AGBF bund
im Deutschen Städtetag

Fachempfehlung

des Fachausschusses Technik

der deutschen Feuerwehren

DEUTSCHER FEUERWEHR VERBAND

Fachempfehlung Nr. DFV-FE-77-2025 vom 22. Dezember 2025 (Version 2025.12)

Fachempfehlung zur bedarfsgerechten Auswahl und Ausstattung von handgeführten Wärmebildkameras

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

2 Vorgaben aus der Normung
- 2.1 Quantitative Vorgaben
- 2.2 Qualitative Merkmale

3 Kategorisierung von Wärmebildkameras
- 3.1 Angriffs-, Orientierungs- & Rettungswärmebildkameras
- 3.2 Taktische Wärmebildkameras

4 Bedarf
- 4.1 Entscheidungshilfe
- 4.2 Fahrzeugausstattung
- 4.3 Sonstige Anwendungen
  - 4.3.1 Ausstattung für die Vegetationsbrandbekämpfung
  - 4.3.2 Ausstattung für die CBRN-Gefahrenabwehr

5 Hinweise für Ausbildung und Einsatz

6 Produktübersicht

7 Glossar

Bundesgeschäftsstelle
Reinhardtstraße 25
10117 Berlin
Telefon
(030) 288488-00
Telefax
(030) 288488-09
E-Mail
info@dfv.org
Internet
www.feuerwehrverband.de

1. Einleitung

Diese Fachempfehlung dient als Hilfestellung zur bedarfsgerechten Auswahl handgeführter Wärmebildkameras (WBK). Deshalb werden ausschließlich deren Anforderungen betrachtet. Weitere technische Möglichkeiten personenbezogener Wärmebildkameras (bspw. Helmkameras) als auch von Wärmebildkameras für die Verwendung in Verbindung mit Fahrzeugen & unbemannten Luftfahrzeugen (Drohnen) sowie stationäre & technische Kameras ohne feuerwehrspezifische Eigenschaften werden nicht betrachtet.

Aufgrund einsatztaktischer Erfordernisse sowie zahlreicher Anpassungen im Bereich der Fahrzeugnormung für die Feuerwehr kommt der Beschaffung von Wärmebildkameras inzwischen eine sehr hohe Bedeutung zu. In der feuerwehrtechnischen Beladung verschiedener Fahrzeugnormen werden diese bereits als Standard vorgesehen und zudem erste Leistungsparameter einer Wärmebildkamera definiert. Ebenfalls wird auf die zu beschaffende Mindestanzahl Bezug genommen.

In Deutschland existiert keine Norm für Wärmebildkameras. Daher orientieren sich zahlreiche Hersteller an dem US-amerikanischen Standard NFPA 1801 (NFPA 1801:2021® – Standard on Thermal Imagers for the Fire Service); eine Normung ist in Deutschland sowie in der EU aktuell nicht geplant. Durch die stetige technische Weiterentwicklung und die damit erforderlichen Anpassung der Anforderungen stellt die Fachempfehlung ein flexibleres Grundlagendokument dar.

Der Markt bietet für die Anwender eine Vielzahl verschiedener Modelle in verschiedenen Preis- und Leistungsklassen an, ohne diese nach tatsächlicher Nutzung oder Szenarien zu differenzieren. Daher wurden bisher keine anwendungsbezogenen Mindestanforderungen definiert.

In dieser Fachempfehlung werden, ausgehend von den normativen Beschreibungen, die quantitativen Vorgaben und qualitativen Anforderungen an Wärmebildkameras näher betrachtet. Zudem erfolgt eine Einteilung in zwei verschiedene Kategorien. Auf Grundlage dieser Kategorien werden die technischen Mindest-

anforderungen differenziert definiert sowie ergänzende Ausstattungsempfehlungen gegeben. Zur Ermittlung des tatsächlichen Bedarfs ist eine Entscheidungshilfe vorgesehen. Aus dieser ergeben sich die notwendigen Kategorien sowie die erforderliche Anzahl. Für eine mögliche Auswahl kann die Produktübersicht aktueller handgeführter Wärmebildkameras herangezogen werden. Technische Hintergründe sind im Glossar beschrieben.

Was ist eine Wärmebildkamera?

Eine Wärmebildkamera ist ein Sichtgerät und nur bedingt durch deren Eigenschaften sowie Konfiguration ein Messgerät. Dem Anwender sollten die Grundsätze von Thermaleigenschaften bekannt und geläufig sein. Dies gilt besonders im Bereich Taktik. Die Wärmebildkamera ist ein bildgebendes Gerät mit der Möglichkeit zum Empfang von Infrarotstrahlung im Wellenlängenbereich von 0,7 bis 1000 µm und zu deren Wiedergabe als zweidimensionales Bild. Moderne Wärmebildkameras nutzen den Spektralbereich von 3,5 bis 14 µm. Sie erfassen Temperaturverteilungen auf Flächen und Gegenständen und stellen sie so dar, dass der Betrachter die Realität mit deutlichem Kontrast auf dem Kamerabildschirm originalitätsnah mit bis zu 1000 Bildern pro Sekunde abgebildet sieht.

2. Vorgaben aus der Normung

Im Rahmen der Überarbeitung von Fahrzeugnormen wurden quantitative Vorgaben sowie qualitative Merkmale in den Beladungstabellen definiert. Diese werden nachfolgend erörtert.

2.1 Quantitative Vorgaben

Mit der Aktualisierung der Standardbeladungstabellen von Löschfahrzeugen (Normenreihe DIN 14530) im Jahr 2019 verfügt jedes Löschfahrzeug über mindestens eine Wärmebildkamera als Standardbeladung. Bei Löschstaffel- und Löschgruppenfahrzeugen (Ausnahme LF 20 KatS) wurde zudem eine zweite Wärmebildkamera als normative Mindestbeladung aufgenommen und in den Standardbeladungstabellen mit der Fußnote „Darf entfallen, wenn die zweite Wärmebildkamera für den Sicherheitstrupp/zweiten Angriffstrupp von einem anderen Fahrzeug zur Verfügung steht.“ versehen.

Zudem wurden Wärmebildkameras bereits in früheren Überarbeitungen in den Standardbeladungstabellen als Beladung auf Wunsch des Bestellers für den Gerätewagen-Gefahrgut sowie Einsatzleitwagen 1 definiert.

Die fahrzeugtypbezogene Mindestausstattung ist nachfolgend dargestellt.

Fahrzeugart[1]	**Fahrzeug-typ**	**Mindest-ausstattung**	**Normaus-gabe**
Löschstaffelfahrzeuge	TSF	1 + 1[2]	2019-11
	KLF		
	TSF-W		
	MLF		
Löschgruppenfahrzeuge	LF 10	1 + 1[2]	2019-11
	HLF 10		
	LF 20		
	HLF 20		
	LF 20 KatS	1	2021-01
Tanklöschfahrzeuge	TLF 2000	1	2019-11
	TLF 3000		
	TLF 4000		
Rüst- und Gerätewagen	GW-G	(1[3])	2023-03
Einsatzleitfahrzeuge	ELW 1	(1[4])	2014-04

Tabelle 1: Darstellung der Anzahl normativ geforderter Wärmebildkameras (IST-Stand)

2.2 Qualitative Merkmale

Die normativen Vorgaben sind in Bezug auf die qualitativen Merkmale von Wärmebildkameras in den Standardbeladungstabellen der Feuerwehrfahrzeugen nicht einheitlich ausgeführt. In der Norm zum Einsatzleitwagen 1 sind keine qualitativen Merkmale definiert.

[1] Verweis auf die in der DIN SPEC 14502-1 dargestellte Fahrzeugübersicht des DIN-FNFW-Feuerwehrfahrzeug-Typenliste
[2] Verweis auf DIN 14530 Teil 5 & 11 bis 27; Tabelle 1 – Standardbeladung Ziffer I „Darf entfallen, wenn die zweite Wärmebildkamera für den Sicherheitstrupp / zweiten Angriffstrupp von einem anderen Fahrzeug zur Verfügung steht."
[3] Nach DIN 14555-12:2023-03 – keine Standardbeladung, lediglich auf Wunsch des Bestellers.
[4] Nach DIN SPEC 14507-2:2014-04 – keine Standardbeladung, lediglich auf Wunsch des Bestellers.

Die Normen der Löschfahrzeuge berücksichtigen in den Standardbeladungstabellen lediglich die nachfolgende Beschreibung:

- robust und hitzebeständig;
- bedienbar mit Feuerwehrschutzhandschuhen nach DIN EN 659;
- Ausführung in Schutzart IP 67 nach DIN EN 60529 (VDE 0470-1).

Die weiteren ergänzenden Merkmale werden ausschließlich in der Norm für den Gerätewagen-Gefahrgut beschrieben:

- mit Personensuchmodus;
- Temperaturbereich min. -20 °C bis 500 °C;
- ex-geschützt (II 2 G, IIC T4).

Die qualitativen Merkmale werden nachfolgend näher betrachtet.

Eine Definition der Merkmale robust und hitzebeständig erfolgt in nationalen Normen nicht.

Für die Bedienbarkeit mittels Feuerwehrschutzhandschuhen nach DIN EN 659 wird darauf hingewiesen, dass es zu einer Einschränkung des Tastgefühls bei Nutzung von Handschuhen für die Brandbekämpfung im Innenangriff kommen kann.

Hinweis: Immer einen Bedienbarkeitsversuch mit den zur Auswahl stehenden Wärmebildkameras und den vorhandenen Feuerwehrschutzhandschuhen durchführen sowie dies als Bewertungskriterium berücksichtigen!

Die Ausführung in der Schutzart IP 67 ist nach DIN EN 60529 (VDE 0470-1) beschrieben und bedeutet vollständiger Schutz gegen Berührung (staubdicht) sowie Schutz gegen zeitweiliges Untertauchen in Wasser (30 Minuten bis 1 Meter Tiefe).

Der Personensuchmodus stellt eine gesonderte Einstellungsmöglichkeit dar, um mit Hilfe eines Polaritätswechsels Personen im freien Gelände besser detektieren zu können. Wärmebildkameras für die Brandbekämpfung sind bauartbedingt nur eingeschränkt für die Personensuche im Freien geeignet (Messentfernung).

Der Temperaturbereich beschreibt den Detektions- und Anzeigebereich.

Die Vorgabe ex-geschützt mit den ergänzenden Angaben klassifiziert die WBK gemäß ATEX-Produktrichtlinie (Gerätegruppe & -kategorie, Explosionsgruppe und Temperaturklasse).

Zur näheren Definition qualitativer Standards kann nur auf die US-amerikanische Norm NFPA 1801 verwiesen werden, da weitere Grundlagen im deutschsprachigen Raum fehlen.

Die NFPA 1801 definiert die wesentlichen Merkmale durch nachfolgende Tests:

- Falltest;
- Hitzebeständigkeitstest;
- Hitze- und Flammentest;
- Dauerhaftigkeitstest.

Eine nähere Beschreibung der Tests kann dem Glossar entnommen werden.

