



KELLER – MAASS – REICHARD – WITTE

Ein Handbuch über den effektiven Einsatz von
Wärmebildkameras im Feuerwehr-Einsatz.

WBK-Ausbilderhandbuch Feuerwehr

von

Philipp Keller

Thorsten Maass

Marcus Reichard

Daniel Witte

1. Auflage

September 2012

Köln

Vorwort

Das *WBK-Ausbilderhandbuch Feuerwehr* ist ein Projekt von vier angehenden Rettungsingenieuren. Wir alle studieren an der Fachhochschule Köln im Bachelor Studiengang Rettungsingenieurwesen.

Auf die Idee zu dem Projekt kamen wir während einer Exkursion im Modul Bautechnik, bei der wir die Möglichkeit bekamen, mit einer Wärmebildkamera (WBK) zu arbeiten.

Wir mussten feststellen, dass es bei der Arbeit mit einer WBK durchaus viele Dinge zu beachten gibt. Auf der Suche nach Ausbildungsmaterial merkten wir schnell, dass es nur wenig frei zugängliche Unterlagen zum Thema Wärmebildkameras im Bereich der Feuerwehr und Hilfsorganisationen gibt. Dies war der ausschlaggebende Punkt, dieses Projekt in Angriff zu nehmen.

Ziel des Projektes ist es, dieses frei zugängliche Ausbilderhandbuch inklusive bebildeter Präsentation für die Ausbilder der Feuerwehren zu erstellen.

Besonders möchten wir uns bei unserem Dozenten Dipl.-Ing. Thorsten Prein für die Förderung und den sehr guten Informationsaustausch während des ganzen Projektes bedanken. Ohne die Unterstützung von Anfang an, die zahlreichen Hilfestellungen und die Möglichkeit an Brandversuchen des Büro für Brandschutz teilzunehmen wäre es nicht möglich gewesen das Projekt in dieser Art und Weise durchzuführen.

Für die Hilfe und den reibungslosen Ablauf der Brandversuche möchten wir uns weiterhin bei Marc Meisloch, Michael Hoffmann, Korbinian Pasedag und Florian Weber bedanken.

Natürlich möchten wir uns auch ganz herzlich für die Unterstützung, die wir durch diverse Hersteller und Kooperationspartner erhalten haben, auf diesem Wege bedanken.

Die Autoren wurden von folgenden Herstellern durch die Bereitstellung von Wärmebildkameras unterstützt:

Bullard GmbH

Drägerwerk AG & Co. KGaA

Infrared Systems Group Ltd., ISG Deutschland

MSA AUER GmbH

Rosenbauer Deutschland GmbH

Scott Safety

Testboy GmbH

Testo AG

Während der verschiedenen Versuche konnten folgende Wärmebildkameras eingesetzt werden. Die Autoren waren dabei bemüht eine Vielzahl von Herstellern, Geräten und Gerätetypen zu berücksichtigen, um möglichst unabhängige Ergebnisse zu erhalten:

Active Photonics Hornet 320 monocular	Dräger Elite Talisman Light
Active Photonics Hornet 320 binocular	MSA Auer Evolution 5800
Bullard T3 Max+	Rosenbauer Argus 4
Bullard T4	ISG SD 1000
Bullard Eclipse	Scott Eagle Imager X
Dräger UCF 3200	Scott Eagle 320
Dräger UCF 7000	Testboy TV 500
Dräger UCF 9000	Testo 881-2

Die in diesem Ausbilderhandbuch verwendeten Bilder wurden dabei mit folgenden Wärmebildkameras aufgenommen:

Active Photonics Hornet

Bullard T3Max+

Bullard T4

Dräger UCF 7000

Dräger UCF 9000

Rosenbauer Argus 4 320 HR

MSA Auer Evolution 5800

Testo 881-2

Bei anderen Geräten bestand leider nicht die Möglichkeit einer Bildaufzeichnung, oder es fehlten den Autoren die entsprechenden Zusatzgeräte.

WICHTIGER HINWEIS

Die Autoren haben größten Wert darauf gelegt, dass die Angaben und Anweisungen dem jeweiligen Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes entsprechen.

Dieses Ausbilderhandbuch basiert auf dem Wissen, welches in einer Vielzahl unterschiedlicher Versuche gewonnen werden konnte, welche ohne Vorbereitung und Auswertung mehr als vier Wochen eingenommen haben. Trotz sorgfältiger Versuchsplanung, Dokumentation und Auswertung kann es möglich sein, dass hierbei Fehler entstanden sind.

Da sich außerdem die technische Entwicklung sowie Normen und Vorschriften ständig in Veränderung befinden, sind Fehler auch hier nicht vollständig auszuschließen.

Daher übernehmen die Autoren für die im Handbuch enthaltenen Angaben und Anweisungen keine Gewähr.

