

WHITEPAPER

# SPACESHIP

---

## Software Defined Tactical Vehicle Platform

Die Entkopplung von Fahrzeug und Fähigkeit im Brand- und Katastrophenschutz. Architektur, Schnittstellenstandard, Wirtschaftlichkeit und Einführungspfad einer rollenkonfigurierbaren Einsatzplattform unter 7,5 Tonnen.

|                          |                                                                              |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Dokument</b>          | Whitepaper SDTVP, Version 1.1                                                |
| <b>Stand</b>             | Juli 2026                                                                    |
| <b>Herausgeber</b>       | RESILIENCE OS · Stefan Truthän                                               |
| <b>Referenzplattform</b> | spaceship.resilience-os.com                                                  |
| <b>Status</b>            | Konzeptpapier zur fachlichen Diskussion — nicht zur Beschaffungsentscheidung |
| <b>Zielgruppe</b>        | Feuerwehr- und KatS-Führung, Beschaffung, Hersteller, Normung, Politik       |

## Inhalt

### Management Summary

- 1 Ausgangslage: die Beschaffungsfalle
- 2 Was „Software Defined“ heißt — und was nicht
- 3 Architektur: Plattform, Payload, Mission
- 4 Der Rollenkatalog
- 5 Der Schnittstellenstandard als eigentlicher Kern
- 6 Zulassung, Normung, Förderfähigkeit
- 7 Cybersicherheit und Degradationsfestigkeit
- 8 Wirtschaftlichkeit
- 9 Organisation, Personal und Wache
- 10 Risiken und belastbare Gegenargumente
- 11 Einführungspfad 2026-2032
- 12 Messgrößen für den Pilotbetrieb
- 13 Thesen

### Anhang A Slot- und Modulmatrix

### Anhang B Glossar

### Anhang C Normen und Bezugsdokumente

## Management Summary

Feuerwehren und Katastrophenschutz kaufen heute Fahrzeug und Fähigkeit als ein Stück. Ein Tanklöschfahrzeug ist auf zwanzig Jahre ein Tanklöschfahrzeug. Die Fähigkeit, die es trägt, ist nach fünf bis sieben Jahren technologisch überholt, und die Aufgaben, die dazwischen entstehen — Vegetationsbrand in bislang unbekannter Ausdehnung, Blackout-Anlaufstellen im Quartier, mobile Gesundheitsinfrastruktur, Trinkwasserabgabe, Drohnen- und Robotikbetrieb — passen in keinen der genormten Fahrzeugtypen sauber hinein. Die Antwort der Praxis lautet bislang: ein weiteres Fahrzeug. Das ist eine Antwort, die an Stellplätzen, Personal und Haushalt endet.

Die Software Defined Tactical Vehicle Platform (SDTVP) — im Projekt „SpaceShip“ genannt — kehrt die Logik um. Eine Fahrgestellklasse unter 7,5 Tonnen, eine Crew Cabin mit fest verbautem digitalem Backbone, ein Service-Modul mit acht standardisierten Aufnahmeplätzen. Die Rolle des Fahrzeugs entsteht aus der Kombination physischer Wechselmodule und eines geladenen Missionsprofils. Dieselbe Hardware ist am Montag Vegetationsbrandunterstützung, am Mittwoch Impf- und Teststation, im Blackout Anlaufstelle für ein Quartier.

Der Vergleich zum Wechselladerfahrzeug greift zu kurz. Ein Abrollbehälter tauscht Ladung. Die SDTVP tauscht Ladung, Energiehaushalt, Datenmodell, Bedienoberfläche und Rechteraum in einem Vorgang — und dokumentiert den Zustand maschinenlesbar. Der Unterschied ist nicht die Wechselbarkeit, sondern die Selbstbeschreibung des Systems.

### Kernaussagen

Der eigentliche Wert liegt nicht im Fahrzeug, sondern im Schnittstellenstandard. Wer die mechanische, energetische, datentechnische und semantische Kopplung zwischen Träger und Modul offen normt, schafft einen Markt. Wer sie proprietär hält, schafft ein Einzelprodukt.

Die Wirtschaftlichkeit entsteht nicht beim Anschaffungspreis, sondern beim Fähigkeitswechsel. Ein technologischer Sprung kostet klassisch ein Ersatzfahrzeug im sechsstelligen Bereich, in der Plattformlogik einen Modultauch oder ein Softwareupdate.

Das schärfste Gegenargument ist die Gleichzeitigkeit: Ein Fahrzeug kann nur eine Rolle zur Zeit einnehmen. Die Plattform ersetzt keine Einsatzfahrzeuge des Grundschatzes. Sie ersetzt die selten gebrauchten Sonderfahrzeuge, deren Vorhaltung heute unbezahlbar ist.

Der kritische Pfad ist nicht die Technik, sondern die Zulassung. Achslasten und Gesamtmasse müssen je Konfiguration nachweisbar bleiben; das deutsche Feuerwehr-Normenwerk ist typorientiert und kennt keine rollenkonfigurierbare Klasse.

Empfohlener nächster Schritt: Schnittstellenspezifikation v0.9 und ein Funktionsmuster mit zwei Modulen und Zulassungsvoranfrage — vor jeder Serienplanung.

# 1 Ausgangslage: die Beschaffungsfalle

## 1.1 Drei Lebenszyklen in einem Gehäuse

Ein Einsatzfahrzeug vereint drei Systeme mit vollständig unterschiedlicher Alterungsgeschwindigkeit. Das Fahrgestell mit Aufbau ist auf zwanzig Jahre und mehr ausgelegt und altert im Wesentlichen mechanisch. Die eingebaute Wirktechnik — Pumpe, Aggregat, Filter, Hydraulik — hält je nach Beanspruchung zehn bis fünfzehn Jahre, wird aber deutlich früher vom Stand der Technik überholt. Die Informationstechnik veraltet in drei bis fünf Jahren, die Software auf ihr in Monaten.

Wenn diese drei Systeme fest verschraubt beschafft werden, bestimmt der langsamste Teil den Erneuerungszyklus des schnellsten. Das ist der Grund, weshalb in vielen Fahrzeugen Bedienoberflächen laufen, die niemand mehr freiwillig verwenden würde, und weshalb ein Fähigkeitszuwachs regelmäßig als Ersatzbeschaffung getarnt beantragt werden muss.

| Ebene                  | Technische Lebensdauer | Fachliche Halbwertszeit | Erneuerung heute  |
|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|
| Fahrgestell und Aufbau | 20-25 Jahre            | 15-20 Jahre             | Ersatzbeschaffung |
| Wirktechnik / Beladung | 10-15 Jahre            | 5-8 Jahre               | Ersatzbeschaffung |
| Bordelektronik         | 7-10 Jahre             | 3-5 Jahre               | Ersatzbeschaffung |
| Anwendungssoftware     | unbegrenzt             | 12-24 Monate            | gar nicht         |

*Tabelle 1: Divergierende Zyklen. Die letzte Spalte ist der eigentliche Befund — die schnellste Ebene hat heute keinen eigenen Erneuerungspfad.*

## 1.2 Das Aufgabenspektrum wächst schneller als die Flotte

Die Aufgaben, die in den letzten zehn Jahren neu an Feuerwehr und Katastrophenschutz herangetragen wurden, sind nicht Varianten des Bestehenden. Vegetationsbrandbekämpfung in Ausdehnungen, die deutsche Feuerwehren strukturell nicht gewohnt sind. Betrieb von Drohnen und zunehmend bodengebundener Robotik als Regelfähigkeit statt als Sonderausstattung. Anlaufstellen für die Bevölkerung bei langanhaltendem Stromausfall. Mobile Gesundheitsinfrastruktur, deren Notwendigkeit die Pandemie in wenigen Wochen von der Theorie in den Vollzug befördert hat. Trinkwasserabgabe bei Netzausfall oder Kontamination.

Jede dieser Aufgaben hat organisatorisch denselben Weg genommen: Sonderfahrzeug beantragen, beschaffen, an einem Standort vorhalten, selten einsetzen, nach zwanzig Jahren ersetzen. Bei einer Handvoll Sonderaufgaben funktioniert das. Bei einem Dutzend nicht mehr — nicht am Geld allein, sondern an Hallenfläche, Ausbildungszeit und Fahrpersonal.