3. Kategorisierung von Wärmebildkameras

Die Vielzahl an marktverfügbaren handgeführten Wärmebildkameras, welche unterschiedliche Preis- und Leistungsniveaus abbilden, erfordern eine Kategorisierung entsprechend der vorgesehenen Verwendung. Daraus resultieren differenzierte taktische und dementsprechend auch technische Parameter.

Nachfolgende Kategorien werden vorgesehen:

1. Angriffs-, Orientierungs- und Rettungswärmebildkamera (AOR-WBK)
2. Taktische Wärmebildkamera, mit den Unterkategorien
   a. „CBRN“ (für die Gefahrenabwehr bei Ereignissen mit gefährlichen Stoffen und Gütern),
   b. „Führung“ (für die taktische Bewertung von Ereignissen),
   c. „UVA“ (für die Gefahrenabwehr in „Unterirdischen Verkehrsanlagen“).

Mindeststandards für Angriffs-, Orientierungs- und Rettungswärmebildkameras sowie taktische Wärmebildkameras werden im weiteren Verlauf definiert. Zudem erfolgt die Empfehlung von bedarfsgerecht erhöhten Standards. Die jeweilige Definition der unterschiedlichen technischen Anforderungen können dem Glossar entnommen werden.

3.1 Angriffs-, Orientierungs- & Rettungswärmebildkameras

Angriffs-, Orientierungs- und Rettungswärmebildkameras sind die Standardausrüstung von Trupps unter Atemschutz im Brandeinsatz und können auch bei anderen Einsatzszenarien verwendet werden. Diese können beispielsweise die Verbesserung der Orientierung bei schlechten Sichtverhältnissen in Räumen (Dunkelheit & Rauch) oder die Identifikation von thermisch detektierbaren Gefahren (bauliche Strukturen, elektrische Anlagen, Flüssigkeiten, Rohrleitungen) sein.

Diese Wärmebildkameras zeichnen sich durch folgende Parameter aus:

- kompakte Bauweise;
- geringes Gewicht;
- einfache Bedienbarkeit mit Feuerwehrschutzhandschuhen nach DIN EN 659;
- geringe Anschaffungskosten;
- hohe Qualität der Bildwiedergabe.

Die technische Entwicklung ermöglicht, die oben genannten Parameter in einer kompakten Wärmebildkamera zu vereinen, ohne eine Minderung der Bildqualität in Kauf nehmen zu müssen. Diese Wärmebildkameras stellen den Stand der Technik für die Anwendung „Angriff, Orientierung & Rettung“ dar. Trotz der kompakten Bauweise solcher Wärmebildkameras verfügen diese über eine intuitive und benutzerfreundliche Bedienoberfläche. Sie vereinen eine leistungsstarke Kombination aus Präzision und Zuverlässigkeit.

Haupt-kategorie	Unterkategorie	Merkmale
Allgemein	Akku	mindestens durch Hersteller austauschbar, alternativ werkzeuglos wechselbar
	Bedienung	• Einhandbedienung • ausgeglichene Gewichtsverteilung • Hauptbedienung max. 3 Tasten & eine Sondertaste • 1 Menüebene • (empfohlen - Tastensperre)
	Masse (betriebsbereit)	max. 0,9 kg → je leichter, desto besser
	Maße	kompakt → so klein wie möglich
	Betriebszeit	mind. 4 h (Akkulaufzeit, ohne Austausch)
	Betriebstemperaturbereich	mind. -20 °C bis mind. 55 °C, weitere siehe Hitzebeständigkeitstest
	Schnittstelle (Daten)	USB Typ C (empfohlen - in Ladehalterung integriert)
	Schnittstelle (Laden)	außenliegende Kontakte (Kontaktladen magnetisch oder mechanisch) oder drahtlos (induktives Laden)
Sensorik & Bildge-bung	Anzeigeelemente	• Batteriestand → unten mittig • Farb-/ Temperaturreferenzskala → rechts • Anzeige Überhitzung → oben mittig „rotes Dreieck“ <u>optional:</u> • Umschaltung Temperaturbereich → oben links „grünes Dreieck“ • Temperaturanzeige → unten rechts • Bezugspunktmarkierung für Temperaturanzeige → mittig (z.B. „Fadenkreuz oder Punktmarkierung“) • Foto → durch z.B. kurzzeitiges Aufleuchten oder Ein-frieren des Bildes • Video → links mittig - permanente Anzeige „roter Punkt“
	Bildwiederholungsrate	mind. 25 Hz
	Detektionsbereich	mind. -20 °C bis 550 °C (empfohlen bis 900 °C)[5]
	Thermische Empfindlichkeit	≤ 0,06 K
	Auflösung Bildgebung	gleich IR-Sensor
	Auflösung IR-Sensor	mind. 320 x 240 Pixel (empfohlen 640 x 480 Pixel)
	Displaygröße	mind. 2,5“
	Selbstkalibrierungszeit	max. 2 s für Umschaltung/ Wechsel Temperaturbereich (empfohlen „Mixed Gain/ Mixed Mode/ One Gain“)

[5] Aufgrund der Erkenntnisse infolge von Atemschutzunfällen bei Kellerbränden wird ein höherer Temperaturbereich empfohlen, aktuell sind jedoch nur einzelne Produkte marktverfügbar.

Haupt-kategorie	**Unterkategorie**	**Merkmale**
Sensorik & Bildge-bung	Darstellungsmodi	• TI Basic (nach NFPA 1801) • (empfohlen „Erkundungsmodus“) optional: • TI Basic Plus (nach NFPA 1801) • Hot-Tracker • Cold-Tracker
	Freeze	---
	Zoom	(X)
Tests & Zulassun-gen	Explosionsschutz	---
	Falltest (2 m Höhe auf Beton)	X
	Flammtest	(X)
	Hitzebeständigkeitstest	150 °C für 5 min & 260 °C für 1 min
	Schutzklasse IP 67	X
Sonder-ausstat-tung	Aufzeichnung - Bild	(X)
	Aufzeichnung - Video	---
	Datenfernübertragung	---
	Entfernungsmesser	---
	Kompass	---
	Laserpointer	---
Zubehör	Ersatzakku (falls wechselbar)	(X)
	Kfz-Ladehalterung Wärmebildkamera (betriebsbereite Lagerung & Ladung)	X
	Kfz-Ladehalterung Wärmebildkamera & Ersatzakku (betriebsbereite Lagerung & Ladung)	---
	230 V-Netzteil für Ladehalterung	(X)
	Handschlaufe/Tragegurt	(X)
	Nackentrageband	(X)
	Trageband (herausziehbar & selbstaufrollend)	X

X → Mindestausstattung	(X) → verfügbar, jedoch keine Mindestausstattung	--- → nicht erforderlich

Tabelle 2: Qualitative Merkmale von AOR-Wärmebildkameras

3.2 Taktische Wärmebildkameras

Taktische Wärmebildkameras stellen je nach Verwendungsbereich eine Zusatzausstattung dar. Unter Berücksichtigung dieser Schwerpunkte erfolgt eine Unterteilung der taktischen Wärmebildkameras:

- CBRN (für CBRN-/ Gefahrstoffeinheiten),
- Führung (für Einheitsführer von Löschfahrzeugen und Einsatzleitfahrzeugen),
- UVA (für die Gefahrenabwehr in unterirdischen Verkehrsanlagen).

In Abhängigkeit vom Verwendungsbereich unterscheiden sich die taktischen Erfordernisse und somit auch die qualitativen Merkmale der taktischen Wärmebildkameras. Eine Kombination verschiedener Verwendungsbereiche ist möglich, kann jedoch zu Einschränkungen bei bestimmten qualitativen Merkmalen führen.

Hauptkategorie	**Unterkategorie**	**Merkmale**		
		CBRN	**Führung**	**UVA**
Allgemein	Akku	mindestens durch Hersteller austauschbar, alternativ werkzeuglos wechselbar		
	Bedienung	Ergonomisch und intuitiv bedienbar, empfohlen wird: • Einhandbedienung • ausgeglichene Gewichtsverteilung • Hauptbedienung max. 3 Tasten & eine Sondertaste • Tastensperre		
	Masse (betriebsbereit)	max. 1,2 kg		
	Maße	abhängig von Bildschirmgröße und Nutzerbedarf		
	Betriebszeit	mind. 4 h (Akkulaufzeit, ohne Austausch)		
	Betriebstemperaturbereich	mind. -20 °C bis mind. 55 °C, weitere siehe Hitzebeständigkeitstest		
	Schnittstelle (Daten)	USB Typ C (empfohlen - in Ladehalterung integriert)		
	Schnittstelle (Laden)	außenliegende Kontakte (Kontaktladen magnetisch oder mechanisch) oder drahtlos (induktives Laden)		

Haupt-kategorie	Unterkategorie	Merkmale		
		CBRN	**Führung**	**UVA**
Sensorik & Bildge-bung	Anzeigeelemente	• Batteriestand → unten mittig • Farb-/ Temperaturreferenzskala → rechts • Umschaltung Temperaturbereich → oben links „grünes Dreieck“ • Temperaturanzeige → unten rechts • Bezugspunktmarkierung für Temperaturanzeige → mittig (z.B. „Fadenkreuz oder Punktmarkierung“) • Foto → durch z.B. kurzzeitiges Aufleuchten oder Einfrieren des Bildes • Video → links mittig - permanente Anzeige „roter Punkt“ • Anzeige Überhitzung → oben mittig „rotes Dreieck“		
	Bildwiederholungsrate	mind. 25 Hz		
	Detektionsbereich	mind. -20 °C bis 900 °C → Verbrennungs-temperatur H2 > 2.000 °C	mind. -20 °C bis 550 °C	mind. -20 °C bis 1.100 °C → Differenzierung Beaufschlagung Bauwerk
	Thermische Empfindlichkeit	≤ 0,06 K		
	Auflösung Bildgebung	gleich IR-Sensor		
	Auflösung IR-Sensor	mind. 320 x 240 Pixel (empfohlen 640 x 480 Pixel)		
	Displaygröße	mind. 3,5“		
	Selbstkalibrierungszeit	max. 2 s für Umschaltung/ Wechsel Temperaturbereich (empfohlen „Mixed Gain/ Mixed Mode / One Gain“)		
	Darstellungsmodi	• TI Basic (nach NFPA 1801) • TI Basic Plus (nach NFPA 1801) • Invers-Modus	• TI Basic (nach NFPA 1801) • TI Basic Plus (nach NFPA 1801) • Erkundungs-modus	• TI Basic (nach NFPA 1801) • TI Basic Plus (nach NFPA 1801) • Invers-Modus
		<u>optional:</u> • Erkundungsmodus • schwarz/weiß-Modus • Invers-Modus • Hot-Tracker • Cold-Tracker		
	Freeze	X	(X)	X
	Zoom	X	(X)	X

Haupt-kategorie	Unterkategorie	Merkmale		
		CBRN	Führung	UVA
Tests & Zulassungen	Explosionsschutz	X	---	---
	Falltest (2 m Höhe auf Beton)	X		
	Flammtest	(X)		
	Hitzebeständigkeitstest	mind. 150 °C für 10 min & 260 °C für 3 min	mind. 150 °C für 5 min & 260 °C für 1 min	mind. 150 °C für 15 min & 260 °C für 5 min
	Schutzklasse IP 67	X		
Sonder-ausstattung	Aufzeichnung - Bild	X	(X)	X
	Aufzeichnung - Video	X	(X)	X
	Datenfernübertragung	X → sofern technisch möglich	---	X → sofern technisch möglich
	Entfernungsmesser	---		
	Kompass	---		
	Laserpointer	---		
Zubehör	Ersatzakku (falls wechselbar)	X		
	Kfz-Ladehalterung Wärmebildkamera (betriebsbereite Lagerung & Ladung)	X		
	Kfz-Ladehalterung Wärmebildkamera & Ersatzakku (betriebsbereite Lagerung & Ladung)	(X)		
	230 V-Netzteil für Ladehalterung	(X)		
	Handschlaufe/Tragegurt	(X)		
	Nackentrageband	(X)		
	Trageband (herausziehbar & selbstaufrollend)	X		

X → Mindestausstattung	(X) → verfügbar, jedoch keine Mindestausstattung	--- → nicht erforderlich

Tabelle 3: Qualitative Merkmale von taktischen Wärmebildkameras

4. Bedarf

Durch normative Mindestvorgaben zur Vorhaltung von einer oder mehreren Wärmebildkameras bei Neubeschaffungen von Fahrzeugen für die Feuerwehr ist eine Bewertung der erforderlichen Anzahl (quantitativer Bedarf) erforderlich.

