity of real fire incidents. After these tests, the system achieved technology readiness level TRL 6 and was slated for its first deployment in actual fire events.

From April 2022 to April 2024, five fire departments within the Upper Austrian Fire Brigade Association were selected for field tests. These units, known as "R&D project fire departments" were dispatched 61 times and deployed the extinguishing device in 18 incidents. In total, approximately 5,000 drillings were conducted by 300 different users during exercises and operations, leading to significant improvements in the technical performance and operational suitability of the extinguishing device. Consequently, the extinguishing system has now been upgraded to TRL 9.

Data collection and analysis were carried out by the fire department of Graz University of Technology (FF TU Graz). The technical and tactical data extracted from the operations contributed to a continuous improvement process, which included the development of adapted drilling systems for various building materials. The developed standard operation procedures (SOPs) were revised multiple times to ensure a targeted deployment strategy.

Upon closer examination, 12 applications were deemed representative for the initial assessment of the effectiveness of the entire extinguishing method. Specifically, for enclosed compartment fires (mostly attic fire) the device proved to be highly effective. The average operational values for this fire category included 3.8 interventions and the consumption of 1,550 liters of extinguishing water. While construction fires showed initial promising results, bulk material fires were found to be less suitable for the extinguishing system.

The practical results demonstrate that the DRILL-X enables fast and efficient firefighting within the defined conditions and significantly enhances the safety of the emergency responders. The approach of the R&D project fire departments in gathering and analyzing data and in testing technologies and procedures has proven to be extremely successful. This offers substantial potential for future scientific investigations in the field of firefighting.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>2</b>
1.1	Motivation	2
1.2	Stand der Technik	3
1.3	Aufgabenstellung und Ziel	4
<b>2</b>	<b>METHODIK</b>	<b>5</b>
2.1	F&E-Projektfeuerwehr	5
2.2	Standard Operation Procedures (SOPs)	5
2.3	Einsatzgebiet & Umsetzung	6
2.4	Alarmierung	8
2.5	F&E-Projektfeuerwehren im Einsatz	8
2.6	F&E-Projektfeuerwehr im Übungsdienst	12
2.7	Datenerhebung	13
2.7.1	<i>Einsatzformular – Digitale Version</i>	13
2.7.2	<i>Einsatzformular – Papierform</i>	13
2.7.3	<i>Datenerhebung durch die BVS OÖ</i>	14
<b>3</b>	<b>ANWENDUNGEN</b>	<b>16</b>
3.1	Definition - Einsatztyp	16
3.2	Definition - Einsatzerfolg	17
3.2.1	<i>Erfolgreich – Typ A</i>	17
3.2.2	<i>Bedingt erfolgreich – Typ B</i>	17
3.2.3	<i>Nicht erfolgreich – Typ C</i>	17
3.2.4	<i>Storno</i>	17
3.3	Auflistung der Systemanwendungen	18
3.4	Storno	18
<b>4</b>	<b>ENTWICKLUNGSVERLAUF</b>	<b>19</b>
4.1	Technische Entwicklung	19
4.1.1	<i>Stand der Technik / Beginn</i>	19
4.1.2	<i>Universalbohrsystem</i>	20
4.1.3	<i>Metallbohrsystem</i>	22
4.1.4	<i>Betonbohrsystem</i>	23
4.1.5	<i>Ergonomie &amp; Geräteoptimierungen</i>	24
4.1.6	<i>Sonstige Funktionsanpassungen</i>	25
4.1.7	<i>Absturzsicherung &amp; Persönliche Schutz Ausrüstung (PSA)</i>	25
4.1.8	<i>Finaler Stand der Technik</i>	28
4.2	Taktische Entwicklung	28
4.3	Ansatz der taktischen Entwicklung	28
4.4	Testdurchlauf der SOPs	29

4.5	SOP1: Einsatzbewertung	30
4.6	SOP2: Raumbrandbekämpfung	32
4.6.1	<i>Löschen: „direkte Brandbekämpfung“</i>	32
4.6.2	<i>Schützen: „Ausbreitung verhindern“</i>	37
4.7	SOP3: Konstruktionsbrandbekämpfung	39
<b>5</b>	<b>ANWENDUNGS-AUSWERTUNG</b>	<b>43</b>
5.1	Ziele der Auswertung	43
5.2	Gesamtauswertung	43
5.2.1	<i>Bewertung nach Brandart</i>	44
5.2.2	<i>Anzahl der Interventionen</i>	45
5.2.3	<i>Erfolg und Interventionszeitpunkt</i>	45
5.3	Kategorie: Raumbrand	47
5.4	Kategorie: Konstruktionsbrand	48
5.5	Kategorie: Schüttgutbrand	48
<b>6</b>	<b>CONCLUSIO</b>	<b>49</b>
6.1	Technische Funktion des DRILL-X	49
6.1.1	<i>Bohrsysteme</i>	49
6.1.2	<i>Grundsystem</i>	49
6.1.3	<i>Einsatzumgebung</i>	49
6.1.4	<i>Schulungsaufwand</i>	50
6.2	Erfahrungen aus der Brandbekämpfung	50
6.2.1	<i>Einsatzzeitraum &amp; Alarmierung</i>	50
6.2.2	<i>Sicherheitsgewinn</i>	50
6.2.3	<i>Raumbrände</i>	51
6.2.4	<i>Konstruktionsbrände</i>	51
6.2.5	<i>Schüttgutbrände</i>	52
6.2.6	<i>Persönliche Schutzausrüstung (PSA)</i>	52
6.3	Mehrwert der F&E-Projektfeuerwehr	52
6.3.1	<i>Wissenschaftliches Arbeiten</i>	53
6.3.2	<i>Fehlerkultur</i>	53
6.3.3	<i>Erfahrungsaustausch</i>	53
6.3.4	<i>Vernetzung der Stakeholder</i>	53
6.4	Datenerhebung durch Universitätsfeuerwehr	54
6.5	SOPs in der Anwendung	55
<b>7</b>	<b>AUSBLICK</b>	<b>56</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>57</b>
<b>9</b>	<b>ANHANG</b>	<b>59</b>
9.1	Einsätze	59
	<i>1_RB_GS: Brand Nebengebäude Ebensee</i>	59

2_RB_GS: Brand Industrie Enns	60
3_RB_GS: Wohnhausbrand Attnang	61
4_RB_OF: Wohnhausbrand Seewalchen	62
5_RB_GS: Dachstuhlbrand Vöcklabruck	63
6_SGB: LKW Brand Meggenhofen	64
7_KB: Dachstuhlbrand Wilhering	65
8_RB_GS: Dachstuhlbrand Scharnstein	66
9_KB: Flachdachbrand Scharnstein	67
10_SGB: Silo Brand Kefermarkt	68
11_SGB: Wohnhausbrand Seewalchen	69
12_RB_GS: Wohnhausbrand Attnang	70
13_RB_GS: Brand Landwirtschaft Pöndorf	71
14_RB_GS: Dachstuhlbrand Altmünster	72
15_RB_OF: Dachstuhlbrand Wartberg	73
16_RB_GS: Dachstuhlbrand Attnang	74
17_RB_OF: Brand Landwirtschaft Ried	75
18_RB_OF: Wohnhausbrand Bad Goisern	76
9.2 SOP1 Einsatzbewertung V42/1	77
9.3 SOP2 Brandbekämpfung V24/1	78
9.4 SOP3 Konstruktionsbrandbekämpfung V24/1	79
9.5 Musterbeispiel Einsatzprotokoll	80



# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: DRILL-X im Einsatz auf einem Hubrettungsfahrzeug [2] .....	2
Abbildung 2: Technologiereifegrade, in Anlehnung an [4] .....	3
Abbildung 3: SOP1 V24/1 als Beispiel für den Aufbau einer Handlungsanweisung .....	6
Abbildung 4: Einsatzgebiet im Bundesland Oberösterreich der F&E-Projektfeuerwehren .....	7
Abbildung 5: Standardbesetzung einer F&E-Projektfeuerwehr (FF Roith) bei einem Brandeinsatz [7] .	9
Abbildung 6: SOP0 "Einsatzvorbereitung" der FF Freistadt [8].....	11
Abbildung 7: Übung der FF Freistadt mit Feuerwehren im Bezirk Urfahr Umgebung [9] .....	12
Abbildung 8: Datenerhebung durch den Melder der F&E-Projektfeuerwehr [9].....	14
Abbildung 9: Ausrüstung des DRILL-X Set für die Feuerwehren bei Projektstart.....	19
Abbildung 10: Spannverbindungen der Bohrsysteme, v.l.n.r. Revision 0, A, B .....	21
Abbildung 11: Universalbohrsystem in der finalisierten Ausführung mit Bohrkrone [10] .....	21
Abbildung 12: Prototyp der Metallbohrkrone [2] .....	22
Abbildung 13: Finalisiertes Metallbohrsystem [2] .....	23
Abbildung 14: Vergleich von Universalbohrsystem und Metallbohrsystem [2] .....	23
Abbildung 15: DRILL-X DX0 in der Ursprungsvariante .....	24
Abbildung 16: DRILL-X DX0-A, erste Revision auf Basis der Felderfahrungen .....	24
Abbildung 17: DRILL-X DX1 Serienversion auf Basis der DX0-B [10].....	25
Abbildung 18: Test eines integrierten Auffangsystem der Fa. S-GARD [8] .....	26
Abbildung 19: ASS22 in Aramid in Anwendung [12] .....	27
Abbildung 20: Durchdringungsversuche am Abbruchobjekt, Innenansicht.....	29
Abbildung 21: Durchdringungsversuche am Abbruchobjekt, Arbeiten mit der TMB .....	30
Abbildung 22: SOP1: Entscheidungsblock "Lagebeurteilung" .....	31
Abbildung 23: Sicherheitsfragen in der SOP1 .....	31
Abbildung 24: Varianten der Bohrsysteme in der SOP1 .....	32
Abbildung 25: Weiterleitung an SOP2 oder SOP3 am Ende von SOP1 .....	32
Abbildung 26: Drohnenaufnahme der Temperaturverteilung des Dachstuhlbrandes [13].....	33
Abbildung 27:Drohnenaufnahme des Dachstuhlbrandes [13].....	33
Abbildung 28: SOP2 Entscheidungspfad Löschen .....	34
Abbildung 29: Lage bei Eintreffen von Einsatz [5_RB_GS: Dachstuhlbrand Vöcklabruck] [15] .....	34
Abbildung 30 Lageänderung nach zwei Interventionen, 300 l Löschwasserverbrauch [15] .....	34

Abbildung 31: Temperatursonde .....	35
Abbildung 32: SOP2: Entscheidungspfad Löschen .....	35
Abbildung 33: Intervention mit dem DRILL-X bei einem Industriebrand [16] .....	36
Abbildung 34: Abgehängte Decke bei einem Industriebrand [16] .....	37
Abbildung 35: Vorgehen bei Wiederholungen in der SOP1 .....	37
Abbildung 36: Entscheidungspfad Schützen in der SOP2 .....	38
Abbildung 37: Konstruktionsbrandversuche in „HoBraTec“, Ausräumen des Dämmmaterials [10] .....	39
Abbildung 38: Detektion von Konstruktionsbränden in der SOP3 .....	40
Abbildung 39: Brandbekämpfung in der SOP3 .....	41
Abbildung 40: Bewertung aller Anwendungen nach Brandart .....	44
Abbildung 41: Bewertung der repräsentativen Anwendungen nach Brandfall .....	44
Abbildung 42: Anzahl der Interventionen unter den repräsentativen Anwendungen .....	45
Abbildung 43: Einsatzerfolg im Zusammenhang mit der Interventionszeit .....	46
Abbildung 44: Löschwasserverbrauch bei Raumbränden .....	47
Abbildung 45: Wirken der F&E-Projektfeuerwehr mit Stakeholdern aus der Forschung und Entwicklung .....	54
Abbildung 46: Eindringen in den Brandraum [7] .....	59
Abbildung 47: Löschen im Dachboden [7] .....	59
Abbildung 48: Durchzündung der Halle [16] .....	60
Abbildung 49: Interventionen im Bereich des Rauchaustrittes [18, Brandstätter & Bayer] .....	60
Abbildung 50: Dachfläche des Objektes .....	61
Abbildung 51: Wasserdampf durch DRILL-X Intervention sichtbar [18] .....	61
Abbildung 52: Dachstuhl teils offen [15] .....	62
Abbildung 53: Positionierung des Objektes unzugänglich im Wald [15] .....	62
Abbildung 54: Lage bei Eintreffen [15] .....	63
Abbildung 55: Lage nach zwei von vier Interventionen [15] .....	63
Abbildung 56: LKW in Vollbrand [16] .....	64
Abbildung 57: Seitliche Intervention mit dem DRILL-X [19] .....	64
Abbildung 58: Öffnung des Daches [18] .....	65
Abbildung 59: Intervention im Verdachtsbereich [19] .....	65
Abbildung 60: Aufnahme kurz vor Intervention [16] .....	66
Abbildung 61: Wasserdampfaustritt durch Intervention [16] .....	66

Abbildung 62: Geöffnete Dachkonstruktion [19].....	67
Abbildung 63: Abgelöschte Konstruktion vor Öffnung [7].....	67
Abbildung 64: Silo auf der gegenüberliegenden Seite [20].....	68
Abbildung 65: Eindringversuch in der Türe [20] .....	68
Abbildung 66: Lage nach mehreren Stunden [16].....	69
Abbildung 67: Lage bei Eintreffen [16] .....	69
Abbildung 68: Lage bei Eintreffen [20] .....	70
Abbildung 69: Position der Intervention [16].....	70
Abbildung 70: Übergreifen des Brandes auf das Wohnhaus [11; Kaltenleitner] .....	71
Abbildung 71: Gerettetes Wohnhaus neben dem Wirtschaftsgebäude [11; Kaltenleitner] .....	71
Abbildung 72: Lage kurz vor Intervention (Anströmseite, Rauch auf Gegenseite noch stärker) [7] .....	72
Abbildung 73: Temperatur nach Intervention (70°C) [7].....	72
Abbildung 74: Außenangriff am Objekt [16] .....	73
Abbildung 75: Drohnenaufnahme des Brandobjektes [16].....	73
Abbildung 76: Ausbruchsstelle [16] .....	74
Abbildung 77: Intervention im Verdachtsbereich [15].....	74
Abbildung 78: Löschangriff am Objekt [20] .....	75
Abbildung 79: Löschangriff am Objekt [20] .....	75
Abbildung 80: DRILL-X im Einsatz auf der TMB [7] .....	76
Abbildung 81: Lage bei Eintreffen [20] .....	76

# TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Bedeutung der Einsatzcodes.....	16
Tabelle 2: Auflistung der Anwendungen.....	18
Tabelle 3: Ausstattung der F&E-Projektfeuerwehren bei Projektstart.....	20



# ABKÜRZUNGEN

Abkürzung	Bedeutung
<b>ASS22</b>	Absturzsicherungsset 22
<b>BF</b>	Berufsfeuerwehr
<b>BM</b>	Brandmeister
<b>BVS OÖ</b>	Brandverhütungsstelle für Oberösterreich
<b>CAFS</b>	Compressed Air Foam System (Druckluftschaumsystem)
<b>CO</b>	Kohlenstoffmonoxid
<b>DLK (DL-K)</b>	Drehleiter mit Korb
<b>DX0-A</b>	DRILL-X Version 0, Revision A
<b>DX0-B</b>	DRILL-X Version 0, Revision B
<b>DX1</b>	DRILL-X Version 1
<b>EFU</b>	Einsatzführungsunterstützung
<b>F&amp;E</b>	Forschung und Entwicklung
<b>FF</b>	Freiwillige Feuerwehr
<b>FF TU Graz</b>	Freiwillige Feuerwehr der Technischen Universität Graz
<b>FM</b>	Feuerwehrmann
<b>GRKDT</b>	Gruppenkommandant
<b>IBK</b>	Institut für Brand und Katastrophenschutz
<b>IBS</b>	Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung
<b>KB</b>	Konstruktionsbrand
<b>KDO</b>	Kommandofahrzeug
<b>KLF</b>	Kleinlöschfahrzeug
<b>LBDSTV</b>	Landesbranddirektor Stellvertreter
<b>LM</b>	Löschmeister
<b>MTF</b>	Mannschaftstransportfahrzeug
<b>PSA</b>	Persönliche Schutzausrüstung
<b>RB GS</b>	Raumbrand geschlossen
<b>RB OF</b>	Raumbrand offen
<b>RLF</b>	Rüstlöschfahrzeug
<b>SB</b>	Schüttgutbrand
<b>SEM</b>	Standardeinsatzmaßnahme
<b>SOP</b>	Standard Operation Procedure
<b>TLF</b>	Tanklöschfahrzeug
<b>TMB</b>	Teleskopmastbühne
<b>TRL</b>	Technology Readiness Level
<b>ZGKDT</b>	Zugskommandant

# 1 EINLEITUNG

Der vorliegende Projektbericht befasst sich mit Untersuchungen zur Praxistauglichkeit des Löschgerätes DRILL-X unter realen Einsatzbedingungen. Bei DRILL-X handelt es sich um ein Bohrlöschgerät, welches zwei Funktionen miteinander kombiniert. Einerseits soll es Baustrukturen durchdringen, wobei mithilfe einer integrierten Turbine die hydraulische Energie des Löschwassers in mechanische Energie für den Bohrkopf umgewandelt wird. Andererseits soll das Gerät, sobald die Baustruktur durchdrungen wurde, das Löschwasser in Form eines Sprühstrahls in den Brandraum einbringen und dort für eine effektive Kühlung sorgen. [1]



Abbildung 1: DRILL-X im Einsatz auf einem Hubrettungsfahrzeug [2]

Zur Überprüfung der Eignung im realen Einsatz wurde ein Feldversuch gestartet, welcher von der Freiwilligen Feuerwehr der Technischen Universität Graz (FF TU Graz) begleitet wurde. Zur Durchführung dieses Feldversuches wurden erstmals in Österreich Forschungs- und Entwicklungs-Projektfeuerwehren („F&E-Projektfeuerwehren“) eingesetzt. Im Rahmen dieses Projektes wurden daher fünf oberösterreichische Feuerwehren als zeitlich begrenzte F&E-Projektfeuerwehren ausgewählt. Der Feldversuch erstreckte sich über den Zeitraum von April 2022 bis April 2024.

## 1.1 Motivation

Die Entwicklung des Bohrlöschgeräts DRILL-X lässt sich bis in das Jahr 2016 zurückverfolgen. Die Einordnung der seitdem erfolgten Entwicklungen kann anhand eines Technologiereifegrads („Technology Readiness Level“, TRL) vorgenommen werden. Hierbei handelt es sich um ein Bewertungssystem, welches den Reifegrad von Technologien auf deren Weg zur praktischen Anwendung bzw. zum realen Einsatz verfolgt und bewertet. Ursprünglich für die Raumfahrt entwickelt [3], wird es auch in anderen Bereichen wie der

Forschung und Entwicklung von Technologien verwendet. Wie in Abbildung 2 dargestellt, bewertet TRL den Fortschritt einer Technologie anhand von neun Stufen.

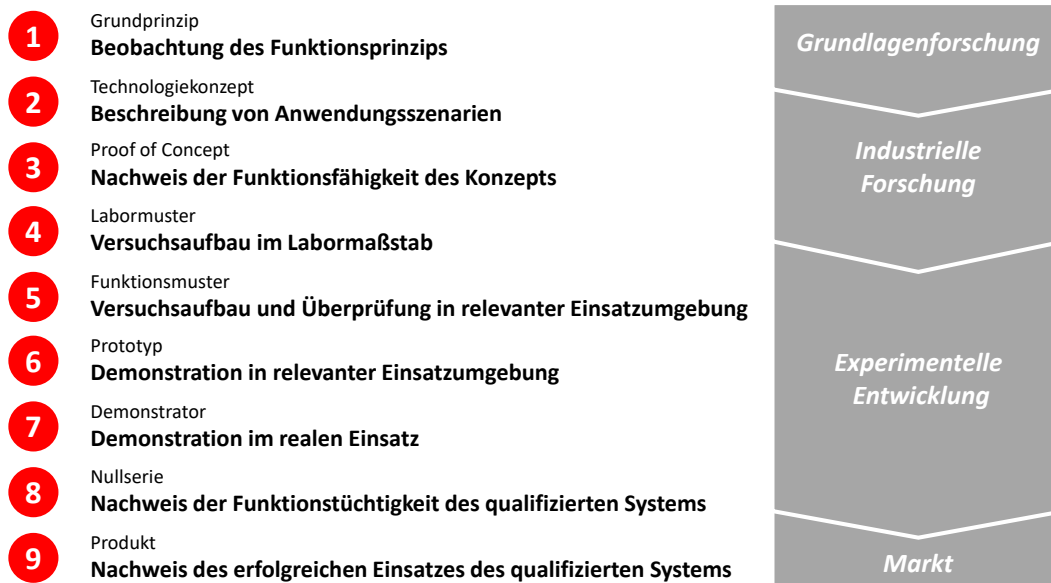


Abbildung 2: Technologiereifegrade, in Anlehnung an [4]

Bis in das Jahr 2021 wurde der erste Prototyp des Bohrlöschgeräts entwickelt, welcher die Stufe TRL 5 erreichte. Noch im selben Jahr erfolgten Brandversuche in der Forschungseinrichtung „Zentrum am Berg“ in Eisenerz, um die Demonstration des Löschgeräts in einer relevanten Einsatzumgebung zu erproben (TRL 6). Bei TRL 6 können viele taktische Aspekte für vergleichbare Bedingungen der Versuche allerdings nicht ausreichend berücksichtigt werden. Beispiele hierfür sind Anfahrtszeiten, Aufstellflächen für Hubrettungsfahrzeuge, Möglichkeiten in der Lageerkundung, Tagesverfügbarkeiten der Einsatzmannschaften oder Witterung und Uhrzeit. Diese Faktoren können Einsatzszenarien massiv beeinflussen und sind in einer Versuchsumgebung aufgrund der großen Varianz nicht sinnvoll darstellbar.

Um die Stufe TRL 7 abzuschließen, ist eine Demonstration der Technologie im realen Einsatz erforderlich. Aus diesem Grund wurde ein Feldversuch, in Zusammenarbeit mit dem oberösterreichischen Landesfeuerwehrverband initiiert, mit fünf Feuerwehren durchgeführt und von der FF TU Graz begleitet und evaluiert. Durch einen Feldversuch in TRL 7 ist es möglich, einen realistischen Eindruck in unterschiedlichste Einsatzgegebenheiten zu erhalten. Weiters können neben den technischen Aspekten in TRL 7 somit erstmals die Einsatztaktik der Einsatzmaßnahme und des Gesamteinsatzablaufes überprüft und optimiert werden.

## 1.2 Stand der Technik

Der Funktionsnachweis von DRILL-X konnte bei Brandversuchen an einem nachgestelltem Brandszenario unter Beweis gestellt werden. Bei insgesamt vier Brandversuchen wurde das neue Bohrlöschverfahren mit der derzeit bei den österreichischen Feuerwehren

standardisierten Einsatztaktik gemäß Standardeinsatzmaßnahme (SEM) 07 verglichen. Die Versuchsvorbereitung, der Versuchsaufbau und die detaillierten Untersuchungsergebnisse wurden in einer Bachelorarbeit [1] an der TU Graz veröffentlicht. Auf Basis dieser Brandversuche konnten folgende wesentliche Aussagen getroffen werden:

- DRILL-X schaffte deutlich höhere Kühlraten als die SEM 07. Einerseits kann dies die Verbrennungsreaktion im Brandraum rascher beenden, andererseits kann der Löschwasserverbrauch somit verringert werden.
- Die Analyse der Rauchgase und der Temperaturen hat gezeigt, dass DRILL-X den Vorteil hat, die Temperatur im Brandraum schneller zu senken und gleichzeitig die Zündfähigkeit des Rauchgases zu reduzieren. Somit wird das Risiko einer Rauchgasdurchzündung deutlich gesenkt.
- Ein großer Nutzen des Bohrlöschgerätes besteht darin, dass sich die Einsatzkräfte während des kritischen Teils des Löschvorganges nicht im Brandraum aufhalten müssen. Die Belastung der Einsatzkräfte durch giftige Stoffe kann dadurch erheblich reduziert werden.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Wirksamkeit der SEM 07 hiermit keinesfalls in Frage gestellt wird. Zu den Vorteilen der Standardeinsatzmaßnahme zählen unter anderem der schnelle und sehr zielgerichtete Einsatz. Die Taktik wird zudem seit Jahren bei den Feuerwehren trainiert und hat sich im Einsatz bewährt. Wenn dieses Vorgehen aufgrund von Unzugänglichkeit, zu hohen Brandleistungen für einen Strahlrohreinsatz, oder einer zu dynamischen bzw. risikobehafteten Lage nicht durchführbar ist, soll das DRILL-X somit eine zusätzliche Möglichkeit für eine effiziente und sichere Brandbekämpfung bieten.

### 1.3 Aufgabenstellung und Ziel

Die im Österreichischen Bundesfeuerwehrverband (ÖBFV) neu eingesetzte Struktur von F&E-Projektfeuerwehren soll dazu dienen, Technologien und Verfahren vor einer Markteinführung und breiten Anwendung in der Feuerwehr zu testen und so deren Praxistauglichkeit festzustellen. Somit sollen Einsatzgeräte bereits vor dessen Beschaffung besser an die Bedürfnisse der Feuerwehren angepasst werden und können dadurch im Einsatz optimal eingesetzt werden. Der in diesem Projekt, durch die installierten F&E-Projektfeuerwehren, umgesetzte Feldversuch dient dazu eine Einsatztaktik für ein neues Bohrlöschverfahren zu erproben und möglichst viele Anwender in den Entwicklungsprozess zu integrieren. Anwender sind dabei nicht nur Einsatzkräfte, die das Löschsystem einsetzen, sondern alle Einsatzkräfte, die am Einsatzverlauf teilhaben. Zur Erhebung der Einsatztaktik ist es notwendig, das Löschsystem bei einer Vielzahl von Einsätzen möglichst standardisiert und vergleichbar zur Anwendung zu bringen.



## 2 METHODIK

Für diese Feldstudie wurde entsprechend der Anforderung eine eigene Methodik entwickelt. Die Methodik wurde dabei auf organisatorische als auch technische Rahmenbedingungen abgestimmt.

### 2.1 F&E-Projektfeuerwehr

Basis dieses Forschungsprojektes waren die Ergebnisse des unter [1] beschriebenen Brandversuches. Das Löschsystem befand sich zu diesem Zeitpunkt auf TRL 6. Um den nächsten TRL zu erreichen, musste der in TRL 6 validierte Prototyp durch eine Feuerwehr unter kontrollierten Bedingungen bei realen Brandereignissen eingesetzt werden. Eine Testumgebung, installiert in einer Feuerwehr, insbesondere für die Rahmenbedingungen dieses Löschsystems, war zum damaligen Zeitpunkt nicht vorhanden. Aus dieser Problemstellung entstand daher die Idee der „F&E-Projektfeuerwehr“. Ursprünglich wurde diese als „F&E-Stützpunkt“ benannt, da die Untersuchungen eher einer Projektphase gleichen, etablierte sich die Bezeichnung der „F&E-Projektfeuerwehr“.