## 1.3 Der Kipppunkt

Zwei Berliner Ereignisse markieren den Punkt, an dem die Vorhaltelogik erkennbar an ihre Grenze kam. Der Stromausfall in Köpenick 2019 zeigte, dass ein Quartier über mehr als dreißig Stunden ohne Netz eine physische Adresse braucht, an der Strom, Information und Notruf zusammenlaufen — und dass die Feuerwehr diese Adresse

zwar sein kann, aber dafür nicht ausgerüstet ist. Der Angriff auf die Berliner Stromversorgung im Januar 2026 zeigte dasselbe unter Vorsatz, in größerem Maßstab und mit der zusätzlichen Erkenntnis, dass die benötigten Fähigkeiten — Netzersatz, Netzzelle, Wasserabgabe, Bürgerinformation — jeweils an unterschiedlichen Fahrzeugen hängen, die einzeln disponiert, einzeln besetzt und einzeln bewegt werden müssen.

Der Bedarf ist also nicht „mehr Fahrzeuge“, sondern „mehr Fähigkeit je Fahrzeugbewegung“. Genau das ist die Zielgröße dieses Konzepts.

## 2 Was „Software Defined“ heißt — und was nicht

### 2.1 Eine Analogiekette mit belastbarem Muster

Der Begriff ist kein Marketingtransfer. Er beschreibt einen Umbruch, der sich in drei Technologiefeldern nacheinander in gleicher Form vollzogen hat. Beim Software Defined Radio wanderten Modulation und Filterung aus dedizierten Schaltungen in Signalverarbeitung; das Gerät wurde generisch, die Fähigkeit wurde ladbar. Beim Software Defined Networking trennte sich die Steuerungsebene von der Weiterleitungsebene; der Switch wurde austauschbar, die Netzintelligenz zentral und veränderbar. Beim Software Defined Vehicle löst sich die Fahrzeugfunktion von der Steuergerätetopologie.

Das Muster ist jedes Mal identisch: Fähigkeit wandert von der Hardware in eine Schicht darüber, die Hardware wird generisch und langlebig, und die Innovationsgeschwindigkeit entkoppelt sich von der Beschaffungsgeschwindigkeit. Die Übertragung auf das Einsatzfahrzeug ist damit keine Metapher, sondern die vierte Anwendung desselben Prinzips.

### 2.2 Abgrenzung: das ist kein Wechselladerfahrzeug

Der Einwand kommt in jeder Fachdiskussion binnen zwei Minuten, und er verdient eine präzise Antwort. Das Wechselladerfahrzeug mit Abrollbehälter ist tatsächlich der Vorläufer dieses Gedankens und hat sich bewährt. Es unterscheidet sich in fünf Punkten grundlegend.

| Merkmal          | Wechsellader / Abrollbehälter            | SDTVP                                                         |
|------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Granularität     | ein Behälter, ganz oder gar nicht        | acht unabhängige Aufnahmeplätze, frei kombinierbar            |
| Kopplung         | mechanisch, teils elektrisch             | mechanisch, elektrisch, fluidisch, datentechnisch, semantisch |
| Zustandskenntnis | Papier, Erfahrung, Beschriftung          | Modul meldet sich digital an, Zustand ist auslesbar           |
| Bedienebene      | je Behälter eigene, unverbundene Technik | ein Missionsprofil steuert die gesamte Konfiguration          |
| Klasse           | typisch 18–26 t, Klasse C                | unter 7,5 t, Klasse C1, innerstädtisch einsetzbar             |

*Tabelle 2: Der Unterschied liegt nicht in der Wechselbarkeit, sondern in Granularität und Selbstbeschreibung.*

Der fünfte Punkt ist praktisch der entscheidende. Ein Wechsellader ist ein Werkzeug der Bereitschaften und der überörtlichen Hilfe. Eine Plattform unter 7,5 Tonnen ist mit Führerscheinklasse C1 zu fahren, passt in Berliner Hinterhöfe, in Tiefgaragenzufahrten und über Forstwege — und ist damit ein Werkzeug der ersten Stunde, nicht der zwölften.

## 2.3 Was das Konzept ausdrücklich nicht leistet

- Es ersetzt kein Löschfahrzeug des Grundschatzes. Wasserführung, Besatzungsstärke und Normbeladung eines HLF sind nicht substituierbar und sollen es nicht sein.
- Es erzeugt keine Gleichzeitigkeit. Ein Träger nimmt eine Rolle ein. Parallelität entsteht über die Zahl der Träger, nicht über die Zahl der Module.
- Es spart kein Personal. Eine Impfstation braucht medizinisches Personal, unabhängig davon, worauf sie montiert ist.
- Es ist keine reine Softwarefrage. Ohne physisch standardisierte Aufnahme bleibt jedes Missionsprofil folgenlos.

## 3 Architektur: Platform, Payload, Mission

Die Architektur ist in drei Schichten geschnitten, die sich durch ihre Wechselfrequenz unterscheiden. Diese Dreiteilung ist zugleich das Ordnungsprinzip der Envision-Plattform, der technischen Dokumentation und — perspektivisch — der Leistungsbeschreibung in der Ausschreibung. Sie sollte in allen drei Kontexten wortgleich verwendet werden.

| Layer    | Inhalt                                                                                    | Wechselt in | Verantwortung            |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------|
| Platform | Fahrgestell unter 7,5 t, Allrad, Crew Cabin, Energie- und Datenbackbone, Aufnahmestruktur | Jahren      | Beschaffung / Hersteller |
| Payload  | Wechselmodule, Robotik- und Drohnendock, Gerätefachinhalte                                | Minuten     | Wache / Logistik         |
| Mission  | Rollenprofil, Bedienoberfläche, KI-Assistenz, Datenmodell, Rechteraum                     | Sekunden    | Führung / Leitstelle     |

*Tabelle 3: Die drei Layer und ihre Wechselfrequenzen. Jede Schicht hat einen eigenen Erneuerungspfad und einen eigenen Verantwortlichen.*

### 3.1 Plattform Layer

Der Träger ist bewusst unspektakulär: ein allradgetriebenes Fahrgestell in der Klasse bis 7,5 Tonnen, vorn die Crew Cabin, hinten das Service-Modul mit der Aufnahmestruktur. Die Gestaltungsleistung liegt nicht im Fahrzeug, sondern in dem, was fest verbaut bleibt — dem Backbone. Er umfasst die Energieverteilung mit definierten Abgriffen, den Datenbus mit Zeitsynchronisation, die Antennen- und Netzinfrastruktur, die Aufnahmepunkte samt Lastaufnahmemitteln und die Bedienarbeitsplätze der Kabine.

Die Crew Cabin des Funktionsmusters FT01 ist als Arbeitsraum ausgelegt, nicht als Transportraum: vier Sitze, davon zwei drehbar, großformatiges Display,

Projektionsfläche, AR-Headsets, Gestensensorik und eine Rechneinheit als Appliance. Der fachliche Kern dieser Kabine ist nicht die Ausstattung, sondern die Absicht — die Besatzung soll auf der Anfahrt und am Einsatzort arbeiten und nicht erst nach dem Aufbau eines Führungsmittels handlungsfähig werden.

Fünf Backbone-Funktionen bilden die durchgängige Grundlage aller Rollen: Situational Awareness als gemeinsames Lagebild, Glass Cockpit als rollenabhängige Bedienoberfläche, Connection Tree als Übersicht über sämtliche Verbindungswege und ihren Zustand, KI-Assistenz als Vorschlags- und Prüfinstanz sowie ein Flight Recorder, der jeden Zustand und jede Entscheidung mitschreibt. Der Flight Recorder ist dabei kein Nebenaspekt, sondern die Voraussetzung dafür, dass ein rekonfigurierbares System nachträglich überhaupt prüfbar bleibt.

### 3.2 Payload Layer

Acht benannte Aufnahmeplätze — vier Gerätefächer, zwei Dachpositionen, Heck und Kabinenmitte — nehmen Module aus einer offenen Bibliothek auf. Jedes Modul trägt Masse, Schwerpunktlage, Energiebedarf, Datenprofil und eine maschinenlesbare Selbstbeschreibung. Der letzte Punkt ist der wichtigste: Ein Modul, das sich nicht selbst beschreibt, zwingt den Menschen zur Buchführung, und Buchführung unter Zeitdruck ist die zuverlässigste Fehlerquelle im Einsatzdienst.

Die Bibliothek des aktuellen Standes umfasst vierzehn Module zwischen 95 und 600 Kilogramm; die vollständige Matrix findet sich in Anhang A. Sie ist ausdrücklich offen: Ein Modul für Messtechnik im Gefahrstoffeinsatz, ein Ladeturm für Elektromobilität im Quartier oder ein Modul zur Aufnahme von Kleinstrobotik sind absehbare Ergänzungen und müssen ohne Änderung am Träger möglich sein.