Aufgrund unterschiedlicher Einsatzszenarien/Verwendungszwecke ist ebenso eine Bewertung der Ausstattungsmerkmale (qualitativer Bedarf) unabdingbar.

Es ist zu beachten, dass durch die bisherige technische und preisliche Entwicklung im Bereich der Thermografie und Wärmebildtechnik für Feuerwehren bereits preiswerte AOR-Wärmebildkameras verfügbar sind. Zudem kann in Anbetracht der qualitativen Erfordernisse auf eine Beschaffung taktischer Wärmebildkameras zugunsten der alternativen Beschaffung einer größeren Anzahl günstigerer AOR-Wärmebildkameras verzichtet werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass eine reine Katalogbeschaffung im Bereich der Wärmebildkameras unzweckmäßig ist. Zur bedarfsgerechten Beschaffung und Evaluierung der qualitativen Merkmale, bezogen auf den Einsatzzweck, müssen die in Betracht gezogenen Produkte haptisch vorliegen und einheitlich getestet werden. Eine Erprobung durch eine einsatznahe Übung zur Menschenrettung (Umgang in Stresssituationen) und Handhabung bei realem Feuer (zum Beispiel in einer Brandsimulationsanlage) wird empfohlen.

Hinweis: Vor einer Kaufentscheidung ist eine Erprobung zwingend erforderlich!

Die Maßgaben einer zeitgemäßen Einsatzstellenhygiene erfordern, dass eine Reinigung der Wärmebildkamera möglich ist. Die gesamte Oberfläche, insbesondere bei Wärmebildkameras zur Nutzung durch Einsatzkräfte im Innenangriff, muss für eine Reinigung mit handelsüblichen Reinigungsmitteln und leichten Reinigungshilfsmitteln (Tücher/ Bürsten) geeignet sein.

Der nachfolgende Prozessbaum dient als Entscheidungshilfe und bildet damit die Grundlage für die quantitative (Mindestausstattung) und qualitative Bedarfsermittlung. Darauf aufbauend werden Mindestausstattungen von verschiedenen Fahrzeugtypen sowie darüberhinausgehende Ausstattungsempfehlungen definiert. Ergänzend zu den Fahrzeugausstattungen werden die Bedarfe für sonstige Anwendungen dargelegt.

Hinweis: Vor Indienststellung ist eine Schulung der Einsatzkräfte zur korrekten Anwendung der Wärmebildkamera sowie deren Darstellungsmodi erforderlich!

4.1 Entscheidungshilfe

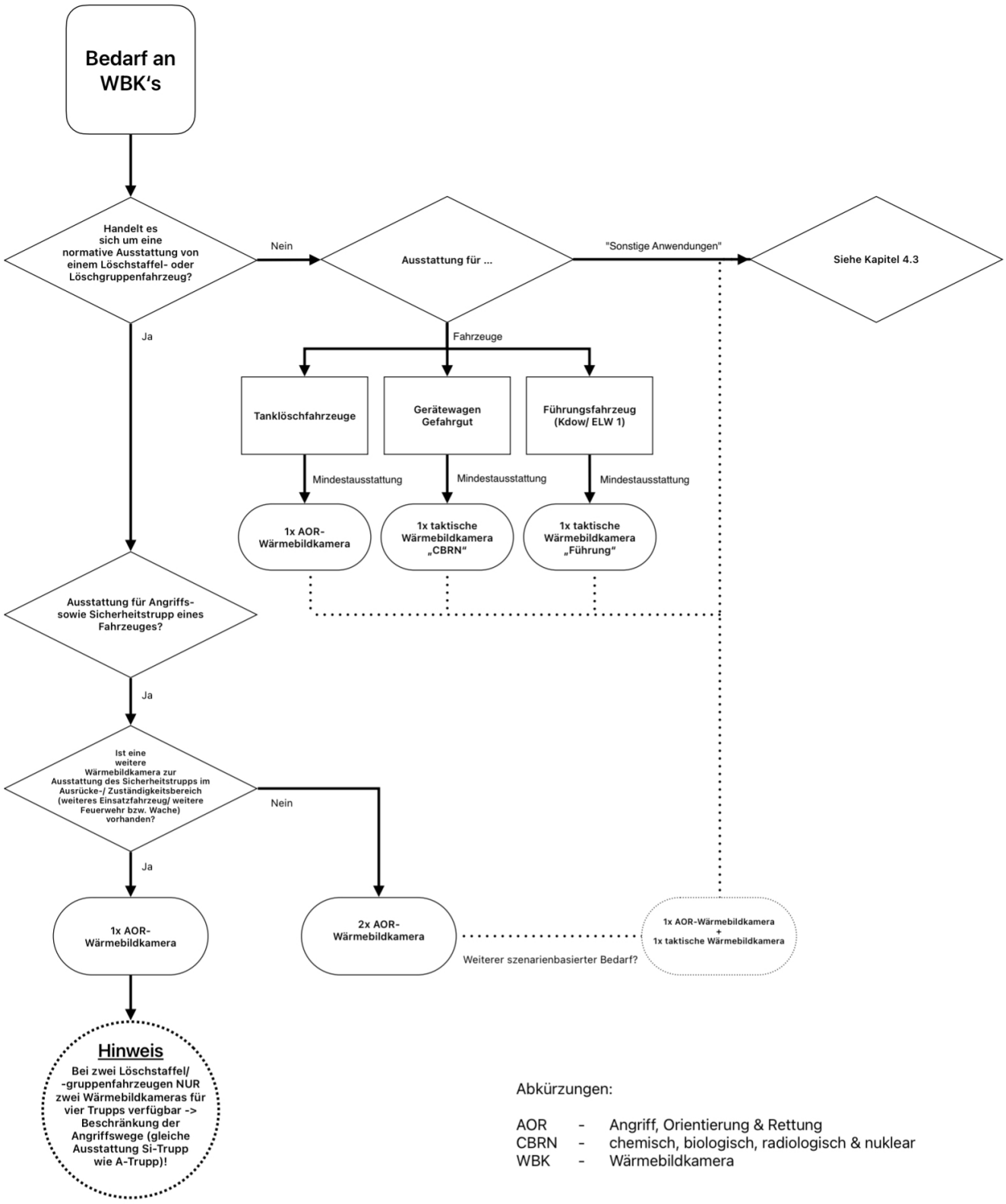


Abbildung 1: Prozessbaum als Entscheidungshilfe für die Bedarfsermittlung

4.2 Fahrzeugausstattung

Die Ausstattung von Feuerwehrfahrzeugen ist unter Berücksichtigung der Entscheidungshilfe sowohl nach Kategorien der Wärmebildkameras als auch den unterschiedlichen Fahrzeugtypen zu differenzieren.

In Bezug auf die quantitative Ausstattung von Löschfahrzeugen ist zu prüfen, ob im Ausrückebereich ein oder mehrere Löschfahrzeuge innerhalb der vorgegebenen Hilfsfrist mit entsprechender Ausstattung zum Einsatz kommen. Das Ergebnis dieser Prüfung muss dem Beschaffungsverantwortlichen bekannt sein.

Als Grundlage ist der örtliche Feuerwehrbedarfsplan zu nutzen. Hieraus resultieren Angaben, welche Fahrzeugtypen zu welchem Zeitpunkt an einer Einsatzstelle eintreffen und welche Aufgaben durch die jeweiligen Funktionen übernommen werden sollen. Für den Einsatz zur Brandbekämpfung im Innenangriff sind sowohl der Angriffstrupp als auch der Sicherheitstrupp mit einer Wärmebildkamera auszustatten (FwDV 1: „Der Sicherheitstrupp nach FwDV 7 rüstet sich mindestens wie der Angriffstrupp aus.“).

Hierdurch kann es zu einem Mindestbedarf von zwei AOR-Wärmebildkameras pro Löschfahrzeug als selbstständige taktische Einheit kommen, wenn zeitnah keine zweite Wärmebildkamera für den Sicherheitstrupp durch nachrückende Kräfte zur Verfügung steht. Ist die Gestellung einer zweiten Wärmebildkamera durch nachrückende Kräfte sichergestellt, kann eine Wärmebildkamera auf einem Löschfahrzeug ausreichend sein (siehe normative Vorgaben Löschfahrzeuge).

Die Reduzierung der Anzahl auf lediglich eine AOR-Wärmebildkamera pro Löschfahrzeug ist einsatztaktisch zu bewerten. Jedoch besteht durch diese Zuordnung der Wärmebildkameras keine Möglichkeit, dem mit Atemschutz ausgerüsteten Trupps des zweiten Löschfahrzeugs eine Wärmebildkamera für den Innenangriff bereitzustellen. Dies schränkt die taktischen Möglichkeiten (Nutzung unterschiedlicher Angriffswege & Stellen weiterer Sicherheitstrupps), ein Erkennen von Gefahrenquellen sowie das Vorgehen bei Nullsicht deutlich ein.

Hinweis: Wird nur eine AOR-Wärmebildkamera auf einem Löschfahrzeug mitgeführt, erfolgt eine einsatztaktische Einschränkung!

Auch für die Beurteilung der Lage durch eine Führungskraft von außen stehen keine Wärmebildkameras zur Verfügung.
Die Ausstattung von Sonder- sowie Führungsfahrzeugen mit Wärmebildkameras ist separat zu betrachten und nicht als Wärmebildkamera zur Ergänzung der Ausstattung der Löschfahrzeuge anzurechnen.

Hinweis: Die Ausstattung von Löschgruppen- und Löschstaffelfahrzeugen mit mindestens zwei AOR-Wärmebildkameras wird empfohlen.

Taktische Wärmebildkameras sind als Ausstattung für Sonder- und Führungsfahrzeuge vorzusehen. Die Differenzierung und Vorhaltung sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Zudem sind Empfehlungen zu einsatztaktisch zweckmäßigen Ausstattungen aufgeführt.