Die installierte F&E-Projektfeuerwehr hat in einem Projekt folgende Aufgaben:

1. Technische Untersuchung der Prototypen
2. Taktische Untersuchung der Anwendung
3. Datenerhebung verschiedenster Kennzahlen
4. Erhebung der Rahmenbedingungen für einen Regeldienstbetrieb

Die F&E-Projektfeuerwehr schließt somit die Lücke in der wissenschaftlichen Erprobung unter realen Brandereignissen. Die in dieser Projektphase erhobenen Informationen wären anderwärtig nicht erhebbar und somit eine fundierte wissenschaftliche und technische Aussage nicht möglich.

### 2.2 Standard Operation Procedures (SOPs)

Einen wesentlichen Baustein der Methodik stellt das Crew Ressource Management (CRM) dar. CRM hat seinen Ursprung in der Raumfahrt und wurde von der NASA 1979 entwickelt, um die Teamkommunikation in kritischen Situationen sicher zu gestalten. Mittlerweile hat CRM in vielen Einsatzorganisationen Platz gefunden, mitunter vielerorts in der Notfallrettung. Kommunikations- und Handlungsgrundsätze aus dem CRM wurden in diesem Projekt möglichst zielgerichtet verwendet. [5]

Eine integrale Methode von CRM ist die Anwendung von SOPs (Standard Operation Procedures). Diese Handlungsanweisungen sollen bei der Entscheidungsfindung in kritischen Situationen unterstützen und eine einheitliche Vorgehensweise aller Beteiligten ermöglichen.

In der grafischen Form von Ablaufdiagrammen können SOPs somit für vergleichbare, standardisierte Prozesse an der Einsatzstelle sorgen. Um bei allen F&E-Projektfeuerwehren die Einsätze mit gleicher Taktik abzuwickeln, wurden SOPs für alle Vorgehensweisen erstellt und von der FF TU Graz regelmäßig auf Basis von gewonnenen Erkenntnissen überarbeitet.

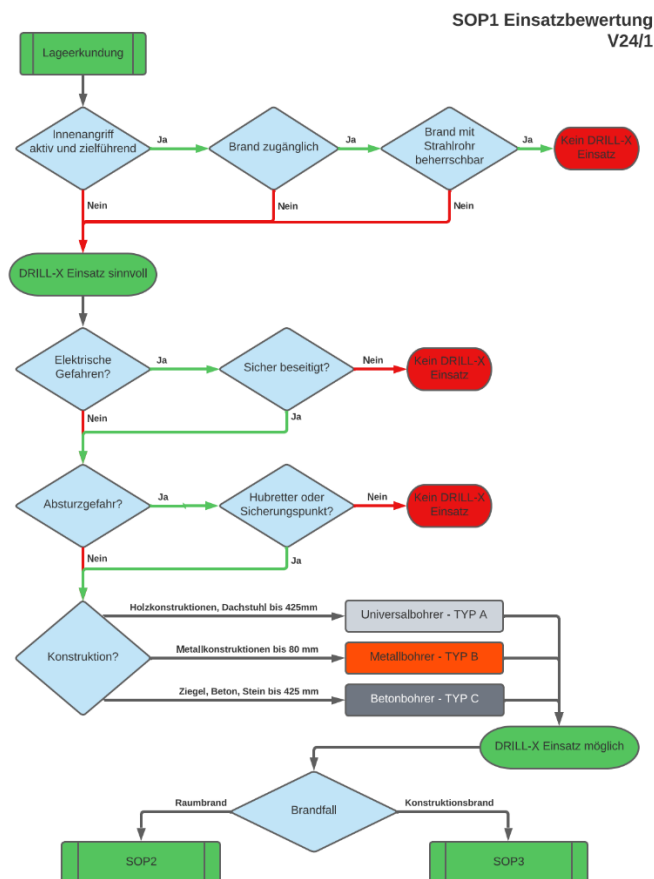


Abbildung 3: SOP1 V24/1 als Beispiel für den Aufbau einer Handlungsanweisung

## 2.3 Einsatzgebiet & Umsetzung

In der Auswahl der möglichen F&E-Projektfeuerwehren wurde versucht, ein annähernd repräsentatives Abbild des Feuerwehrsystems zu erhalten. Weiters sollte nach einer entsprechenden Dispositionsrichtlinie der F&E-Projektfeuerwehren ein möglichst großes Einsatzgebiet abgedeckt werden, um eine entsprechende Inzidenz für eine repräsentative Anzahl an Einsätzen zu erhalten. Auf Basis dieser Überlegungen wurden mit Beginn des Feldversuches im Frühjahr 2022 folgende Feuerwehren ausgewählt:

- Berufsfeuerwehr Linz
- Freiwillige Feuerwehr Roith
- Freiwillige Feuerwehr Vöcklabruck
- Freiwillige Feuerwehr Wels

In einer Erweiterung des Testgebietes im Herbst 2022 wurde auch die Freiwillige Feuerwehr Freistadt als F&E-Projektfeuerwehr mit aufgenommen. Als sinnvolles Kriterium für den Anfahrtsweg wurde nach Analyse vergangener Brandeinsätze aus dem Bundesland der Anfahrtszeitraum mit 30 Minuten definiert. Holz brennt mit einer mittleren Abbrandgeschwindigkeit von 0,67 mm/min, nach 30 min Branddauer entspricht dies in etwa 20 mm Abbrand [6]. Nach dieser Zeit können wesentliche Bestandteile der Dachdeckung (Verschalung, Lattung) statisch versagen und ein sukzessiver Einsturz gängiger Dachkonstruktionen als gilt als wahrscheinlich. Im Zuge der Erweiterung des Testgebietes durch die FF Freistadt wurden ausgewählte, einsatztaktisch relevante Regionen, bis maximal 35 Minuten erschlossen. Beispielsweise wurden Ballungsräume wie Ried oder Steyr ergänzt, und soweit möglich die Bezirke vollständig eingeschlossen. Wie in Abbildung 4 ersichtlich führte die Erweiterung zur Abdeckung von 238 Kommunen im Bundesland Oberösterreich.

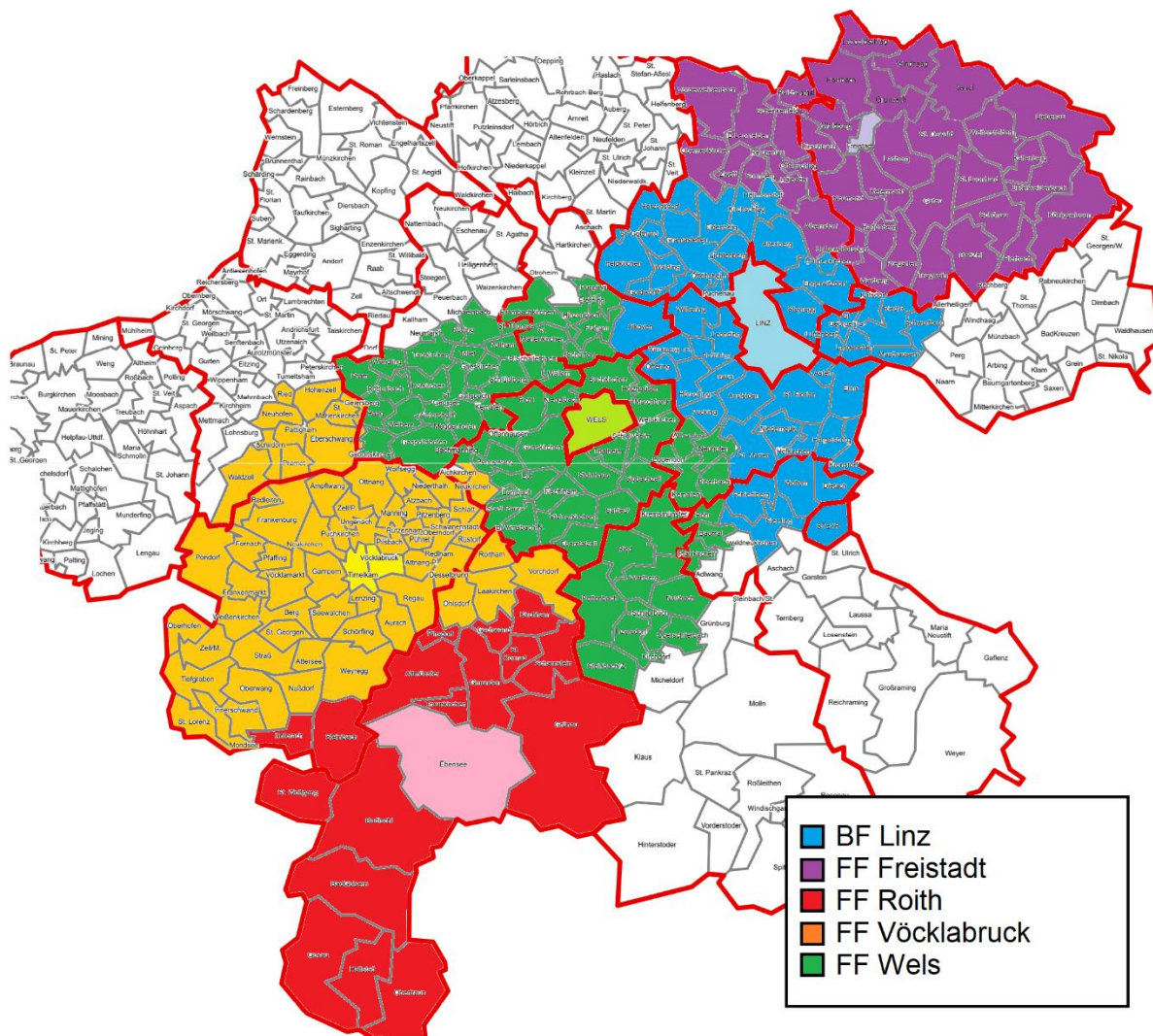


Abbildung 4: Einsatzgebiet im Bundesland Oberösterreich der F&E-Projektfeuerwehren

## 2.4 Alarmierung

Die zielgerichtete Alarmierung des Systems stellte eine der schwierigsten Aufgaben in diesem Projekt dar. In enger Abstimmung mit der Landeswarnzentrale (LWZ) Oberösterreich wurden verschiedene Ansätze verfolgt, um eine möglichst zielführende Alarmierung umsetzen zu können. Weiters wurde zu Beginn 2024 ein neues Einsatzleitsystem (ELS) durch die LWZ eingeführt, welches bessere Rahmenbedingungen für die Disposition der F&E-Projektfeuerwehren ermöglicht.

Folgende Einsatzstichwörter wurden als grundsätzliches Kriterium für die Disposition der F&E-Projektfeuerwehr definiert:

- Brand Wohnhaus
- Brand Gebäude
- Brand Industrie
- Brand Landwirtschaft

### Bei Alarmstufe 1: Alarmierung bei folgenden Indikationen:

- Brand im Dachgeschoß oder höhergelegenes Stockwerk (Ausbreitungsgefahr Dachstuhl)
- Brand im Dachstuhl
- Große Brandlast oder starke Rauchentwicklung
- Große Ausbreitungsgeschwindigkeit
- Großes Ausbreitungspotential (auf angrenzende Objekte)
- Großes Risiko für Innenangriff (Gefahrgut, Einsturzgefahr etc.)

### Bei Alarmstufe 2: direkte Alarmierung

Weiters wurde, wenn nicht initial bereits erfolgt, das nächstgelegene Hubrettungsfahrzeug alarmiert. In einigen Fällen wurden das DRILL-X und das Hubrettungsfahrzeug von derselben Feuerwehr gestellt.

## 2.5 F&E-Projektfeuerwehren im Einsatz

Die Anfahrtszeiten wurden für PKW ausgelegt. Ursprüngliche Idee war es, ein Mannschaftstransportfahrzeug (MTF) mit dem DRILL-X an die Einsatzstelle zu entsenden. In einem ersten Vorschlag wurde folgende Mindestbesetzung (Abbildung 5) definiert:

- 1x Gruppenkommandant (GRKDT)
- 1x Melder (zur Datenerhebung)
- 1x Trupp (bestehend aus Truppführer und Truppmann)





Abbildung 5: Standardbesetzung einer F&E-Projektfeuerwehr (FF Roith) bei einem Brandeinsatz [7]

Aufgrund von regionalen Unterschieden in der Ausrückeordnung entwickelten sich sinnvolle Abwandlungen dieser Vorgabe. Um eine bestmögliche Einsatzabwicklung zu gewährleisten waren diese Konstellationen meist sogar schlagkräftiger als vorgegeben. Folgende Konstellationen ergaben sich im Feldversuch:

#### **BF Linz:**

- Fahrzeuge: RLF + KDO
- Besatzung: 2x Höhenretter, 1x Bereitschaftsoffizier, 1x Charge, 1x Mannschaft

#### **FF Freistadt:**

- Fahrzeuge: KDO + TLF + TMB (im TMB-Einsatzgebiet) oder KLF (außerhalb TMB-Einsatzgebiet)
- Besatzung: 1x ZGKDT + 1x GRKDT oder 1x GRKDT, 1x Melder, 2-7x Mannschaft

#### **FF Wels:**

- Fahrzeuge: TMB + KDO (im TMB-Einsatzgebiet) oder KDO (außerhalb TMB-Einsatzgebiet)
- Besatzung: 2x oder 1x GRKDT, 1x Melder, 2-7x Mannschaft

**FF Vöcklabruck:**

- Fahrzeuge: TMB + MTF
- Besatzung: 2x oder 1x GRKDT, 1x Melder, 2-7x Mannschaft

**FF Roith:**

- Fahrzeuge: TLF (im eigenen Pflichtbereich) oder MTF
- Besatzung: 1x GRKDT, 1x Melder, 2-7x Mannschaft

Ein typischer Einsatzablauf der F&E-Projektfeuerwehr gestaltete sich so, dass das System immer unterstützend der einsatzleitenden Feuerwehr angeboten wurde. So wurde bereits auf Anfahrt Rücksprache mit der Einsatzleitung gehalten, um die Möglichkeiten vor Ort zu sondieren und erste Entscheidungen zu treffen. Der Gruppenkommandant (GRDKT) der F&E-Projektfeuerwehr bewertete gemeinsam mit dem Einsatzleiter die Lage vor Ort und unterstützte diesen in der Entscheidungsfindung. Überwiegend kam es bei einer Anwendung des Systems zur maßgeblichen Mitgestaltung der Aufgaben im betroffenen Einsatzabschnitt durch den GRKDT, welcher die weitere Vorgehensweise hinsichtlich Wasserversorgung, Hubrettungsfahrzeug und Löschangriff koordinierte.

Der Truppführer erhielt somit meist den Einsatzbefehl das DRILL-X gemeinsam mit dem Hubrettungsfahrzeug vor Ort einzusetzen. Der Truppmann kümmerte sich um die Herstellung der Einsatzbereitschaft und unterstützte den Truppführer bei seinen Aufgaben. Der Melder dokumentierte die Vorgehensweise und notierte die relevanten Kennzahlen.

**SOP0 der FF Freistadt**

Die Basis SOPs waren für alle Feuerwehren gleich. In der Detailumsetzung bezüglich der verwendeten Einsatzmittel gab es lokale Variationen. Die FF Freistadt hat zur Unterscheidung der jeweiligen Ausrückeordnungen eine eigene Handlungsanweisung entwickelt, welche das Vorgehen von der Alarmierung bis zum Eintreffen am Einsatzort regelte. Grundsätzlich wurde auch hier das Bohrlöschgerät auf der Teleskopmastbühne verlastet. Aufgrund der bergigen und kurvigen Anfahrtswege im Einsatzgebiet der F&E-Projektfeuerwehr wurde beschlossen, bei weiteren Strecken das DRILL-X in das KLF zu verladen. Bei den meisten Einsätzen im erweiterten Einsatzgebiet wurde davon ausgegangen, dass bereits ein Hubrettungsgerät vor Ort war (auch durch die Alarmierung des Feldversuches sichergestellt). Als zusätzliches Einsatzmittel rückte die TMB Freistadt ergänzend aus. Um die entsprechenden Tätigkeiten vor und beim Ausrücken bis zur Anwendung der SOP1 entsprechend rasch und fehlerfrei zu ermöglichen wurde die SOP0 (siehe Abbildung 6) entworfen.

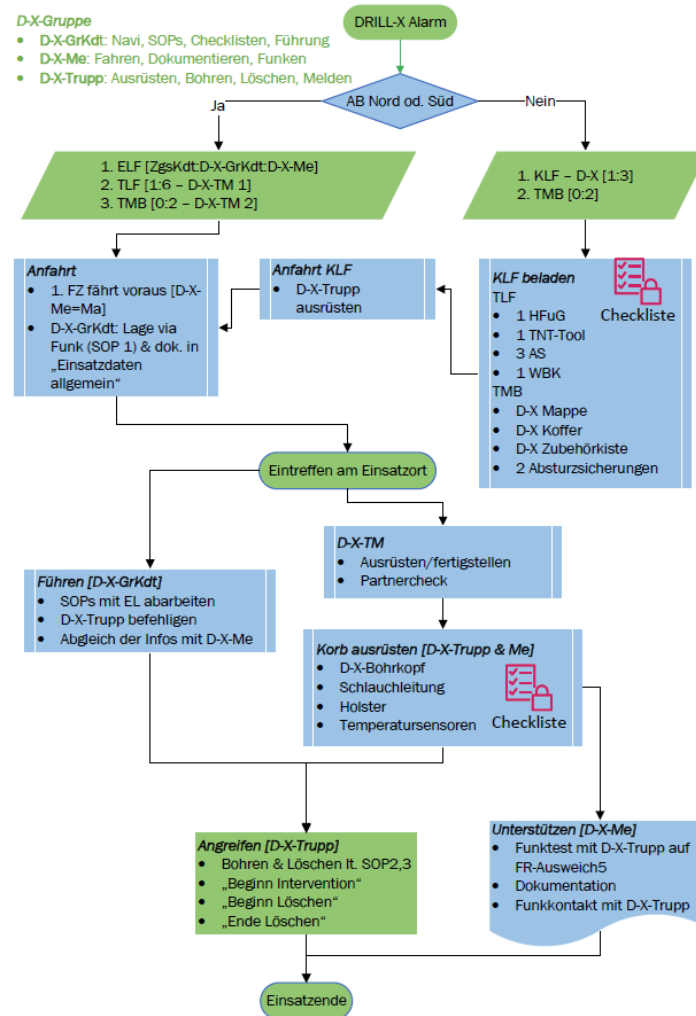


Abbildung 6: SOP0 "Einsatzvorbereitung" der FF Freistadt [8]

Im ursprünglichen Einsatzgebiet der Teleskopmastbühne wurde zur bestehenden Zugsorganisation ein DRILL-X Gruppenkommandant als zusätzliche Führungskraft im Einsatzleitfahrzeug ergänzt, um die taktischen Bedingungen für SOP1-3 des Feldversuches zu erfüllen.

Ab Abfahrt im Feuerwehrhaus ist das Vorgehen wieder gleich und greift auch bereits auf die SOP1 („Lage via Funk“) zu. Ebenso ist das Vorgehen ab Eintreffen am Einsatzort bis zum Einsatzende wieder generalisiert und somit unabhängig von Anfahrtsvariante, eingesetztem Hubrettungsgerät und ob danach SOP2 oder SOP3 durchgeführt wird.

Aus Prozesssicht kann die SOP0 als vorgelagerter Hauptprozess zu den anderen SOPs gesehen werden. In diesem Ausführungsbeispiel der FF Freistadt zeigt sie den Prozess zur Integration einer temporären F&E-Projektfeuerwehr in den Regeldienstbetrieb einer Feuerwehr. Die SOP0 ist in dieser Form nur bei der FF Freistadt zur Anwendung gekommen, hat sich aber als sehr sinnvolle Ergänzung in der gesamten Methodik gezeigt. Alle anderen F&E-Projektfeuerwehren haben die geänderte Ausrückeordnung ohne SOP festgehalten.



## 2.6 F&E-Projektfeuerwehr im Übungsdienst

Wie auch bei allen anderen Aufgabenbereichen ist der Einsatzdienst der Feuerwehr nur ein kleiner Teil der Arbeit, um den Dienstbetrieb zu ermöglichen. Gerade dieses Projekt zeichnete sich bei allen F&E-Projektfeuerwehren durch einen intensiven Übungsdienst aus. Die meisten Erkenntnisse in der technischen Handhabung des Löschgerätes wurden demnach in der Übungsphase generiert.

Im Frühjahr 2022 erstellten Kameraden der FF Roith die Schulungsunterlagen gemeinsam mit dem Hersteller und entwickelten die ersten Handlungsrichtlinien für die Einsatztaktik. Weiters wurden alle F&E-Projektfeuerwehren durch diese Richtlinie mit dem System vertraut gemacht und in mehreren Theorie- und Praxisschulungen auf den Einsatzdienst vorbereitet.



Abbildung 7: Übung der FF Freistadt mit Feuerwehren im Bezirk Urfahr Umgebung [9]

Nach der internen Einschulung begann der Übungsdienst mit den umliegenden Feuerwehren im Einsatzgebiet der F&E-Projektfeuerwehren. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf den Feuerwehren mit Hubrettungsfahrzeugen, da im Einsatzfall die jeweilige F&E-Projektfeuerwehr auch mit diesen Fahrzeugen arbeiten musste. Durch diese Übungen konnte ein breiter Austausch mit vielen weiteren Kameraden vorgenommen werden und im Sinne einer guten Einsatzvorbereitung wichtige technische und taktische Themen zwischen den Wehren abgestimmt werden.

Durch die ständige Auseinandersetzung im Übungsdienst wurden auch viele neue Möglichkeiten getestet. So wurde bereits in der internen Einschulungsphase durch die Berufsfeuerwehr Linz die Verschäumungsmöglichkeiten des Löschsystems durch Wasser-Schaummittelgemisch entdeckt und die Feuerwehr Wels führte von Beginn an Versuche mit Druckluftschaum durch.

## 2.7 Datenerhebung

Um Daten an der Einsatzstelle möglichst effektiv erfassen zu können, wurden zwei mögliche Wege der Datenerhebung diskutiert. Erste Methode ist die handschriftliche Protokollführung mit nachfolgendem Scan und Ablage auf einem Cloudspeicher. Die zweite Methode wäre eine digitalisierte Ausführung davon, bei welcher die Daten direkt in ein mobiles Endgerät einzugeben sind und direkt in eine Datenbank abgespeichert werden.

### 2.7.1 Einsatzformular – Digitale Version

Im Rahmen der Projektbegleitung durch die FF TU Graz wurde ein digitales Einsatzformular entwickelt. Dazu wurde eine C++ Anwendung mit Qt GUI entwickelt, in welcher die Daten eingetragen und visualisiert werden können. Die eingetragenen Daten werden auf einer MySQL Datenbank gespeichert. Dieses Verfahren bietet folgende Vorteile:

- Die direkte digitale Datenerhebung ermöglicht eine direkte Datenübertragung von der Einsatzstelle in die Datenbank und eliminiert Mehraufwand und Fehlerquellen in der Datenaufbereitung.
- Dank einer integrierten Filterfunktion ermöglicht die MySQL Datenbank umgehend eine schnelle Auswertung der Daten.
- Updates in der Vorgangsweise der Datenerhebung sind sofort auf allen Endgeräten umgesetzt.

### 2.7.2 Einsatzformular – Papierform

Die Vorlage eines Einsatzprotokolls befindet sich im Anhang (Kapitel 9.5). Die erste Seite des Protokolls beinhaltet allgemeine Informationen (Datum, Einsatzort), um den Einsatz zu identifizieren und Lagemeldungen, um ein Bild über den Einsatz zu erhalten. Zusätzlich wurden hier personenbezogene Daten über die Anwender gesammelt, um einen Überblick über die Erfahrung des Trupps zu erhalten. Anschließend wurden die relevanten baulichen Gegebenheiten beschrieben und Entscheidungswege für oder gegen eine Anwendung des Systems protokolliert. Auf der zweiten Seite wurde eine subjektive Einschätzung zum Einsatzerfolg erhoben und eine Beschreibung weiterer Folgemaßnahmen vorgenommen. Für die detaillierte Dokumentationen der einzelnen Interventionen wurden konkrete Vorgaben zu erfassbaren Kennzahlen wie Zeitpunkte und Systemeinstellungen des Löschsystems umgesetzt. Durch diese Daten konnten die Anwendungen vollumfänglich rekonstruiert werden. Ergänzend zum Protokoll wurden alle verfügbaren Mediendaten gesammelt und inhaltlich bewertet.



Abbildung 8: Datenerhebung durch den Melder der F&E-Projektfeuerwehr [9]

Alle diese Daten wurden von der F&E-Projektfeuerwehr am Einsatzort erhoben und anschließend digital in einem Cloudspeicher abgelegt. Diese Daten wurden vom Projektteam gesichtet und sortiert in die Datenbank übertragen.

In diesem Projekt wurde aufgrund der nachfolgenden Überlegungen die handschriftliche Datenerhebung umgesetzt.

- 1) Die Daten sollten direkt an der Einsatzstelle gesammelt werden, damit die protokollierten Zeiten möglichst genau sind und keine Informationen verloren gehen. Für eine digitale Version wären am Einsatzort Tablets/Laptops nötig gewesen; diese sind nicht bei jeder Feuerwehr vorhanden und auch nicht bei allen Wettersituationen (Regen, Schnee) ideal nutzbar. Papierprotokolle können einfacher und ortsunabhängig ausgefüllt werden.
- 2) Der Aufwand in der Datenerhebung für die F&E-Projektfeuerwehren sollte so gering als möglich gehalten werden. Wenn kein Tablet/PC am Einsatzort vorhanden ist, hätte ein Papierprotokoll und anschließend ein digitales Protokoll erstellt werden müssen.
- 3) Zum Projektstart war noch keine funktionierende Software vorhanden. Ein Prototyp der digitalen Datenerhebung wurde vom Projektteam der FF TU Graz als Softwarelösung entwickelt und erfüllte auch bis zur letzten Entwicklungsstufe die meisten Anforderungen. Die Entwicklung der Software wurde parallel zur handschriftlichen Datenerhebung umgesetzt. Da die Software noch nicht ausreichend erprobt war, wurde kein Risiko hinsichtlich möglicher Datenverluste eingegangen.

### 2.7.3 Datenerhebung durch die BVS OÖ

Einen wesentlichen Beitrag in der Datenerhebung leistete die BVS - Brandverhütungsstelle für Oberösterreich (BVS OÖ). Diese ist für die Brand- und Explosionsursachenermittlung im Bundesland Oberösterreich zuständig und hat dazu ein Team an Sachverständigen rund um die Uhr im Dienst. Die BVS OÖ erhebt grundsätzlich zahlreiche Daten zu den jeweiligen

Brandereignissen und sie hat dadurch jahrelange Erfahrungen zu Bränden im Bundesland angesammelt. Die Tochterfirma der BVS OÖ, das IBS - Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung GmbH, war zudem bei Brandversuchen beteiligt, bei welchen die Wirksamkeit von DRILL-X in standardisierten Versuchen evaluiert wurde. [1]

Das Team der Sachverständigen erhob somit in einem eigenen Datenformular zusätzliche, wesentliche Erkenntnisse zum Brandereignis. Die wichtigsten davon waren Brandraumfläche, Brandraumvolumen, Brandbeteiligung, Brandgut, sowie subjektive Einschätzungen zum Einsatzerfolg und Schadensausmaß. Weiters leistete die BVS OÖ mit ihren Experten einen wertvollen Beitrag in diesem Projekt und unterstützte das Projektteam oftmals mit Fachwissen und Ratschlägen zu unterschiedlichen Themen.