### 3.3 Mission Layer

Das Missionsprofil ist die Konfigurationszeile, die aus Träger und Modulbestückung eine Rolle macht. Es legt fest, welche Oberfläche das Glass Cockpit zeigt, welche Datenquellen aktiv sind, welche Assistenzfunktionen laufen, welche Berechtigungen gelten und welche Meldewege bedient werden. Der Wechsel dauert Sekunden und ist eine Führungsentscheidung — er muss protokolliert, quittiert und rücknehmbar sein.

Wesentlich ist die Kopplungsregel: Das Missionsprofil darf nur aktivierbar sein, wenn die physisch erkannte Modulbestückung es trägt. Ein Profil „Trinkwasserversorgung“ ohne angemeldetes Aufbereitungsmodul ist kein zulässiger Zustand, sondern eine Fehlermeldung. Diese Regel klingt selbstverständlich und ist in der Praxis der schwierigste Teil der Implementierung.

## 4 Der Rollenkatalog

Die folgenden fünf Profile sind der aktuelle Referenzstand. Sie sind nicht als abschließender Katalog zu verstehen, sondern als Nachweis, dass die Spannweite trägt: von der Brandbekämpfung im Freien über Gesundheitsinfrastruktur bis zur Versorgungsleistung im Quartier. Die Spalte „heute“ nennt die Fahrzeuge, die zur Erbringung derselben Leistung derzeit typischerweise bewegt werden müssen.

| Rolle                   | Kernaussage                                        | Bes. | Rüstzeit | Autarkie | heute |
|-------------------------|----------------------------------------------------|------|----------|----------|-------|
| Vegetationsbrand        | Vier Kräfte, ein Fahrzeug, ein Lagebild.           | 4    | 12 min   | 36 h     | 3 Fz. |
| Mobile Impfstation      | Der Marktplatz wird zur Gesundheitsinfrastruktur.  | 2    | 18 min   | 24 h     | 4 Fz. |
| KatS-Leuchtturm         | Wenn das Netz weg ist, bleibt eine Adresse.        | 2    | 15 min   | 72 h     | 3 Fz. |
| Trinkwasserversorgung   | Rohwasser rein, Trinkwasser raus.                  | 2    | 20 min   | 48 h     | 3 Fz. |
| MANV / Technische Hilfe | Sichtung, Rettung und Lagebild aus einem Fahrzeug. | 4    | 10 min   | 24 h     | 3 Fz. |

*Tabelle 4: Rollenprofile im Überblick. Rüst- und Autarkiezeiten sind Zielwerte des Konzeptstands und im Pilotbetrieb zu verifizieren.*

#### 4.1 Vegetationsbrand

Bestückung aus Wasserabgabe Vegetation, flexiblem Tank, Stromerzeuger, Drohnendock und Lichtmast. Der fachliche Gewinn liegt weniger im Wasser als in der Kombination: Fernerkundung, eigene Energieversorgung und Lagebild in einem Fahrzeug, das forstliche Wege befahren kann. Die Rolle adressiert die Unterstützungslücke zwischen der ersten Löschstaffel und dem großen Gerät der überörtlichen Hilfe.

#### 4.2 Mobile Impfstation

Impfmodul mit Kühlkette, Stromerzeuger, 5G-Netzzelle, Wetterschutzdach und Sichtungsmodul in der Kabinenmitte. Softwareseitig Patientenregistrierung, Terminsteuerung und ärztliche Fernkonsultation. Diese Rolle ist der schärfste Beleg für die Reichweite des Konzepts — und zugleich diejenige mit dem höchsten regulatorischen Aufwand, weil Kühlkettendokumentation und Medizinprodukterecht mit hineinreichen.

#### 4.3 Katastrophenschutz-Leuchtturm

Stromerzeuger, Netzzelle, Wasseraufbereitung, Lichtmast und Bürgerinformationsdisplay, 72 Stunden Autarkie, zwei Einsatzkräfte. Diese Rolle ist die unmittelbare Antwort auf die Lehren aus Köpenick 2019 und dem Januar 2026: Sie erzeugt im Quartier eine Adresse, an der Strom, Notruf, Netz und verlässliche Information gleichzeitig verfügbar sind. Sie ist gleichzeitig die politisch anschlussfähigste Rolle, weil sie sichtbar und für die Bevölkerung unmittelbar verständlich ist.

#### 4.4 Trinkwasserversorgung

Aufbereitung, Abgabe, Energieerzeugung und Wetterschutz. Qualitätsmonitoring und Abgabeprotokoll laufen softwareseitig mit. Die technische Hürde ist nicht die Filtration, sondern die belastbare Dokumentation der Wasserqualität am Abgabepunkt — ohne sie ist die Rolle rechtlich nicht durchführbar.

#### 4.5 MANV und Technische Hilfe

Modul für technische Hilfeleistung, Sichtungsmodul, Roboterdock und Lichtmast. Patiententracking und Sichtungsdokumentation als Missionssoftware. Diese Rolle verbindet die klassische Domäne mit dem Robotikpfad und ist deshalb der geeignete Einstieg für Feuerwehren, die dem Gesamtkonzept skeptisch gegenüberstehen.

#### 4.6 Der Verdichtungseffekt — mit gebotener Vorsicht

Über die fünf Rollen hinweg summieren sich die heute erforderlichen Fahrzeugbewegungen auf sechzehn. Es wäre unseriös, daraus eine Einsparung von fünfzehn Fahrzeugen abzuleiten. Erstens überlappen sich die Fahrzeuge zwischen den Rollen erheblich — derselbe Einsatzleitwagen erscheint in vier Zeilen. Zweitens ist Gleichzeitigkeit real: Eine Lage, die Trinkwasser und Leuchtturm zugleich verlangt, braucht zwei Träger.

Die belastbare Aussage lautet anders und ist stärker: Die Zahl der vorzuhaltenden Sonderfahrzeuge sinkt, die Zahl der abrufbaren Fähigkeiten steigt, und beide Größen sind erstmals unabhängig voneinander steuerbar. Wer eine Fähigkeit hinzufügen will, kauft ein Modul und nicht ein Fahrzeug.

#### 4.7 Erweiterungspfad des Rollenkatalogs

Ein rollenkonfigurierbares System hat eine charakteristische Schwäche: Der Rollenkatalog wächst durch Zuruf. Jede Fachabteilung erkennt ein Anliegen, das sich „doch auch abbilden ließe“, und nach drei Jahren existieren zwanzig Profile, von denen vier geübt und sechzehn dokumentiert sind. Das ist kein hypothetisches Risiko, sondern das übliche Ende offener Plattformkonzepte. Deshalb gehören Aufnahmekriterien in dieses Papier, bevor der zweite Katalog entsteht.

##### Aufnahmekriterien

1. Massebudget. Die vollständige Bestückung bleibt innerhalb der zulässigen Gesamtmasse und der Achslasten. Die Vegetationsbrandkonfiguration bildet mit rund 1.820 kg Modulmasse die praktische Obergrenze; ein neues Profil ist daran zu messen, nicht an der theoretischen Zuladung.
2. Fähigkeitswahrheit. Das Profil bildet die Fähigkeit vollständig ab oder gar nicht. Eine reduzierte Fassung, die den Anschein einer Fähigkeit erzeugt, ist gefährlicher als deren erklärtes Fehlen.
3. Trägerfrage. Die Fähigkeit steckt in Modulen und Software, nicht überwiegend in Personal, persönlicher Schutzausrüstung oder Ausbildung. Andernfalls trägt die Plattform nichts bei.
4. Vorhaltebegründung. Es besteht eine erkennbare Vorhaltelücke — die Fähigkeit wird gebraucht, aber von keiner bestehenden Fahrzeugklasse getragen. Profile, die vorhandene Normfahrzeuge nachbilden, werden nicht aufgenommen.
5. Übbarkeit. Das Profil kann von der Wachbesatzung ohne Zusatzqualifikation in einer Übungseinheit beherrscht werden. Was nicht regelmäßig geübt wird, gehört nicht in den Katalog.

Profile, die alle fünf Kriterien erfüllen, werden in zwei Klassen geführt. Diese Unterscheidung ist nicht kosmetisch: Klasse A belegt die Kernthese des Konzepts, Klasse B erweitert lediglich den Bestand.