Fahrzeugart[6]	**Fahrzeugtyp**	**Mindestausstattung**		**Kategorie**
		Norm	**Empfehlung**	
Löschstaffelfahrzeuge	TSF	1 + 1[7]	2	AOR-WBK oder 1x AOR 1x taktisch
	KLF			
	TSF-W			
	MLF			
Löschgruppenfahrzeuge	LF 10	1 + 1[2]	2	AOR-WBK oder 1x AOR 1x taktisch
	HLF 10			
	LF 20			
	HLF 20			
	LF 20 KatS	1	2	

[6] Verweis auf die in der DIN SPEC 14502-1 dargestellte Fahrzeugübersicht des DIN-FNFW-Feuerwehrfahrzeug-Typenliste
[7] Verweis auf DIN 14530 Teil 5 & 11 bis 27; Tabelle 1 – Standardbeladung Ziffer I „Darf entfallen, wenn die zweite Wärmebildkamera für den Sicherheitstrupp/zweiten Angriffstrupp von einem anderen Fahrzeug zur Verfügung steht.“

Fahrzeugart[6]	Fahrzeugtyp	Mindestausstattung		Kategorie
		Norm	Empfehlung	
Tanklöschfahrzeuge	TLF 2000	1	1	AOR-WBK
	TLF 3000			
	TLF 4000			
Rüst- und Gerätewagen	GW-G	(1)[8]	1	taktische WBK
Einsatzleitfahrzeuge	KdoW	-	1	taktische WBK
	ELW 1	(1)[8]	1	taktische WBK

Tabelle 4: Empfehlung Fahrzeugausstattung

4.3 Sonstige Anwendungen

Für sonstige aufgabenbezogene Anwendungen sind unabhängig von der definierten Fahrzeugausstattung Wärmebildkameras als besonderer Ausrüstungsgegenstand erforderlich. Als sonstige aufgabenbezogene Anwendungen werden sowohl der Einsatz bei der Vegetationsbrandbekämpfung als auch der CBRN-Gefahrenabwehr ohne Gerätewagen-Gefahrgut vorgesehen. Dies betrifft die Ergänzung der Zusatzbeladungssätze „J1“ und „J2“ Vegetationsbrand nach DIN 14800-18 Beiblatt 10 sowie den Gerätesatz Gefahrgut gemäß DIN 14800-19. Es wird eine Vorhaltung auf Rollcontainern vorausgesetzt.

4.3.1 Ausstattung für die Vegetationsbrandbekämpfung

Es wird empfohlen, die Beladungssätze für die Vegetationsbrandbekämpfung durch Wärmebildkameras zu ergänzen. Diese sind notwendig, um Wärmesignaturen bei der direkten Brandbekämpfung beurteilen und Glutnester bei Nachlöscharbeiten identifizieren zu können. Dadurch sind effizientere sowie ressourcenschonende Löschmaßnahmen möglich. Dies verhindert ebenso, dass Glutnester übersehen werden und es zu einem erneuten Aufflammen kommt. Zudem können Wärmebildkameras zur Sicherheit des Einheitsführers und der Einsatzkräfte zur Orientierung bei starker Verrauchung oder Dämmerung/Dunkelheit beitragen. Die

[8] Gemäß Normvorgaben – keine Standardbeladung, lediglich auf Wunsch des Bestellers.

Erfahrungen aus verschiedenen Vegetationsbrandereignissen zeigen, dass es einen hohen Bedarf an Einsatzkräften gab, welche mit entsprechenden Geräten auszustatten waren.

Die auf den Löschfahrzeugen mitgeführten Wärmebildkameras waren und sind für eine Bedarfsdeckung nicht ausreichend. Die Vorhaltung von spezifischen AOR-Wärmebildkameras mit nachfolgenden abweichenden Spezifikationen wird empfohlen:

- Ergonomie & Form (senkrecht mit Griff oder integrierten Griffflächen);
- wechselbarer Akku oder Ladung über USB per Powerbank;
- klein & leicht (passend in Jackentasche);
- Hot-Tracker.

4.3.2 Ausstattung für die CBRN-Gefahrenabwehr

Der Gerätesatz Gefahrgut für die Beladung eines Gerätewagen-Logistik sieht keine Wärmebildkamera als Mindestausstattung vor. Jedoch kann mit diesem Gerätesatz die CBRN-Gefahrenabwehr in beschränktem Umfang durchgeführt werden. Daher wird eine Ausstattungsergänzung im Umfang von mindestens einer taktischen Wärmebildkamera „CBRN“ empfohlen.

5. Hinweise für Ausbildung & Einsatz

Nach der Auswahl und Beschaffung von Wärmebildkameras muss eine sichere sowie der Einsatztaktik entsprechende Handhabung im Fokus stehen, weshalb nachfolgend Hinweise für Ausbildung & Einsatz aufgeführt sind.

Ausbildung:

Die Nutzung einer Wärmebildkamera im Einsatz erfordert eine umfassende produktspezifische Schulung bezüglich der grundlegenden Handhabung sowie der Darstellungsmodi. Dies muss anteilig unter einsatznahen Bedingungen erfolgen (kalte & heiße Umgebung), um situationsangepasste Wärmebilder sowie deren Bewertung zu ermöglichen.

Zu beachten ist, dass die Nutzung von Wärmebildkameras mit dem Darstellungsmodus TI Basic Plus (nach NFPA 1801) eine höheren Schulungsaufwand aufgrund zusätzlicher Funktionen gegenüber Wärmebildkameras mit TI Basic nach sich ziehen. In Bezug auf Inhalt und Umfang sollten die Vorgaben der NFPA 1801 in Verbindung mit der NFPA 1408 berücksichtigt werden (8 h Fortbildung pro Jahr).

Einsatz:

Freeze-Funktion – Es ist zu beachten, dass eine Lageveränderung während der Betrachtung des eingefroren Bildes möglich ist!

Brandbekämpfung – Handlungsablauf „Lagebeurteilung mit Wärmebildkamera“:

1. Nutzung des Erkundungsmodus zur Beurteilung des Objektes von außen/ bei erstem Betreten. Vorteil - Wärmequellen (z.B. Wärmebrücken) und Wärmekonvektion werden frühzeitig farbig dargestellt und sind somit schneller erkennbar.
2. Automatische oder manuelle Umschaltung (produktabhängig) auf TI Basic, sobald Sättigungserscheinungen im Bild erkennbar sind/ Nutzung während der Brandbekämpfung, um kritische Stellen zu identifizieren.
3. Bei Nachlöscharbeiten zurück auf Erkundungsmodus, um Glutnester durch die frühere farbliche Darstellung schneller zu erkennen.

6. Produktübersicht

Die aktuelle Produktübersicht kann über den nachfolgenden Link bzw. QR-Code heruntergeladen werden:

https://www.feuerwehrverband.de/fachliches/fb/fa-technik/

In der Übersicht werden die marktgängigen Produkte dargestellt. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Anpassungen zur Vervollständigung der Übersicht können per E-Mail an info@dfv.org gesendet werden. Bei einer Offenlegung aller relevanten Daten werden diese in die Übersicht aufgenommen und aktualisiert online zur Verfügung gestellt. Eine Aktualisierung erfolgt in regelmäßigen Abständen.

7. Glossar

7.1 Anzeigeelemente

7.2 Aufzeichnung Bild und Video

7.3 Bedienung

7.4 Betriebstemperaturbereich

7.5 Bilddarstellung

7.6 Bildgebung

7.7 Bildüberlagerung

7.8 Bildwiederholungsrate

7.9 Darstellungsmodi

7.10 Datenfernübertragung

7.11 Dauerhaftigkeitstest

7.12 Einschaltzeit

7.13 Explosionsschutz

7.14 Falltest

7.15 Flammtest

7.16 Freeze

7.17 Hitzebeständigkeit

7.18 NFPA 1801

7.19 Schnittstellen

7.20 Schutzart

7.21 Selbstkalibrierungszeit

7.22 Technologie Sensorik

7.23 Temperaturmess- und Anzeigebereich

7.24 Thermische Empfindlichkeit

7.25 Prozentuale Abweichung

7.26 Zoom

7.27 Zubehör

7.1 Anzeigeelemente

Abbildung 2: Anzeigeelemente WBK; Quelle: Bullard GmbH

- Funktion/Umschaltung Temperaturbereich (oben links „grünes Dreieck“)
- Akkustandsanzeige (unten mittig)
- Farb-/ Temperaturreferenzskala (rechts)
- Anzeige Überhitzung (oben mittig „rotes Dreieck“)

<u>optional:</u>

- Temperaturanzeige (unten rechts)
- Bezugspunktmarkierung für Temperaturanzeige (mittig zum Beispiel „Fadenkreuz oder Punktmarkierung“)
- Foto (durch zum Beispiel kurzzeitiges Aufleuchten oder Einfrieren des Bildes)
- Video (links mittig, permanente Anzeige „roter Punkt“ oder „Kamera-Symbol“)

Wärmebildkameras, welche in der europäischen Union zur Anwendung kommen, müssen den europäischen Normen entsprechen. Eine Übereinstimmung mit anderen Klassifizierungen ist von dem jeweiligen Hersteller nachzuweisen.

7.2 Aufzeichnung Bild und Video

Einige Wärmebildkameras haben die Möglichkeit der Bild- und Videospeicherung, entweder auf einem internen Speicher oder einem zusätzlichem Speichermedium (SD-Karte). Die Vorteile dieser Funktion sind die Verwendung während eines komplexen Einsatzes (Bildanalyse und -bewertung außerhalb des Gefahrenbereiches) sowie die spätere Nachbereitung eines Einsatzes oder einer Übung, ein sensibler Umgang mit solchen Daten sollte jedoch gegeben sein. Die Sicherung über externe Speichermedien sowie über Datenkabel haben jeweils ihre Vor- und Nachteile. Externe Speichermedien können mit den meisten Speicherkartenlesegeräten schnell geladen werden. Bei internen Speichern wird ein zusätzliches Datenkabel benötigt, dafür kann das Einlegen der Speicherkarten nicht vergessen werden.

Die Aufzeichnung des Wärmebildes in Video- oder Bildformat ist für Trainings- und Ausbildungszwecke eine enorme Erleichterung, da ein Aufzeigen möglicher Gefahren und Probleme anhand von Bild- oder Videomaterial ausführlich und ohne Zeitdruck stattfinden kann. Im realen Einsatzfall kann eine Aufzeichnung zum Beispiel die Einsatzdokumentation erleichtern. Eine Nutzung dieser Funktion zur Einsatzdokumentation bedarf einer vorherigen rechtlichen Bewertung. Das Anfertigen von Bildmaterial ohne Genehmigung, zum Beispiel innerhalb von Wohnungen, kann gegebenenfalls gegen die allgemein gültigen Rechtsvorschriften verstoßen.