## 3 ANWENDUNGEN

In diesem Kapitel werden die unterschiedlichen Kategorisierungsmöglichkeiten zur Datenauswertung sowie die Basisdaten der Anwendungen beschrieben und definiert.

### 3.1 Definition - Einsatztyp

In diesem Kapitel werden die projektrelevanten Einsätze definiert. Hierbei handelt es sich um keine allgemeingültige Definition der Brand- oder Einsatzarten, sondern um eine projektspezifische Klassifizierung um die verschiedenen Einsätze kategorisieren zu können. Zur Beschreibung und Referenzierung werden alle Einsätze mit einem Code bezeichnet, welcher sich wie folgt zusammensetzt: **X-YY-ZZ**

- X: fortlaufende Nummer des Einsatzes
- YY: Kürzel für Brandart
- ZZ: Kürzel für Zusatzbezeichnung

Tabelle 1: Bedeutung der Einsatzcodes

Kürzel	Beschreibung
<b>RB</b>	Raumbrand
<b>SB</b>	Schüttgutbrand
<b>KB</b>	Konstruktionsbrand
<b>GS</b>	geschlossen
<b>OF</b>	offen

#### **RB: Raumbrand**

Als Raumbrand gelten alle geschlossene Brandräume, die jedenfalls so groß sind, dass sich der eintretende Wasserdampf in einem Teilbereich mit dem Rauchgas vermischen kann. Raumbrände werden in offene Raumbrände (z.B. teilkollabiertes Dach) und geschlossene Raumbrände (intakte Struktur) unterteilt.

Beispiele: Dachstuhl (Spitzboden), Räume, Hallen

#### **SB: Schüttgutbrand**

Als Schüttgutbrand gelten alle Brände von Schüttgütern. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass die Lagerstätte mit dem Schüttgut größtenteils gefüllt ist und kein Raum für die Ausbringung von Wasserdampf gegeben ist. Das Löschmittel wird im Eindringbereich injiziert.

#### **KB: Konstruktionsbrand**

Als Konstruktionsbrand werden alle Brände in Decken, Wände oder anderen Konstruktionsbauteilen (Maschinen, Anlagen) kategorisiert. In jedem Fall ist der Brandraum ein Hohlraum, welcher gedämmt oder ungedämmt ausgeführt sein kann. Es handelt sich zumeist um kleine Brandleistungen und schwer erreichbare Brandstellen. Der Wasserdampf

wird hier nicht oder nur geringfügig ausgebildet, es wird das Löschmittel auf alle Oberflächen des Brandes aufgetragen.

Größenordnung: Spalträume mit Spaltdicke < 425 mm, Volumen < 1 m<sup>3</sup>

Beispiele: Dämm- und Hinterlüftungsebenen, Zwischenböden, Maschinen, Lüftungsanlagen

## **3.2 Definition - Einsatzerfolg**

Um in diesem Projekt den Einsatzerfolg bestimmen zu können wurden die folgenden Definitionen eingeführt.

### **3.2.1 Erfolgreich – Typ A**

Die Definition von erfolgreichen Anwendungen im Kontext dieser Bewertung bezieht sich auf alle Anwendungen, bei welchen eine signifikante Löschwirkung beobachtet werden konnte. Dabei muss ein einsatztaktischer Mehrwert zur Bekämpfung des Brandes vorliegen oder der Brand vollständig gelöscht worden sein.

### **3.2.2 Bedingt erfolgreich – Typ B**

Die Definition von bedingt erfolgreichen Anwendungen im Kontext dieser Bewertung bezieht sich auf alle Anwendungen, bei welchen eine Löschwirkung beobachtet werden konnte. Diese allein führte aber nicht zur Eindämmung oder Löschung des Brandes. Wichtig ist für diese Kategorie, dass hier durch das System Löschmittel im Brandraum eingebracht werden konnte. Trotz des Löschmitteleintrages in den Brandraum waren immer weitere Maßnahmen notwendig, um einen vollständigen Löschersfolg herbeizuführen.

### **3.2.3 Nicht erfolgreich – Typ C**

Die Definition von nicht erfolgreichen Anwendungen im Kontext der Bewertung bezieht sich auf alle Anwendungen, bei welchen keine Löschwirkung herbeigeführt werden konnte.

### **3.2.4 Storno**

Unter die Kategorie Storno im fallen alle Alarmierungen, bei denen es zu keiner Anwendung des Löschgerätes gekommen ist. Darunter fallen Stornierungen auf Anfahrt, Fehlalarmierungen oder eine für den Einsatz des Löschsystems ungeeignete Lage vor Ort.

### 3.3 Auflistung der Systemanwendungen

In nachstehender Tabelle werden alle Anwendungen nach Einsatztyp und Einsatzerfolg aufgelistet. In den weiterführenden Beschreibungen wird auf die jeweiligen Einsätze referenziert. Ein Einsatzkurzbericht mit Bildern zu den jeweiligen Anwendungen kann dem Anhang entnommen werden.

Tabelle 2: Auflistung der Anwendungen

Nr.	Kategorie	Zusatz	Bezeichnung	Feuerwehr	Datum	Erfolg
1	RB	GS	Brand Nebengebäude Ebensee	Roith	07.02.2022	A
2	RB	GS	Brand Industrie Enns	Linz	10.04.2022	C
3	RB	GS	Wohnhausbrand Attnang	Vöcklabruck	07.06.2022	A
4	RB	OF	Wohnhausbrand Seewalchen	Vöcklabruck	08.06.2022	C
5	RB	GS	Dachstuhlbrand Vöcklabruck	Vöcklabruck	24.06.2022	A
6	SB	-	LKW Brand Meggenhofen	Wels	09.07.2022	C
7	KB	-	Dachstuhlbrand Wilhering	Linz	22.10.2022	B
8	RB	GS	Dachstuhlbrand Scharnstein	Roith	09.12.2022	A
9	KB	-	Flachdachbrand Scharnstein	Roith	09.12.2022	B
10	SB	-	Silobrand Kefermarkt	Freistadt	25.02.2023	C
11	SB	-	Wohnhausbrand Seewalchen	Vöcklabruck	05.05.2023	B
12	RB	GS	Wohnhausbrand Attnang	Vöcklabruck	04.06.2023	A
13	RB	GS	Brand Landwirtschaft Pöndorf	Vöcklabruck	02.07.2023	A
14	RB	GS	Dachstuhlbrand Altmünster	Roith	26.08.2023	A
15	RB	OF	Dachstuhlbrand Wartberg	Wels	07.09.2023	C
16	RB	GS	Dachstuhlbrand Attnang	Vöcklabruck	16.10.2023	A
17	RB	OF	Brand Landwirtschaft Ried	Vöcklabruck	23.12.2023	B
18	RB	OF	Wohnhausbrand Bad Goisern	Roith	07.01.2024	A

### 3.4 Storno

Neben den 18 in Tabelle 2 aufgelisteten Anwendungen des Systems gab es gesamt 61 dokumentierte Alarmierungen im Versuchszeitraum. Das System wurde somit bei nahezu jeder dritten Alarmierung (29,5%) verwendet. Wie in Kapitel 2.4 beschrieben wurde der Ausfahrtsradius sehr großzügig gewählt, um eine möglichst hohe Inzidenz für eine aussagekräftige Datenerhebung und Erkenntnis zu erhalten. Bei ca. der Hälfte der Alarmierungen wurde das System auf Anfahrt bereits storniert.

## 4 ENTWICKLUNGSVERLAUF

Das vorliegende Kapitel erläutert den Prozess aller Optimierungen und Änderungen in Taktik, Technik und Organisation der F&E-Projektfeuerwehren.

### 4.1 Technische Entwicklung

Der nachstehend beschriebene Prozess behandelt die Weiterentwicklung des DRILL-X auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse aus der Praxis.

#### 4.1.1 Stand der Technik / Beginn

Mit Anfang Februar 2022 wurden die Feuerwehren Roith, Vöcklabruck, Wels und Linz je mit einem Set des Bohrlöschgerätes DRILL-X (wie in Abbildung 9 und Tabelle 3 dargestellt) ausgerüstet. Der technische Stand des Bohrlöschgerätes entsprach der Version DX0 (Prototyp). Die Kennzeichnungsweste für den Gruppenkommandanten entsprach der ursprünglichen Bezeichnung „F&E Stützpunkt“, welche sich im Laufe des Projektes auf „F&E-Projektfeuerwehr“ geändert hat.



Abbildung 9: Ausrüstung des DRILL-X Set für die Feuerwehren bei Projektstart

Tabelle 3: Ausstattung der F&amp;E-Projektfeuerwehren bei Projektstart

Anzahl	Bezeichnung
1	Bohrlöschgerät DRILL-X DX0
3	Temperatursonde
1	Verbindungsschlauch 5 m & 3 m C52
1	Bohrer
1	Werkzeugsatz, Reserveschneidplatten
1	GoPro Actionkamera
1	Markierungsspray

Im Oktober 2022 wurde die FF Freistadt als weitere F&E-Projektfeuerwehr ergänzt. Diese Feuerwehr wurde mit der Version DX0-A (erste Revision A) ausgerüstet, welche bereits die ersten Verbesserungen hinsichtlich Ergonomie und Werkzeugspannsystem beinhaltete.

Die Version DX0-B wurde bis zum Ende des Projektes verwendet und ist hinsichtlich der einsatzrelevanten Funktionen ident mit der Serienversion DX1.

#### 4.1.2 Universalbohrsystem

Das Universalbohrsystem wurde für die primäre Durchdringung von Dachkonstruktionen konzipiert. Relativ frühzeitig wurde erkannt, dass Reservebohrer zum Wechseln aufgrund von Verschleiß durch Fremdkörper notwendig sind. So wurden im Juni 2022 alle F&E-Projektfeuerwehren mit einem zweiten Bohrer ausgerüstet. Ein Problem gab es auch mit dem Zentrierbohrer am Universalbohrer, denn dieser neigte immer wieder abzubrechen. In einem ersten Umbau tauschte man die Form auf einen NC-Anbohrer (stabilere Schneidenform) mit gleichem Durchmesser, und in einer weiteren Verbesserung wurde der Durchmesser von 5 auf 8 mm erhöht. Nach dieser Konstruktionsänderung war kein Versagen des Anbohrers mehr zu verzeichnen.

Ein häufiges Problem im Feldversuch gab es aus technischer Sicht mit der Werkzeugaufnahme des Bohrlöschgerätes. Prinzipiell wird hier eine Klemmschraube eingesetzt, um die Welle des Bohrers an einer Flachstelle zu sichern. Die Ausrichtung der Flachstelle zur Klemmschraube wurde mit einer Markierung gewährleistet. Obwohl die Markierungen verbessert wurden, passierte es immer wieder, dass die Klemmung nicht auf der Flachstelle erfolgte, sondern auf der Zylinderfläche. Die Folge daraus war ein Kaltverfressen der Welle in der Werkzeugaufnahme, und das Tauschen des Bohrsystems war somit nicht mehr gewaltlos möglich. Dieses Problem wurde bei allen F&E-Projektfeuerwehren unabhängig voneinander beobachtet.

Als erste Maßnahme wurde eine mechanische Zentrierung der Welle vorgesehen. Bei Fehlpositionierung ergab sich somit ein Spalt von ca. 15 mm zwischen Bohrer und



Werkzeugaufnahme. Diese Maßnahme zeigte deutlich Wirkung, trotzdem traten vereinzelt noch Einspannfehler auf. Aus diesem Grund wurde eine neue Spannverbindung (siehe Abbildung 10) entwickelt, welche Fehlpositionierungen vollständig ausschließt und durch eine mechanische Verbindung zudem eine Redundanz zur Spannverbindung gewährleistet. Mit Einführung dieser neuen Verbindung wurden keine Probleme mehr festgestellt.



Abbildung 10: Spannverbindungen der Bohrsysteme, v.l.n.r. Revision 0, A, B

Als zusätzliche Verbesserung wurde die Bohrkronen vom Bohrträger getrennt (Abbildung 11). Dies ermöglicht ein schnelleres Wechseln im Einsatzfall und bringt zudem wartungstechnische Vorteile mit sich. Die Bohrkronen wurden mehrfach überarbeitet, um den Spänefluss und das Laufverhalten zu verbessern.



Abbildung 11: Universalbohrsystem in der finalisierten Ausführung mit Bohrkronen [10]

Die ursprünglich verwendeten Wendeschneidplatten zeigten sich etwas empfindlich gegenüber Fremdkörpern (z.B. Nägeln). Beim Einsatz in [4\_RB\_OF: Wohnhausbrand Seewalchen] stumpfte aufgrund der Dachdeckung der Bohrer schnell ab. Die Ursache waren Holzschindeln, welche in einer Sonderausführung doppelt gedeckt waren und somit mit einer sehr hohen Dichte an Nägeln befestigt wurden. Aus diesem Grund wurden verbesserte Schneidplatten entwickelt, welche bei Kollisionen mit Fremdkörpern eine scharfe Bruchkante erzeugen und somit die Schneideigenschaften im Einsatz erhalten bleibt. Die Kombination aller Maßnahmen führte zu reduzierten Schnittkräften sowie einem stabilen und robusten Betriebsverhalten dieses Bohrsystems.



Als weitere Fehlerquelle stellten sich die Innensechskantschraubendreher dar, diese werden verwendet, um Bohrwerkzeuge zu wechseln. Hier wurde auf Werkzeug mit Drehmomentbegrenzung gewechselt, um ein definiertes Anzugsmoment der Klemmschrauben aufzubringen.

#### 4.1.3 Metallbohrsystem

Obwohl das Universalbohrsystem nicht zum Bohren von reinen Metallkonstruktionen entwickelt wurde, kam es dafür mehrfach zur Anwendung. Bei Blech-Sandwichkonstruktionen [Enns, Pichl] sowie bei einer Brandschutztür [10\_SGB: Silobrand Kefermarkt] wurde das Universalbohrsystem angewendet. Der Bedarf zur Entwicklung eines Metallbohrsystems wurde dadurch erkannt. Als erster Ansatz wurde ein Standardbohrer für Metalle mit einem Adapter eingesetzt (Abbildung 12). Dieser war jedoch für die Anforderungen des Bohrlöschgerätes nur begrenzt geeignet, performte jedoch vorerst besser als das Universalbohrsystem.



Abbildung 12: Prototyp der Metallbohrkrone [2]

Seitens des Herstellers wurde ein robustes Metallbohrsystem (Abbildung 13) entwickelt, welches nun problemlos hochfeste Stähle bis zu 80 mm Dicke durchdringen kann. In Versuchen und ersten Anwendungen zeigt sich das System als bestens geeignet, um diese Anwendung abzudecken.



Abbildung 13: Finalisiertes Metallbohrsystem [2]



Abbildung 14: Vergleich von Universalbohrsystem und Metallbohrsystem [2]

#### 4.1.4 Betonbohrsystem

In diesem Projekt hat sich gezeigt, dass für eine vollständige Verwendbarkeit in der Praxis auch mineralische Werkstoffe wie Beton oder Ziegel durchdringbar sein sollten. Beim Einsatz [10\_SGB: Silobrand Kefermarkt] wäre eine Durchdringung durch die Betonwand des Silobehälters sinnvoll gewesen. Weitere Anwendungsfälle könnten Tiefgaragen, Kellerbrände oder Industrieanlagen sein. Seitens Hersteller ist ein Betonbohrsystem in Entwicklung, welches bereits in Abstimmung mit den F&E-Projektfeuerwehren positiv getestet wurde. Das Betonbohrsystem wurde im Laufe dieses Feldversuches noch nicht verwendet.



#### 4.1.5 Ergonomie & Geräteoptimierungen

Zur Optimierung der Ergonomie wurde die Schulterstütze überarbeitet. Hier wurde zudem der Kunststoff auf schlagzähes und verschleißfestes Polyamid gewechselt. Weiters wurde ein Arbeitslicht am Gerät installiert, um bei Einsätzen in der Nacht die Sicherheit der Bediener zu verbessern. Der Verbindungsschlauch am Gerät wurde mit einer Drahtschutzspirale ergänzt, um die Knickneigung zu reduzieren und um den Schlauch zu schützen. Die Skala zur Einstellung des Sprühstrahles wurde verbessert und die Bedienhebel wurden ergonomischer gestaltet. Der verschiebbare Handgriff wurde um 45° nach hinten geneigt, um die Hand des Bedieners besser zu schützen.



Abbildung 15: DRILL-X DX0 in der Ursprungsvariante



Abbildung 16: DRILL-X DX0-A, erste Revision auf Basis der Felderfahrungen



Abbildung 17: DRILL-X DX1 Serienversion auf Basis der DX0-B [10]

#### 4.1.6 Sonstige Funktionsanpassungen

Bei einer Übung im Frühjahr 2022 kam es zu einer Blockade der Turbine durch größere Mengen von grobem Sediment. Als Lösung dazu ist nun bei jedem DRILL-X ein Gabelschlüssel im Werkzeugset vorgesehen, mit welchem die Blockade durch manuelles Drehen der Turbine einfach gelöst werden kann. Die finale Generation DX1 besitzt zudem eine angepasste Turbinenkonstruktion, welche nun Sediment bis 2 mm problemlos verarbeiten kann, und ein Fremdkörpersieb, welches Fremdkörper über 4 mm an der Schlauchkupplung stoppt. Die Anpassung hat das Anlaufverhalten deutlich verbessert und eine Blockade der Turbine gilt bei den neuen Generationen als deutlich unwahrscheinlicher. Optimierungen an mehreren hydraulischen Komponenten konnten die Leistung der DX1 Geräte um ca. 20% steigern.

Eine Klemmverbindung an der Durchflussregelung löste sich im Frühjahr 2022 bei einer Übung. Die Konstruktion wurde daraufhin angepasst, und die finale Generation DX1 besitzt nun eine form- und kraftschlüssige Verbindung der Steuerungselemente, welche dieses Problem konstruktiv ausschließt. Bei den Testgeräten der DX0 Serie wurden Maßnahmen getroffen, um dieses Problem an den Prototypen hintanzuhalten.

Die Transportlösung im Koffer wurde optimiert und Modultaschen für die jeweiligen Bohrsysteme konfiguriert. Zudem wurden die Verbindungsschläuche in unterschiedlichen Ausführungen getestet und für besseres Handling optimiert. Die FF Vöcklabruck hat sich sogar eine Vorrichtung für das Gerät im Hubrettungskorb gebaut, die FF Freistadt hat die Armaturen im Rettungskorb der TMB für eine optimale Schlauchführung adaptiert.

#### 4.1.7 Absturzsicherung & Persönliche Schutz Ausrüstung (PSA)

Der Hersteller schreibt umluftunabhängigen Atemschutz bei der Anwendung des Systems vor. Momentan gäbe es zwei Varianten, um diese sicherzustellen. Viele Teleskopmastbühnen (TMB) besitzen eine Atemluftanlage am Fahrzeug installiert und können somit einfach im Korb mit einem Lungenautomat den Atemschutz sicherstellen. Vorteilhaft ist hier eine längere Einsatzdauer aufgrund des großem Luftvorrates im Fahrzeug sowie ein kräfteschonendes Arbeiten ohne zu tragendem Pressluftatmer. Bei der Arbeit mit dem DRILL-X ist jedoch der Arbeitsweg des Schlauches zwischen Atemschutzmaske und Versorgungspunkt im



Hubrettungskorb limitiert. Stürze oder andere Arbeitsbewegung zeigen ein Gefahrenpotential für das Verrutschen oder Beschädigen der Atemluftversorgung / des Atemanschlusses (Maske) der Anwender. Daher empfiehlt sich, einen Pressluftatmer in der Anwendung des Systems zu verwenden



Abbildung 18: Test eines integrierten Auffangsystem der Fa. S-GARD [8]

Das Arbeiten mit dem System aus dem Hubrettungskorb sowie das mögliche (aber nicht direkt notwendige) Betreten des Daches müssen durch entsprechende Schutzmaßnahmen abgesichert werden. Hier wurden von den F&E-Projektfeuerwehren verschiedenste Produkte getestet und insbesondere auf die Erfahrung der Höhenretter-Stützpunkte (BF Linz, FF Vöcklabruck, FF Freistadt) zurückgegriffen. Es wurden unterschiedlichste Variationen herkömmlicher Auffanggurte, Rückhaltgurte sowie in die PSA integrierte Auffangsysteme (Abbildung 18) getestet. Die meisten Systeme basieren auf dem Material Polyester oder Polyester FR (Flameretardant), welches bei Temperaturen im Brandeinsatz schnell an Einsatzgrenzen gelangen kann [11]. In diesem Produktsektor werden aktuell viele Neuerungen regelmäßig am Markt aufgezeigt. So gibt es bereits auch in die PSA integrierte Systeme, welche aus Kohlefaser (Aramid) gefertigt sind und somit auch hoher Temperatur standhalten können [5].

Im Sinne einer möglichst bekleidungsunabhängigen Ausführung zeigte sich das System der Fa. Haberkorn als geeignet. Hier kann die gesamte Sicherungskette aus hitzebeständigem Material (Aramid) ausgeführt werden. In der Anwendung werden die Verbindungsmittel vom Anschlagpunkt und der Absturzkante so straff gehalten, dass durch das aktive Rückhalten eine Absturzgefährdung bei korrekter Anwendung ausgeschlossen werden kann.

In Evaluierung mit dem Landesfeuerwehrverband Oberösterreich wurde das bereits im Feuerwehrdienst bestehende Absturzsicherungsset „ASS22“ in einer Ausführung aus Aramid für die F&E-Projektfeuerwehren beschafft (Abbildung 19) und in diesem Feldversuch getestet. Diese PSA ist für hohe Temperaturen geeignet und kann somit hinsichtlich der Materialeigenschaften über der Branddienstbekleidung getragen werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Komponenten des Absturzsicherungssets bereits in der Basisausbildung geübt werden und für die Anwendung im Hubrettungskorb somit keine zusätzliche Ausbildung notwendig ist. Die Substitution des Materials von Polyester auf Aramid ist somit die einzige technische Änderung, die Anwendungsbereiche des Sicherungssets sind somit auch neben Arbeiten im Hubrettungskorb vielseitig.



Abbildung 19: ASS22 in Aramid in Anwendung [12]

Das System zeigte sich als sehr anwendungsfreundlich und deckt alle Anforderungen für Arbeiten im Hubrettungskorb ab. Die Ausführung in Aramid bietet zudem die Möglichkeit auch im Branddienst geschützt zu sein. [13]



#### **4.1.8 Finaler Stand der Technik**

Parallel zum Feldversuch wurde das Produkt in der Version DX1 (Abbildung 17) vom Hersteller im April 2023 auf den Markt gebracht. Die Version DX1 entsprach damals einer verbesserten DX0-B, welche hinsichtlich der Funktion ident ist. In der DX1 wurden weiters Toleranzen optimiert, was in Prüfstandsversuchen die Lebensdauer des Antriebsstranges von 10.000 Zyklen der DX0 auf ~52.500 bei DX1 steigern konnte. Bei den F&E-Projektfeuerwehren wurden im ersten Jahr mit Einschulung ca. 600-800 Bohrungen vorgenommen. In der Annahme, dass im normalen Dienstbetrieb < 500 Bohrungen pro Jahr anfallen können, ist die Lebensdauer der Antriebseinheit verglichen zu den Prüfstandsversuchen theoretisch bei ca. 100 Jahren. Die DX0-B Geräte wurden im Zuge von Umbauten immer wieder am Prüfstand getestet. Bei keinem System wurden Veränderungen in der Performance registriert.

Im Laufe dieses Projektes wurden alle aufgetretenen Probleme behoben, und die erarbeiteten Lösungen weiterhin ausführlich getestet. Insgesamt wurden die sieben Testgeräte (zwei wurden beim Hersteller vorgehalten) zwischen 2021 und 2024 geschätzte 5000-mal für Bohrungen verwendet. Die Testungen erfolgten in den unterschiedlichsten Umgebungsbedingungen und durch ca. 300 verschiedene Anwender.

Im Frühjahr 2024 wurde der älteste und am häufigsten verwendete Prototyp beim Hersteller zerlegt und auf Verschleißerscheinungen geprüft. Der Antriebsstrang des Systems wurde in einwandfreiem Zustand vorgefunden, Verschleißerscheinungen sind lediglich an der konstruktiv problematischen Schiebersteuerung aufgetreten. Diese wurde durch die bereits beschriebenen Erkenntnisse aus der ersten Variante der Prototypen umfangreich überarbeitet und in der Ausführung DX1 deutlich verbessert.

## **4.2 Taktische Entwicklung**

Die 2022 durchgeführten Brandversuche [1] stellten die Ausgangsbasis für jegliche taktische Überlegung dar. Wie in Kapitel 1.2 beschrieben, wurden aus diesen Erkenntnissen SOPs abgeleitet. Mit Start des Versuches wurden mehrere SOPs vorgegeben. Aufgrund der vielen Entwicklungsschleifen und Verbesserungen wird in diesem Projektbericht nicht jeder Entwicklungsschritt beschrieben, sondern jeweils der finale Stand der jeweiligen SOP beschrieben und referenziert. Die jeweils letztgültige Variante der SOPs kann dem Anhang entnommen werden.

## **4.3 Ansatz der taktischen Entwicklung**

Es wurde versucht, die SOPs an Standardprozesse im Branddienst anzulehnen und durch die Erkenntnisse der Brandversuche eine Einsatztaktik zu entwerfen. Folgende Fragestellungen dienten als Basis für die nachfolgenden SOPs:

- Einsatzmöglichkeiten und Grenzen:
  - Wann ist es sinnvoll das Bohrlöschverfahren einzusetzen?
  - Welche Einsatzmittel und Rahmenbedingungen müssen vorhanden sein?
  - Welche Entscheidungskriterien können in der Lageerkundung erhoben werden?
- Baustruktur und Zugangsmöglichkeiten:
  - Welche Baumaterialien sind vorzufinden?
  - Wo kann ein Zugang sinnvoll gewählt werden?
  - Wie kann die Zugangsstelle erreicht werden?
  - Welche Position ist für das jeweilige Einsatzziel passend?
- Ziele der Intervention:
  - Welches Ergebnis wird von einer Intervention erwartet?
  - Kann das Brandereignis gelöscht werden, oder muss eine Ausbreitung verhindert werden?
  - Wie lange muss eine Intervention dauern, um das Ziel zu erreichen?
  - Wie kann die Intervention zielgerichtet ablaufen?
  - Wann muss eine Intervention abgebrochen oder neu geplant werden?

## 4.4 Testdurchlauf der SOPs

Die ersten SOPs basierten auf einigen Annahmen, gestützt auf Erfahrungswerten und den Daten der Brandversuche. Die Abläufe wurden in einer umfangreichen Übung am 12.02.2022 von den F&E-Projektfeuerwehren Vöcklabruck und Roith mit Unterstützung durch die FF Redlham sowie dem Landesfeuerwehrkommandanten an einem Abbruchhaus mehrfach getestet und verbessert.



Abbildung 20: Durchdringungsversuche am Abbruchobjekt, Innenansicht

Dieser Test kann als Übergang zwischen TRL 6 und TRL 7 gesehen werden und beinhaltet die ersten Validierungsschritte aus TRL 7. Beobachtungen in den fiktiven Brandräumen hinsichtlich Löschwassereinbringung und Verteilung führten zu den ersten Richtlinien in der Wahl der Zugangsmöglichkeiten und Interventionsanweisungen.