## Klasse A — kein neues Modul erforderlich

Diese Profile entstehen ausschließlich durch ein neues Missionsprofil auf bereits beschafften Modulen. Sie sind der praktische Beweis dafür, dass Fähigkeit von Hardware entkoppelt ist, und sie kosten in der Beschaffung nichts.

| Profil                             | Loadout aus Bestand                                    | Modulmasse | Vorhalletücke heute                                  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------|
| Flächensuche / Vermisstenlage      | drone-dock, robot-dock, light-mast, genset, comms-cell | 1.340 kg   | Drohnenrtrupp, ELW, Lichtanhänger einzeln disponiert |
| Hitzeinsel / Kühlpunkt im Quartier | water-filter, dispenser, awning, info-display, genset  | 1.355 kg   | keine Vorhaltung vorhanden                           |
| Mobile Bevölkerungswarnung         | info-display, comms-cell, light-mast, genset           | 965 kg     | Lautsprecherwagen, Sirenenanhänger                   |
| Ausbildung und Übung               | keine Module, nur Crew Cabin                           | 0 kg       | Übungsleitung ohne Lagebildtechnik                   |

Tabelle 5: Rollenprofile ohne zusätzliche Hardware.

Die Hitzeinsel ist der überzeugendste Einzelfall des gesamten Katalogs. Sie teilt vier von fünf Modulen mit dem Katastrophenschutz-Leuchtturm und unterscheidet sich nahezu ausschließlich im geladenen Profil: andere Auslösekette — Hitzeaktionsplan statt Blackout-Meldeweg —, andere Zielgruppenansprache, andere Kennzahlen. Wer einer Beschaffungsstelle in einer Minute zeigen will, was „software defined“ praktisch bedeutet, schaltet an derselben Bestückung zwischen Winter- und Sommerlage um.

Das Ausbildungs- und Übungsprofil beantwortet den häufigsten Einwand gegen jede Sonderplattform — sie stehe den größten Teil des Jahres ungenutzt. Ein Profil, das die vorhandene Kabinentechnik für Lagetraining und Nachbesprechung nutzt und den Flight Recorder als Debriefing-Quelle verwendet, schließt die Auslastungslücke ohne zusätzliche Beschaffung.

## Klasse B — je ein zusätzliches Modul

| Profil                            | Neues Modul                     | Ergänzung aus Bestand                      | Modulmasse |
|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|------------|
| Messen und Spüren (ABC-Erkundung) | Messmodul, ca. 280 kg           | drone-dock, genset, comms-cell, light-mast | 1.270 kg   |
| Ausweichknoten Leitstelle         | Satcom / Richtfunk, ca. 220 kg  | comms-cell, genset, light-mast             | 1.090 kg   |
| Energie- und Ladeinsel            | Batteriespeicher, ca. 700 kg    | genset, Verteilermodul                     | 1.390 kg   |
| Wärmeinsel (Winterlage)           | Heizmodul, ca. 450 kg           | genset, awning, info-display, dispenser    | 1.425 kg   |
| IT-Wiederanlauf Kommune           | Compute und Storage, ca. 180 kg | Satcom, comms-cell, genset                 | 1.130 kg   |
| Hochwasser und                    | Hochleistungspumpe,             | genset                                     | 1.540 kg   |

| Profil     | Neues Modul  | Ergänzung aus Bestand | Modulmasse |
|------------|--------------|-----------------------|------------|
| Starkregen | ca. 1.000 kg |                       |            |

Tabelle 6: Rollenprofile mit je einem zusätzlichen Modul.

Der Ausweichknoten Leitstelle ist die unmittelbare Fortschreibung der Resilienzarbeit an kritischen Infrastrukturen. Die Frage, was geschieht, wenn die Leitstelle selbst ausfällt, wird in Resilienzkonzepten regelmäßig gestellt und selten mit einem physischen Gegenstand beantwortet. Ein Träger mit Satellitenanbindung, eigener Netzzelle und vier Arbeitsplätzen in der Kabine ist eine Antwort, die vorgeführt werden kann.

Die Energie- und Ladeinsel adressiert eine dokumentierte und bislang trägerlose Lücke: netzabhängige Medizingeräte in Wohnungen — Heimbeatmung, Sauerstoffkonzentratoren, Dialyse — bei langanhaltendem Stromausfall. Zwei Vorbehalte gehören dazu. Ein Speicher von rund 700 kg beansprucht das Massebudget erheblich, und die Abgabe elektrischer Energie an Dritte erfordert ein eigenes Schutz- und Prüfkonzept.

Das Profil IT-Wiederanlauf ist das ungewöhnlichste und deshalb erwähnenswert. Nach einem Ransomware-Vorfall in einer Kommune fehlen weniger Strom und Wasser als ein sauberes, nicht kompromittiertes Netz, Arbeitsplätze und eine Verbindung nach außen — genau die Ausstattung, die der Träger ohnehin mitführt. Ob die Feuerwehr dafür der geeignete Träger ist, ist eine offene organisatorische Frage. Dass die Fähigkeit vorgehalten werden müsste, ist keine.

### Ausgeschlossene Profile

Drei naheliegende Vorschläge werden ausdrücklich nicht aufgenommen, und die Begründung gehört in das Papier, weil sie die Kriterien schärft. Höhenrettung und schwere technische Rettung scheitern an Kriterium 3 — die Fähigkeit steckt in Personal und Ausrüstung, nicht in einem Modul. Der vollständige Dekontaminationsbetrieb nach Katastrophenschutzstandard scheitert an Kriterium 1, weil Durchsatz, Abwasserfassung und Volumen die Massegrenze deutlich überschreiten; ein reduziertes Notduschprofil scheitert zusätzlich an Kriterium 2. Der Löschangriff im Innenangriff schließlich scheitert an Kriterium 4, weil er von Normfahrzeugen des Grundschutzes vollständig abgedeckt ist.

### Familienbildung und Grundbestückung

Der erweiterte Katalog ordnet sich zu Familien mit gemeinsamem Modulkern. Katastrophenschutz-Leuchtturm, Hitzeinsel, Wärmeinsel und Bevölkerungswarnung teilen die Kombination aus Stromerzeuger, Netzzelle, Lichtmast und Informationsdisplay. Wird dieser Kern als dauerhafte Grundbestückung eines Trägers definiert, deckt ein einziger, ständig gerüsteter Träger vier Rollen ohne physischen Umbau ab — der Rollenwechsel ist dann tatsächlich ein reiner Softwarevorgang.

Diese Erkenntnis wirkt unmittelbar auf das Risikoregister zurück. Der Einwand, Umrüstzeiten machten die Plattform im unvorhergesehenen Fall unbrauchbar, verliert seine Schärfe, sobald eine Grundbestückung existiert, die vier von fünfzehn Profilen des erweiterten Katalogs ohne Handgriff trägt. Die Bemessung der Grundbestückung ist damit keine Detailfrage der Logistik, sondern eine der zentralen Auslegungsentscheidungen des Konzepts.

## 5 Der Schnittstellenstandard als eigentlicher Kern

Dieses Kapitel enthält die wichtigste Aussage des Papiers. Der wirtschaftliche und strategische Wert des Konzepts liegt nicht im Fahrzeug und nicht in der Software, sondern in der Spezifikation der Kopplung zwischen Träger und Modul. Sie entscheidet darüber, ob ein Markt entsteht oder ein Einzelprodukt.

Die Analogie zum Containerverkehr ist hier präzise und nicht bloß illustrativ: Der ISO-Container hat den Welthandel nicht verändert, weil er eine gute Kiste war, sondern weil seine Eckbeschläge weltweit identisch sind. Die Entsprechung im Einsatzdienst wäre eine Kopplungsspezifikation, die fünf Ebenen umfasst.

| Ebene    | Regelungsgegenstand                                                                                   | Kritischer Punkt                                                                               |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mechanik | Raster der Aufnahmepunkte, Lastaufnahme, Verriegelung, Toleranzen, Schwerpunktfenster je Slot         | Verriegelung muss ohne Werkzeug und mit Handschuh bedienbar sein                               |
| Energie  | Gleichspannungsbuss, Wechselspannungsabgriff, maximale Dauerlast je Slot, Absicherung, Lastmanagement | Summenlast über alle Slots darf die Erzeugung nicht überschreiten — Regelung im Backbone       |
| Daten    | Physik, Protokoll, Zeitsynchronisation, Datenmodell, Adressvergabe                                    | Ohne gemeinsames Zeitreferenzsystem ist kein verwertbarer Flight Recorder möglich              |
| Fluid    | Wasser- und Druckluftkupplungen, Nennweiten, Verwechslungssicherheit                                  | Trinkwasser- und Löschwasserpfad müssen mechanisch unverwechselbar sein                        |
| Semantik | Selbstbeschreibung des Moduls: Typ, Masse, Schwerpunkt, Prüfstand, Fähigkeiten, Restlaufzeiten        | Dies ist die eigentliche Neuerung — und die einzige Ebene ohne Vorbild in der Feuerwehrtechnik |

Tabelle 7: Die fünf Ebenen der Kopplungsspezifikation.