Um den Aufwand für Dokumentations-, Trainings- und Ausbildungsunterlagen möglichst gering und einfach halten zu können, sollte das Speichern von Bild- und Videomaterial in einem gängigen Format wie beispielsweise AVI und JPG erfolgen. So kann auf zusätzliche Software verzichtet werden und mögliche Kompatibilitätsprobleme auf Grund alter Betriebssysteme vermieden werden. Auch sollten alle Anzeigeparameter wie Messpunkt, Temperaturskala und auch ein Zeitstempel auf dem aufgezeichneten Material vorhanden sein. Für eine rechtssichere Verwendung eines Zeitstempels ist diese bei den Herstellern zu erfragen.

Bei vielen Modellen ist eine Software im Zubehör enthalten. Mit dieser kann das gespeicherte Bild- und Videomaterial bearbeitet oder einfach nur von der Kamera

auf den Computer gespeichert werden. Mit manchen Programmen können die gespeicherten Daten auf unterschiedliche Art bearbeitet werden; es gibt zum Beispiel die Möglichkeit, Temperaturpunkte individuell festzulegen oder digitale Aufnahmen mit Infrarotbildern zusammenzulegen. Als Standard wird die Speicherung von Bild- und Videodateien in gängigen, ohne Software verwertbaren Formaten vorausgesetzt.

7.3 Bedienung

Die Bedienung der Kamerafunktionen sollte intuitiv und einhändig möglich sein, da so die zweite Hand für weitere Handlungen verfügbar bleibt. Auch sollten die Bedienknöpfe groß genug sein und hervorstehen, um mit Feuerwehrschutzhandschuhen bedient werden zu können.

Kurze Startzeiten ermöglichen eine schnelle Einsatzbereitschaft der Kamera.

Das Gewicht einer AOR-Wärmebildkamera soll nicht über 0,9 Kilogramm liegen, da vor allem der Angriffstrupp bereits ausreichend Gewicht im Einsatz mitführen muss. Eine taktische Wärmebildkamera soll maximal 1,2 Kilogramm wiegen.

Die Bauweise muss möglichst kompakt und trotzdem sehr robust sein, da vor allem im Innenangriff raue Gegebenheiten herrschen können.

Die Betriebszeit einer Wärmebildkamera soll einheitlich mindestens vier Stunden betragen. So ist sichergestellt, dass auch bei längeren Einsätzen eine ständige Einsatzbereitschaft gewährleistet werden kann. Durch auswechselbare Akkus kann die Betriebszeit zusätzlich unterstützt werden.

Das Laden der Wärmebildkamera mit eingelegtem Akku muss im Fahrzeug über eine für den Straßenverkehr zugelassenen Ladeerhaltung möglich sein. So ist eine Einsatzbereitschaft für einen nächsten Einsatz gewährleistet.

Im Einsatzfall muss dem Anwender ein einfaches und sicheres Handling der Kamera ermöglicht werden. Um den hierfür notwendigen, individuellen Tragekomfort

der Kamera in jeder Einsatzlage erreichen zu können, ist eine Trageweise aus Handschlaufe/Tragegurt, Nackentragegurt oder einem herausziehbaren sowie selbstaufrollenden Trageband zu prüfen. Die gewählte Trageweise dient dem schnellen Zugriff der Einsatzkräfte bei Bedarf und schützt vor Verlust der Wärmebildkamera in hektischen Situationen. Auf eine sichere und zugelassene Verbindung der Wärmebildkamera an der persönlichen Schutzausrüstung ist zu achten.

7.4 Betriebstemperaturbereich

Eine Wärmebildkamera muss eine Betriebstemperatur von mindestens -20°C bis 55°C erfüllen können. Je nach Verwendungszweck müssen zeitlich begrenzt erhöhte Temperaturbereiche möglich sein (siehe Hitzebeständigkeit).

7.5 Bilddarstellung

Die Bilddarstellung erfolgt auf LCD-Display, welches hintergrundbeleuchtet ist.

7.6 Bildgebung

Eine Wärmebildkamera verhält sich nicht wie das menschliche Auge. Sie reagiert auf Infrarotstrahlung statt auf sichtbares Licht. Außerdem ist das Sichtfeld einer Wärmebildkamera viel kleiner als das des Menschen.

Typischerweise liegt das menschliche binokulare Sehvermögen im Bereich von 120° horizontal und 105° vertikal (45° nach oben und 60° nach unten). Die Sicht einer Wärmebildkamera ist geringer. Dieses beträgt zwischen 42° und 57° horizontal und 37° vertikal. Diese Werte unterscheiden sich herstellerspezifisch. Die vertikale oder horizontale Ausrichtung des Displays ist in Kombination mit der Bildgebung ein essenzielles Merkmal für die Auswahl einer Wärmebildkamera.

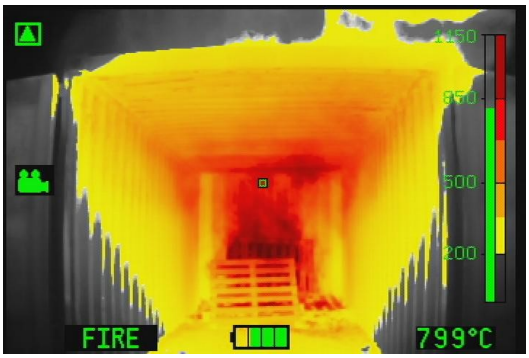
Die Anzeige im Bildschirm sollte nicht nur das eigentliche Wärmebild umfassen. Je nach Wahl des Darstellungsmodi eine Anzeige der Temperatur, der Bezugspunktmarkierung zur Temperaturanzeige, eine Überhitzungsanzeige, eine Farb-/Temperaturreferenzskala, eine Umschaltung des Temperaturbereiches, eine Kenntlichmachung zur Bildauslösung, eine Darstellung zur Videoaufnahme sowie

des Akkustandes, sofern dieser nicht anderweitig angezeigt wird, sollten für den Betrachter ersichtlich sein.

Vor- und Nachteile können durch praktische Nutzungstests von Wärmebildkameras verschiedener Hersteller am besten gegenübergestellt und bewertet werden.

7.7 Bildüberlagerung

Wenn die maximale Erkennungstemperatur der Kamera überschritten wird, ist das Bild gesättigt. Kontraste auf dem Kamerabildschirm sind dann nicht mehr klar sichtbar, was es unmöglich macht, die Situation zu deuten bzw. zu verstehen. Durch Softwarelösungen einiger Hersteller können zusätzliche Details mittels Optimierung des Bildes erreicht werden. Eine Möglichkeit ist zudem eine Überlagerung mit einem optischen Bild (durch eine zusätzliche optische Linse) zur Verbesserung der Kantenschärfe. Zu beachten ist, dass diese Funktion durch Sichtbehinderungen (Dunkelheit/Rauch) nicht mehr gegeben sein kann. Somit können viele Wärmebildkameras optimierte Bilder mit verbesserter Schärfe und Detailfülle anzeigen. Bei einem nicht gesättigten Bild können Details im Betrachtungsbereich besser definiert und Gefahren erkannt werden. Für den konkreten Bedarf ist speziell ein Augenmerk auf den erforderlichen Temperaturbereich der Wärmebildkamera zu legen. Der Temperaturbereich muss auf die örtlichen Gegebenheiten bzw. erwartete Szenarien sowie den Verwendungszweck abgestimmt sein.

Gesättigtes Bild	**Nicht gesättigtes Bild**
die Lage kann nicht genau beurteilt werden	die Lage kann genau beurteilt werden
max. Temperaturgrenze: 650 °C	max. Temperaturgrenze: 1150 °C
	
Abbildung 3: gesättigtes Bild WBK; Quelle: Leader GmbH	Abbildung 4: nicht gesättigtes Bild WBK; Quelle: Leader GmbH

7.8 Bildwiederholungsrate

Mit der Bildwiederholungsrate wird angegeben, wie oft das auf dem Bildschirm angezeigte Bild innerhalb einer Sekunde aufgebaut wird. Die Angabe erfolgt bei den meisten Herstellern in der Einheit Hertz (Hz). Sollten Sie die Angaben in „frames per second“ (fps), also Bilder je Sekunde vorfinden, handelt es sich hierbei um eine gleichwertige Angabe. Bei der Auswahl einer Wärmebildkamera sollte eine Bildwiederholrate größer der des menschlichen Auges gewählt werden. Andernfalls ist mit Verzögerungen bei der Erkundung zu rechnen, da eine dynamische Führung der Wärmebildkamera nur eingeschränkt möglich ist.

7.9 Darstellungsmodi

Die Hersteller von Wärmebildkameras stellen Einsatzkräften verschiedene Darstellungsmodi zur Verfügung, welche eine Umschaltung hinsichtlich des Temperaturbereiches und der Farbpalette ermöglichen. Eine Vergleichbarkeit ist nur bedingt gegeben, jedoch lassen sich verschiedene Modi voneinander abgrenzen. Es ist darauf zu achten, dass Einsatzkräfte im Hinblick auf die Modi geschult wurden.

- TI Basic (nach NFPA 1801)

  Im TI Basic Modus werden mind. Graustufenbilder mit Weißlicht-Polarität dargestellt. Es müssen Anzeigen für den Status der Stromquelle, die Überhitzung der internen Elektronik sowie die eingeschaltete Messsensorik vorhanden sein. Optional kann ab einem herstellerspezifischen Temperaturbereich eine farbliche Zuspielung erfolgen (Gelb/Orange/Rot/Violett, herstellerspezifische Farbwahl). Die Farbdarstellung zeigt Einsatzkräften unterschiedliche Temperaturbereiche im Aufnahmebereich der Wärmebildkamera an, wodurch eine optische Interpretation ermöglicht wird und Gefahren erkennbar sind. Optional können, je nach Ausführung und Hersteller der Wärmebildkamera, Symbole zur Audio-, Video- und Datentaufzeichnung oder auch zur Ton-, Video- und Datenübertragung während der jeweiligen Verwendung angezeigt werden.

Abbildung 5: Darstellung TI-Basic Modus; Quelle: Rosenbauer E-Commerce GmbH

- <u>TI Basic Plus (nach NFPA 1801)</u>

  Im TI Basic Plus Modus werden zusätzlich zu den genannten Funktionen und Darstellungen des TI Basic Modus eine digitale Temperaturmessung sowie eine Bezugspunktmarkierung für die Messung dargestellt. Für die Nutzung dieses Modus sieht die NFPA 1801 eine separate Schulung vor!

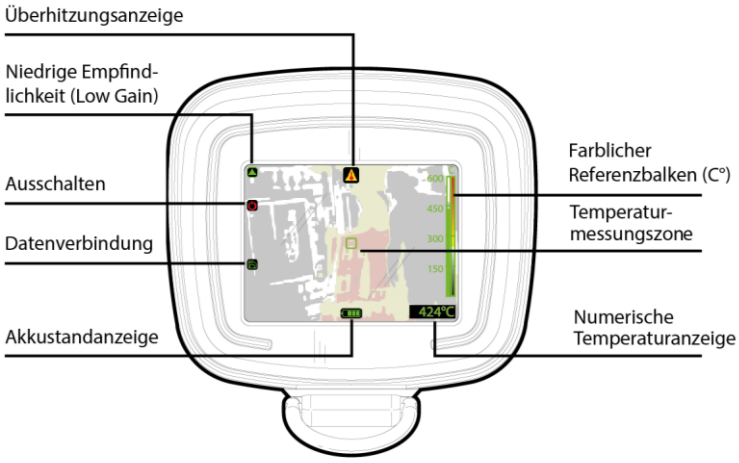


Abbildung 6: Darstellung TI Basic Plus Modus; Quelle: Bullard GmbH

- <u>Erkundungsmodus</u>

  Für den Einsatz in Situationen mit niedrigeren Temperaturen. Zum Beispiel bei ersten Such- und Rettungsaktionen. Suche nach Personen in Landschaften, Verkehrsunfällen usw. Erstes Erkunden während eines Brandereignisses von außen, um geringste Temperaturunterschiede bereits erkennen zu können.