Abbildung 21: Durchdringungsversuche am Abbruchobjekt, Arbeiten mit der TMB

## 4.5 SOP1: Einsatzbewertung

Die SOP1 soll die Situation vor Ort bewerten und eine Entscheidungsgrundlage für oder gegen den Einsatz des Löschverfahrens darstellen. Die Idee des Löschverfahrens ist es, an die bestehende Einsatztaktik anzuknüpfen und einen effizienten Löschmitteleinsatz dort zu ermöglichen, wo diese nicht anwendbar ist. Die erste Abfrage der SOP1 beurteilt die allgemeinen bzw. einsatztaktischen Gegebenheiten rund um die Schadenslage. Es wurden drei Fragen formuliert, welche jede für sich eine Indikation für oder gegen eine Anwendung darstellt.

### **Ist eine Brandbekämpfung im Innenangriff aktiv und ist diese auch zielführend?**

Während einer Intervention mit dem DRILL-X darf sich grundsätzlich niemand im Brandraum aufhalten. Weiters ist eine Intervention im Raum nicht sinnvoll, wenn dieser bereits von innen erreicht wurde. Dies setzt aber voraus, dass der Brand auch zielführend von innen bekämpft werden kann.

### **Ist der Brand zugänglich?**

Handelt es sich um einen für einen Standardangriff nicht zugänglichen Brand, so ist es empfehlenswert, die Struktur mit dem Bohrlöschgerät zu durchdringen. Die Intervention soll eine Brandbekämpfung möglichst rasch und einfach einleiten. Unter dieser Kategorie fallen beispielsweise Dachstuhlbrände und Konstruktionsbrände.

## Ist der Brand mit einem handgeführten Strahlrohr beherrschbar?

Brände dieser Kategorie zeichnen sich durch hohe Brandleistungen oder eine hohe Durchzündungsneigung aus. Die hohe Applikationsrate des Systems soll diese Brände wieder auf ein beherrschbares Maß an Brandleistung drosseln, um eine zielgerichtete und sichere Folgeintervention zu ermöglichen.

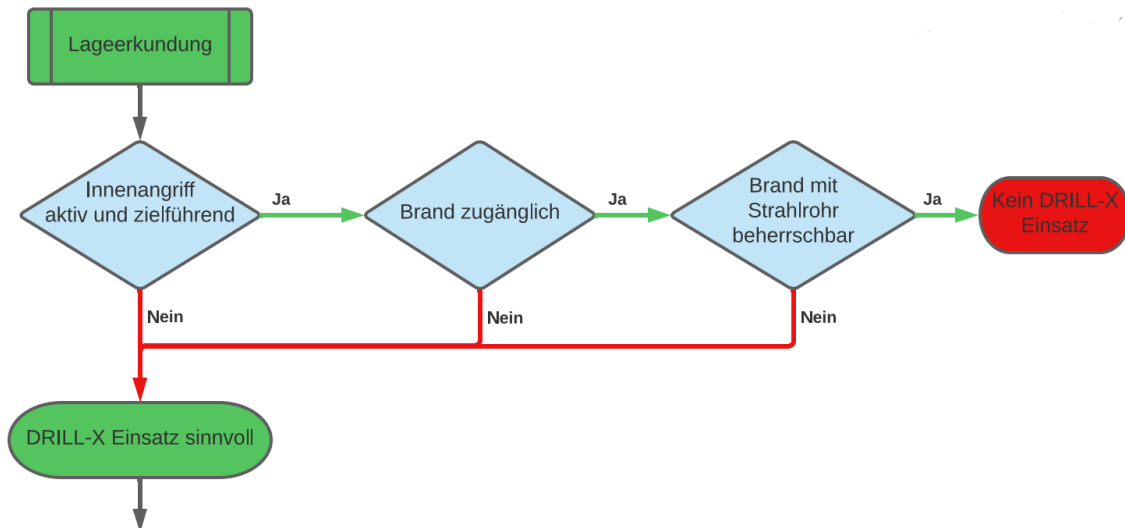


Abbildung 22: SOP1: Entscheidungsblock "Lagebeurteilung"

Wird eine oder mehrere Fragen mit „nein“ beantwortet, so spricht die Situation vor Ort für eine Anwendung des Bohrlöschgerätes. Als nächstes müssen die wesentlichen Gefahrenstellen beurteilt werden. Entsprechend der Herstellervorgaben müssen Sicherheitsabstände zu elektrischen Bauteilen und sonstige Gefahrenquellen eingehalten werden. Liegt eine Absturzgefahr an der Einsatzstelle vor, müssen adäquate Sicherungspunkte oder ein Hubrettungsfahrzeug vorhanden sein, um den Selbstschutz zu gewährleisten. [10]

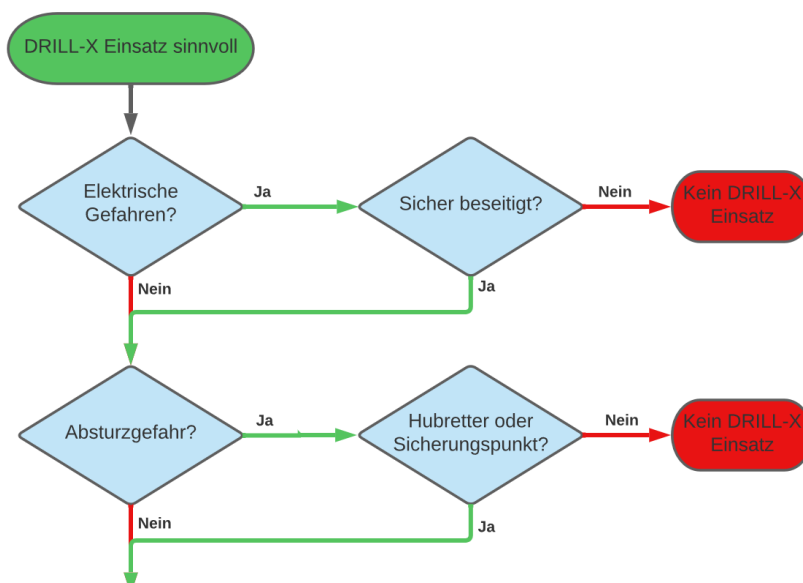


Abbildung 23: Sicherheitsfragen in der SOP1

Nachdem auch die Gefahrenquellen überprüft wurden, gilt es ein geeignetes Bohrsystem auszuwählen. Die Bohrsysteme sind farblich gekennzeichnet und wurden im Laufe des Versuches ergänzt und erweitert. Die finale Version der SOP sieht bereits auch den Einsatz des Betonbohrers vor. Mit den drei Bohrsystemen kann somit in den meisten Fällen ein Zugang zum Brandraum gewährleistet werden.

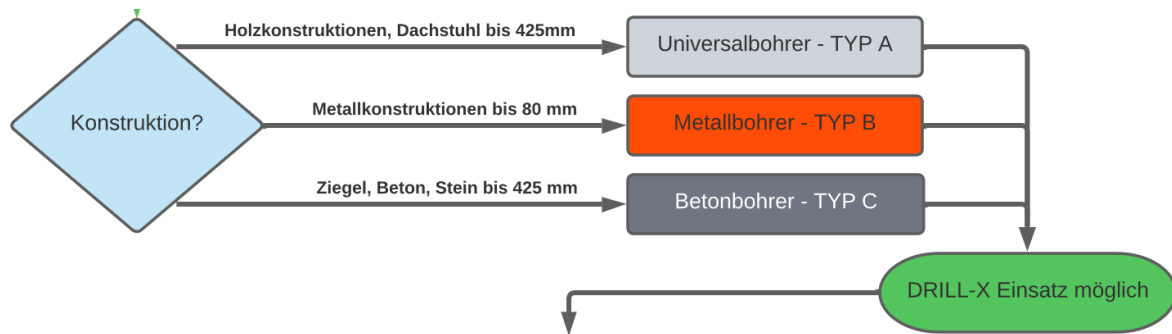


Abbildung 24: Varianten der Bohrsysteme in der SOP1

Am Ende dieser Entscheidungskette sind die Rahmenbedingungen des Einsatzes abgeklärt und somit kann dieser als möglich gesehen werden. Nun gilt es, die Brandbekämpfung entsprechend der Situierung des Brandes umzusetzen. Es hat sich gezeigt, dass es wesentliche Unterschiede in der Vorgehensweise für Raum- und Konstruktionsbrände gibt.

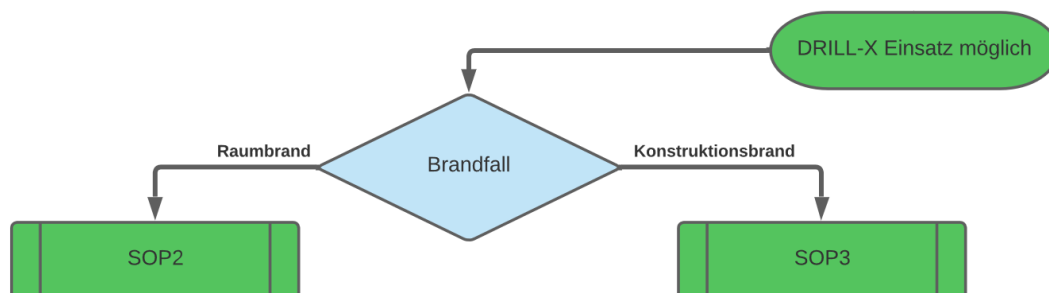


Abbildung 25: Weiterleitung an SOP2 oder SOP3 am Ende von SOP1

## 4.6 SOP2: Raumbrandbekämpfung

Die SOP2 in der finalen Variante inkludiert zwei taktische Ziele in einer Handlungsanweisung, richtet sich aber immer an die Brandbekämpfung von Raumbränden. Die taktischen Ziele in der Raumbrandbekämpfung können das Löschen oder das Schützen sein.

### 4.6.1 Löschen: „direkte Brandbekämpfung“

Das Löschen eines Raumbrandes mit dem DRILL-X ist immer dann möglich, wenn ein Großteil der umschließenden Flächen des Brandraumes intakt ist und die Raumgröße innerhalb einer Deckungsbreite von bis zu 10 m ist, oder durch taktisches Umpositionieren die Deckungsbreite insgesamt den gesamten Raum abdeckt. In den meisten Fällen ist der Wirkungsbereich eines Hubrettungsfahrzeug gleichbedeutend mit der Deckungsbreite des Löschsystems.



Voraussetzungen:

- Mittelgroße Brandleistungen
- Geringe Ventilation, geschlossener Brandraum
- Schadensreduktion im Objekt oder taktischer Vorteil durch Intervention erwartet

Die Taktik „Löschen“ wurde bei allen Raumbränden im Versuchszeitraum verwendet und ist somit bei den meisten Systemanwendungen zutreffend.

### Suchen der Hitzespots

Der Entscheidungspfad Löschen beginnt mit der Suche nach der heißesten Zone im Brandraum (Hitzespot). Der Hitzespot kann mit Hilfsmitteln (Wärmebildkamera, Drohne) oder auch aufgrund von Raumkenntnissen abgeschätzt werden.

Erfahrungswerte aus dem Projekt:

- Höhe im oberen Drittel (bei Dach: First)
- Bis ca. 8 m Breite: Raummitte
- Ab ca. 8 m Breite: Alle 5 m eine Bohrung setzen



Abbildung 26: Drohnenaufnahme der Temperaturverteilung des Dachstuhlbrandes [13]



Abbildung 27: Drohnenaufnahme des Dachstuhlbrandes [13]

Hier gilt es besonders auf Rauchgasintensität, Verfärbungen oder sonstige Brandzeichen zu achten. Wichtig ist, dass die heiße Rauchgasschicht erreicht wird. Desto mehr Energie im Brandraum vorhanden ist, desto einfacher ist es einen Löscherfolg herbeizuführen. Steht der Raum in Vollbrand, empfiehlt es sich in der Raummitte zu beginnen.

Wie in Abbildung 26 und Abbildung 27 ersichtlich, können Drohnenaufnahmen erhebliche Vorteile bei der Lokalisierung der Hitzespots bieten. Diese Möglichkeit hat sich durch die



Ausrüstung von Drohnen in Oberösterreich im Jahr 2022 ergeben und hat maßgeblich zum Einsatz [13\_RB\_GS: Brand Landwirtschaft Pöndorf] beigetragen. [14]

### DRILL-X setzen

Der Begriff „DRILL-X setzen“ beschreibt den Vorgang des Eindringens. Der Bediener durchdringt die Struktur selbstständig und führt das Bohrlöschgerät in den Brandraum ein.

### Strahl einstellen

Die Durchflussmenge des Löschgerätes passt sich proportional an den Sprühwinkel an. Nach dem Eindringen in den Brandraum wird der Strahl im gewünschten Sprühbild eingestellt. Steht der Dachstuhl tendenziell in Vollbrand, kann erfahrungsgemäß der maximale Öffnungswinkel gewählt werden.

### Prüfung: Ist eine Änderung im Brandrauch sichtbar?

Es muss in kürzester Zeit ( $< 1$  min) eine Änderung der Lage sichtbar sein, ansonsten ist von keiner Löschwirkung auszugehen. Erfahrungsgemäß ist nach längstens einer Minute zumindest eine Farbänderung im Brandrauch sichtbar. Bei guten Bedingungen tritt unmittelbar nach Beginn der Intervention Wasserdampf aus dem Brandraum aus. Dieser Effekt wurde bei nahezu allen Brandereignissen beobachtet und die Wirkdauer in der SOP durch die gewonnenen Erfahrungswerte ermittelt. Das Vorgehen zeigte sich als passend für die meisten Einsatzfälle.

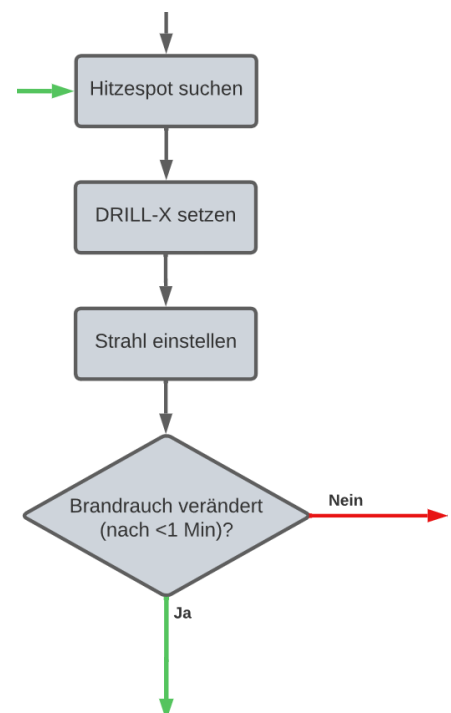


Abbildung 28: SOP2  
Entscheidungspfad Löschen



Abbildung 29: Lage bei Eintreffen von Einsatz  
[5\_RB\_GS: Dachstuhlbrand Vöcklabruck] [15]



Abbildung 30 Lageänderung nach zwei  
Interventionen, 300 l Löschwasserverbrauch [15]

Sobald eine erfolgreiche Erstintervention mit sichtbarer Löschwirkung erfolgt ist, gilt es als höchst wahrscheinlich, dass die Vorgehensweise korrekt durchgeführt wurde. Je nach Lageänderung und Brandleistung (Rauchgasfarbe abschätzen) kann bei Dampfbildung auch eine Intervention länger als eine Minute durchgeführt werden.

### Kontrolle der Wirkung

Es wird empfohlen, die Brandraumtemperatur nach der ersten Abkühlphase zu kontrollieren. Ziel ist es nur so viel Wasser einzubringen, wie auch verdampft werden kann. Dazu wird die Temperatursonde in den Brandraum eingeführt und die Temperatur kontrolliert. Liegt die Temperatur über 100°C, soll über dieselbe Bohrung erneut Wasser abgegeben werden. Ist die Temperatur auf unter 100°C gesunken und kein Brandrauch mehr sichtbar, empfiehlt es sich die Temperatur an der Sonde weiter zu beobachten und Folgemaßnahmen wie eine Öffnung des Brandraumes mit Nachkontrolle vorzunehmen.

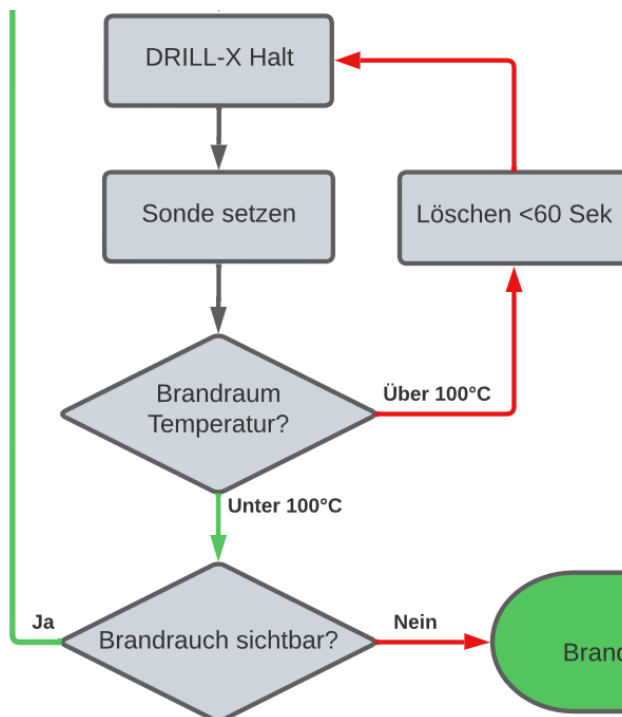


Abbildung 31: Temperatursonde

Abbildung 32: SOP2: Entscheidungspfad Löschen

Ist die Temperatur am Eindringpunkt abgesenkt, aber aus anderen Brandraumteilen tritt noch Brandrauch aus, so gilt es den nächsten geeigneten Hitzespot zu finden und das Vorgehen zu wiederholen.

### Brandrauch unverändert / keine Wirkung sichtbar

Falls keine Wirkung erkennbar ist, wird empfohlen, die Intervention abubrechen und das Bohrlöschgerät an einer neuen Position zu verwenden. Es ist in dieser Situation naheliegend, dass die Ausbringung des Löschmittels auf den Brandherd durch bauliche Gegebenheiten verhindert wird. Hier sollte die Umpositionierung tendenziell im Bereich von wenigen Metern stattfinden, um eventuelle lokale Hindernisse zu umgehen.

Mögliche Ursachen:

- Zusätzliche Deckenkonstruktion (z.B.: Reindecke)
- Hindernisse im Brandraum (Wände, Einbauten)
- Vollgeräumte Brandräume (Schüttgut, Müll)

Beim Einsatz [2\_RB\_GS: Brand Industrie Enns2\_RB\_GS: ] konnte dieser Umstand auch auf Bildern festgehalten werden. Hier wurde ein Hubrettungsgerät über der Halle einer brennenden Produktionsanlage platziert, um mit dem DRILL-X über das Dach zu intervenieren. Zwischen zwei Lichtkuppeln mit starker Hitzebeaufschlagung wurden Interventionen gesetzt. Da in diesem Fall keine Änderung im Brandrauch erkennbar war, wurde entsprechend der SOP1 die Lage neu beurteilt und eine andere Angriffsmöglichkeit gewählt.



Abbildung 33: Intervention mit dem DRILL-X bei einem Industriebrand [16]



Abbildung 34: Abgehängte Decke bei einem Industriebrand [16]

Im Nachgang wurde sichtbar, dass eine abgehängte Decke (Reindecke) unter dem Dach vorhanden war und aus diesem Grund der Wasserdampf den eigentlichen Brandraum nicht erreichen konnte. Dieses Hindernis wäre hier im Zugang von oben unüberwindbar, weshalb eine erneute Lagebeurteilung und Einsatzbewertung (SOP1) notwendig ist, wenn keine Löschwirkung nach mehrmaliger Intervention vorhanden ist.

Zur Ursachenfindung kann es sinnvoll sein, die nicht erfolgreiche Bohrung mit einer Temperatursonde zu kontrollieren. Ist hier keine nennenswerte Temperaturerhöhung feststellbar, so ist es höchst wahrscheinlich, dass der eigentliche Brandraum nicht erreicht wurde. Alternativ kann hier ein Zugang über andere Objektseiten (z.B. Wand) zum Erfolg führen.

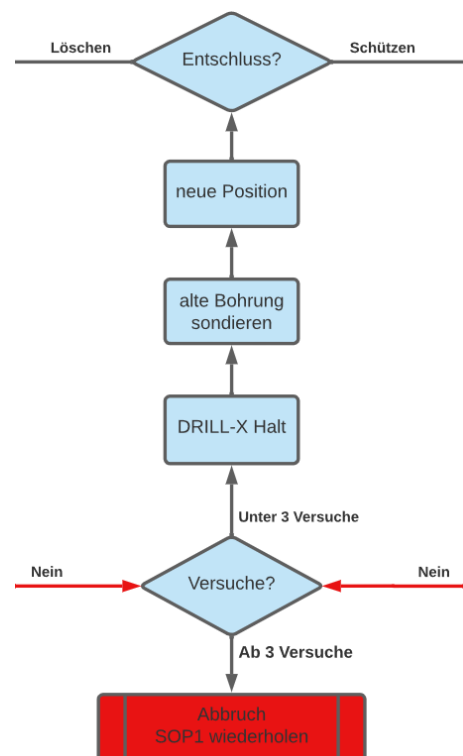


Abbildung 35: Vorgehen bei Wiederholungen in der SOP1

#### 4.6.2 Schützen: „Ausbreitung verhindern“

Es gibt Einsatzfälle, bei denen die verfügbaren Einsatzmittel deutlich unter dem eigentlichen Bedarf zur Bekämpfung des Brandes liegen, und eine Brandausbreitung auf nicht betroffene Bereiche drohen kann. Dies war im betrachteten Testzeitraum bei keinem Einsatz der Fall, da es aber ein relevantes Szenario darstellt wurde auf Basis der Erfahrungen durch die direkte Brandbekämpfung ein Vorgehen ausgearbeitet.



Für die effektive Umsetzung sollte jedenfalls eine bauliche Brandabschnitttrennung durch diese Maßnahme unterstützt werden bzw. kombiniert werden. Beispielsweise könnte so eine Feuermauer an einem großen Objekt gehalten werden. Hier ist besonders zu beachten, dass eine permanente Wasserabgabe eine stabile Wasserversorgung voraussetzt und durch die Positionierung am Randbereich eines Brandes ein Großteil des Wassers nicht verdampfen wird. Im aufzugebenden Objektteil ist mit exzessiven Löschwasserüberschuss zu rechnen.

Brandeigenschaften:

- Schlagkraft wesentlich geringer als Brandleistung
- Bauliche Haltelinie gegeben
- Aufgeben von Gebäudeteilen möglich

Die Verknüpfung zwischen Löschen und Schützen wird in der SOP2 durch die Entschlussentscheidung hergestellt. Ein Wechsel der Taktik kann bei Änderung der Lage somit schlüssig erreicht werden.

### Definition einer Haltelinie

Erste Aufgabe nach dem taktischen Entschluss „Schützen“ ist die Definition einer Haltelinie, bis zu welcher die Ausbreitung gestoppt werden soll. Es ist empfehlenswert, bauliche Brandschutzvorkehrungen wie Feuermauern bzw. generell innerhalb von baulichen Brandabschnitten im Grenzbereich zu einem nicht betroffenen Brandabschnitt eine Haltelinie aufzubauen.

### DRILL-X setzen

Das DRILL-X wird an der gewünschten Stelle in den Brandraum eingeführt und in einem entsprechendem Strahlwinkel eingestellt. Für eine Abtrennung wird empfohlen mit einem spitzen Strahlwinkel (60°) bzw. maximal mit leicht vergrößertem Strahlwinkel zu arbeiten. Das DRILL-X sollte so positioniert sein, dass eine Sperrwirkung des Sprühstrahls im Brandraum möglichst geradlinig quer durch den Raum erreicht wird.

### Schutz beobachten

Es gibt viele Möglichkeiten, wie die Schutzwirkung festgestellt werden kann. Beispiele dazu kann ein Atemschutztrupp sein, der sich von der unbetroffenen Seite der Haltelinie nähert und die Schutzwirkung beobachtet. Drohnen mit Wärmebildkameras können auch hier hilfreich sein.



Abbildung 36: Entscheidungspfad Schützen in der SOP2

### **Wirkung mangelhaft**

Wird eine weitere Ausbreitung festgestellt, muss die Position grundlegend neu überdacht werden. Die Vorgehensweise ist gleich wie beim Vorgehen nach nicht erfolgreichem Löschen.

### **Wirkung sichtbar, permanente Beobachtung**

Kann die Position gehalten werden, muss permanent beobachtet werden, ob die Schutzstellung weiterhin erforderlich ist. Sobald keine Ausbreitungsfahrer mehr gegeben ist, soll die Haltelinie aufgelöst werden und im Nahbereich nach Glutnestern gesucht werden.

Bei konstanter Verwendung des Löschsystems über lange Zeiträume werden große Mengen an Löschwasser in das Brandobjekt eingebracht. Dieses verdampft demnach kaum bzw. nur in geringen Teilen. Es muss jedenfalls ein Sekundärschaden durch das abfließende Wasser im betroffenen Brandabschnitt einkalkuliert werden.