### 5.1 Selbstbeschreibung: das digitale Typenschild

Jedes Modul führt einen maschinenlesbaren Deskriptor mit, der beim Ankoppeln ausgelesen wird — funktional vergleichbar mit dem Deskriptor eines USB-Geräts, inhaltlich näher an einem digitalen Prüfbuch. Er enthält mindestens: eindeutige Kennung und Typ, Leermasse und Schwerpunktlage, Energie- und Datenbedarf, angebotene Fähigkeiten in einer kontrollierten Begriffsliste, Prüf- und Wartungsstände mit Fristen sowie Betriebsstunden und Füllstände.

Aus dieser Selbstbeschreibung folgen unmittelbar drei Funktionen, die heute Handarbeit sind: die automatische Massen- und Achslastberechnung der aktuellen Konfiguration, die Prüfung, ob ein gewähltes Missionsprofil überhaupt tragfähig ist, und die Warnung vor abgelaufenen Prüffristen vor der Ausfahrt statt bei der nächsten Kontrolle.

## 5.2 Governance des Standards

Ein Standard, der einem Hersteller gehört, ist kein Standard. Für die SDTVP-Kopplung wird ein dreistufiges Vorgehen empfohlen. Zunächst eine offen veröffentlichte Spezifikation unter einer freien Lizenz, getragen von einem Konsortium aus mindestens zwei Aufbauherstellern, zwei Anwenderorganisationen und einer Forschungseinrichtung. Sodann die Erprobung im Pilotbetrieb mit dokumentierten Änderungsanträgen. Schließlich die Überführung in ein Normungsvorhaben — sinnvollerweise als Ergänzung zur EN-1846-Reihe oder als eigenständige DIN-Spezifikation, mit dem erklärten Ziel einer europäischen Fassung.

Ein genormtes Modul ist zudem eine verlegbare Fähigkeit. Es passt in einen Standardcontainer und lässt sich transportieren oder verlegen, während der Träger vor Ort gestellt wird — anders als ein komplettes Einsatzfahrzeug, das immer als Ganzes bewegt werden muss. Für die überörtliche und die europäische Hilfeleistung ist das ein strukturell anderer Beitrag: Nicht das Fahrzeug reist, sondern die Fähigkeit. Diese Perspektive ist das stärkste Einzelargument dafür, die Kopplungsspezifikation offen zu halten, und sollte in der Konsortialbildung ausdrücklich benannt werden.

Der Zeitpunkt ist entscheidend. Wird die Normung zu früh gesucht, zementiert sie einen unerprobten Stand. Wird sie zu spät gesucht, existieren bereits drei inkompatible Herstellerlösungen und der Marktvorteil ist verspielt. Das realistische Fenster liegt nach etwa zwei Jahren Pilotbetrieb.

## 6 Zulassung, Normung, Förderfähigkeit

Der kritische Pfad dieses Vorhabens ist nicht technischer, sondern regulatorischer Natur. Die folgenden vier Punkte entscheiden über Realisierbarkeit und sollten vor jeder Investition in Serienwerkzeuge geklärt sein.

### 6.1 Fahrzeugrecht und die Massegrenze

Die 7,5-Tonnen-Grenze ist der Dreh- und Angelpunkt des gesamten Konzepts, weil an ihr die Fahrerlaubnisklasse C1, die innerstädtische Beweglichkeit und ein erheblicher Teil der Betriebskosten hängen. Sie ist zugleich eng: Ein Fahrgestell mit Allradantrieb, Kabinenausbau und Backbone bindet einen wesentlichen Teil der zulässigen Gesamtmasse, bevor das erste Modul aufgenommen ist.

Daraus folgt eine harte Konstruktionsvorgabe: Die Modulbibliothek muss so bemessen sein, dass jede zulässige Kombination innerhalb der Gesamtmasse und der Achslasten bleibt — und das System muss diese Prüfung selbst durchführen und dokumentieren. Eine Konfiguration, die die Achslast überschreitet, darf softwareseitig nicht freigegeben werden. Für die Typgenehmigung ist frühzeitig mit der Genehmigungsbehörde zu klären, ob eine Genehmigung über einen definierten Konfigurationsraum möglich ist oder ob jede Bestückung als eigene Variante zu behandeln wäre; von dieser Antwort hängt die Wirtschaftlichkeit des gesamten Ansatzes ab.

### 6.2 Das Feuerwehr-Normenwerk ist typorientiert

EN 1846 und die DIN-14500er-Reihe beschreiben Fahrzeugtypen: Löschfahrzeuge, Rüst- und Gerätewagen, Einsatzleitfahrzeuge, jeweils mit definierter Beladung und

Mindestleistung. Diese Systematik ist bewährt und hat einen guten Grund — sie erzeugt Verlässlichkeit über Ländergrenzen hinweg. Sie kennt aber keine Kategorie für ein Fahrzeug, dessen Typ von der aktuellen Konfiguration abhängt.

Der Vorschlag lautet nicht, die bestehenden Normen anzugreifen, sondern eine ergänzende Kategorie zu schaffen: ein rollenkonfigurierbares Fahrzeug, dessen Norm nicht die Beladung, sondern den Konfigurationsraum und die Nachweispflichten regelt. Die Norm würde also nicht sagen, was an Bord ist, sondern wie belegt wird, was an Bord ist. Das ist ein Paradigmenwechsel im Normungsdenken und wird Zeit brauchen.

### 6.3 Förder- und Zuwendungsrecht

Landesförderungen und Zuwendungsbescheide knüpfen regelmäßig an Fahrzeugtypen nach den genannten Normen an. Ein Fahrzeug ohne Normtyp ist damit im Zweifel nicht förderfähig — ein praktisches Hindernis, das viele technisch überzeugende Konzepte gestoppt hat. Zwei Wege sind gangbar: die Förderung der Fähigkeit statt des Fahrzeugs, wie sie im Katastrophenschutz teilweise bereits praktiziert wird, oder eine ausdrückliche Öffnungsklausel für Erprobungsvorhaben. Beides ist politisch zu erwirken und gehört auf die Tagesordnung, bevor das erste Serienfahrzeug existiert.

### 6.4 Fachrechtliche Anforderungen der Einzelrollen

- Trinkwasser: Anforderungen der Trinkwasserverordnung an Werkstoffe, Aufbereitungsstoffe und Abgabepunkt; Nachweis der Wasserqualität am Abgabeort, nicht nur an der Anlage.
- Impf- und Gesundheitsrolle: Medizinprodukterecht für die eingesetzten Geräte, Anforderungen an die Kühltette einschließlich lückenloser Temperaturdokumentation, ärztliche Verantwortlichkeit bei Fernkonsultation.
- Netzersatz: Anforderungen an ortsveränderliche Erzeugungsanlagen, Schutzkonzept bei Abgabe an Dritte, Prüfungen nach den einschlägigen Regeln der Elektrotechnik.
- Digitale Ebene: Einordnung als Bestandteil kritischer Infrastruktur je nach Betreiber und Rolle, mit den daraus folgenden Melde- und Nachweispflichten.

## 7 Cybersicherheit und Degradationsfestigkeit

Mit dem Backbone entsteht eine Angriffsfläche, die ein konventionelles Löschfahrzeug nicht hat. Das Fahrzeug wird zum Netzknoten, führt personenbezogene Daten, betreibt eine Netzzelle und steuert Energieabgabe an Dritte. Wer das Konzept vertritt, muss diese Frage von sich aus beantworten, bevor sie gestellt wird.