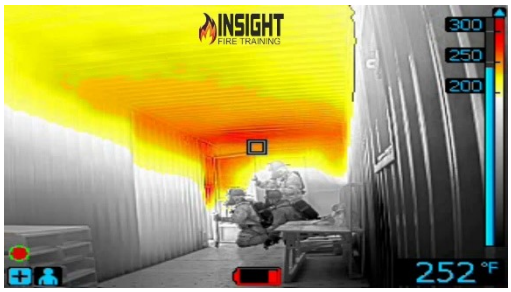


Abbildung 7: Darstellung Erkundungsmodus; Quelle: Insight Training LLC

- Hot-Tracker

  Grundsätzlich arbeitet der Modus im schwarz/weiß-Modus. Die wärmsten Stellen werden herstellerspezifisch farblich dargestellt.

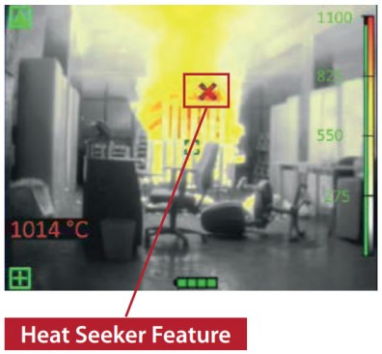


Abbildung 8: Darstellung Hotspot Mode; Quelle: Rosenbauer E-Commerce GmbH

- Cold-Tracker

  Der Cold-Tracker zeigt die kälteste erfasste Stelle an. Diese wird mittels Markierung des kältesten Punktes sowie Temperaturanzeige im Display dargestellt.

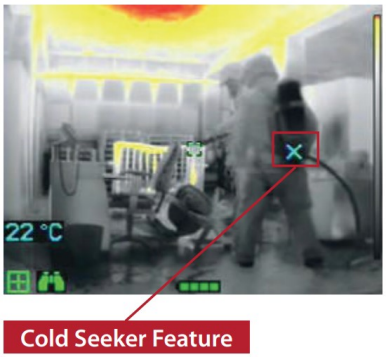


Abbildung 9: Darstellung Cold-Tracker; Quelle: Rosenbauer E-Commerce GmbH

- Schwarz/Weiß

  Im Schwarz/Weiß-Modus erfolgt keine herstellerspezifische Farbdarstellung. Der Aufnahmebereich wird nur in schwarz/weiß dargestellt. Schwarz (dunkel) stellt kühlere Objekte, weiß (hell) stellt wärmere Umgebungen im Aufnahmebereich der Wärmebildkamera dar.

Abbildung 10: Darstellung Schwarz/Weiß Mode; Quelle: Rosenbauer E-Commerce GmbH

- Invers-Modus

  Im Invers-Modus (weiß/schwarz) erfolgt keine herstellerspezifische Farbzuspielung. Der Aufnahmebereich wird nur in schwarz/ weiß dargestellt. Schwarz (dunkel) stellt eine wärmere Umgebung, weiß (hell) stellt kühlere Umgebungen im Aufnahmebereich der Wärmebildkamera dar.

  Ein Polaritätswechsel kann dem Anwender weitere detailreiche Information geben, zum Beispiel bei der Suche nach Personen und Wärmequellen.

Bei unterschiedlichen Versuchen konnte festgestellt werden, dass es sinnvoll erscheint, sich auf definierte Darstellungsmodi für verschiedene Einsatzszenarien festzulegen und nur diese auszubilden und so im Einsatz anzuwenden. Zu viele verschiedene Darstellungsmodi können in hektischen Einsätzen zu Verwirrung und so zu Fehlern und Unfällen führen.
Die Darstellungsmodi sollten an der Kamera selbst verstellbar sein und nicht nur am Computer oder ähnlichen externen Anwendungen. Die Anzahl der Darstellungsmodi sollte sich je nach Einsatzgebiet beschränken, da es besonders in stressigen Situationen sonst schnell zu Verwirrungen kommen kann.

7.10 Datenfernübertragung

Eine Live-Übertragung des Wärmebildes des anwendenden Trupps zur Einsatzleitung kann eine sinnvolle Ergänzung darstellen. Einsatztaktische Möglichkeiten und Gegebenheiten können so konkreter bewertet werden. Die heutigen Übertragungsmodule stoßen jedoch gerade bei einer Vielzahl konstruktionstechnischer Stoffeigenschaften von Gebäuden und Bauwerken schnell an ihre Übertragungsgrenzen. Eine Erprobung der Anwendbarkeit hat vor einer Kaufentscheidung entsprechend dem gewünschten Einsatzzweck zu erfolgen.

7.11 Dauerhaftigkeitstest

Für 24 Stunden wird die Kamera in einer Trommel negativen und positiven Temperaturen ausgesetzt und regelmäßig in Wasser untergetaucht. Die Trommel führt durch die Drehbewegung zu andauernden Erschütterungen der Wärmebildkamera. Im Anschluss muss der Bilderkennungstest bestanden werden, ebenso darf sich kein Wasser im Inneren der Wärmebildkamera befinden. Dieser Test ist nach den Prüfbestimmungen der NFPA 1801:2021 beschrieben.

7.12 Einschaltzeit

Eine ideale Einschaltzeit für eine AOR-Wärmebildkamera beträgt nicht mehr als sechs Sekunden. Für eine taktische Wärmebildkamera wird eine Einschaltzeit von 15 Sekunden als vertretbar angenommen. Als Einschaltzeit werden die Dauer des Selbsttests und Kalibrierungszeit jeder Wärmebildkamera verstanden. Herstellerspezifisch können die Einschaltzeiten jedoch erheblich von den Richtwerten abweichen. Aus diesen unterschiedlichen Zeitangaben für eine Einsatzbereitschaft der Wärmebildkamera gilt, so früh wie möglich die Wärmebildkamera einzuschalten, am besten während der Anfahrt, um die Einsatzbereitschaft bereits beim Eintreffen an der Einsatzstelle zu gewährleisten.

7.13 Explosionsschutz

Für eine Zertifizierung nach NFPA 1801 gilt es, die Anforderungen nach ANSI/ISA 12.12.01 Class 1 Division 2 zu erfüllen. Die Zoneneinteilung entspricht etwa der europäischen ATEX-Richtlinie der Kategorie 3 (Zone 2).

ANSI steht hierbei für „american national standards institute“, das amerikanische nationale Normungsinstitut. Die Norm ISA 12.12.01 beschreibt den Geräteschutz nach Schutzart in explosionsfähigen Atmosphären.

Die ATEX-Produktrichtlinie 2014/34/EU legt für Produkte, welche in explosionsgefährdeten Bereichen zum Einsatz kommen, entsprechende Bestimmungen für den Explosionsschutz in der europäischen Union fest. Dabei ist der Hauptzweck der Richtlinie der Schutz von Personen wie Gerätebenutzer oder Maschinenbediener. ATEX ist die einheitliche französische Abkürzung für „atmosphères explosibles“.

Für spezielle Anwendungen, welche erweiterte Anforderungen an den Explosionsschutz stellen, ist eine Bestätigung bzw. ein Nachweis des Herstellers bezüglich des Explosionsschutzes anzufordern. Dieser Nachweis ersetzt keine Gefährdungsbeurteilung.

Die Zonen nach ANSI/ISA und ATEX werden in der nachfolgenden Tabelle gegenübergestellt.

Zoneneinteilung			
explosionsfähige Atmosphäre	ständig oder langzeitig	gelegentlich	selten oder kurzzeitig
ANSI/ISA (Bezeichnung)	Class I, Division 1 Class II, Division 1	Class I, Division 1 Class II, Division 1	Class I, Division 2 Class II, Division 2
ATEX (Bezeichnung)	Kategorie 1 Zone 0 (Gas) Zone 20 (Staub)	Kategorie 2 Zone 1 (Gas) Zone 21 (Staub)	Kategorie 3 Zone 2 (Gas) Zone 22 (Staub)

Tabelle 5: Gegenüberstellung Zoneneinteilung ANSI/ISA und ATEX; Quelle: Praxishandbuch Brandschutz

7.14 Falltest

Die Wärmebildkamera muss acht Mal aus einer Höhe von zwei Meter auf Beton fallen gelassen werden und den Bilderkennungstest bestehen. Dieser Test ist nach den Prüfbestimmungen der NFPA 1801:2021 beschrieben.

7.15 Flammtest

Die Wärmebildkamera wird 15 Minuten lang bei 93°C in einen Wärmeschrank gelegt und anschließend 10 Sekunden lang einer Flamme ausgesetzt. Es darf keine Nachflamme entstehen und der Bilderkennungstest muss bestanden werden. Dieser Test ist nach den Prüfbestimmungen der NFPA 1801:2021 beschrieben.

7.16 Freeze

Einige Wärmebildkameras besitzen die sogenannte „Freeze-Funktion“. Hier kann per Knopfdruck ein Bild für einen kurzen Zeitraum eingefroren werden. Diese Funktion kann zum Beispiel sehr nützlich sein, damit man um eine Ecke schauen kann, ohne sich selbst in Gefahr zu begeben oder um weiteren Einsatzkräften im Trupp ein Bild zeigen zu können (Hinweise für Ausbildung & Einsatz beachten!). Diese Funktion belegt bei den meisten Kameras jedoch einen zusätzlichen Knopf.

7.17 Hitzebeständigkeit

Die Wärmebildkamera wird entsprechend den Vorgaben für die gewünschte Klassifizierung in einen Wärmeschrank gelegt und muss anschließend den Bilderkennungstest bestehen. Dieser Test ist nach den Prüfbestimmungen der NFPA 1801:2021 beschrieben.

Definierte Testwerte zur Feststellung der Hitzebeständigkeit:

- 150 °C für 5 min & 260°C für 1 min,
- 150 °C für 10 min & 260°C für 3 min,
- 150 °C für 15 min & 260°C für 5 min.

7.18 NFPA 1801

In den USA werden seit 2010 bestimmte Anforderungen an die von der Feuerwehr eingesetzten Wärmebildkameras durch die NFPA (National Fire Protection Association) gefordert. In ihrer Empfehlung NFPA 1801 „Standard on Thermal Imagers

for the Fire Service“ werden die Wärmebildkameras unter anderem einem Falltest, einem Hitze- und Flammtest und einem Haltbarkeitstest unterzogen. Die Wärmebildkameras müssen mit Handschuhen einhändig bedient werden können und der Ein-/ Ausschalter muss grün sein. Weiter müssen die Wärmebildkameras für den Einsatz in potenziell explosionsgefährdeten Bereichen geeignet sein. Außerdem fordert der Standard eine vollständige Abdichtung gegen das Eindringen von Staub (IP-Schutzart 6x), sowie den Schutz gegen ein zeitweiliges (30 min. bis 1 m Tiefe) Untertauchen (IP-Schutzart x7). In dieser Norm werden ausschließlich zwei Darstellungsmodi (TI Basic & TI Basic Plus) beschrieben und für die Feuerwehr empfohlen. Die aktuelle Fassung dieser Norm ist aus dem Jahr 2021.