## **4.7 SOP3: Konstruktionsbrandbekämpfung**

Im Feldversuch wurde das System bei insgesamt zwei Konstruktionsbränden eingesetzt. Da dieser Brandfall durch die vorangegangenen Brandversuche noch nicht beleuchtet wurde, gab es parallel zur Erprobung auch noch weitere Brandversuche. Die Brandversuche wurden in verschiedenen Projektphasen des Projektes „HoBraTec“ vorgenommen. Das Projekt dient zur Erforschung von Brandbekämpfungsmethoden im modernen Holzbau und wird von der Feuerwehr Hamburg, der Hochschule Magdeburg-Stendal und dem Institut für Brand und Katastrophenschutz (IBK) Heyrothsberge durchgeführt. Im Zuge des Projektes wurden verschiedenste Detektions-, Öffnungs-, und Löschtechnologien getestet. Das DRILL-X ist ein Löschsystem, welches sich bis in die letzte Projektphase qualifizieren konnte und somit auch bei Großbrandversuchen eingesetzt wurde. Die dort gewonnenen Erkenntnisse bildeten die Datenbasis und wurden gemeinsam mit den ersten Erfahrungen der Einsätze aus dem Feldversuch verknüpft und eine Handlungsanweisung erstellt. [17]



Abbildung 37: Konstruktionsbrandversuche in „HoBraTec“, Ausräumen des Dämmmaterials [10]



## Detektion von Konstruktionsbränden

Es hat sich gezeigt, dass sich die Detektion des Brandes selbst als höchst komplex darstellen kann. In einem eskalierenden Schema wird somit mit der Suche nach offensichtlichen Verbrennungszeichen (Rauch, Flammen) begonnen. Als weitere Möglichkeit hat sich bei signifikanter Brandleistung in der Konstruktionsebene die Verwendung von Wärmebildkameras als geeignet gezeigt. Problematisch kann ein träges Verhalten in der Wärmeübertragung über die Bauteile nach außen sein. Weiters kann eine initiale Brandbeaufschlagung von außen auf die Konstruktion die Oberflächentemperatur über einen längeren Zeitraum durch den stattgefundenen Wärmeeintrag beeinflussen. Die Brandversuche haben gezeigt, dass bei erfolgloser Feststellung durch Verbrennungszeichen oder einer Wärmebildkamera auch das Verbrennungsprodukt Kohlenstoffmonoxid (CO) als Leitgas für die Detektion verwendet werden kann. Im Feuerwehrdienst gebräuchliche Mehrgasmessgeräte können dieses Gas ausreichend detektieren, um eine Lokalisierung von Bränden in der Konstruktion zu ermöglichen. Bei dieser Detektionsmethode wird die starke Diffusion von CO durch Materialien wie z.B. Holz & Gipskarton genutzt. Brände, die im Glimmprozess nur noch durch die Gasmessung aufgespürt werden können, sind aufgrund der meist niedrigen Brandleistung und einem kleinen Schadensausmaß nicht mehr für die Brandbekämpfung mit dem DRILL-X geeignet. Hier empfiehlt es sich eher, die Konstruktion manuell zu öffnen und das brennende Material zu entfernen (siehe Abbildung 37). [17]

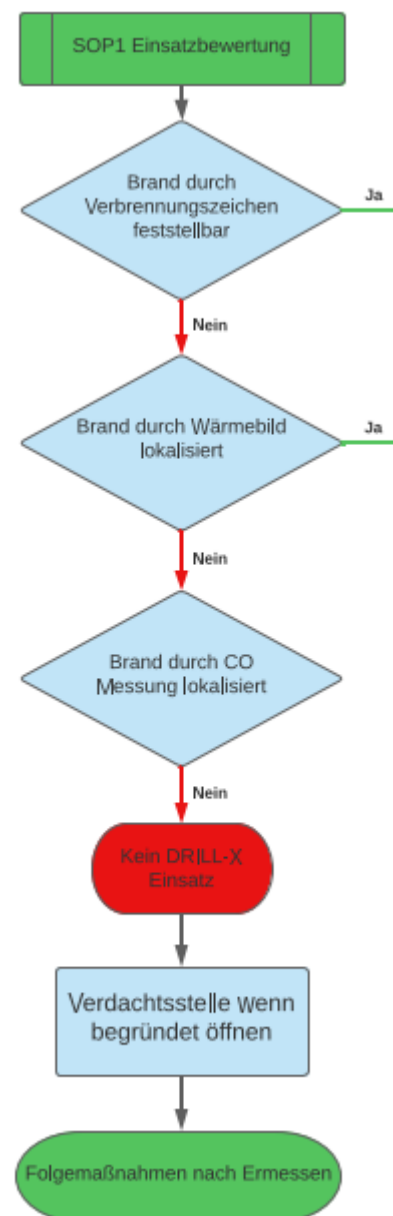


Abbildung 38: Detektion von Konstruktionsbränden in der SOP3

Größere Brandleistungen in schwer erreichbaren Ebenen sind jedoch wiederum sehr effizient bekämpfbar. Die Versuche, als auch ein Einsatz [9\_KB: Flachdachbrand Scharnstein], wurden auch mit Variationen von Löschschaum getestet. Besonders effektiv hat sich hier der Einsatz von Druckluftschaum (CAF) erwiesen, welcher nach Eindringen in den Hohlraum mit dem Löschsystem sehr effektiv eingebracht werden kann. Der CAF bleibt dort über einen längeren Zeitraum aufgetragen und wirkt als Rückbrandsicherung. Entsprechend dieser Erkenntnisse ergibt sich folgende Empfehlung (Abbildung 39) in der Brandbekämpfung.

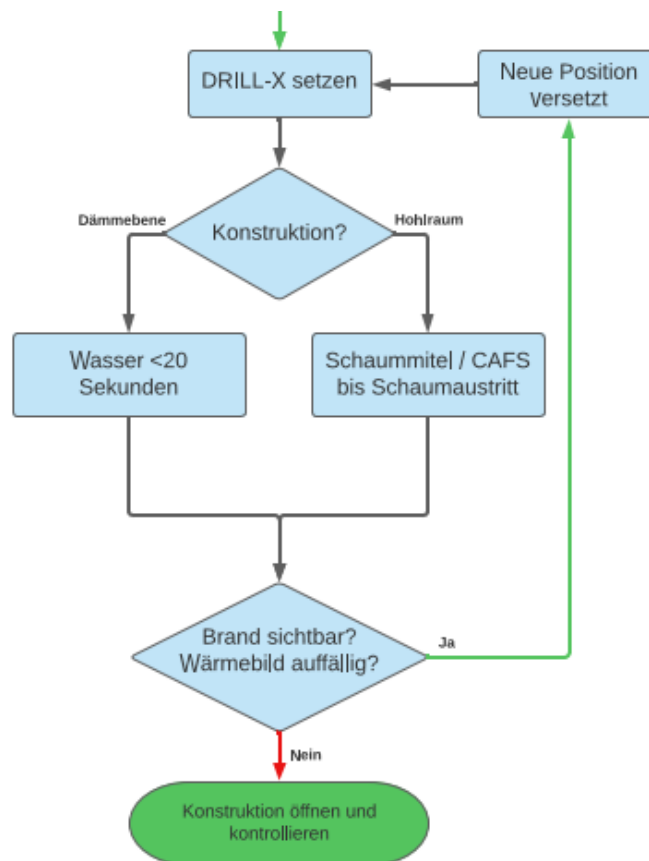


Abbildung 39: Brandbekämpfung in der SOP3

Das DRILL-X wird im Verdachtsbereich eingeführt und je nach Konstruktionsaufbau Schaum oder Wasser eingesetzt. In der Dämmebene, also Hohlräume, welche mit faserartigem Dämmstoff gefüllt sind, zeigt sich Wasser als geeignetes Löschmittel. Nach ca. 20 Sekunden ist der Nahbereich des Dämmmaterials durchgängig mit Löschwasser durchtränkt und sollte dementsprechend abgelöscht sein. Dieses Verhalten wurde bei mehreren Versuchsreihen in Holzfaserdämmung untersucht und kann demnach bei unterschiedlichen Materialien und abweichenden Konstruktionen abweichen. Im Hohlraum empfiehlt es sich, ein Löschmedium einzubringen, welches den Hohlraum bzw. die Oberflächen vollständig füllt oder bedeckt. Erfahrungsgemäß kann Schwerschaum im Hohlraum erzeugt werden, wenn Schaummittel mit Standardzumischrate beigemischt wird. Druckluftschaum zeigt sich bezüglich der Halbwertszeit des Volumenverlustes sowie in Bezug auf die Löschmittelverteilung noch geeigneter als Schwerschaum. Der Nachteil bei Druckluftschaum ist jedoch, dass vorab die Zugangsbohrung mit reinem Wasser vorgenommen werden muss (Turbinenfunktion). Abhängig vom jeweiligen CAFS kann der Druckluftschaum in der Angriffsleitung dann eingeführt werden, oder jeweils andere Leitungen für die Ausbringung des Löschmediums verwendet werden.

Die Erfolgskontrolle nach der Einbringung des jeweiligen Löschmittels führt dazu, dass bei weiteren Verbrennungszeichen einfach in einer neuen Position der Vorgang wiederholt wird. Nach Abschluss der Interventionen ist es unumgänglich, die Konstruktion zu öffnen und

zumindest in den Randbereichen der Brandstelle zu prüfen, ob der Löscherfolg vollständig erzielt wurde und eine weitere Ausbreitung ausgeschlossen werden kann. Beim Großbrand in [9\_KB: Flachdachbrand Scharnstein] konnte die Nachkontrolle nach erfolgreicher Brandbekämpfung in der Unterkonstruktion der Terrasse aufgrund eines kurzzeitigen Engpasses an Personalressourcen im betroffenen Einsatzabschnitt nur verzögert durchgeführt werden. Dies hatte zur Folge, dass in einem nicht bekannten Konstruktionsabschnitt eines angrenzenden Anbaus ein Glutnest zu einer erneuten Ausbreitung führte. Bei diesem Einsatz konnte das beschriebene Vorgehen sehr gut validiert werden, denn die Interventionen führten initial zu einer schnellen Brandeindämmung, eine genaue Nachkontrolle ist aber für eine vollständige Brandbekämpfung essenziell.

## 5 ANWENDUNGS-AUSWERTUNG

### 5.1 Ziele der Auswertung

Im Laufe dieses Projektes wurde eine Vielzahl an technischen und taktischen Optimierungen vorgenommen, welche die Rahmenbedingungen für die Anwendungen des Systems laufend verändert haben. Die Einsätze sind in jeder Situation mit höchster Sorgfalt und mit dem besten vorhandenen Wissensstand zum Eintrittszeitpunkt von den F&E-Projektfeuerwehren abgewickelt worden. Aus diesem Grund wurde für die Datenprojektion eine weitere Unterscheidung in „repräsentativ“ und „nicht repräsentative“ Anwendungen vorgenommen. Repräsentative Anwendungen weisen ein taktisches Vorgehen mit technisch sinnvollen Rahmenbedingungen auf, welche auch mit dem am Projektende vorhandenem Stand der Technik ähnlich oder gleich verlaufen würden. Die Idee dahinter ist es, Gesamtaussagen ableiten zu können die eine Abschätzung der Performance im Regeldienstbetrieb ermöglichen. Als Beispiel für eine nicht repräsentative Anwendung sind Einsätze, bei welchen für das durchzudringende Baumaterial noch gar kein Bohrsystem vorhanden war (z.B. [10\_SGB: Silobrand Kefermarkt]).

Ziel ist es, eine Abschätzung der Einsatzmöglichkeiten durch die erhobenen Kennzahlen zu unterstützen. Nachfolgende Daten wie Wassermengen und Einsatzdauer sollen somit Abschätzungen für notwendige taktische Überlegungen im Einsatz ermöglichen. Die Daten sind mit einer Unschärfe in der Erhebung verbunden. Zeitpunkte im Einsatzverlauf konnten relativ genau bestimmt werden; Wassermengen wurden durch die dokumentierten Betriebseinstellungen errechnet.

### 5.2 Gesamtauswertung

Im Versuchszeitraum wurde das System bei insgesamt 18 Einsätzen verwendet, diese sind im Kapitel 9.1 näher beschrieben. Von den 18 ausgewerteten Einsätzen werden 6 als nicht repräsentativ gewertet, die jeweiligen Gründe sind bei der Einsatzbeschreibung angeführt. Ein Grund dafür ist beispielsweise eine verhältnismäßig große Abweichung von der Einsatztaktik oder einsatzentscheidende Handlungen, welche mit dem heutigen Wissensstand anders ablaufen würden. Weiters sind auch Einsätze mit technischen Problemen, die darauffolgend gelöst wurden, als nicht repräsentativ einzustufen.



### 5.2.1 Bewertung nach Brandart

Kategorisiert und bewertet wird die Verteilung aller Anwendungen in Abbildung 40 dargestellt. Hier sind alle repräsentativen und nicht repräsentativen Anwendungsfälle zusammengefasst.

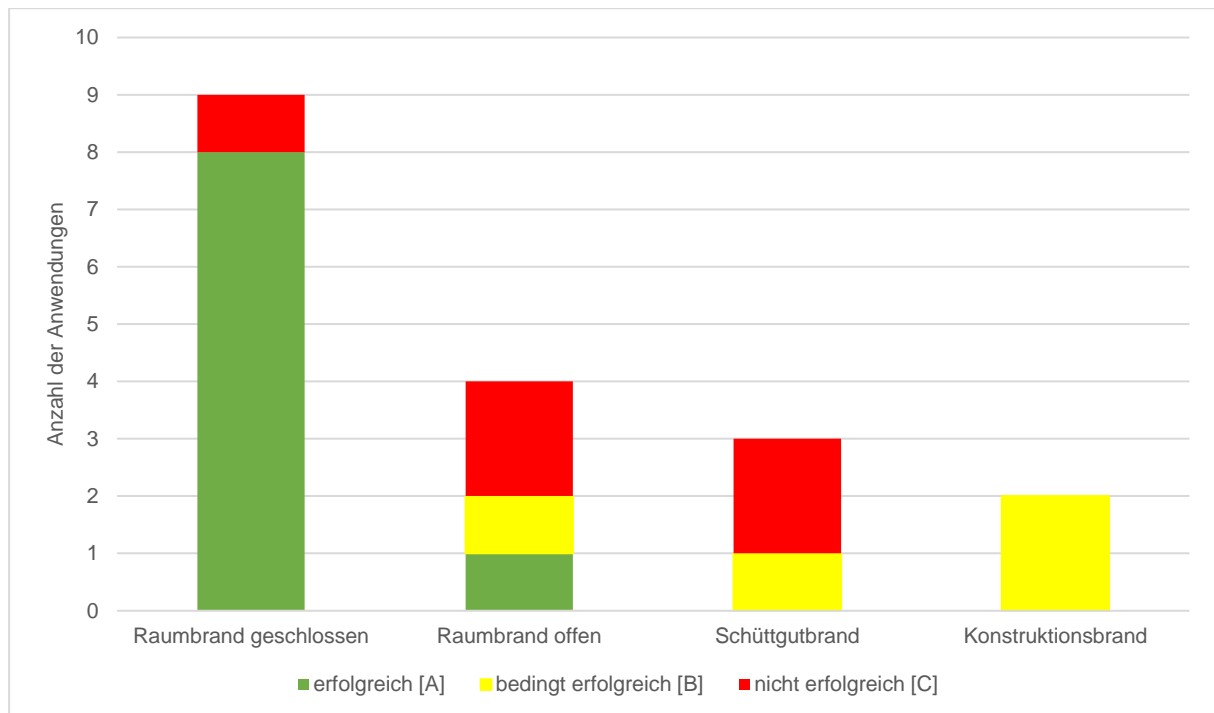


Abbildung 40: Bewertung aller Anwendungen nach Brandart

In Abbildung 41 wurden die nicht repräsentativen Einsatzfälle aus der Auswertung entfernt.

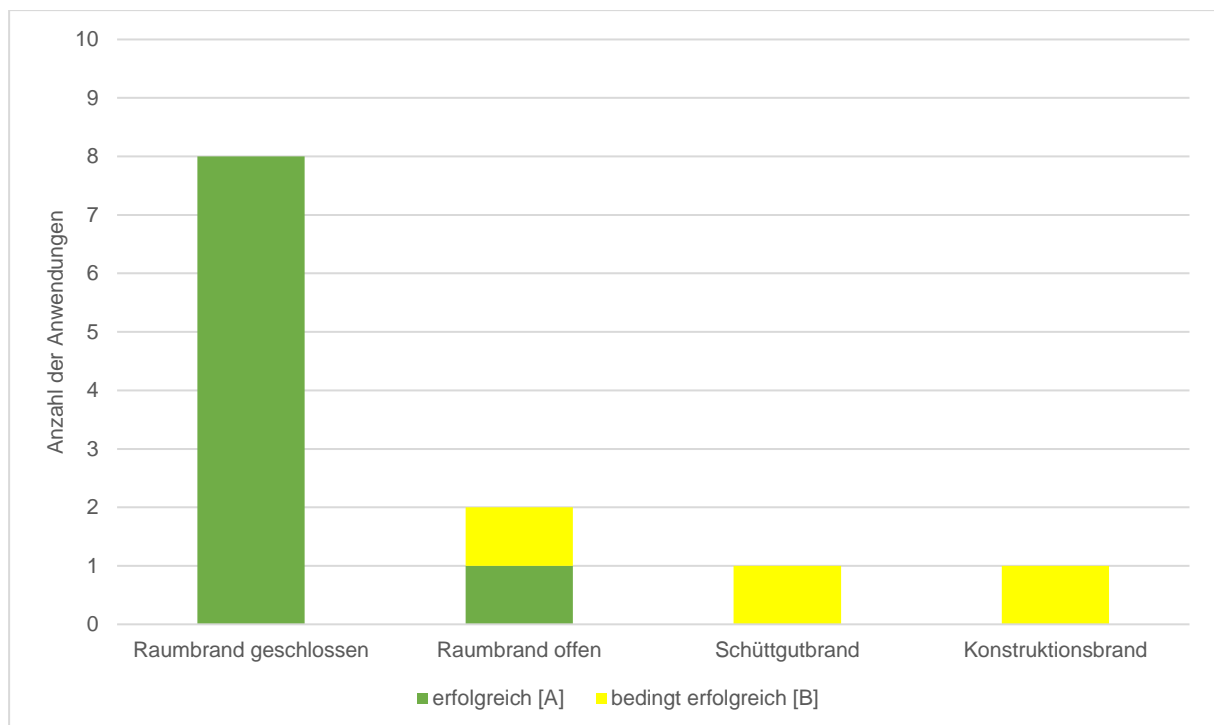


Abbildung 41: Bewertung der repräsentativen Anwendungen nach Brandfall

### 5.2.2 Anzahl der Interventionen

Unter den repräsentativen Anwendungen sind 75% erfolgreich und 25% bedingt erfolgreich. In Abbildung 42 ist die Verteilung der Interventionsanzahl aller Anwendungen dargestellt. Die meisten repräsentativen Anwendungen konnten somit mit weniger als vier Interventionen durchgeführt werden, im Durchschnitt wurden 3,8 Anwendungen benötigt.

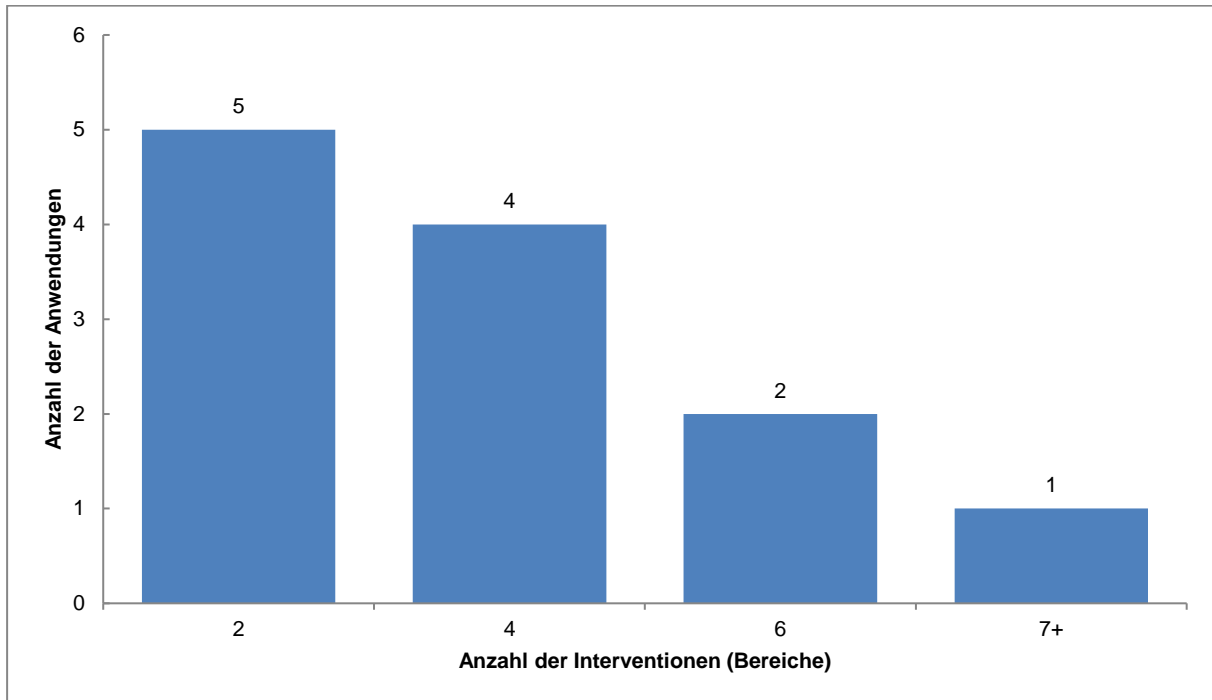


Abbildung 42: Anzahl der Interventionen unter den repräsentativen Anwendungen

### 5.2.3 Erfolg und Interventionszeitpunkt

In Abbildung 43 wird die Verteilung der Einsatzerfolge und die jeweilige Startzeit der Intervention dargestellt. Wie in der ursprünglichen Planung bereits angenommen, spielt die Zeitspanne zwischen Brandausbruchzeitpunkt und Löschangriff eine wesentliche Rolle in Bezug auf den Einsatzerfolg und die Schadensreduktion. Es wurde versucht, den Brandausbruchzeitpunkt in diese Betrachtung aufzunehmen, da dieser nicht bei jeder Anwendung eindeutig feststellbar war, wurde als Bezugszeitpunkt die Alarmierungszeit der jeweils ersten Feuerwehr gewählt. Als Interventionszeitpunkt wurde der Zeitpunkt der ersten Löschwasserabgabe des DRILL-X gewählt.

In dieser Verteilung wird ersichtlich, dass ein Zusammenhang zwischen Einsatzerfolg und Einsatzzeitpunkt besteht. Die in der Standortplanung der F&E-Projektfeuerwehren angenommenen ~30 Minuten Interventionszeit konnte in vielen Fällen nicht eingehalten werden. Dieser Umstand ist die Hauptursache für die Stornierungen. Es gibt zwei erfolgreiche und repräsentative Anwendungen über 30 Minuten, welche auf den Einsatzverlauf rückzuführen sind. In beiden Fällen [13\_RB\_GS: Brand Landwirtschaft Pöndorf, 8\_RB\_GS: Dachstuhlbrand Scharnstein] ist das System in einem Einsatzabschnitt verwendet worden, in

welchem der Brandüberschlag erst im späteren Einsatzverlauf passierte. Da hier der Brandausbruchzeitpunkt erst nach der Erstalarmierung erfolgte, ergibt sich durch die Kompensation dieser Differenz wieder ungefähr das 30 Minuten Zeitfenster. Die Stornierungen lagen nahezu alle im Zeitfenster nach 30 Minuten. Auffällig ist auch, dass alle offenen Raumbrände erst nach der angenommenen 30 Minuten Zeitschwelle liegen. Die bereits ursprünglich aufgestellte Hypothese, dass typische Abbrandgeschwindigkeiten von Holz ab diesem Zeitpunkt einen Kollaps zur Folge haben können, scheint den Praxiserfahrungen nach zutreffend zu sein [6]. Nicht alle nicht erfolgreichen Anwendungen korrelieren mit dem Anwendungszeitpunkt.

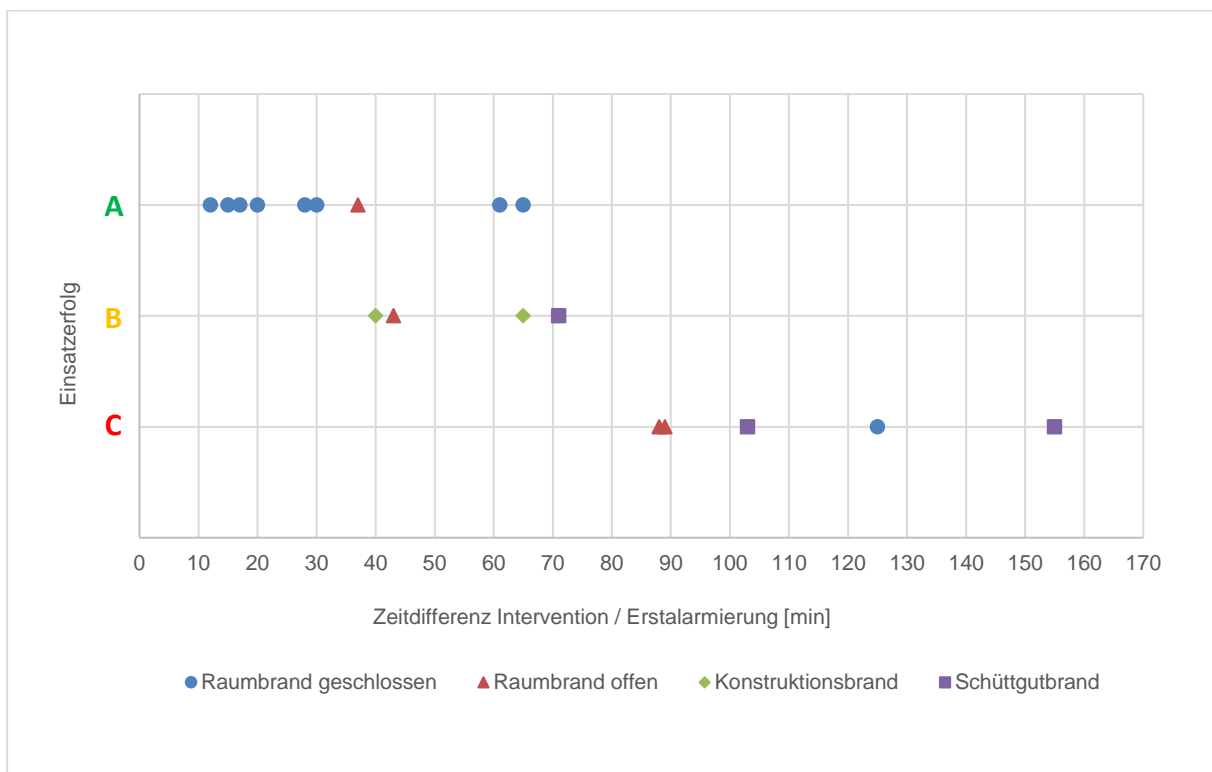


Abbildung 43: Einsatzerfolg im Zusammenhang mit der Interventionszeit

### 5.3 Kategorie: Raumbrand

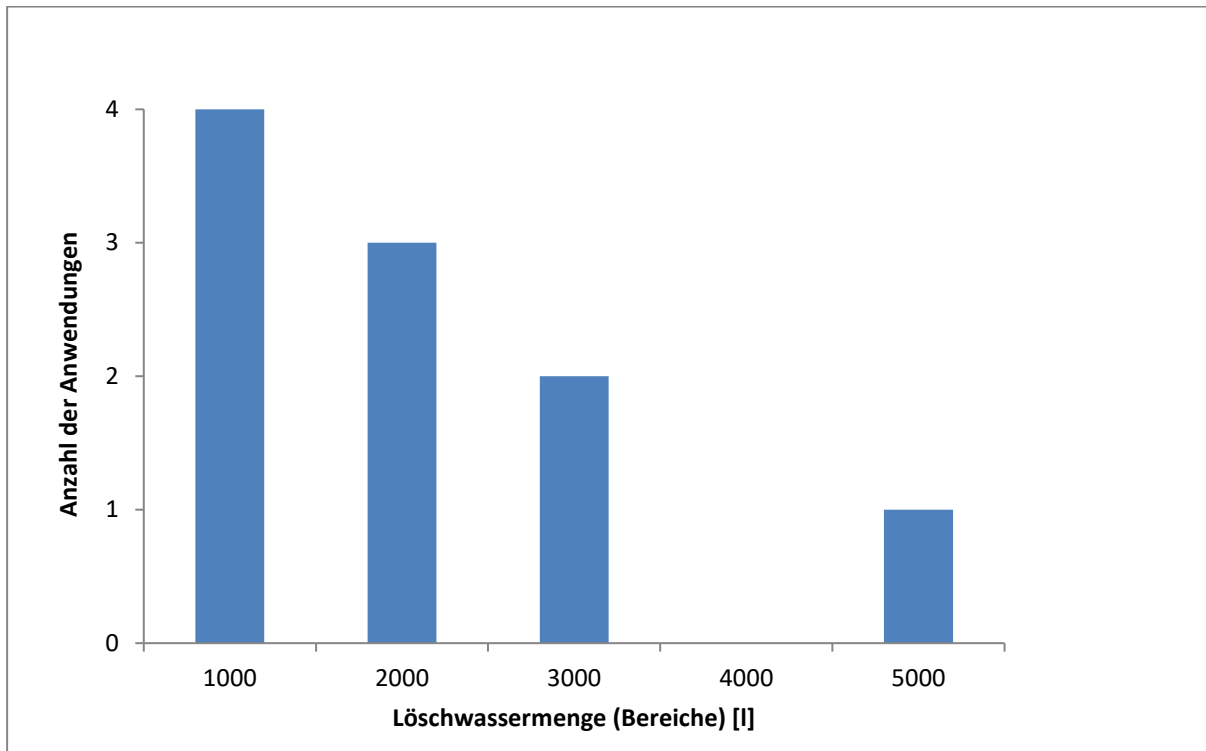


Abbildung 44: Löschwasserverbrauch bei Raumbränden

Die eingesetzte Wassermenge ist ein wichtiger Kennwert für zukünftige Anwendungen. Diese variiert je nach Brandleistung, Raumgröße und vor allem je nach Ventilationszustand im Raum. Eine sehr wesentliche Beobachtung war, dass geschlossene Brände mit hohen Brandleistungen bzw. Temperaturen weniger Löschwasser benötigen (600 l insgesamt in [5\_RB\_GS: Dachstuhlbrand Vöcklabruck]) während vergleichsweise ähnliche Brandeinsätze mit (teils) offenen Raumbränden größere Löschwassermengen benötigen [18\_RB\_OF: Wohnhausbrand Bad Goisern]. In Abbildung 44 ist die Löschwassermenge in einem Histogramm dargestellt. Die mittlere Löschwassermenge der 10 Raumbrände liegt bei 1550 l Wasser. Offene Raumbrände weisen deutlich größere Brandleistungen aufgrund der Sauerstoffzufuhr auf. Die erstickende Wirkung des Wasserdampfes wird durch den Gasaustausch mit Umgebungsluft reduziert.