### 7.1 Zonenmodell

Empfohlen wird eine strikte Dreiteilung mit unidirektionalen Übergängen. Die Zone Fahren umfasst alles, was die Fahrzeugbewegung betrifft, und ist von den übrigen Zonen vollständig entkoppelt — kein Missionsprofil darf je Einfluss auf Bremse, Lenkung oder Antrieb nehmen. Die Zone Wirken umfasst die Steuerung der Module, Energieabgabe und Pumpenbetrieb; sie ist auch ohne die dritte Zone vollständig

bedienbar. Die Zone Informieren umfasst Lagebild, Kommunikation nach außen, personenbezogene Verarbeitung und Cloudanbindung. Datenflüsse zwischen den Zonen sind ausschließlich in Richtung der Informationszone zulässig, Steuerbefehle in Gegenrichtung nicht.

## 7.2 Softwareupdates am Einsatzfahrzeug

Ein System, dessen Fähigkeit ladbar ist, braucht einen geregelten Updatepfad und ein Managementsystem für Cybersicherheit über den Lebenszyklus. Die im Fahrzeugbau etablierten Regelungen zu Cybersicherheits- und Softwareupdate-Managementsystemen sind hier die naheliegende Referenz. Verbindlich sollte gelten: kein Update während der Einsatzbereitschaft, Signaturprüfung vor jeder Installation, eine jederzeit lauffähige Vorversion und ein dokumentierter Rückfallpfad.

## 7.3 Der kalte Modus

Die wichtigste Auslegungsregel des gesamten Systems lautet: Keine sicherheitsrelevante Fähigkeit darf ausschließlich über Software erreichbar sein. Jedes Modul muss eine mechanische oder elektrische Notbedienebene besitzen, die ohne Backbone, ohne Netz und ohne Anmeldung funktioniert. Die Pumpe muss laufen, wenn der Rechner ausgefallen ist. Das kostet Konstruktionsaufwand und ist nicht verhandelbar.

| Stufe | Ausfall                          | Verbleibende Fähigkeit                                               |
|-------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 0     | Vollbetrieb                      | alle Rollen, Lagebild, Fernkonsultation, Protokollierung             |
| 1     | Cloud- und Weitverkehrsanbindung | alle Wirkfähigkeiten, lokales Lagebild, lokale Protokollierung       |
| 2     | Backbone-Rechner                 | alle Wirkfähigkeiten über Notbedienebene, Protokollierung auf Papier |
| 3     | Bordenergie                      | mechanisch betreibbare Module, Fahrbetrieb                           |

Tabelle 8: Degradationsstufen. Die Stufen sind im Pilotbetrieb regelmäßig zu üben, nicht nur zu dokumentieren.

# 8 Wirtschaftlichkeit

Die folgende Modellrechnung dient der Größenordnung, nicht der Haushaltsplanung. Alle Werte sind gerundete Marktrichtwerte für das Jahr 2026 und im konkreten Fall zu ersetzen. Der Zweck der Rechnung ist, den Hebel sichtbar zu machen — und der liegt nicht dort, wo er üblicherweise gesucht wird.

## 8.1 Vergleich der Anschaffung

Verglichen wird die Fähigkeit, die fünf beschriebenen Rollen abzudecken. Klassisch geschieht das über acht eigenständige Einheiten, deren Nutzung sich teilweise überschneidet. In der Plattformlogik über zwei Träger und eine gemeinsame Modulbibliothek.

| Klassische Beschaffung        | Richtwert   | Plattformlogik               | Richtwert   |
|-------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|
| TLF 3000                      | 420.000 €   | Träger SDTVP (1)             | 480.000 €   |
| HLF / Rüstwagen               | 550.000 €   | Träger SDTVP (2)             | 480.000 €   |
| Einsatzleitwagen 1            | 280.000 €   | Wasseraufbereitung           | 180.000 €   |
| GW-Logistik 2                 | 320.000 €   | Roboterdock                  | 140.000 €   |
| GW-Sanität                    | 250.000 €   | Impfmodul mit Kühlkette      | 95.000 €    |
| Trinkwasseraufbereitung mobil | 350.000 €   | Stromerzeuger                | 85.000 €    |
| Netzersatzanlage auf Anhänger | 90.000 €    | übrige neun Module           | 445.000 €   |
| Kühltransport / Impflogistik  | 120.000 €   | —                            | —           |
| Summe (8 Einheiten)           | 2.380.000 € | Summe (2 Träger + 14 Module) | 1.905.000 € |

Tabelle 9: Modellrechnung Anschaffung. Richtwerte 2026, brutto, gerundet; keine Angebotsbasis.

Die Differenz von rund einer halben Million Euro ist real, aber sie ist nicht das Argument. Sie liegt innerhalb der Schwankungsbreite realer Ausschreibungen und wird von jedem Beschaffer zu Recht angezweifelt. Zwei andere Effekte sind belastbarer: Der Stellplatzbedarf sinkt von acht auf zwei Fahrzeugplätze zuzüglich Modullager, und die Fähigkeitsverteilung ist nicht mehr an Standorte gebunden — ein Modul lässt sich verlegen, ein Fahrzeug nur mit Besatzung.

## 8.2 Der eigentliche Hebel: Kosten des Fähigkeitswechsels

Hier entscheidet sich der Fall. Angenommen, die Drohnenfernerkundung soll nach sechs Jahren auf einen neuen technischen Stand gebracht werden. Klassisch bedeutet das, das Trägerfahrzeug mit der eingebauten Technik zu ersetzen oder aufwendig umzubauen; die Fähigkeit ist mit dem Fahrzeug verheiratet. In der Plattformlogik wird ein Modul getauscht.

| Fähigkeitsänderung                    | Klassisch                                    | SDTVP                              |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|
| Neue Sensorik in der Fernerkundung    | Umbau oder Ersatzfahrzeug, 100.000–400.000 € | Modultausch, 60.000 €              |
| Neue Bedienlogik / Lagebild           | nicht nachrüstbar, bleibt bis Ersatz         | Softwareupdate, kalkulatorisch 0 € |
| Zusätzliche Rolle im Portfolio        | Neubeschaffung Sonderfahrzeug                | Modulbeschaffung                   |
| Rollenverlagerung an anderen Standort | Fahrzeug- und Personalverlagerung            | Modultransport                     |

Tabelle 10: Kosten des Fähigkeitswechsels. Dies ist die Kennzahl, auf die es ankommt.

Über einen Betrachtungszeitraum von fünfzehn Jahren mit zwei bis drei Fähigkeitssprüngen je Rolle dominiert dieser Posten die Gesamtkosten deutlich. Die

sinnvolle Steuerungsgröße ist daher nicht der Anschaffungspreis je Fahrzeug, sondern die Kosten je Fähigkeitsjahr.

### 8.3 Wann sich das Konzept nicht rechnet

- Bei hoher Gleichzeitigkeit der Rollen. Wer regelmäßig drei der fünf Rollen parallel braucht, braucht drei Träger — und der Vorteil schmilzt.
- Bei sehr kleinen Organisationen mit nur einer Sonderaufgabe. Ein Standort mit ausschließlich Vegetationsbrandbedarf fährt mit einem spezialisierten Fahrzeug günstiger.
- Bei fehlender Modullogistik. Ohne Lagerfläche, Umschlagtechnik und geregelte Zuständigkeit für das Umrüsten entsteht kein Nutzen, sondern ein zweites Problem.
- Bei proprietärem Schnittstellenstandard. Dann gilt der Modulpreis des einen Anbieters dauerhaft, und die Rechnung kippt.

### 8.4 Beschaffungsmodell

Empfohlen wird eine funktionale Leistungsbeschreibung, die den Konfigurationsraum und die Nachweispflichten beschreibt, statt einer typorientierten Beladefliste. Sinnvoll ergänzt wird sie durch eine Rahmenvereinbarung über Module mit Abruf nach Bedarf, durch ein Modul-Pooling mehrerer Gebietskörperschaften für seltene Fähigkeiten — ein Aufbereitungsmodul im Bezirk, nicht auf jeder Wache — und durch eine getrennte Vergabe von Träger, Modulen und Missionssoftware, sobald der Schnittstellenstandard trägt. Genau diese Trennbarkeit ist der Prüfstein: Wenn sie vergaberechtlich nicht darstellbar ist, ist der Standard noch nicht ausreichend spezifiziert.

## 9 Organisation, Personal und Wache

### 9.1 Von der Fahrzeugkunde zur Rollenkunde

Die Ausbildung im Einsatzdienst ist auf Fahrzeugtypen aufgebaut. Wer ein HLF kennt, weiß, was in Fach drei liegt. Diese Sicherheit geht verloren, wenn der Inhalt konfigurierbar wird — und sie muss durch etwas Besseres ersetzt werden, nicht durch Vertrauen in die Software. Zwei Anforderungen folgen daraus. Erstens muss der Konfigurationszustand physisch und digital eindeutig erkennbar sein: sichtbare Kennzeichnung am Fach, nicht nur ein Eintrag im Display. Zweitens muss die Ausbildung auf Rollen umgestellt werden — vier bis fünf Rollenprofile sind lernbar, vierzehn Module in beliebiger Kombination sind es nicht.