7.19 Schnittstellen

Die Möglichkeit zur Ladeerhaltung sowie zur Datenübertragung muss durch geeignete und idealerweise standardisierte Schnittstellen erfolgen. Die Datenübertragung soll über einen Anschluss USB Typ C erfolgen, vorzugsweise in die Ladehalterung integriert.

Die Schnittstelle zwischen Wärmebildkamera und Ladehalterung soll ausschließlich über außenliegende Kontakte (Kontaktladen – magnetisch oder mechanisch verbunden) oder drahtlos (induktives Laden) sichergestellt werden, um ein Eindringen von Feuchtigkeit und Partikeln in die Wärmebildkamera zu verhindern.

7.20 Schutzart

Die Schutzart gibt an, in welchem Maße elektrische Betriebsmittel gegen äußere Einflüsse wie das Eindringen von Fremdkörpern, Wasser und gegen Berührung geschützt ist.

Nach DIN EN 60529 – Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) – wird der Grad des Schutzes durch Buchstaben-Ziffern-Kombinationen angegeben:

- IP ist die Abkürzung für International Protection oder Ingress Protection (Schutz gegen Eindringen).
- Die erste Kennziffer (1 bis 6) gibt den Grad des Berührungs- und Fremdkörperschutzes an.

- Die zweite Kennziffer (1 bis 9) gibt den Grad des Schutzes gegen das Eindringen von Wasser an.

Kennziffer/ Schutzgrad	erste Kennziffer		zweite Kennziffer
	Berührungsschutz	**Fremdkörperschutz**	**Wasserschutz**
0	kein Schutz	kein Schutz	kein Schutz
1	geschützt gegen Zugang mit dem Handrücken	geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser ≥ 50 mm	Schutz gegen Tropfwasser
2	geschützt gegen den Zugang mit einem Finger	geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser ≥ 12,5 mm	Schutz gegen fallendes Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist
3	geschützt gegen den Zugang mit einem Werkzeug	geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser ≥ 2,5 mm	Schutz gegen fallendes Sprühwasser bis 60° gegen die Senkrechte
4	geschützt gegen Zugang mit einem Draht	geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser ≥ 1 mm	Schutz gegen allseitiges Spritzwasser
5	vollständiger Schutz gegen Berührung	geschützt gegen Staub in schädigender Menge	Schutz gegen Strahlwasser (Düse) aus beliebigem Winkel
6	vollständiger Schutz gegen Berührung	vollständiger Schutz vor Staubeintritt (staubdicht)	Schutz gegen starkes Strahlwasser
7	---	---	Schutz gegen zeitweiliges Untertauchen
8	---	---	Schutz gegen dauerndes Untertauchen
9	---	---	Schutz gegen Wasser bei Hochdruck- & Dampfstrahlreinigung

Tabelle 6: Übersicht Kennziffern des IP-Codes nach DIN EN 60529

7.21 Selbstkalibrierungszeit

Die Selbstkalibrierungszeit ist herstellerspezifisch und unterliegt einer großen Schwankung. Die Notwendigkeit einer erneuten Kalibrierung des Bildes entsteht

bei der Umschaltung der Sensormodi im Falle von Dual- oder Tri-Gain Wärmebildkameras sowie beim Einschalten einer jeden Wärmebildkamera. Entsprechende Richtwerte sind in den Tabellen unter Kapitel 3.1 und 3.2 zu entnehmen. Inzwischen gibt es Produkte, welche keine Selbstkalibrierungszeit benötigen. Ein Standbild während der Verwendung einer Wärmebildkamera kann ausgeschlossen werden. Durch technische Lösungen einiger Hersteller zur Mischverstärkung (Mixed Gain/ Mixed Mode/ One Gain) des Temperaturbereiches erfolgt keine Umschaltung mehr zwischen den Temperaturbereichen. Temperaturunterschiede werden farblich entsprechend den herstellerspezifischen Vorgaben der Farb- und Temperaturreferenzskala im Display dargestellt.

7.22 Technologie Sensorik

Die Entwicklung ungekühlter IR-Sensoren, die typischerweise mikrobolometerbasierte Sensoren verwenden, begann in den 1990er Jahren. Mikrobolometer aus Vanadiumoxid (VOx) oder amorphem Silizium (ASi) sind die beiden heute am weitesten verbreiteten Varianten. Die Tatsache, dass ungekühlte IR-Sensoren kostengünstiger sind als gekühlte IR-Sensoren und keine zusätzlichen Kühlkomponenten erfordern, macht diese Wärmebildsysteme tragbar, leicht und energieeffizient. Darüber hinaus bieten sie ein Sofortbild, sodass eine Bildbetrachtung direkt nach dem Einschalten des Geräts möglich ist (keine Abkühlvorgänge). Ungekühlte IR-Sensoren reagieren weniger schnell, und erkennen Bilder langsamer als gekühlte IR-Sensoren. Beide funktionieren auf die gleiche Weise (ihre zugrunde liegenden Technologien sind analog), der Hauptunterschied besteht jedoch in der Art des Materials, aus dem der Sensor besteht. Das Mikrobolometer als Sensorelement eines ungekühlten IR-Imager arbeitet nach dem thermischen Prinzip. Bei ihm wird die einfallende IR-Strahlung von einer Sensormembran absorbiert und aufgrund einer sehr guten thermischen Isolierung entsprechend der einfallenden Leistung in eine Temperaturerhöhung und einer damit verbundenen Widerstandänderung konvertiert. Jedes Objekt mit einer Temperatur oberhalb des absoluten Nullpunktes emittiert elektromagnetische Strahlung aufgrund der Bewegungen seiner Atome. Bei Raumtemperatur im Bereich um 300 K liegt der Großteil der emittierten Strahlungsleistung im Wellenlängenbereich zwischen 8 µm und 14 µm. Dies ist der so genannte fern-infrarote (FIR) Spektralbereich, der teilweise

auch als LWIR-Bereich (long-wave infrared range) bezeichnet wird. Passive, ungekühlte Wärmebildkamerasysteme nutzen diesen Effekt zur Bilderzeugung, wobei keine aktive Lichtquelle benötigt wird, sondern die emittierte Strahlung des Objektes detektiert wird.

Der Prozessor einer Wärmebildkamera gibt die empfangene Infrarotstrahlung anschließend als Bild auf dem LCD-Display wieder. Temperaturunterschiede werden entsprechend der Einstellungen des Darstellungsmodi in schwarz/ weiß oder in Farbe dargestellt. Die Farben stehen für jeweils unterschiedliche Temperaturbereiche wie im folgenden Bild zu sehen. Um ein detailliertes Bild darstellen zu können, schalten die meisten Wärmebildkameras ab einem Temperaturbereich von +/- 250°C in einen geringeren Verstärkungsbereich des Bildes. Dieses kann zu einem kurzen Standbild während der Betrachtung führen. Modernste Wärmebildkameras verfügen über einen kombinierten Temperaturbereich und zeigen ein Verzug freies Wärmebild ohne Umschaltzeit.

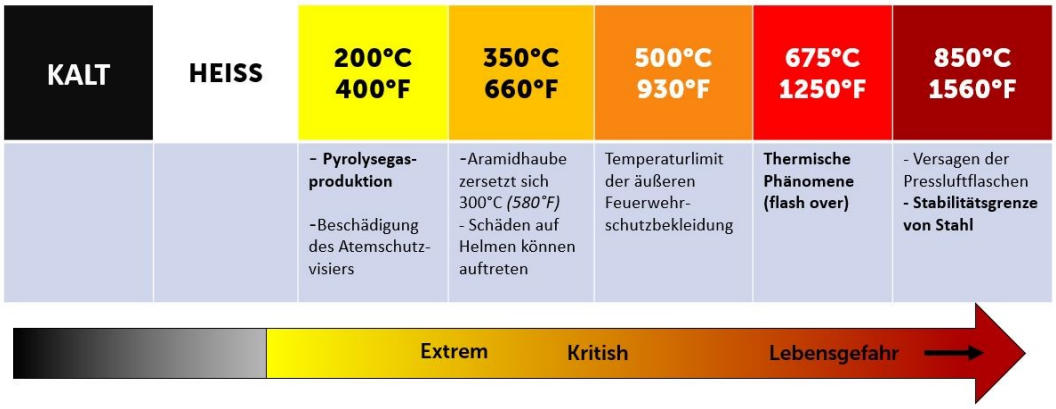


Abbildung 11: herstellerspezifische Einteilung Farben und Temperaturbereiche; Quelle: Leader GmbH

7.23 Temperaturmess- und Anzeigebereich

Die Wärmebildkameras der Feuerwehren messen nicht die absolute Temperatur, sondern die relative Temperatur. Diese Strahlung wird von anderen Körpern und Oberflächen reflektiert und führt so zu Ungenauigkeiten bei der Punktmessung eines bestimmten Objekts. Die Wärmebildkamera zeigt zwar ein sehr genaues IR-Bild der Temperaturen an, die gemessenen Punkttemperaturen können aber erheblich abweichen. Neuere Wärmebildkameras, bzw. Kameras, bei denen der

Emissionsgrad eingestellt werden kann, geben eine genauere Temperatur wieder. Der Emissionsgrad muss materialbezogen eingestellt werden. Für eine Verwendung bei der Feuerwehr ist dieser Parameter üblicherweise voreingestellt.

Im Feuerwehreinsatz ist es wichtig, die Gefahr zu erkennen und einschätzen zu können, das heißt, für den Einsatz einer Wärmebildkamera sind die Infrarotbilder auf dem Display aussagekräftig. Hingegen sind die Temperaturen nur relativ zur Umgebung und können als Schätzwerte angenommen werden, sollten aber niemals als absolute (genaue) Temperaturen verwendet werden. Diese Eigenschaft ist im Gefahrguteinsatz besonders wichtig, da hier minimale Temperaturunterschiede entscheidend sein können. Deshalb sollten die gemessenen Temperaturen mit einer Wärmebildkamera im Gefahrgutbereich besonders vorsichtig behandelt werden. Wie auch in anderen Einsatzszenarien mit einer Wärmebildkamera müssen die gemessenen Temperaturen der Kamera nicht die absoluten Temperaturen sein. Anhängig vom Emissionsgrad können Abweichungen auftreten, die beachtet werden müssen.

Bei der Mittelpunkt-Messung wird der angegebene Bereich in der Mitte des Bildschirmes (angezeigt durch Fadenkreuz/Quadrat) gemessen. Es erfolgt eine Querschnittsmessung der erfassten Temperaturen. Diese kann herstellerspezifisch variieren und kann maßgeblich durch die +-/% Abweichung beeinflusst werden. Der Mittelpunkt-Messwert wird digital angezeigt und sollte abschaltbar sein. Eine Fehlinterpretation durch den die Einsatzkraft während der Anwendung kann so ausgeschlossen werden.