Es wurde ein Ansatz verfolgt, die Löschwassermengen auf die vom Brand betroffene Raumfläche, bzw. auf das Raumvolumen zu beziehen. Hier konnte jedoch bei beiden Kennwerten kein Zusammenhang zu anderen Parametern gefunden werden. Es wird vermutet, dass viele Variablen den spezifischen Wasserverbrauch beeinflussen. Für eine genauere Klassifizierung auf Basis dieser Parameter müssten umfangreichere Daten gesammelt und untersucht werden.

Alle 8 repräsentative geschlossene Raumbrände werden als erfolgreich gewertet. Von den zwei repräsentativen offenen Raumbränden gilt einer als bedingt erfolgreich und einer als erfolgreich.



## 5.4 Kategorie: Konstruktionsbrand

Im Versuchszeitraum wurde das System für zwei Konstruktionsbrände verwendet. Beim Einsatz [7\_KB: Dachstuhlbrand Wilhering] wurde mit dem System und den zugehörigen Temperatursonden lediglich eine Nachkontrolle in der Konstruktion vorgenommen und kein Löschwasser abgegeben. Dieser Ansatz ist durch den Versuch erstmals aufgekommen und zeigt sich als vielversprechend, weil eine schnelle Kontrolle und Sondierung einer möglichen Brandausbreitung über große Flächen vorgenommen werden könnte. Zu Sicherheit dieser Detektionsmethode sollten weitere Untersuchungen an unterschiedlichen Konstruktionsvarianten vorgenommen werden.

Beim Einsatz [9\_KB: Flachdachbrand Scharnstein] konnte ein sehr zielgerichteter Löschangriff in schwierigen Konstruktionsteilen vorgenommen werden. Für die initiale Brandbekämpfung wurden 6 Interventionen mit ca. 1200 l Druckluftschaum verwendet. Diese Anwendung gilt nur als bedingt erfolgreich, weil im Nachgang ein Teil eines unentdeckten Glutnest sich wieder ausbreitete und noch manuell geöffnet bzw. nachgelöscht werden musste. Die umgehende Nachkontrolle ist daher essenziell bei diesen Bränden.

Weitere Erfahrungen wurden in den Brandversuchen von HoBraTec gewonnen. Hier zeigte sich, dass bei korrekter Applikation von Druckluftschaum in Hohlräumen ein erneutes Aufflammen verhindert werden kann. Detaillierte Publikationen zu diesen Versuchen sind zum Zeitpunkt dieser Auswertung noch nicht verfügbar, sollten aber in absehbarer Zeit durch die in [17] genannten Partner veröffentlicht werden.

## 5.5 Kategorie: Schüttgutbrand

Im Versuchszeitraum wurde das System bei drei Schüttgutbränden eingesetzt. Diese Brandkategorie wurden durch empirisches Vorgehen in der Praxis erstmalig untersucht. Zwei Brände [10\_SGB: Silobrand Kefermarkt, 6\_SGB: LKW Brand Meggenhofen] sind nicht repräsentativ, weil die Hülle der Behälter (LKW-Anhänger, Silo) aus Metall bestand und zum damaligen Zeitpunkt noch kein Metallbohrwerkzeug verfügbar war. Bei einem Dachstuhlbrand [4\_RB\_OF: Wohnhausbrand Seewalchen] war der gesamte Brandraum bis unter das Dach mit Gegenständen befüllt und somit kaum ein Hohlraum für die Ausbringung des Löschmittels verfügbar. Hier konnte eine Löschwirkung nach Abgabe von 1200 l Wasser beobachtet werden, jedoch musste das Dach geöffnet werden und das Objekt ausgeräumt werden.

## 6 CONCLUSIO

In diesem Kapitel sollen die Erkenntnisse aus den jeweiligen Themenbereichen dargestellt werden.

### 6.1 Technische Funktion des DRILL-X

#### 6.1.1 Bohrsysteme

Entsprechend der im Kapitel 5 beschriebenen Erkenntnisse hat sich das Löschsystem nach den entsprechenden Optimierungen als sehr robust und praxistauglich erwiesen. Die identifizierten Schwächen des Werkzeugspannsystems und Limitierungen der durchdringbaren Materialien hatten einsatzrelevante Einschränkungen zur Folge. Der Feldversuch führte zu einer frühzeitigen Identifizierung der Schwächen des Bohrsystems und nach einigen Optimierungen konnten diese weitestgehend eliminiert werden. Der Feldversuch wurde mit einem Bohrsystem rein für Holzkonstruktionen begonnen, mittlerweile gibt es durch zwei weitere Bohrsysteme (Metall und Beton) kaum mehr Limitierungen in der Anwendung.

#### 6.1.2 Grundsystem

Durch die umfangreiche Anwendung der F&E-Projektfeuerwehren, bei Übungen und Einsätzen, konnten vorhandene Schwächen identifiziert und eliminiert werden. Die Bohr- und Löschfunktion selbst war nie beeinträchtigt und zeigt sich als zuverlässig. Die Einsätze erfolgten von -10°C bis über 40°C, auch bei großer äußerlicher Verschmutzung war das System immer funktional. Bei großer Sedimentbelastung im Löschwasser könnte der Betrieb beeinträchtigt werden. Für eine schnelle Problemlösung im Betrieb wurden Schutzmechanismen und Werkzeuge eingerichtet (Filtersieb, Lösung der Blockaden, Änderungen in der Turbinenkonstruktion).

Abgesehen von den technischen Umbauarbeiten gab es im Testzeitraum wenig Wartungsaufwand am System. Die Instandsetzung der Bohrwerkzeuge kann mit einfachen Handgriffen von Feuerwehren abgewickelt werden.

#### 6.1.3 Einsatzumgebung

Das System wurde sowohl auf über 20 Jahre alten Drehleitern wie auch auf neuesten Hubrettungsfahrzeugen eingesetzt. Teleskopmastbühnen (TMB) haben eindeutig Vorteile aufgrund der Korbkonstruktion in der Anwendung. Drehleitern neuester Generationen können viele Funktionen bieten (knickbare Leiter, moderne Korbkonstruktion), welche die Unterschiede zu einer TMB nahezu irrelevant machen. Das System kann auf jedem Hubrettungsfahrzeug eingesetzt werden.

#### **6.1.4 Schulungsaufwand**

Durch die in diesem Projekt gewonnenen Erkenntnisse kann der Schulungsaufwand auf die relevanten Informationen und Inhalte reduziert werden. Die Erfahrung in den F&E-Projektfeuerwehren hat gezeigt, dass zwei Übungen im Jahr mit dem System ausreichen, um eine sichere Handhabung zu gewährleisten. Die notwendige Übungsumgebung zur Bedienung des Löschgerätes kann einfach aufgebaut werden und ermöglicht somit einen unkomplizierten Zugang. Zur taktisch korrekten Handhabung müssen noch Schulungsmöglichkeiten erarbeitet werden.

### **6.2 Erfahrungen aus der Brandbekämpfung**

#### **6.2.1 Einsatzzeitraum & Alarmierung**

Wie in Kapitel 5.2 beschrieben, zeichnet sich ein sinnvolle Interventionszeit von 30 Minuten nach Erstalarmierung ab. Für eine Schadensminimierung sollte diese weniger als 30 Minuten nach Brandausbruchzeitpunkt betragen. In den meisten Einsatzfällen ist nach 60 Minuten Branddauer der taktische Mehrwert des Systems kaum mehr gegeben.

Es zeigte sich als sehr schwierig, im Notruf bereits die Indikation für eine Alarmierung der F&E Projektfeuerwehr festzustellen, weshalb nahezu alle Alarmierungen durch die Fixalarmierung bei Alarmstufe 2 Einsätzen erfolgte. Der positive Effekt dieses Vorgehens war die Entdeckung neuer Anwendungsmöglichkeiten und einem sehr offenen und breiten Zugang zur Informationsbeschaffung. Stornierte Einsätze wurden oftmals erst vor Ort abgebrochen, so konnten viele Einsatzstellen besichtigt werden, auch aus diesen Ereignissen wurden viele Erkenntnisse gewonnen.

Besonders relevant ist die Zeitspanne ab Erkennung der Notwendigkeit für das System. Wird das System nicht bereits primär mitgeführt, so sind Nachalarmierungen in vielen Fällen zu spät. Anhand der Anwendungen aus dem Testzeitraum ist ersichtlich, dass eine schnelle Verfügbarkeit die Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Anwendungen erhöht.

Zusammengefasst sollte daher das System auf Einsatzfahrzeugen mitgeführt werden, welche möglichst schnell im Zuge der Erstalarmierung zu entsprechenden Brandeinsätzen disponiert werden. Zur Einhaltung der zeitlichen Rahmenbedingungen bieten sich Hubrettungsfahrzeuge an. Diese werden ohnehin für Dachstuhlbrände und Brandereignissen in großer Höhe benötigt, somit könnte eine Ausrüstung auf Hubrettungsfahrzeugen alle notwendigen Rahmenbedingungen für eine zielgerichtete Anwendung des Systems bieten.

#### **6.2.2 Sicherheitsgewinn**

Es gab mehrere Einsätze, bei denen ein Innenangriff aufgrund von Einsturzgefahr oder bereits eingestürzter Raumteile nicht mehr möglich war. In diesen Situationen war die Intervention mit dem System von außen ein entscheidender Vorteil und Sicherheitsgewinn.

### 6.2.3 Raumbrände

Das System hat sich in der Bekämpfung geschlossener Raumbrände bewährt. Die Löschwassermenge von < 4000 l Wasser (durchschnittlich 1550 l) ermöglicht eine Brandbekämpfung mit den üblich verfügbaren Löschwassermengen in der Erstphase eines Brandeinsatzes. Durch diesen Umstand ergibt sich der Mehrwert, dass mit wenig Einsatzpersonal ein Löschangriff durchgeführt werden kann und Problemen in der Löschwasserversorgung entgegengewirkt werden kann. Die Wahrscheinlichkeit einer Brandausbreitung wird deutlich reduziert, wenn eine Intervention durch ersteintreffende Kräfte durchgeführt werden kann.

Zwangsläufig muss auch für eine effektive Brandbekämpfung nicht immer gebohrt werden. Es gab auch Einsatzfälle, bei denen einfache Maßnahmen ausreichten (z.B. das Zertrümmern eines Dachziegels) um eine Öffnung für das DRILL-X zu ermöglichen. Das System wird über diese Öffnung zum Löschen eingeführt und kann somit einen deutlichen Mehrwert in der Löschwasserverteilung im Brandraum bieten.

Die Anwendung des Systems bei (teil-)offenen Raumbränden bietet ebenfalls einen Mehrwert. Die Löschwasserverteilung zeigte sich in der Praxis als deutlich einfacher und zielgerichteter verglichen mit anderen Löschgeräten. Es ist jedoch zu beachten, dass die Löschwirkung aufgrund von geringerer Raumtemperatur und Konvektion im Raum mit Frischluft deutlich geringer ausfällt. Es kann sich dadurch weniger Wasserdampf bilden und der abgeschwächte Inertisierungseffekt unterstützt die Brandbekämpfung nur gering. Dadurch wird mehr Löschwasser benötigt.

Die Brandbekämpfung von Innen (SEM07) ist in der Regel effektiv, zielführend, und soll weiterhin bei Möglichkeit durchgeführt werden. Das DRILL-X kann dort einen Mehrwert bieten, wo die Rahmenbedingungen einen solchen Innenangriff nicht mehr (sicher) ermöglichen. Die serielle Kombination beider Verfahren kann insgesamt ein sehr sinnvolles Vorgehen ermöglichen.

In dem Projekt konnten keine definitiven Zahlenwerte hinsichtlich der Schadensreduktion erhoben werden. Abschätzungen der Brandverhütungsstelle OÖ ergeben, dass bereits in diesem Feldversuch mehrere Hunderttausend Euro Schaden verhindert wurden, wie die Fälle von [13\_RB\_GS: Brand Landwirtschaft Pöndorf, 5\_RB\_GS: Dachstuhlbrand Vöcklabruck] zeigten.

### 6.2.4 Konstruktionsbrände

Die Anwendung in Konstruktionsbränden zeigt großes Potential durch den aktuellen Trend zum Holzbau und der Verwendung von natürlichen Dämmstoffen. Diese Entwicklung der Bautechnik wird sich in Zukunft auf die Einsätze der Feuerwehr auswirken. Die Beobachtung dadurch ist, dass Konstruktionsbrände häufiger und komplexer werden können. Mit der zielgerichteten Einbringung von Löschmittel in den Hohlraum kann somit ein Mehrwert



geschaffen werden. Generell gibt es zu dieser Problemstellung aktuell viele Forschungsprojekte. Das Projekt „HoBraTec“ ist eines davon und zeigt Erkenntnisse aber auch offene Fragestellungen auf [17]. Das taktische Vorgehen muss daher noch weiter untersucht werden, um die Probleme besser zu verstehen und das Potenzial des Bohrlöschgeräts für diese Anwendungen voll ausschöpfen zu können.

### **6.2.5 Schüttgutbrände**

Schüttgutbrände sind mit dem Löschsystem schwer bis gar nicht bekämpfbar. Der Grund dafür liegt vermutlich in der begrenzten Löschmitteleinbringung in tiefe Lagen des Schüttgutes. Dieses Problem ist bei diesen Bränden allgemein bekannt, weshalb ein Öffnen und Ausräumen nicht umgangen werden kann. Ein einsatztaktischer Vorteil könnte eine Erstintervention (z.B. in einem sehr feinen Schüttgut) sein. So kann in möglichen Hohlräumen durch das Einbringen von Löschmittel die Verpuffungsneigung vor der Öffnung des Raumes oder Behälters gesenkt werden. Für eine vollständige Brandbekämpfung gibt es aktuell keine Evidenz.

### **6.2.6 Persönliche Schutzausrüstung (PSA)**

Auf Basis der in diesem Projekt gesammelten Erfahrungen kann eine starke Empfehlung zur Verwendung des „ASS22-Aramid“ am Hubrettungsfahrzeug ausgesprochen werden. Das Set zeichnet sich durch die vielseitige Anwendung unabhängig der verwendeten Bekleidung aus. Zudem wird die Handhabung des Absturzsicherungsset „ASS 22“ bereits in der Grundausbildung erlernt, somit entsteht durch die Verwendung dieser Komponenten kein zusätzlicher Schulungsaufwand. Die Ausführung in Aramid erfüllt alle Anforderungen in der Brandbekämpfung und ist daher für das Arbeiten mit dem DRILL-X perfekt geeignet, kann aber auch bei allen anderen Einsätzen verwendet werden. [13]

## **6.3 Mehrwert der F&E-Projektfeuerwehr**

Das Konzept der F&E-Projektfeuerwehren hat sich für eine Evaluierung und Entwicklung dieses Löschsystems als äußerst positiv erwiesen. Mithilfe des flächendeckenden Netzes aus F&E-Projektfeuerwehren konnten Erkenntnisse aus 18 Anwendungen des Systems und 61 Alarmierungen ohne Anwendungen gewonnen werden. Anhand dieser Erfahrungen konnte die Technik auf Herstellerseite, sowie die Taktik auf Feuerwehrseite, agil angepasst werden.

Besonders hervorzuheben ist die ausgezeichnete Zusammenarbeit mit allen Feuerwehren im Testgebiet. In der Anfangsphase wurde bereits mit nahezu allen Hubrettungsfahrzeugen die Anwendung des Systems geübt, um im Einsatzfall mit Personal und Technik vertraut zu sein. Dieser Umstand, sowie der stets offene Empfang der F&E-Projektfeuerwehren an Einsatzstellen im ganzen Land, ist wesentlich verantwortlich für die erfolgreiche Abwicklung der Einsätze.

Neben der Testung des DRILL-X stellt dieser Versuch auch die erste Umsetzung einer F&E-Projektfeuerwehr dar. Es gab in der Vergangenheit bereits Projekte, wo Feuerwehren als Testpartner für Entwicklungen Daten sammelten. Der Ansatz einer definierten Struktur für die Erprobung und Entwicklung macht aus mehreren Gründen Sinn und hat sich in diesem Projekt bewährt.

### **6.3.1 Wissenschaftliches Arbeiten**

Die wesentliche Aufgabe der F&E-Projektfeuerwehr ist es Daten zu sammeln. Die Datensammlung ist an der Einsatzstelle keine einfache Aufgabe, kann aber auf Basis dieser Erfahrungen durch eigens dafür abgestelltes Personal bewerkstelligt werden. Durch die umgesetzte Methodik (SOPs, vorgegebene Dokumentation) und die Anwendung bei Übungen sowie Einsätzen konnte eine objektive und aussagekräftige Datenerhebung gewährleistet werden.

Zusätzliche Technik führt zu veränderter Taktik und zu oft komplexeren Abläufen. Gleiches gilt für die Zusatzaufgaben bei Feldversuchen. Diese im Feuerwehrwesen grundsätzlich bekannte Tatsache wurde durch diesen Feldversuch deutlich gezeigt und ist ein Hinweis für zukünftige Forschungsarbeit (vor allem im Bereich der Digitalisierung) und der damit einhergehenden Notwendigkeit neue Taktiken immer wieder in Feldversuchen (durch F&E-Projektfeuerwehren) zu validieren.

### **6.3.2 Fehlerkultur**

Im Umfeld der F&E-Projektfeuerwehren wurde Raum geschaffen um Fehler als Chancen zu sehen und es konnte ein konstruktiver Lösungsansatz von allen Beteiligten in den Mittelpunkt gestellt werden. Die offene Kommunikation ermöglichte einen barrierefreien Austausch von Information.

### **6.3.3 Erfahrungsaustausch**

Jede Feuerwehr besitzt umfassendes Wissen aus solider Ausbildung und langjähriger Einsatzerfahrung. Zudem ergibt sich eine diversifizierte Zusammensetzung der Einsatzkräfte aufgrund der unterschiedlichsten Zivilberufe. Die dort erlernten Fähigkeiten in Kombination mit dem Fachwissen aus dem Feuerwehralltag haben unzählige wichtige Ansichten in das Projekt eingebracht. Diese Form von Wissensgenerierung und Wissensaustausch zeigte sich in diesem Projekt als wertvoll.

### **6.3.4 Vernetzung der Stakeholder**

Insgesamt wirkte sich die interdisziplinäre Vernetzung unterschiedlichster Stakeholder förderlich auf die Entwicklung der Taktik, Technik und Methodik auf. Das Zusammenführen unterschiedlichster Sichtweisen in einem gemischten Projektteam eröffnete viele Ansätze und förderte gewinnbringende Diskussionen.

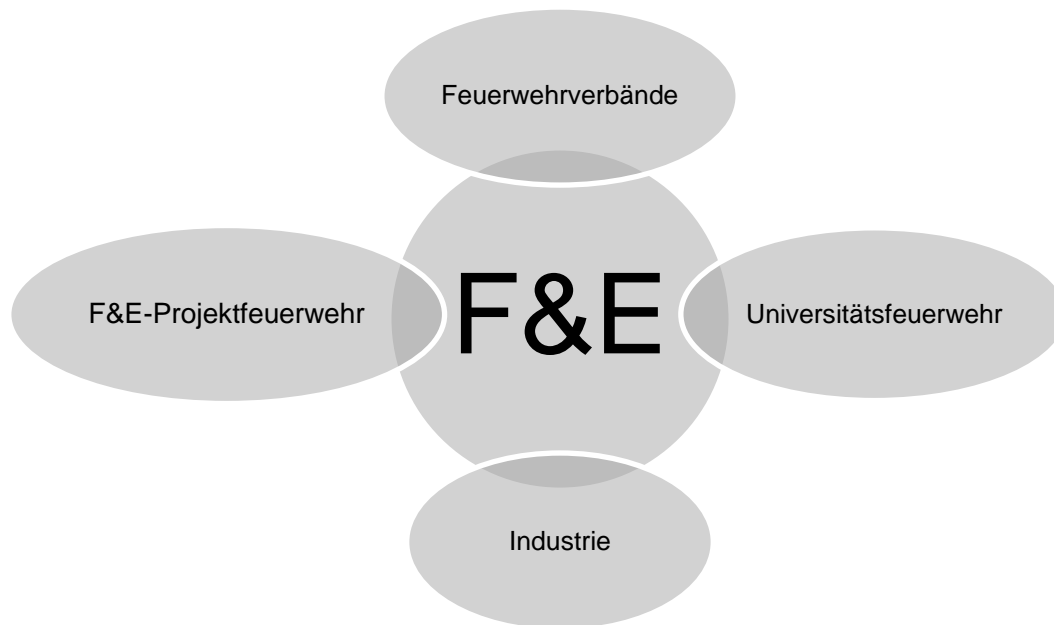


Abbildung 45: Wirken der F&E-Projektfeuerwehr mit Stakeholdern aus der Forschung und Entwicklung

Die zentrale Vernetzung der F&E-Projektfeuerwehren fand mit Feuerwehrverbänden (Landesfeuerwehrverbände und Österreichischer Bundesfeuerwehrverband), der Privatwirtschaft (Fa. SYNEX TECH GmbH) und der Universitätsfeuerwehr (Freiwillige Feuerwehr der TU Graz) statt. Durch diese Struktur ermöglichen sich neue Wege des Informationsaustausches. Industrie und Forschungseinrichtungen (Vernetzt durch die Universitätsfeuerwehr) erhalten Daten aus der Praxis, während Feuerwehrverbände und die Anwender selbst Erkenntnisse zu den taktischen und technischen Rahmenbedingungen sammeln können. Durch die Integration der Anwender in die finale Produktentwicklung konnten viele Verbesserungen durch den Hersteller vorgenommen werden, die den Anforderungen der Praxis entsprechen. Insgesamt ergibt sich ein objektives Bild über die betrachtete Technologie und dem zugehörigen Umfeld.

Die direkte Verknüpfung der Anwender mit Industrie, Wissenschaft und dem Feuerwehrverband ermöglicht einen barrierefreien Entwicklungsprozess, welcher allen Stakeholdern und dem Forschungszweck selbst zugutekommt.

## 6.4 Datenerhebung durch Universitätsfeuerwehr

Die zentrale Verwaltung des Datenflusses, sowie die Koordination vieler inhaltlichen Themen, über das Projektteam einer Universitätsfeuerwehr bietet einen entscheidenden Mehrwert in der Kommunikation und der wissenschaftlichen Betrachtung. Dadurch konnte eine solide Verbindung zwischen Forschung und Feuerwehr hergestellt werden. Viele Fragen hinsichtlich der Datenerhebung wurden in einem internen Entwicklungsprozess beantwortet und die Methodik schrittweise optimiert. Ziel war es möglichst viele Daten aus der Praxis zu erhalten und dabei den Aufwand für die F&E-Projektfeuerwehren so gering als möglich zu halten, da diese durch die 61 Alarmierungen einen großen Mehraufwand auf sich nahmen.

Die Kooperation mit der Brandverhütungsstelle Oberösterreich ergänzte diese Datenerhebung und brachte eine neutrale Sichtweise anerkannter Experten in das Projekt ein.

## 6.5 SOPs in der Anwendung

SOPs finden in vielen kritischen Bereichen (Luftfahrt, Medizin) seit Jahren Anwendung [5]. Auch Feuerwehren arbeiten vielerorts mit ähnlichen Modellen, um Prozesse zu standardisieren. In diesem Projekt hat sich die Anwendung von SOPs als essenziell herausgestellt, um ein vergleichbares Vorgehen unter den F&E-Projektfeuerwehren zu gewährleisten. Weiters konnten dadurch taktische Änderungen vorgenommen werden und bei allen Teilnehmern schnell umgeschult werden. SOPs machen Prozesse sicherer und sorgen für einheitliche Abläufe in kritischen Situationen, in der Anwendung des DRILL-X konnten nahezu alle Entscheidungen abgebildet werden und stellten daher einen Mehrwert dar. Die Erfahrungen der F&E-Projektfeuerwehren konnten einheitlich gesammelt und abgebildet werden.

## 7 AUSBLICK

Bereits vor Abschluss dieses Berichtes entschied sich das Landesfeuerwehrkommando Oberösterreich gemeinsam mit der Landesregierung für einen flächendeckenden Einsatz der Technologie im oberösterreichischen Feuerwehrwesen [12]. Die sich abzeichnende Empfehlung für einen einfachen Zugang und einer schnellen Verfügbarkeit des Systems wurde aufgenommen und in einer Ausrüstungsinitiative umgesetzt. Konkret sollen alle Hubrettungsfahrzeuge (52) des Bundeslandes mit dem Löschsystem ausgestattet werden. Dies ermöglicht somit in einer sehr guten Flächendichte das System jedenfalls in unter 30 Minuten ab Erstalarmierung an der Einsatzstelle zu verwenden. Entsprechend der Alarmierungsziele ist durch die standardisierte Verladung auf den Hubrettungsfahrzeugen das System bereits in der Erstalarmierung vorhanden, somit sind effektive Erstinterventionen wie beschrieben möglich. Diese Variante der Umsetzung ermöglicht eine effektive Umsetzung der Technologie. Die Erkenntnisse aus dem Feldversuch liefern die Basis für eine zielgerichtete und einfache Einschulung der zukünftigen Anwender. Es ist davon auszugehen, dass die Anwendungsfälle damit deutlich steigen werden und das System die Sicherheit und Effizienz in der Brandbekämpfung verbessern kann.