### 9.2 Wer rüstet um, und wann?

Die Rüstzeiten von zehn bis zwanzig Minuten in Tabelle 4 beziehen sich auf den Aufbau am Einsatzort, nicht auf den Modulwechsel. Der Modulwechsel selbst gehört auf die Wache und in geplante Zeitfenster. Für den ungeplanten Fall — die Lage ändert ihren Charakter — braucht es eine klare Regel: Umrüsten während einer laufenden Lage ist die Ausnahme, erfordert eine Freigabe der Einsatzleitung und muss protokolliert werden. Ohne diese Regel entsteht ein Fahrzeug, dessen Zustand niemand mehr kennt.

### 9.3 Die Wache als Modulhafen

Das Konzept hat unmittelbare bauliche Folgen, und sie passen zu den Überlegungen zur Feuerwache der kommenden Generation. Eine Wache, die Träger und Module vorhält, braucht Lagerfläche mit definierten Stellplätzen, Umschlagtechnik, Ladeinfrastruktur für Module mit eigener Energiespeicherung, einen Prüf- und Wartungsplatz sowie eine digitale Bestandsführung, die mit den Deskriptoren der Module arbeitet. Der Modulhafen ist damit ein eigenes Funktionsmodul der Wache — und ein weiterer Beleg dafür, dass Fahrzeug- und Liegenschaftsplanung nicht mehr getrennt gedacht werden können.

### 9.4 Der Rollenwechsel als Führungsentscheidung

Technisch dauert das Laden eines Missionsprofils Sekunden. Fachlich ist es eine Entscheidung mit Konsequenzen für Auftrag, Befugnisse und Dokumentation. Der Vorgang gehört deshalb in die Führungsorganisation: definierte Entscheidungsbefugnis, Quittierung, Eintrag im Flight Recorder, Rückmeldung an die Leitstelle. Ein Fahrzeug, dessen Rolle sich ändert, ohne dass die Leitstelle es weiß, ist ein Dispositionsrisiko.

## 10 Risiken und belastbare Gegenargumente

Die folgende Aufstellung ist bewusst gegen das eigene Konzept geschrieben. Ein Whitepaper, das nur Vorzüge kennt, wird in der Fachöffentlichkeit zu Recht nicht ernst genommen.

| Nr. | Risiko                                   | Bewertung und Gegenmaßnahme                                                                                                                                                |
|-----|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R1  | Gleichzeitigkeit: ein Träger, eine Rolle | Hoch und nicht auflösbar. Gegenmaßnahme ist Bemessung: Trägerzahl aus einer Gleichzeitigkeitsanalyse ableiten, nicht aus der Rollenzahl.                                   |
| R2  | Rüstzeit im unvorhergesehenen Fall       | Mittel, durch Familienbildung deutlich entschärft. Gegenmaßnahme: Grundbestückung nach Abschnitt 4.7 definieren, die vier Profile ohne Umbau trägt; Umrüstung nur geplant. |
| R3  | Zulassung und Achslast                   | Hoch. Gegenmaßnahme: Zulassungsvoranfrage vor Serienplanung; softwareseitige Sperre unzulässiger Konfigurationen.                                                          |
| R4  | Herstellerabhängigkeit beim Standard     | Hoch. Gegenmaßnahme: offene Spezifikation, Konsortialträgerschaft, zweiter Aufbauhersteller im Pilotbetrieb.                                                               |
| R5  | Softwareabhängigkeit                     | Mittel. Gegenmaßnahme: Notbedienebene je Modul, definierte Degradationsstufen, regelmäßige Übung im kalten Modus.                                                          |
| R6  | Massegrenze 7,5 t                        | Hoch. Gegenmaßnahme: Massebudget als führende Konstruktionsgröße; Leichtbau bei Modulen; Prüfung einer 8,5-t-Variante als Rückfallebene.                                   |
| R7  | Akzeptanz im Einsatzdienst               | Mittel bis hoch. Gegenmaßnahme: Einstieg über eine anschlussfähige Rolle (MANV/TH), Beteiligung der Wachen                                                                 |

| Nr. | Risiko                   | Bewertung und Gegenmaßnahme                                                         |
|-----|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                          | an der Modulgestaltung.                                                             |
| R8  | Fehlende Förderfähigkeit | Hoch. Gegenmaßnahme: politische Klärung parallel zum Funktionsmuster, nicht danach. |

Tabelle 11: Risikoregister des Konzeptstands.

## 11 Einführungspfad 2026–2032

Der Pfad ist so geschnitten, dass jede Phase eine Entscheidung ermöglicht — und ein Abbruch nach jeder Phase verkraftbar bleibt.

| Phase                        | Zeitraum  | Ergebnis                                                      | Entscheidungspunkt             |
|------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 0 — Konzept und Demonstrator | bis 2026  | Funktionsmuster FT01, Datenmodell, Envision-Plattform         | Trägt das Konzept fachlich?    |
| 1 — Spezifikation            | 2026/27   | Kopplungsspezifikation v0.9, Konsortium, Zulassungsvoranfrage | Ist der Standard konsensfähig? |
| 2 — Funktionsmuster          | 2027/28   | fahrbereiter Träger, zwei reale Module, Massenachweis         | Ist es zulassungsfähig?        |
| 3 — Pilotbetrieb             | 2028–2030 | zwei bis drei Feuerwehren, 24 Monate, Messprogramm            | Hält es im Dienst?             |
| 4 — Normung                  | 2029–2031 | Normungsantrag, DIN-Spezifikation, europäische Perspektive    | Entsteht ein Markt?            |
| 5 — Skalierung               | ab 2031   | Rahmenvereinbarung, Modul-Pooling, zweiter Hersteller         | —                              |

Tabelle 12: Einführungspfad mit Entscheidungspunkten.

Die Phasen 1 und 4 sind die kritischen. Phase 1 entscheidet, ob ein Markt möglich ist oder ein Einzelstück entsteht. Phase 4 entscheidet, ob der Ansatz über den Kreis der Beteiligten hinaus Bestand hat. Beide sind keine Ingenieurleistungen, sondern Gremien- und Überzeugungsarbeit — und sollten entsprechend mit Zeit und Personal hinterlegt werden.

## 12 Messgrößen für den Pilotbetrieb

Ein Pilotbetrieb ohne vorab definierte Messgrößen erzeugt Anekdoten. Die folgenden Kennzahlen sind vor Beginn festzulegen, technisch aus dem Flight Recorder abzuleiten und quartalsweise zu berichten.

| Kennzahl              | Definition                        | Zielwert          |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Rüstzeit Modulwechsel | 95. Perzentil, Wache, zwei Kräfte | < 25 min je Modul |

| Kennzahl                        | Definition                                      | Zielwert                         |
|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------|
| Rüstzeit Einsatzstelle          | 95. Perzentil bis Wirkbereitschaft              | gemäß Rollenprofil               |
| Fehlkonfigurationsrate          | Anteil Ausfahrten mit Abweichung Soll/Ist       | < 1 %                            |
| Blockierte Konfigurationen      | vom System verhinderte unzulässige Bestückungen | zu erfassen, nicht zu minimieren |
| Verfügbarkeitsgrad              | Anteil Zeit in einsatzbereitem Zustand          | > 95 %                           |
| Fähigkeitsupdates ohne Hardware | Anteil rein softwareseitiger Fähigkeitszuwächse | > 40 % nach drei Jahren          |
| Kosten je Fähigkeitsjahr        | Gesamtkosten geteilt durch Rollen mal Jahre     | unter Referenzflotte             |
| Übungen im kalten Modus         | Anzahl je Standort und Jahr                     | ≥ 4                              |

Tabelle 13: Kennzahlenrahmen für den Pilotbetrieb.