7.24 Thermische Empfindlichkeit

Thermische Empfindlichkeit oder die rauschäquivalente Temperaturdifferenz (Noise Equivalent Temperature Difference, NETD) beschreibt die kleinste Temperaturdifferenz, die mit einer Kamera zu sehen ist. Je niedriger der NETD-Wert, der in Millikelvin (mK) gemessen wird, desto besser kann der Sensor kleine Temperaturunterschiede registrieren und darstellen. Beispielsweise: <40 mK = 0,04/ Je kleiner der Wert, umso besser.

7.25 Prozentuale Abweichung

Die Prozentuale und °C Abweichung der erfassten Werte sollte so gering wie möglich sein, um eine klare Bilddarstellung zu gewährleisten. Der derzeitige industriespezifische Präzisionsstandard wird bei ± 2°C oder 2% erfüllt.

7.26 Zoom

Zahlreiche Wärmebildkameramodelle bieten die Möglichkeit der Nutzung einer Zoom-Funktion (Vergrößerung). Die Funktionsvielfalt reicht von keinem Zoom über einen 2-fach-Zoom bis hin zu einem 2- und 4-fach-Zoom. Bei verschiedenen Versuchen konnte festgestellt werden, dass der 2-fach-Zoom den größten Erfolg bei der Lageerkundung bringt. In der Regel wird ein Bedienknopf für die Zoom-Funktion belegt. Zudem verfügen Wärmebildkameras ausschließlich über eine digitale Zoom-Funktion, wodurch die Qualität des angezeigten Bildes verschlechtert wird. Es erfolgt lediglich eine vergrößerte und ungenauere Darstellung der Pixel eines Bildausschnitts (verkleinertes Sichtfeld). Wird keine Rückschaltung auf das Standardsichtfeld durchgeführt, können wesentliche (einsatzkritische) Informationen fehlen und daraus Gefährdungen resultieren. Ebenso kann es zu einer falschen Entfernungseinschätzung kommen, da ein Maßstab fehlt. Zur Lagebeurteilung bietet eine Zoom-Funktion jedoch unschätzbare Vorteile, da weit entfernte Bereiche einfacher untersucht werden können, ohne den eigenen Standort zu verändern.

7.27 Zubehör

Die nachfolgende Übersicht beinhaltet handelsübliches Zubehör für Wärmebildkameras verschiedener Hersteller.

Produktbezogene Ergänzungsausstattungen (bspw. Handgriff) sowie spezielles Zubehör (bspw. Hitzeschutzüberzug) werden nicht abgebildet.

Ersatzakku	 Abbildung 12: Ersatzakku; Quelle: Rosenbauer E-Commerce GmbH

Kfz-Ladeerhaltung Wärmebild-kamera (betriebsbereite Lagerung & Ladung)	Abbildung 13: Kfz-Ladeerhaltung Wärmebildkamera; Quelle: Seek Thermal, Inc.
Kfz-Ladeerhaltung Wärmebild-kamera & Ersatzakku (betriebsbereite Lagerung & Ladung)	Abbildung 14: Kfz-Ladeerhaltung Wärmebildkamera & Ersatzakku; Quelle: Bullard GmbH
Handschlaufe/Tragegurt	Abbildung 15: Handschlaufe/Tragegurt; Quelle: LEADER GmbH
Nackentrageband	Abbildung 16: Nackentrageband; Quelle: Teledyne FLIR LLC
Trageband (herausziehbar & selbstaufrol-lend)	Abbildung 17: Trageband (herausziehbar & selbstaufrollend); Quelle: Dräger Safety AG & Co. KGaA

Tabelle 7: Übersicht handelsübliches Zubehör

Literaturverzeichnis

Avon Protection. (kein Datum). The argus range of thermal imaging cameras. Von https://www.rosenbauer.com/fileadmin/sharepoint/products/equipment/tics/docs/Brochure_AVON.pdf abgerufen.

DGUV. (2022). Fachbereich Aktuell - Sicherheit und Gesundheit bei der Vegetationsbrandbekämpfung (FBFHB-035). Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV) - Sachgebiet Feuerwehren und Hilfeleistungsorganisationen im Fachbereich Feuerwehren und Hilfeleistungen im Brandschutz der DGUV.

Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS. (kein Datum). Grundlagen ungekühlter IR-Imager. Von https://www.ims.fraunhofer.de/de/Geschaeftsfelder/IR-Imagers/Technologien/Grundlagen-ungekuehlter-IR-Imager.html abgerufen.

Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS. (kein Datum). Mikrobolometer. Von https://www.ims.fraunhofer.de/de/Kernkompetenz/Technology/MEMS-Technologien/Mikrobolometer.html abgerufen.

Kohlhammer GmbH, W. (Hrsg.). (kein Datum). www.kohlhammer.de. Von https://www.kohlhammer-feuerwehr.de/de/news/beladungsaktualisierung-losch-fahrzeuge-kunftig-mit-warmebildkameras-und-systemtrenner-383 am 17.08.2023 abgerufen.

Kraft, D. (2022). Wärmebildkamera im Feuerwehreinsatz. Hessische Landesfeuerwehrschule, Fachgruppe 30, Kassel. Abgerufen am 17.08.2023

Leader GmbH. (kein Datum). Was sind die wichtigsten Auswahlkriterien für eine Wärmebildkamera für Feuerwehrmänner/Rettungskräfte und warum? Von https://www.leader-group.company/de/gutachten/waermebildkamera/was-sind-die-wichtigsten-auswahlkriterien-fuer-eine-waermebildkamera abgerufen.

Arbeitskreis Waldbrand (2020). Fachempfehlung Nr. 3 vom 16. Juni 2020. „Sicherheit und Taktik im Vegetationsbrandeinsatz“, Berlin: Deutscher Feuerwehrverband - Bundesgeschäftsstelle.

Thermal Devices LTD. (kein Datum). Art der Sensoren - Glossar. Von https://thermaldevices.eu/de/type-of-sensors-glossary/ abgerufen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prozessbaum als Entscheidungshilfe für die Bedarfsermittlung

Abbildung 2: Anzeigeelemente WBK; Quelle: Bullard GmbH

Abbildung 3: gesättigtes Bild WBK; Quelle: Leader GmbH

Abbildung 4: nicht gesättigtes Bild WBK; Quelle: Leader GmbH

Abbildung 5: Darstellung TI-Basic Modus; Quelle: Rosenbauer E-Commerce GmbH

Abbildung 6: Darstellung TI Basic Plus Modus; Quelle: Bullard GmbH

Abbildung 7: Darstellung Erkundungsmodus; Quelle: Insight Training LLC

Abbildung 8: Darstellung Hotspot Mode; Quelle: Rosenbauer E-Commerce GmbH

Abbildung 9: Darstellung Cold-Tracker; Quelle: Rosenbauer E-Commerce GmbH

Abbildung 10: Darstellung schwarz/ weiß Mode; Quelle: Rosenbauer E-Commerce GmbH

Abbildung 11: herstellerspezifische Einteilung Farben und Temperaturbereiche; Quelle: Leader GmbH

Abbildung 12: Ersatzakku; Quelle: Rosenbauer E-Commerce GmbH

Abbildung 13: Kfz-Ladeerhaltung Wärmebildkamera; Quelle: Seek Thermal, Inc.

Abbildung 14: Kfz-Ladeerhaltung Wärmebildkamera & Ersatzakku; Quelle: Bullard GmbH

Abbildung 15: Handschlaufe/Tragegurt; Quelle: Leader GmbH

Abbildung 16: Nackentrageband; Quelle: Teledyne FLIR LLC

Abbildung 17: Trageband (herausziehbar & selbstaufrollend); Quelle: Dräger Safety AG & Co. KGaA

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darstellung der Anzahl normativ geforderter Wärmebildkameras (IST-Stand)

Tabelle 2: Qualitative Merkmale von AOR-Wärmebildkameras

Tabelle 3: Qualitative Merkmale von taktischen Wärmebildkameras

Tabelle 4: Empfehlung Fahrzeugausstattung

Tabelle 5: Gegenüberstellung Zoneneinteilung ANSI/ISA und ATEX; Quelle: Praxishandbuch Brandschutz

Tabelle 6: Übersicht Kennziffern des IP-Codes nach DIN EN 60529

Tabelle 7: Übersicht handelsübliches Zubehör

Abkürzungsverzeichnis

µm	Mikrometer
AOR	Angriff, Orientierung und Rettung
AVI	engl. Audio Video Interface
CBRN	chemisch-biologisch-radiologisch-nuklear
DIN SPEC	Vorstufe zur DIN-Norm
DIN	Deutsches Institut für Normung
ELW	Einsatzleitwagen
EN	Europäische Norm
Hrsg.	Herausgeber
IR-Bild	Infrarotbild
IR-Sensor	Infrarotsensor
IR-Strahlung	Infrarotstrahlung
JPG	Standard für komprimierte digitale Bilder
KdoW	Kommandowagen
LCD	Flüssigkeitskristallanzeige
Mind.	Mindestens
s	Sekunde
takt.	taktisch
UAV	unbemanntes Luftfahrzeug
USA	United States of America
USB	engl. Universal Serial Bus
UVA	unterirdische Verkehrsanlagen
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V.
WBK	Wärmebildkamera

Änderungsverzeichnis

Version	Datum	Änderungen	Autor
1.0	25.04.2025	Ersterstellung	K. Schmitt, N. Taubert
1.1	17.11.2025	• Neues Kapitel 5 • Änderung/Ergänzung Abschnitte ○ 1 ○ 2.2 ○ 3.1 ○ 3.2 ○ 4.1 ○ 7.10 ○ 7.16 ○ 7.13 ○ 7.21 ○ 7.26 ○ 7.27 • Änderungsverzeichnis ergänzt	K. Schmitt, N. Taubert
1.2	22.12.2025	• Änderung/Ergänzung Abschnitte ○ 3.1 ○ 3.2 ○ 7.2 ○ 7.3 ○ 7.13 ○ 7.20 ○ 7.27 ○ Abbildungsverzeichnis	K. Schmitt, N. Taubert

Erstellt wurde diese Fachempfehlung durch Nick Taubert und Karsten Schmitt unter fachlicher Beratung des Fachausschusses Technik der deutschen Feuerwehren. Der Fachausschuss Technik ist ein gemeinsames Gremium der Arbeitsgemeinschaft der Leiterinnen und Leiter der Berufsfeuerwehren in der Bundesrepublik Deutschland (AGBF Bund) und des Deutschen Feuerwehrverbandes.

Ihr Kontakt: Carsten-Michael Pix / Telefon (030) 288 848 8-28 / E-Mail pix@dfv.org

Haftungsausschluss: Diese Fachempfehlung wurde nach bestem Wissen und unter größter Sorgfalt durch unsere Experten erstellt und durch die zuständigen Fachbereiche und das DFV-Präsidium geprüft. Eine Haftung der Autoren oder des Deutschen Feuerwehrverbandes ist jedoch grundsätzlich ausgeschlossen.