Der gemeinsame evidenzbasierte Ansatz, welcher in diesem Projekt von allen Projektbeteiligten verfolgt wurde, sollte im Sinne der Entwicklung des Feuerwehrwesen weiterverfolgt werden. Es wäre wünschenswert, weitere Ressourcen und Strukturen für solche Projekte aufzubauen, um die Anpassungsfähigkeit des Feuerwehrwesens an gesellschaftliche und technische Herausforderungen zu steigern. Die Integration der Anwender als F&E-Projektfeuerwehren in jegliche Forschungs- und Entwicklungstätigkeit ergibt völlig neue Möglichkeiten in unzähligen Aspekten.

Zu Beginn dieses Projektes waren nur Prototypen des DRILL-X sowie die Erkenntnisse aus den Brandversuchen vorhanden. Dieses evidenzbasierte Löschverfahren steht nun knapp zwei Jahre später kurz vor der flächendeckenden Umsetzung in einem gesamten Bundesland. Die ursprüngliche Idee war es, mit den Möglichkeiten des neuen Löschverfahrens an den Einsatzgrenzen der bestehenden Taktik und Technik anzuschließen. Durch die Erfahrungen und Erkenntnisse aus diesem Projekt konnte dieses Ziel erreicht werden. Über diesen Meilenstein hinaus konnten die Vorteile von F&E-Projektfeuerwehren im Feuerwehrwesen gezeigt werden.



## 8 LITERATURVERZEICHNIS

- [1] L. Traxl, P. Sturm, und P. Fößleitner, „Durchführung und Auswertung eines Vergleichsbrandversuches zur Definition eines neuen Löschverfahrens“, Graz University of Technology, Juli 2022. doi: 10.3217/HD7RR-3MV22.
- [2] Rosenbauer Int. AG, [Online]. Verfügbar unter: [www.rosenbauer.com](http://www.rosenbauer.com)
- [3] „Raumfahrttechnik - Definition des Technologie-Reifegrades (TRL) und der Beurteilungskriterien (ISO 16290:2013, modifiziert); Deutsche Fassung EN 16603-11:2019“. Deutsches Institut für Normung, 2020.
- [4] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, „Merkblatt Technologiereifegrad“. Zugegriffen: 23. Juni 2024. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Projektfoerderung/Innovationen/Merkblatt-Technologiereifegrade.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Projektfoerderung/Innovationen/Merkblatt-Technologiereifegrade.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
- [5] B. G. Kanki, J. Anca, und T. R. Chidester, „Crew Resource Management“, in *Crew Resource Management*, Elsevier, 2019, S. liii–lvi. doi: 10.1016/B978-0-12-812995-1.00029-4.
- [6] G. Werner, K. Zimmer, und K. Lißner, *Holzbau 1*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009. doi: 10.1007/978-3-540-95859-8.
- [7] Freiwillige Feuerwehr Roith, [Online]. Verfügbar unter: [www.ff-roith.at](http://www.ff-roith.at)
- [8] Freiwillige Feuerwehr Freistadt, [Online]. Verfügbar unter: [www.feuerwehr-freistadt.com](http://www.feuerwehr-freistadt.com)
- [9] BFKDO Urfahr-Umgebung, Zugegriffen: 23. Juni 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.flickr.com/photos/bfkkuu/albums/>
- [10] SYNEX TECH GmbH, „DRILL-X Bohrlöschgerät“. 23. Juni 2024. [Online]. Verfügbar unter: [www.drill-x.at](http://www.drill-x.at)
- [11] ZHdK, „Polyesterfasern Flammhemmend“, Materialarchiv.ch. Zugegriffen: 23. Juni 2024. [Online]. Verfügbar unter: [https://materialarchiv.ch/de/ma:material\\_1973/?type=all&n=EinsatzundVerarbeitung](https://materialarchiv.ch/de/ma:material_1973/?type=all&n=EinsatzundVerarbeitung)
- [12] Oö. Landesfeuerwehrverband, „DRILL-X flächendeckend für Oberösterreich“. 13. Mai 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ooelfv.at/aktuelles/news/beitrag/drill-x-flaechendeckend-fuer-oberoesterreich>
- [13] A. Haberkorn GmbH, „ASS22 Aramid“. 23. Juni 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.a-haberkorn.com/de/shop/absturzsicherungsset-22-flammbestaendig~p386292>

- [14] Oö. Landesfeuerwehrverband, „Drohnen in Oberösterreich“. 25. Mai 2022.  
Zugegriffen: 23. Juni 2024. [Online]. Verfügbar unter:  
<https://www.ooelfv.at/aktuelles/news/beitrag/drohnen-sind-in-oberoesterreich-gelandet-neues-zeitalter-der-brandbekaempfung-beginnt>
- [15] Freiwillige Feuerwehr Vöcklabruck, [Online]. Verfügbar unter: [www.ff-voecklabruck.at](http://www.ff-voecklabruck.at)
- [16] Matthias Lauber, „Laumat.at“. Zugegriffen: 23. Juni 2024. [Online]. Verfügbar unter:  
[www.laumat.at](http://www.laumat.at)
- [17] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), „Optimierung der Brandbekämpfungsmethoden und -techniken für Gebäude in moderner Holzbauweise (HOBRATEC)“, Apr. 2022.
- [18] Manfred Hübsch, [Online]. Verfügbar unter: [www.bvs-ooe.at](http://www.bvs-ooe.at)
- [19] J. C. Mankins, „TECHNOLOGY READINESS LEVELS“.
- [20] Texport, „Texport Rescue Belt System“. [Online]. Verfügbar unter:  
<https://www.texport.at/de/technologie/rbs-rescue-belt-system/>
- [21] Werner Kerschbaummayr, „fotokerschi e.U.“ Zugegriffen: 23. Juni 2024. [Online].  
Verfügbar unter: [www.fotokerschi.at](http://www.fotokerschi.at)
- [22] Jakob Huemer, FF Badstuben. [Online]. Verfügbar unter: [www.ff-badstuben.at](http://www.ff-badstuben.at)
- [23] Hermann Kollinger, Zugegriffen: 23. Juni 2024. [Online]. Verfügbar unter:  
[www.fireworld.at](http://www.fireworld.at)
- [24] Jakob Mairhofer, FF Gaspoltshofen. Zugegriffen: 24. Juni 2024. [Online]. Verfügbar  
unter: [www.ff-gaspoltshofen.at](http://www.ff-gaspoltshofen.at)
- [25] BFDKO Freistadt, Zugegriffen: 1. April 2023. [Online]. Verfügbar unter:  
<https://fr.ooelfv.at/beitrag/silobrand-in-kefermarkt/>
- [26] Freiwillige Feuerwehr Attnang, Zugegriffen: 24. Juni 2024. [Online]. Verfügbar unter:  
[www.ff-attnang.at](http://www.ff-attnang.at)
- [27] Freiwillige Feuerwehr Bad Goisern, Zugegriffen: 24. Juni 2024. [Online]. Verfügbar  
unter: [www.ff-badgoisern.at](http://www.ff-badgoisern.at)
- [28] Freiwillige Feuerwehr Ried im Innkreis, Zugegriffen: 24. Juni 2024. [Online].  
Verfügbar unter: [www.ff-ried.at](http://www.ff-ried.at)

## 9 ANHANG

### 9.1 Einsätze

In diesem Kapitel werden alle ausgewerteten Einsätze beschrieben

#### 1\_RB\_GS: Brand Nebengebäude Ebensee

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
1	RB	GS	A	07.02.2022	00:17	150 l	2
<b>Bezeichnung</b>				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b>			
Brand Nebengebäude Ebensee				FF Roith			
<b>Kurzbeschreibung</b>							
Der Brand eines Abfallbehälters breitete sich auf ein Nebengebäude aus und führte zu einer Brandausbreitung im Dachstuhl. Beim Eintreffen der Feuerwehr war der Brandherd hinter einer Holzverschalung eingeschlossen; eine Rauchentwicklung war bereits sichtbar.							
<b>Einsatzverlauf</b>							
Es wurden zwei Bohrungen von unten durch die Decke vorgenommen, um den Brand zu löschen. Bei der Intervention konnte eine starke Dampfentwicklung und ein Rückgang des Rauches festgestellt werden. Zur Kontrolle wurde die Decke teilweise geöffnet, wobei eine Temperatur von 30°C mit einer Wärmebildkamera festgestellt wurde. Es waren keine weiteren Nachlöscharbeiten erforderlich.							
<b>Einsatzenerfolg</b>							
Der Brand konnte mit einer Bohrung und ca. 100 l Löschwasser vollständig abgelöscht werden und dadurch eine Brandausbreitung im Dachstuhl verhindert werden. Die Öffnung der Decke diente nur zur Kontrolle.							



Abbildung 46: Eindringen in den Brandraum [7]



Abbildung 47: Löschen im Dachboden [7]

## 2\_RB\_GS: Brand Industrie Enns

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
2	RB	GS	C	10.04.2022	2:00	9600 l	8
Bezeichnung				F&E-Projektfeuerwehr			
Brand Industrie Enns				BF Linz			
Kurzbeschreibung							
Großbrand in einem Werk eines Nahrungsmittelkonzerns mit einer Brandfläche von ca. 800-900 m². Die Brandlast bestand in erster Linie aus 10'000 l Speiseöl und Dämmplatten (PU-Schaum). Der komplexe Brand war nicht lokalisierbar; ein Teil davon wurde im oberen Teil einer Produktionshalle unter dem Hallendach vermutet und war demnach nicht zugänglich.							
Einsatzverlauf							
Es wurden 8 Interventionen vom Dach aus vorgenommen und ca. 9600 l Löschwasser abgegeben, es konnte aber keine Änderung im Rauchbild festgestellt werden. Der Angriff mit DRILL-X wurde abgebrochen. Aufgrund der Beschädigung des Universalbohrsystems konnte kein alternativer Angriff mit dem DRILL-X an einer anderen Zugangsmöglichkeit vorgenommen werden, weshalb andere Brandbekämpfungsmöglichkeiten umgesetzt wurden. Siehe auch Kapitel 4.6.1, hier wurden noch weitere Informationen zu dieser Anwendung erläutert.							
Einsatzertolg							
Es konnte kein Einsatzertolg festgestellt werden. Im Nachhinein wurde erkannt, dass sich zwischen Bohrung und Brandherd eine Zwischendecke befand. Dieser Umstand war im Einsatzverlauf nicht erkennbar und nicht bekannt.							
Einsatz nicht repräsentativ							
Der Einsatz gilt als nicht repräsentativ, da aufgrund des nicht für diesen Anwendungsfall geeigneten Bohrsystems die Funktion schnell beeinträchtigt war. Zum Zeitpunkt des Einsatzes gab es auch noch kein Reservebohrwerkzeug. Dadurch konnte keine Umpositionierung mit dem Löschsystem erfolgen und somit der Brandherd nicht erreicht werden. Auf Basis der Erkenntnisse wurde das Metallbohrsystem entwickelt und ein zusätzlicher Universalbohrer ausgerüstet, um diese Probleme zukünftig auszuschließen.							



Abbildung 48: Durchzündung der Halle [16]



Abbildung 49: Interventionen im Bereich des Rauchaustrittes [18, Brandstätter & Bayer]



### 3\_RB\_GS: Wohnhausbrand Attnang

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
3	RB	GS	A	07.06.2022	00:28	1800 l	3
<b>Bezeichnung</b> Wohnhausbrand Attnang				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b> FF Vöcklabruck			
<b>Kurzbeschreibung</b>  Dachstuhlbrand bei einem Einfamilienhaus mit starker Rauchentwicklung. Die Brandausbreitung erstreckte sich vom ersten Obergeschoss bis ins Dachgeschoss. Die rasche Eintreffzeit der F&E-Projektfeuerwehr ermöglichte eine Intervention im weitgehend geschlossenen Dachstuhl. Kurz vor Intervention mit dem DRILL-X musste ein Innenangriff aufgrund von Anzeichen einer drohenden Rauchgasdurchzündung abgebrochen werden.							
<b>Einsatzverlauf</b>  Es wurden insgesamt fünf Interventionen durchgeführt. Bereits nach der ersten Intervention war bereits ein starker Rückgang der Rauchentwicklung merkbar und Dampfaustritt sichtbar. Nach Durchführung der fünf Interventionen waren lediglich Nachlöscharbeiten in einem kleinen Teilbereich des (teil) offenen Daches notwendig. Der geschlossene Bereich wurde geöffnet, dort konnten keine Verbrennungszeichen mehr festgestellt werden.							
<b>Einsatzerfolg</b>  Der Brand konnte in kürzester Zeit unter Kontrolle gebracht werden. Die schnelle Lageänderung und vollständige Brandbekämpfung boten einen einsatztaktischen Mehrwert, welcher mit den anderen Mitteln vor Ort nicht umsetzbar war.							



Abbildung 50: Dachfläche des Objektes



Abbildung 51: Wasserdampf durch DRILL-X Intervention sichtbar [18]



#### 4\_RB\_OF: Wohnhausbrand Seewalchen

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
4	RB	OF	C	08.06.2022	01:28	600 l	1
<b>Bezeichnung</b>				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b>			
Wohnhausbrand Seewalchen				FF Vöcklabruck			
<b>Kurzbeschreibung</b>							
Brand eines abgelegenen Ferienhauses. Beim Eintreffen der Einsatzkräfte befand sich das Gebäude bereits im Vollbrand und das Dach war teilweise eingestürzt. Der Brand dürfte aufgrund der abgelegenen Lage im Wald erst spät entdeckt worden sein. Zufahrt mit der TMB schwierig.							
<b>Einsatzverlauf</b>							
Es wurde eine Intervention durchgeführt. Diese zeigte keine direkte Löschwirkung, der Bohrer wurde durch die spezielle Dachdeckung stark beschädigt und konnte aufgrund von Problemen mit dem Werkzeugspannsystem vor Ort nicht gewechselt werden. Aus diesem Grund wurde mit Trennsägen das Dach geöffnet, welche aber auch schnell durch die Dachkonstruktion beschädigt wurden.							
<b>Einsatzerfolg</b>							
Der Einsatz gilt als nicht erfolgreich, weil aufgrund der Probleme beim Eindringen kein adäquater Löschmitteleinsatz aufgebracht werden konnte.							
<b>Einsatz nicht repräsentativ:</b>							
Die Probleme mit dem Werkzeugspannsystem sowie die erst später im Entwicklungsverlauf verbesserten Schneidplatten haben den Einsatzverlauf maßgeblich beeinflusst. Mit dem neuesten Stand der Technik wäre es möglich gewesen, mehrere Interventionen durchzuführen, weshalb diese Anwendung als nicht repräsentativ bewertet wird. Auf Basis dieser Erfahrungen mit dem Werkzeugspannsystem wurde die Überarbeitung der Revision DX0-A entwickelt.							



Abbildung 52: Dachstuhl teils offen [15]



Abbildung 53: Positionierung des Objektes unzugänglich im Wald [15]

## 5\_RB\_GS: Dachstuhlbrand Vöcklabruck

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
5	RB	GS	A	24.06.2022	00:20	600 l	4
<b>Bezeichnung</b>				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b>			
Dachstuhlbrand Vöcklabruck				FF Vöcklabruck			
<b>Kurzbeschreibung</b>							
Alarmierung zu Dachstuhlbrand nach Blitzeinschlag bei Einfamilienhaus im Stadtgebiet von Vöcklabruck. Beim Eintreffen waren bereits eine starke Rauchentwicklung und ein Flammenaustritt sichtbar; der Dachstuhl war aber noch intakt. DRILL-X bereits am zweiten Fahrzeug vor Ort.							
<b>Einsatzverlauf</b>							
Da ein Innenangriff aufgrund der starken Brandleistung abgebrochen werden musste, wurde entschieden mit dem DRILL-X über das Dach anzugreifen. Das Eternit-Dach wurde mittels Axt geöffnet und anschließend wurde mittels DRILL-X ein Löschangriff durchgeführt. Bereits nach den ersten zwei Interventionen konnte ein deutlicher Löscherfolg erkannt werden (In Abbildung Unterschied nach zwei Interventionen). Nach der vierten Intervention (zu je 15 s) waren keine Flammen mehr sichtbar und ein Atemschutztrupp betrat den Dachboden, um die letzten Glutnester zu löschen.							
<b>Einsatzerfolg</b>							
Der Einsatz war ein Erfolg, die DRILL-X Interventionen führten zur sofortigen Abkühlung des Brandraums und konnte die Branddynamik stoppen. Das Dach blieb somit geschlossen und ein größerer Objektschaden konnte lt. den Betroffenen verhindert werden.							



Abbildung 54: Lage bei Eintreffen [15]



Abbildung 55: Lage nach zwei von vier Interventionen [15]

## 6\_SGB: LKW Brand Meggenhofen

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
6	SGB	-	C	09.07.2022	01:43	600 l	1
<b>Bezeichnung</b>				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b>			
LKW Brand Meggenhofen				FF Wels			
<b>Kurzbeschreibung</b>							
Brand von zwei Sattelschleppern, einer davon hatte einen Kühlaufleger mit Kunststoffkisten geladen. Die Alarmierung erfolgte auf Nachforderung der örtlichen Feuerwehr, da der Brand im Anhänger innerhalb des Kühlaufbaus nicht erreichbar war.							
<b>Einsatzverlauf</b>							
Beim Eintreffen war das Dach des Aufliegers bereits stark gewölbt, dadurch war ein Angriff nur über die Seitenfläche möglich. Es wurde eine erfolgreiche Bohrung durchgeführt, bei einer zweiten Bohrung ist der Zentrierbohrer abgebrochen. Das verwendete Universalbohrsystem war für die vorliegenden Materialien nicht geeignet.							
<b>Einsatzernfolg</b>							
Die Anwendung hatte keinen einsatztaktischen Mehrwert. Aufgrund der hohen Temperaturen sind der Laderaum und die Beladung kollabiert. Die Kunststoffbauteile sind verschmolzen und das Brandgut hatte Schüttgut-ähnliche Eigenschaften. Der Löschangriff war dadurch wenig erfolgreich, da sich das eingebrachte Löschmittel nicht optimal verteilen konnte.							
<b>Einsatz nicht repräsentativ</b>							
Das zu diesem Zeitpunkt vorhandene Bohrsystem war für die gedämmte Blechkonstruktion des Kühlauflegers nicht geeignet. Für eine mögliche Eindämmung des Brandes wären vermutlich mehrere Interventionen notwendig gewesen, das war durch den damaligen Stand der Technik noch nicht möglich. Der Einsatz bestätigte die Erkenntnisse aus [2_RB_GS: ], aus diesen wurde das Metallbohrsystem entwickelt. Mit dem neuesten Stand der Technik wäre es möglich gewesen, mehrere Interventionen durchzuführen, weshalb diese Anwendung als nicht repräsentativ bewertet wird.							



Abbildung 56: LKW in Vollbrand [16]



Abbildung 57: Seitliche Intervention mit dem DRILL-X [19]



## 7\_KB: Dachstuhlbrand Wilhering

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
7	KB		B	09.11.2022	00:40	0 l	2
Bezeichnung				F&E-Projektfeuerwehr			
Dachstuhlbrand Wilhering				BF Linz			
Kurzbeschreibung							
Ein Küchenbrand entwickelte sich über einen Anbau und begann bei Eintreffen der ersten Einsatzkräfte bereits auf das Dach überzugreifen. Aus diesem Grund wurde das DRILL-X von der örtlichen Feuerwehr alarmiert. Der initiale Brand konnte bis zum Eintreffen bereits bekämpft werden, aufgrund der späten Alarmierungszeit wurde bereits damit begonnen das Dach zu öffnen.							
Einsatzverlauf							
Da im Dachbereich weiterer Rauchaustritt sichtbar war, wurden im Verdachtsbereich 2 Bohrungen durchgeführt. Mit den Temperatursonden konnten die betroffenen Bereiche in der Konstruktion kontrolliert werden.							
Einsatzserfolg							
Eindringen und Kontrolle funktionierte einwandfrei, da aber keine Temperatur im Verdachtsbereich mehr feststellbar war erfolgte keine Wasserabgabe und somit keine Brandbekämpfung.							
Einsatz nicht repräsentativ							
Der Einsatz gilt als nicht repräsentativ, weil keine Brandbekämpfung vorgenommen wurde. Die Möglichkeit, das System zur Sondierung und Kontrolle zu verwenden ist hier erstmalig versucht worden. Die Temperatursonden sind zur Nachkontrolle noch im Dachbereich mehrere Stunden verblieben. Die Erkenntnisse boten jedoch einen Mehrwert für die Weiterentwicklung der Einsatztaktik.							



Abbildung 58: Öffnung des Daches [18]



Abbildung 59: Intervention im Verdachtsbereich [19]

## 8\_RB\_GS: Dachstuhlbrand Scharnstein

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
8	RB	GS	A	09.12.2022	1:05	1800 l	3
<b>Bezeichnung</b>				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b>			
Dachstuhlbrand Scharnstein				FF Roith			
<b>Kurzbeschreibung</b>							
Dachstuhlbrand bei Gewerbebetrieb. Beim Eintreffen stand ein Großteil des Dachstuhls bereits im Vollbrand. Der Brand vom Gewerbebetrieb breitete sich auch auf den Dachstuhl des Wohnhauses aus, welcher sich schnell und dynamisch entwickelte.							
<b>Einsatzverlauf</b>							
Mit der DLK-A der FF Vorchdorf wurde das DRILL-X an drei verschiedenen Stellen im Dachstuhl eingebracht und der Brand bekämpft. Unmittelbar nach dem Eindringen in den Dachstuhl wurde die Löschwirkung durch starke Dampfbildung ersichtlich. Die Brandraumtemperatur wurde auch von außen durch Temperatursonden kontrolliert. Nach den drei Interventionen wurde der Brandraum kontrolliert, der Brand war aber weitestgehend abgelöscht.							
<b>Einsatzerfolg</b>							
Die Intervention zeigt direkt Wirkung. In kurzer Zeit konnte mit verhältnismäßig wenig Aufwand der Einsatzabschnitt abgelöscht werden.							



Abbildung 60: Aufnahme kurz vor Intervention [16]



Abbildung 61: Wasserdampfaustritt durch Intervention [16]



## 9\_KB: Flachdachbrand Scharnstein

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
9	KB		B	09.12.2022	2:30	1200 l	6
<b>Bezeichnung</b>				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b>			
Flachdachbrand Scharnstein				FF Roith			
<b>Kurzbeschreibung</b>							
In Folge des Einsatzes 8_RB_GS: Dachstuhlbrand Scharnstein entwickelte sich bei diesem Großbrand noch eine zweite Einsatzstelle für das Löschsystem. Ein ehemaliges Flachdach wurde mit einer Terrasse überbaut, die Unterkonstruktion entzündete sich durch den angrenzenden Raumbrand aus dem Dachgeschoss des Industriegebäudes.9_KB: Flachdachbrand Scharnstein							
<b>Einsatzverlauf</b>							
Die Rauchentwicklung aus der Konstruktion wurde immer stärker und so wurde begonnen in diese einzudringen und Löschwasser abzugeben. Da ein Löschfahrzeug mit CAFS ausgerüstet war, wurde eine zweite Leitung verwendet, um die Bohrungen mit diesem zu füllen. So wurde initial schnell eine Löschwirkung festgestellt. Nach Ablauf der Einsatzzeit des Atemschutztrupps gab es zwischenzeitlich einen Engpass von Personalressourcen. Dadurch konnte ein Glutnest zwischenzeitlich die angrenzende Konstruktion wieder entzünden. Die direkte Nachkontrolle hätte dieses identifizieren sollen, es war aber aufgrund der Ressourcen nicht möglich.							
<b>Einsatzerfolg</b>							
Der Einsatz wird als bedingt erfolgreich eingestuft, weil der Brand zwar eingedämmt werden konnte, aber erst durch eine manuelle Öffnung vollständig gelöscht werden konnte. Zum Zeitpunkt der Brandbekämpfung waren die Einsatzkräfte aber bereits über drei Stunden an der Einsatzstelle, aufgrund der Größe des Brandes war der Einsatzabschnitt somit nur ein kleiner Teil der Brandbekämpfung. Der Einsatz ist repräsentativ und hat gezeigt, dass bei Konstruktionsbränden eine sorgfältige Erkundung der Konstruktion sowie eine umgehende Nachkontrolle notwendig ist. Der Einsatz von CAF hat sich als sinnvoll gezeigt.							



Abbildung 62: Geöffnete Dachkonstruktion [19]



Abbildung 63: Abgelöschte Konstruktion vor Öffnung [7]

## 10\_SGB: Silobrand Kefermarkt

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
10	SGB		C	25.02.2023	2:35	0 l	0
<b>Bezeichnung</b>				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b>			
Silobrand Kefermarkt				FF Freistadt			
<b>Kurzbeschreibung</b>							
Brand in einem Beton-Hochsilo, der zur Lagerung von Resten aus der Saatgutverarbeitung genutzt wurde. Unter dem Silo befand sich eine Heizanlage, deshalb hätten konventionelle Löschmethoden zu einem großen Wasserschaden geführt. Der Brand wurde im Bereich einer Wartungstür lokalisiert, da der Füllstand des Schüttgutes die Position der Türe überstieg, war ein Öffnen dieser ohne Gefahr nicht möglich.							
<b>Einsatzverlauf</b>							
Herkömmliche Löschmaßnahmen konnten die Temperatur nicht senken. Es wurde versucht, mittels DRILL-X durch eine Revisionstür zu bohren, es konnte jedoch keine erfolgreiche Bohrung durchgeführt werden. Die Tür war aus dickem Stahlblech und zum Zeitpunkt noch kein Bohrsystem für dieses Material verfügbar.							
<b>Einsatzserfolg</b>							
Es konnte die Tür nicht vollständig mit dem DRILL-X durchdrungen werden. Durch die angebohrte Stelle konnte jedoch eine Löschlanze eingeführt werden, wodurch der unmittelbare Gefahrenbereich entschärft werden konnte.							
<b>Einsatz nicht repräsentativ</b>							
Zum Zeitpunkt des Einsatzes war das Durchdringen dieser Materialien mit dem vorhandenen Universalbohrsystem noch nicht möglich. Die Erfahrung war daher ähnlich zu den Problemen bei den Anwendungen [2_RB_GS: Brand Industrie Enns] und [6_SGB: LKW Brand Meggenhofen]. Die zu diesem Zeitpunkt bereits laufende Entwicklung des Metallbohrsystems wurde durch diese Erfahrungswerte positiv beeinflusst. Der Einsatz gilt als nicht repräsentativ, weil die aufgetretenen Probleme mit dem heute vorhandenen Metallbohrsystem nicht vorhanden gewesen wären.							