## 13 Thesen

6. Fahrzeug und Fähigkeit sind zwei Beschaffungsgegenstände, die aus historischen Gründen als einer behandelt werden. Ihre Trennung ist der eigentliche Gegenstand dieses Konzepts.
7. Der Wert liegt im Schnittstellenstandard, nicht im Fahrzeug. Wer den Standard offen hält, schafft einen Markt; wer ihn schließt, ein Einzelprodukt.
8. Selbstbeschreibung ist die eigentliche Neuerung. Ein Modul, das sagt, was es ist, was es kann und wann es zuletzt geprüft wurde, ersetzt eine Buchführung, die unter Zeitdruck regelmäßig versagt.
9. Keine sicherheitsrelevante Fähigkeit darf ausschließlich über Software erreichbar sein. Diese Regel ist die Bedingung dafür, dass Digitalisierung im Einsatzdienst überhaupt verantwortbar ist.
10. Der kritische Pfad ist regulatorisch. Zulassung, Normtyp und Förderfähigkeit entscheiden früher über den Erfolg als jede technische Frage.
11. Die Wache muss mitgedacht werden. Eine Plattformflotte ohne Modulhafen ist eine unvollständige Planung.
12. Sicherheit ist ein Produktionsfaktor. Eine Plattform, die im Blackout eine Adresse im Quartier erzeugt, sichert nicht nur Leben, sondern die Funktionsfähigkeit einer Stadt — und ist damit als Investition und nicht als Kostenstelle zu bewerten.

## Anhang A Slot- und Modulmatrix

### A.1 Aufnahmeplätze

| Kennung      | Bezeichnung         | Lage                         | Typische Nutzung              |
|--------------|---------------------|------------------------------|-------------------------------|
| bay-left-1   | Gerätefach links 1  | Service-Modul, links vorn    | schwere Wirktechnik           |
| bay-left-2   | Gerätefach links 2  | Service-Modul, links hinten  | Tank, Speicher                |
| bay-right-1  | Gerätefach rechts 1 | Service-Modul, rechts vorn   | Energieerzeugung              |
| bay-right-2  | Gerätefach rechts 2 | Service-Modul, rechts hinten | Kommunikation, Elektronik     |
| roof-front   | Dach vorn           | über Kabine                  | Drohnendock, Mast             |
| roof-rear    | Dach hinten         | über Service-Modul           | Mast, Antennen                |
| rear         | Heck                | Heckportal                   | Abgabe, Wetterschutz, Anzeige |
| cabin-center | Kabine Mitte        | Crew Cabin                   | Sichtung, Arbeitsplatz        |

### A.2 Modulbibliothek

| Kennung      | Modul                        | Masse  | Rollen                   |
|--------------|------------------------------|--------|--------------------------|
| forest-pump  | Wasserabgabe Vegetation      | 420 kg | Vegetationsbrand         |
| flex-tank    | Flexibler Wassertank         | 600 kg | Vegetationsbrand         |
| water-filter | Wasseraufbereitung           | 380 kg | Trinkwasser, Leuchtturm  |
| dispenser    | Trinkwasserabgabe            | 210 kg | Trinkwasser              |
| genset       | Stromerzeuger mit Dieseltank | 540 kg | alle                     |
| comms-cell   | 5G-Netzzelle                 | 190 kg | Leuchtturm, Impfstation  |
| vacc-rack    | Impfmodul mit Kühlkette      | 300 kg | Impfstation              |
| triage-rack  | Triage- und Sichtungsmodul   | 260 kg | Impfstation, MANV        |
| rescue-kit   | Technische Hilfeleistung     | 480 kg | MANV / TH                |
| robot-dock   | Roboter-Dock                 | 350 kg | MANV / TH                |
| drone-dock   | Drohnen-Dock                 | 120 kg | Vegetationsbrand, MANV   |
| light-mast   | Lichtmast                    | 140 kg | alle                     |
| info-display | Bürgerinformationsdisplay    | 95 kg  | Leuchtturm               |
| awning       | Wetterschutzdach             | 130 kg | Impfstation, Trinkwasser |

Massen sind Planungswerte des Konzeptstands und im Funktionsmuster zu verifizieren.

### A.3 Vorgeschlagene Erweiterungsmodule

*Die folgenden Module sind nicht Bestandteil des Konzeptstands, sondern Ergebnis der Katalogfortschreibung nach Abschnitt 4.7. Sie sind vor einer Beschaffung gegen die dort genannten Aufnahmekriterien zu prüfen.*

| Vorschlag    | Modul                                 | Masse<br>(Schätzung) | Erschließt Profil                                 |
|--------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------|
| measure-rack | ABC-Messtechnik                       | 280 kg               | Messen und Spüren                                 |
| satcom       | Satelliten- und<br>Richtfunkanbindung | 220 kg               | Ausweichknoten<br>Leitstelle, IT-<br>Wiederanlauf |
| battery      | Batteriespeicher mit Abgabe           | 700 kg               | Energie- und<br>Ladeinsel                         |
| heat-rack    | Heizmodul                             | 450 kg               | Wärmeinsel                                        |
| compute      | Rechen- und Speichermodul             | 180 kg               | IT-Wiederanlauf<br>Kommune                        |
| flood-pump   | Hochleistungspumpe                    | 1.000 kg             | Hochwasser und<br>Starkregen                      |
| distributor  | Energieverteilung an Dritte           | 160 kg               | Energie- und<br>Ladeinsel,<br>Leuchtturm          |

## Anhang B Glossar

| Begriff         | Bedeutung                                                                                                                             |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SDTVP           | Software Defined Tactical Vehicle Platform — rollenkonfigurierbare Einsatzplattform aus Träger, Modulbibliothek und Missionsprofilen. |
| Backbone        | Fest verbaute Energie-, Daten- und Bedieninfrastruktur des Trägers; Grundlage aller Rollen.                                           |
| Glass Cockpit   | Rollenabhängige Bedienoberfläche der Crew Cabin, die je Missionsprofil eine andere Darstellung zeigt.                                 |
| Connection Tree | Baumdarstellung aller Verbindungswege des Fahrzeugs mit Zustand und Rückfallebene.                                                    |
| Flight Recorder | Fortlaufende Aufzeichnung von Konfiguration, Zustand und Entscheidungen; Voraussetzung für Nachprüfbarkeit.                           |
| Missionsprofil  | Konfigurationsdatensatz, der aus Träger und Modulbestückung eine Rolle macht.                                                         |
| Deskriptor      | Maschinenlesbare Selbstbeschreibung eines Moduls; digitales Typenschild mit Prüf- und Betriebsdaten.                                  |
| Modulhafen      | Bereich der Wache für Lagerung, Ladung, Prüfung und Umschlag der Module.                                                              |
| Kalter Modus    | Betriebszustand ohne Backbone und ohne Netz; nur mechanische und elektrische Notbedienebenen.                                         |
| Loadout         | Konkrete Zuordnung von Modulen zu Aufnahmeplätzen in einer Konfiguration.                                                             |

## Anhang C Normen und Bezugsdokumente

*Die folgende Zusammenstellung nennt die Regelwerke, die bei der weiteren Ausarbeitung heranzuziehen sind. Sie ersetzt keine rechtliche Prüfung; Fassungsstände sind jeweils zu verifizieren.*

- EN 1846-1 bis -3 — Feuerwehrfahrzeuge: Nomenklatur, allgemeine und Sicherheitsanforderungen.
- DIN 14502 und die DIN-14500er-Reihe — nationale Anforderungen an Feuerwehrfahrzeuge und Fahrzeugtypen.
- StVZO und EG-Fahrzeugtypgenehmigung — Gesamtmasse, Achslasten, Varianten- und Versionsbildung.
- Fahrerlaubnisrecht, Klasse C1 — Relevanz der 7,5-Tonnen-Grenze für die Personalplanung.
- UN-Regelungen zu Cybersicherheits- und Softwareupdate-Managementsystemen im Fahrzeugbau.
- Trinkwasserverordnung sowie die Bewertungsgrundlagen des Umweltbundesamtes für Werkstoffe und Aufbereitungsstoffe.
- Medizinprodukterecht und Anforderungen an die Kühlkette für die Gesundheitsrolle.

- BSI-Grundschutz sowie die Anforderungen aus NIS2 und dem KRITIS-Dachgesetz für die digitale Ebene.
- Interne Bezugsdokumente: Featureliste TVP, Prototypdokumentation FT01, Datenmodell der Envision-Plattform (lib/platform.ts), Ankerdatei des 3D-Modells.

---

*Dieses Whitepaper beschreibt einen Konzeptstand. Preise, Massen, Zeit- und Leistungsangaben sind Planungswerte und keine zugesicherten Eigenschaften. Es ersetzt weder eine technische Machbarkeitsuntersuchung noch eine rechtliche Prüfung.*