Abbildung 64: Silo auf der gegenüberliegenden Seite [20]



Abbildung 65: Eindringversuch in der Türe [20]

## 11\_SGB: Wohnhausbrand Seewalchen

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
11	SGB	GB	B	05.05.2023	1:11	1200 l	2
<b>Bezeichnung</b>				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b>			
Wohnhausbrand Seewalchen				FF Vöcklabruck			
<b>Kurzbeschreibung</b>							
Einfamilienhaus bei Eintreffen der ersten Feuerwehren bereits im Vollbrand. Ein Innenangriff musste aufgrund von massiver Brandlast und Einsturzgefahr abgebrochen werden. Das Objekt war mit vielen Gegenständen verstellt, weshalb gerade im Dachboden ein Schüttgutbrand mit groben Gegenständen vorlag.							
<b>Einsatzverlauf</b>							
Nach dem abgebrochenen Innenangriff wurde ein DRILL-X Angriff durch den teilweise geschlossenen Dachstuhl gestartet. Der DRILL-X Angriff zeigte initial Löschwirkung durch Dampfbildung. Aufgrund des komplexen Brandfalls musste jedoch über Stunden Löschmittel abgegeben werden, letztendlich wurde das Gebäude mit Schaum gefüllt.							
<b>Einsatzerfolg</b>							
Der DRILL-X Einsatz zeigte Wirkung, führte aber nicht zur Beendigung des Brandes. Wie sich später herausstellte, war der Dachboden vollgeräumt und dadurch konnte nicht die volle Löschwirkung erzielt werden. Wie bereits beim Einsatz [6_SGB: LKW Brand Meggenhofen] beobachtet wird vermutet, dass bei Bränden von Schüttgut ähnlichem Material das Löschmittel nicht optimal in tieferliegende Schichten vordringen kann bzw. die Ausbreitung nicht kontrolliert werden kann. Es waren weitere Löschmaßnahmen notwendig, um den komplexen Brand vollständig zu bekämpfen.							



Abbildung 67: Lage bei Eintreffen [16]



Abbildung 66: Lage nach mehreren Stunden [16]



## 12\_RB\_GS: Wohnausbrand Attnang

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
12	RB	GS	A	03.06.2023	00:15	200 l	2
<b>Bezeichnung</b>				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b>			
Wohnausbrand Attnang				FF Vöcklabruck			
<b>Kurzbeschreibung</b>							
Brand einer Dachgeschosswohnung in Mehrparteienhaus. Der Dachstuhl war beim Eintreffen noch geschlossen. Ein Teil des Brandraumes war aufgrund einer schwachen Deckenkonstruktion nicht betretbar und akut einsturzgefährdet.							
<b>Einsatzverlauf</b>							
Der Teil des Brandraumes, welcher nicht betreten werden konnte, wurde mit dem Bohrlöschgerät von außen erreicht. Es wurden 2 Bohrungen mittels DRILL-X durchgeführt und der letzte Teil des Brandes erfolgreich gelöscht.							
<b>Einsatzerfolg</b>							
Durch die Anwendung von außen konnte ein gezielter und schneller Löschangriff erfolgen.							



Abbildung 68: Lage bei Eintreffen [20]



Abbildung 69: Position der Intervention [16]

### 13\_RB\_GS: Brand Landwirtschaft Pöndorf

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
13	RB	GS	A	02.07.2023	1:01	4610 l	6
<b>Bezeichnung</b>				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b>			
Brand Landwirtschaft Pöndorf				FF Vöcklabruck			
<b>Kurzbeschreibung</b>							
Brand eines landwirtschaftlichen Objektes, beim Eintreffen der ersten Feuerwehren stand das Stallgebäude bereits im Vollbrand. Aufgrund der hohen Brandleistung konnte ein Übergreifen des Brandes auf das anschließende Wohnhaus nicht verhindert werden. Die FF Vöcklabruck traf kurz nach Übergreifen auf den Dachstuhl mit dem DRILL-X ein. Der Einsatz beschränkte sich auf das Wohngebäude.							
<b>Einsatzverlauf</b>							
Es wurden insgesamt sechs Interventionen mit drei Bohrungen am Dach durchgeführt. Mithilfe der Drohne der EFU Badstuben konnten die Hitzespots im Brandraum schnell identifiziert werden und zielgerichtete eliminiert werden. Der Spitzboden wurde später noch durchsucht, es konnten keine Glutnester gefunden werden, der Brand wurde vollständig durch das DRILL-X abgelöscht.							
<b>Einsatzerfolg</b>							
Die zielgerichtete Kombination von Drohne und DRILL-X führte zu einem raschen Einsatzerfolg. Die Familie konnte das Wohnhaus zwei Tage später beziehen, das Dach wurde provisorisch abgedichtet. Durch diese Anwendung konnte das Wohnhaus lt. Zeugenaussagen gerettet werden.							



Abbildung 70: Übergreifen des Brandes auf das Wohnhaus [11; Kaltenleitner]



Abbildung 71: Gerettetes Wohnhaus neben dem Wirtschaftsgebäude [11; Kaltenleitner]



## 14\_RB\_GS: Dachstuhlbrand Altmünster

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
14	RB	GS	A	26.08.2023	00:12	2800 l	4
<b>Bezeichnung</b>				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b>			
Dachstuhlbrand Altmünster				FF Roith			
<b>Kurzbeschreibung</b>							
Ein Zimmerbrand breitete sich über die Raumdecke in den Dachstuhl aus. Ein rasches Anrücken der FF Roith zum Einsatz war möglich, weil sich das Löschgerät mit einer Mannschaft bei einer Übung in Nähe zum Brandobjekt befand. Vor der Intervention traten dunkle und intensive Rauchschwaden aus dem Dach aus, dynamische Geschwindigkeitsänderungen des Brandrauches konnten beobachtet werden. Subjektiven Einschätzung nach stand der Dachstuhl kurz vor einer möglichen Rauchgasdurchzündung.							
<b>Einsatzverlauf</b>							
Über die TMB Altmünster wurde der Löschangriff im Bereich des stärksten Rauchaustrittes vorgenommen. Unmittelbar nach Eindringen in den Brandraum trat Wasserdampf aus dem Dach aus. Zwei weitere Interventionen wurden über die gesamte Dachfläche verteilt vorgenommen und der Brand konnte vollständig abgelöscht werden. In der Nachkontrolle war der Brand weitestgehend gelöscht, lediglich ein Glutnest in der Raumdecke musste noch eliminiert werden.							
<b>Einsatzerfolg</b>							
Die Intervention zeigte sofort Wirkung, durch die frühzeitige Möglichkeit einer Anwendung konnte das DRILL-X als Erstmaßnahme verwendet werden. Das Dach war vollständig geschlossen und die Löschwirkung dementsprechend stark. In wenigen Minuten konnte der gesamte Dachstuhl abgelöscht werden.							



Abbildung 72: Lage kurz vor Intervention (Anströmseite, Rauch auf Gegenseite noch stärker) [7]



Abbildung 73: Temperatur nach Intervention (70°C) [7]

## 15\_RB\_OF: Dachstuhlbrand Wartberg

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
15	RB	OF	C	07.09.2023	1:39	600 l	1
<b>Bezeichnung</b>				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b>			
Dachstuhlbrand Wartberg				FF Wels			
<b>Kurzbeschreibung</b>							
Dachstuhlbrand eines Industriebetriebes, der Dachstuhl steht bei Eintreffen der ersten Einsatzkräfte in Vollbrand. Flammenaustritt im Dachbereich und Übergriff auf ein angebautes Wohnhaus und eine ausgebaute Maschinenhalle.							
<b>Einsatzverlauf</b>							
Es wurde versucht die Ausbreitung einzudämmen, schwierig gestaltete sich die Situation zudem durch die PV-Anlage am Dach. Ursprünglich hätte das DRILL-X zur Verhinderung der weiteren Ausbreitung neben der PV-Anlage eingesetzt werden sollen. Die TMB wurde daher positioniert, leider gab es einen technischen Defekt und es mussten weitere Hubrettungsfahrzeuge nachalarmiert werden. Die Anwendung des DRILL-X erfolgte dann erst stark zeitverzögert bei Nachlöscharbeiten.							
<b>Einsatzserfolg</b>							
Das System konnte initial nicht eingesetzt werden aufgrund des technischen Gebrechens. Die späteren Interventionen hatten daher kaum mehr einen einsatztaktischen Mehrwert.							
<b>Einsatz nicht repräsentativ</b>							
Der Ausfall des Hubrettungsfahrzeuges hat eine zielgerichtete Intervention nicht ermöglicht, aus diesem Grund gilt diese Anwendung als nicht repräsentativ.							



Abbildung 75: Drohnenaufnahme des Brandobjektes [16]



Abbildung 74: Außenangriff am Objekt [16]

## 16\_RB\_GS: Dachstuhlbrand Attnang

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
16	RB	GS	A	16.10.2023	00:30	60 l	1
<b>Bezeichnung</b>				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b>			
Dachstuhlbrand Attnang				FF Vöcklabruck			
<b>Kurzbeschreibung</b>							
Der Brand ist in der Garage ausgebrochen und hat sich über die Fassade in den Dachbereich und die Rückseite des Hauszubaus ausgebreitet. Beim Eintreffen der Feuerwehr wurde eine leichte Rauchentwicklung im Dachbereich festgestellt.							
<b>Einsatzverlauf</b>							
Es wurde eine Bohrung im Dachbereich durchgeführt; dort wo mit dem System gearbeitet wurde, war keine Rauchentwicklung mehr ersichtlich. Anschließend wurden mittels Wärmebildkamera Kontrollen durchgeführt. Es waren keine Nachlöscharbeiten nötig.							
<b>Einsatzerfolg</b>							
Die Brandausbreitung im Dach konnte unter Zuhilfenahme des Löschsystems weiter unterbunden werden.							



Abbildung 77: Intervention im Verdachtsbereich [15]



Abbildung 76: Ausbruchsstelle [16]



## 17\_RB\_OF: Brand Landwirtschaft Ried

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Intervention
17	RB	OF	B	23.12.2023	00:43	1200 l	2
<b>Bezeichnung</b> Brand Landwirtschaft Ried				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b> FF Vöcklabruck			
<b>Kurzbeschreibung</b> Brand eines leerstehenden landwirtschaftlichen Nutzgebäudes. Beim Eintreffen war das Dach bereits Großteils eingestürzt und ein Löschangriff von drei Seiten mit mehreren Rohren wurde bereits durchgeführt.							
<b>Einsatzverlauf</b> Bei einem nicht eingestürzten Teil des Daches wurden zwei Interventionen mit dem Löschesystem durchgeführt und Löschwasser abgegeben. Durch den offenen angrenzenden Raumbereich musste Nachgang weiterhin Löschmittel eingebracht werden um den Brandabzulöschen.							
<b>Einsatzerfolg</b> Der Einsatz war ein bedingter Erfolg. Es wurde eine Löschwirkung erzielt, es waren dennoch Löscharbeiten von außen nötig. Durch das offene Dach waren vermutlich keine hohen Temperaturen im Brandraum und durch die offene Ventilation konnte wenig Wasserdampf im Brandraum gehalten werden.							



Abbildung 79: Löschangriff am Objekt [20]



Abbildung 78: Löschangriff am Objekt [20]

## 18\_RB\_OF: Wohnhausbrand Bad Goisern

Nr.	KAT	Zusatz	Erfolg	Datum	Zeit	Wassermenge	Interventionen
17	RB	OF	A	07.01.2024	00:37	3000 l	10
<b>Bezeichnung</b>				<b>F&amp;E-Projektfeuerwehr</b>			
Wohnhausbrand Bad Goisern				FF Roith			
<b>Kurzbeschreibung</b>							
Ein Wohnhaus in dicht verbautem Gebiet stand beim Eintreffen der Feuerwehren im Vollbrand. Der Dachstuhl ist bereits teilweise eingebrochen, aufgrund der Brandintensität über alle Geschoßebenen verteilt war gerade im Dachbereich ein Innenangriff nicht möglich. Ein massiver Außenangriff konnte den Brand im Erdgeschoß und im ersten Obergeschoß eindämmen.							
<b>Einsatzverlauf</b>							
Mittels DRILL -X wurde ein Löschangriff durch die noch geschlossenen Teile des Daches durchgeführt. Zudem wurde vom Spitzboden in das darunterliegende Geschoß gebohrt und Wasser abgegeben. Im Einsatzverlauf brach auch ein großer Teil der durchbohrten Decke vom Spitzboden in das darunterliegende Geschoß. Anschließend wurden die Dachziegel abgeräumt und ein Löschangriff mit Netzmittel durchgeführt.							
<b>Einsatzerfolg</b>							
Die Löschwirkung war sichtbar, aber wegen der starken Belüftung durch das eingestürzte Dach abgeschwächt. Die Löschwasserverteilung mit dem System zeigte sich als sehr vorteilhaft. Die Sicherheitsbedenken zur Einsturzgefahr wurden durch den Teileinsturz bestätigt, durch die Intervention von außen mit dem DRILL-X wurden hier keine Einsatzkräfte gefährdet. Das Löschsystem konnte die Löschmaßnahmen vereinfachen und die Sicherheit steigern.							



Abbildung 80: DRILL-X im Einsatz auf der TMB [7]



Abbildung 81: Lage bei Eintreffen [20]

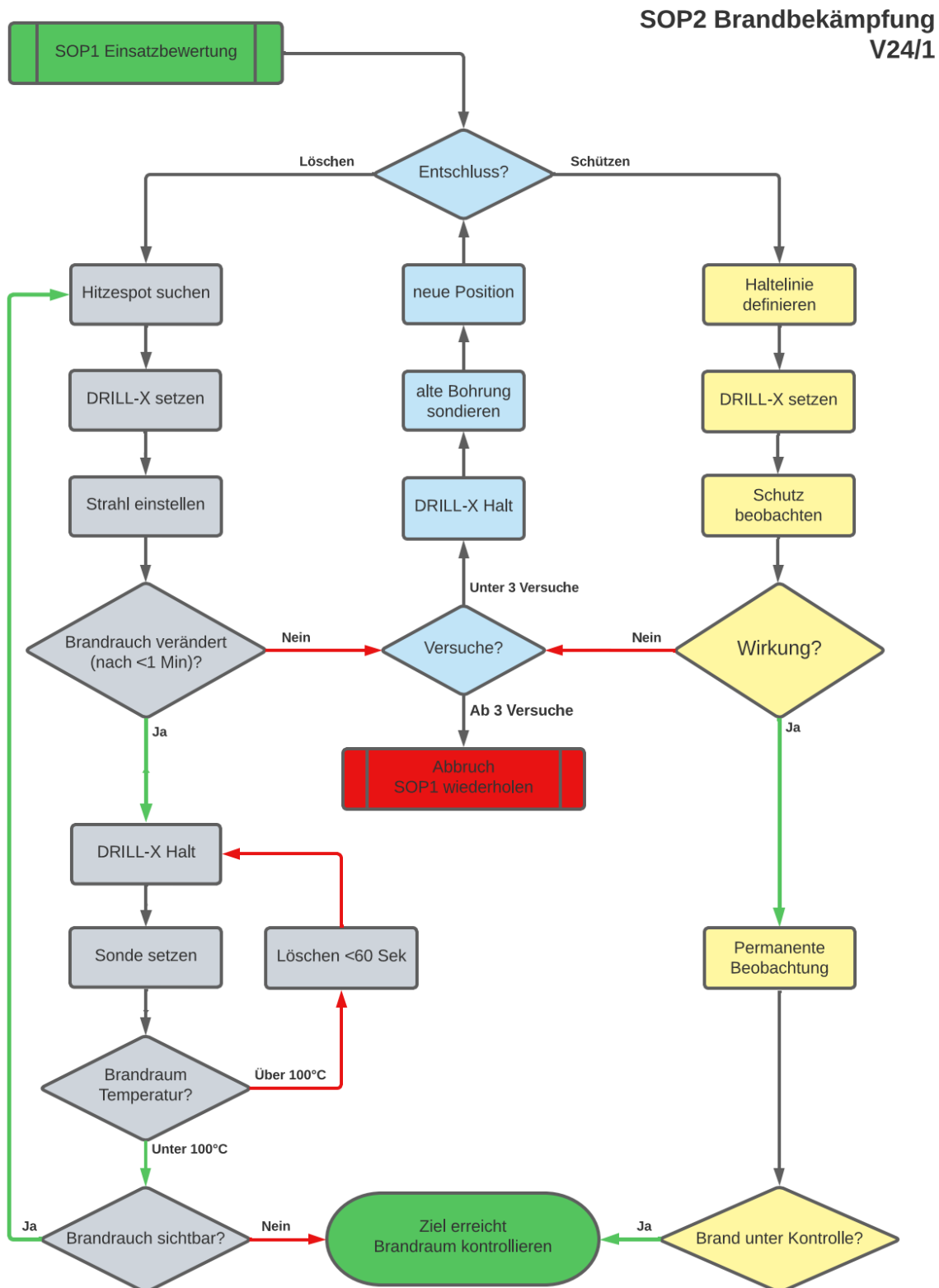


## 9.2 SOP1 Einsatzbewertung V24/1

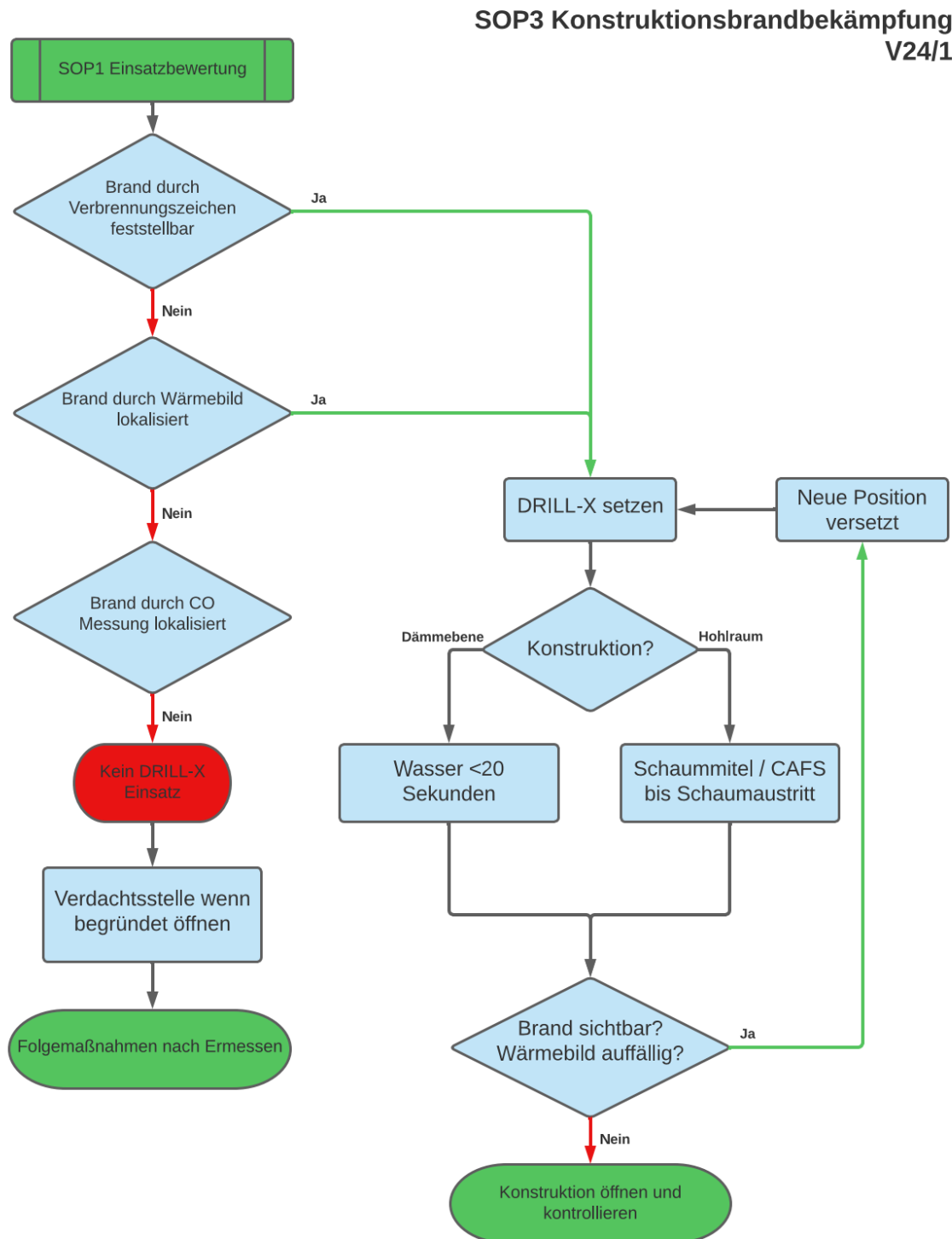
### SOP1 Einsatzbewertung V24/1





### 9.3 SOP2 Brandbekämpfung V24/1






## 9.4 SOP3 Konstruktionsbrandbekämpfung V24/1







## 9.5 Musterbeispiel Einsatzprotokoll

Einsatzformular Drill-X v1			 		
Protokoll Nr. <b>STP 04 / 05</b>		Seite <b>/</b>			
<b>Einsatzdaten Allgemein</b>					
WAS-Einsatznummer E0000000X	Datum 22.05.2024	Ausgefüllt von LM Max Mustermann			
Einsatzort Innfeldgasse 25 , 8010 Graz	takt. Bezeichnung Fahrzeug MTF	Erst-Alarmierung 20 : 03	<b>Alarmierung</b> Uhr		
Einsatzleitung Feuerwehr TU Graz		Ankunft Einsatzort 20:18			Uhr
Einsatzleiter Max Mustermann		Ende 22:15			Uhr
DRILL-X [GRKDT] Max Mustermann		Anzahl Übungen/Einsätze 5/2			
DRILL-X [1] Truppmann 1		Anzahl Übungen/Einsätze 4/1			
DRILL-X [2] Truppmann 2		Anzahl Übungen/Einsätze 4/2			
DRILL-X [3]		Anzahl Übungen/Einsätze			
DRILL-X [4]		Anzahl Übungen/Einsätze			
<b>Erste Lagemeldung lt. EL</b> Dachstuhlbrand Wohnhaus       					
<b>Lage beim Eintreffen</b> Dachstuhlbrand bei Einfamilienhaus, starker Rauchaustritt durch Ziegeldach. Dach ist noch nicht geöffnet/eingestürzt       					
<b>sonstige Anmerkungen</b>       					

Einsatzformular Drill-X v1		 		
Protokoll Nr. <b>STP 04 /</b>		Seite <b>/</b>		
				
Einsatzdaten DRILL-X				
Lagebeurteilung für sinnvollen Drill-X Einsatz <input checked="" type="checkbox"/> kein aktiver Innenangriff <input type="checkbox"/> Innenangriff nicht zielführend <input checked="" type="checkbox"/> starke Brandentwicklung <input type="checkbox"/> Brandherd unzugängl. sonstige Entscheidungsgründe			<b>Lage</b>	
Erreichbar über Dach <input checked="" type="checkbox"/> DLK/TMB vorhanden <input type="checkbox"/> Sicherung vorhanden & Dach betretbar Erreichbar über Wand/Decke <input type="checkbox"/> keine Massivbauweise				
Dachdeckung <input type="checkbox"/> Blechdach <input checked="" type="checkbox"/> Ziegeldach <input type="checkbox"/> Eternit <input type="checkbox"/> Prefa <input type="checkbox"/> Sandwich <input type="checkbox"/> Sonstiges:		Wandausführung <input type="checkbox"/> Ytong <input type="checkbox"/> Holz-Massivbau <input type="checkbox"/> Holz-Riegelbau <input type="checkbox"/> Sandwich <input type="checkbox"/> Sonstiges:		<b>Zugänglichkeit</b>
Dachdicke		Wanddicke		
Beschreibung der baulichen Gegebenheiten Altbau, kein Kaltdach				
Entscheidung DRILL-X Einsatz <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein		Uhrzeit 20:24		<b>Entscheidung</b>
Begründung Kein aktiver Innenangriff, Bedingungen für DRILL-X Einsatz gegeben				
Einsatzerfolg subjektiv <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> bedingt				<b>Einsatzerfolg</b>
Begründung Starker Dampfaustritt durch Ziegeldach bei erster Intervention sichtbar. Nach der zweiten Intervention war kein Rauchaustritt sichtbar.				
Folgemaßnahmen Brandbekämpfung (Innenangriff etc.) ATS Trupp betrat Gebäude und führte kleine Nachlöscharbeiten durch.				
sonstige Anmerkungen				<b>Sonstiges</b>



Einsatzformular Drill-X v1		 		
Protokoll Nr. <b>STP 04 /</b>		Seite <b>/</b>		
<b>DRILL-X zur Brandbekämpfung</b>				
Temperatur Start _____ °C <input checked="" type="checkbox"/> nicht messbar Bohrung <input checked="" type="checkbox"/> neu <input type="checkbox"/> alt Nr. <b>1</b> <input type="checkbox"/> nicht erfolgreich Start Intervention <b>20:25</b> Schieberposition <input type="checkbox"/> offen <input checked="" type="checkbox"/> geschlossen Löschdauer <b>10</b> sek Temperatur Kontrolle _____ °C <input checked="" type="checkbox"/> nicht messbar		Mannschaft <input checked="" type="checkbox"/> [1] <input type="checkbox"/> [2] <input type="checkbox"/> [3] <input type="checkbox"/> [4] <input type="checkbox"/> [GRKDT] Positionierung <b>Dach Straßenseite</b> 		<b>Intervention</b>
Temperatur Start _____ °C <input checked="" type="checkbox"/> nicht messbar Bohrung <input checked="" type="checkbox"/> neu <input type="checkbox"/> alt Nr. <b>2</b> <input type="checkbox"/> nicht erfolgreich Start Intervention <b>20:30</b> Schieberposition <input type="checkbox"/> offen <input checked="" type="checkbox"/> geschlossen Löschdauer <b>10</b> sek Temperatur Kontrolle _____ °C <input checked="" type="checkbox"/> nicht messbar		Mannschaft <input checked="" type="checkbox"/> [1] <input type="checkbox"/> [2] <input type="checkbox"/> [3] <input type="checkbox"/> [4] <input type="checkbox"/> [GRKDT] Positionierung <b>Dach Straßenseite</b> 		<b>Intervention</b>
Temperatur Start _____ °C <input type="checkbox"/> nicht messbar Bohrung <input type="checkbox"/> neu <input type="checkbox"/> alt Nr. _____ <input type="checkbox"/> nicht erfolgreich Start Intervention _____ Schieberposition <input type="checkbox"/> offen <input type="checkbox"/> geschlossen Löschdauer _____ sek Temperatur Kontrolle _____ °C <input type="checkbox"/> nicht messbar		Mannschaft <input type="checkbox"/> [1] <input type="checkbox"/> [2] <input type="checkbox"/> [3] <input type="checkbox"/> [4] <input type="checkbox"/> [GRKDT] Positionierung _____		<b>Intervention</b>
Temperatur Start _____ °C <input type="checkbox"/> nicht messbar Bohrung <input type="checkbox"/> neu <input type="checkbox"/> alt Nr. _____ <input type="checkbox"/> nicht erfolgreich Start Intervention _____ Schieberposition <input type="checkbox"/> offen <input type="checkbox"/> geschlossen Löschdauer _____ sek Temperatur Kontrolle _____ °C <input type="checkbox"/> nicht messbar		Mannschaft <input type="checkbox"/> [1] <input type="checkbox"/> [2] <input type="checkbox"/> [3] <input type="checkbox"/> [4] <input type="checkbox"/> [GRKDT] Positionierung _____		<b>Intervention</b>



**Freiwillige Feuerwehr der Technischen Universität Graz**

Rechbauerstraße 12, 8010 Graz, Österreich

T: +43(0)316/873-0

E: [info@ff-tugraz.at](mailto:info@ff-tugraz.at)

► [feuerwehr.tugraz.at](http://feuerwehr.tugraz.at)