Die vermittelten Kenntnisse und Vorgehensweisen aus dem Handbuch und den dazugehörigen Präsentationsunterlagen sind Empfehlungen der Autoren und sollten vor dem Einsatz gründlich durchdacht und dem eigenen Wissenstand und Können angepasst werden. Bevor das vermittelte Wissen im Einsatz mit Kollegen und anderen Personen eingesetzt wird, sollte eine Rücksprache mit dem Truppmann, der Einheit und dem Einheitsführer erfolgen, damit nicht verschiedene Taktiken und verschiedene Maßnahmen verwechselt werden oder gar aneinander vorbei/gegeneinander laufen.

Alle nicht gekennzeichneten Bilder stammen von den Autoren und wurden in Eigenregie während der Versuche aufgenommen. Die Nutzungsrechte der Bilder verbleiben bei den Autoren.

Wichtig für die Autoren war hierbei die Aussage des Bildes, nicht die Qualität. Es kann also sein, dass Bilder in minderer Qualität eingesetzt worden sind, um den Inhalt bestmöglich darzustellen.

Die Autoren haben dabei versucht Bilder möglichst aller Hersteller einzusetzen, dies war jedoch leider nicht immer zu 100% möglich.

Wenn Sie einen Fehler in den Aussagen der Autoren finden sollten, freuen sich diese über Ihre Email an info@wbk-einsatz.de, in der Sie uns den Fehler und Ihre Sichtweise gerne schildern dürfen. Wir sind bemüht, diesen dann möglichst zeitnah zu überprüfen und gegebenenfalls in der nächsten Version des Ausbilderhandbuches zu korrigieren. Wir bedanken uns für Ihre Mithilfe!

Sollten Sie Bilder aus dem Ausbilderhandbuch für Schulungszwecke nutzen wollen, ist dies selbstverständlich kein Problem, nennen Sie uns einfach als Quelle.

Sollten Sie vereinzelt Bilder in höherer Qualität benötigen, schauen wir gerne ob sich dies realisieren lässt, kontaktieren Sie uns dazu einfach per Email an info@wbk-einsatz.de, wir sind bemüht Sie bestmöglich zu unterstützen.

Wir weisen vorsorglich darauf hin, dass zur Vereinfachung allgemein Begriffe wie Feuerwehrmann und Truppmann genutzt wurden. Dies dient der Lesbarkeit und soll nicht zum Ausdruck bringen, dass die Feuerwehr reine Männersache ist.

Die Autoren behalten sich alle Rechte vor.

Inhaltsverzeichnis

1	Technik.....	1
1.1	Elektromagnetisches Spektrum	1
1.1.1	Ultraviolette Strahlung	1
1.1.2	Infrarotstrahlung	2
1.2	Funktion und Technik einer Wärmebildkamera	3
1.2.1	Aufbau und Querschnitt einer Wärmebildkamera.....	6
1.2.2	Detektoren	7
1.2.3	Farbmodus	10
1.3	Messungen der Temperaturwerte	13
1.4	Zusatzfunktionen	14
1.5	Einsatzgrenzen	16
1.6	Qualitätskriterien einer WBK	17
2	Einsatzgrundlagen.....	22
2.1	Ausfall der Technik	22
2.2	2-D Sehen	23
2.3	Spiegelungen und Reflexionen	24
2.4	Rückwegsicherung	25
2.5	Tür-Check	25
2.6	Der Würfelblick im Wärmebildkamera-Einsatz	26
2.7	Kombination mit einer Taschenlampe	31
2.8	Kommunikation	31
2.9	Lagebeurteilung	34
2.9.1	Lagebeurteilung von außen/Erkundung.....	34
2.9.2	Kontrolle	35
2.9.3	Lagebeurteilung von Innen	36
3	Brandeinsatz.....	38
3.1	Einleitung	38

3.2	Grundsätzliche Vorgehensweise Brand	38
3.3	Branderkennung	41
3.4	Brandbekämpfung	43
3.5	Personensuche Brandeinsatz	44
3.5.1	Grundsätzliches	44
3.5.2	Probleme und Gefahren bei der Personensuche	46
3.5.3	Vorgehen bei der Personensuche	47
3.6	AGT-Notfall	47
3.6.1	Auffinden des AGT	47
3.6.2	Erkennbarkeit über das Atemschutzgerät	48
3.7	Brandausbreitung	48
3.7.1	Wärmeübertragung	48
3.7.2	Wärmemitführung	49
3.7.3	Wärmeleitung	50
3.7.4	Brandausbreitung im Rauminnen	50
3.8	Löschanlagen	51
3.9	Nachlöscharbeiten	52
3.10	Kaminbrand	53
3.11	Waldbrand/Flächenbrand	54
3.11.1	Grundsätzliches	54
3.11.2	Wärmebildkameras für Feuerwehrkräfte bei Nachlöscharbeiten ...	55
4	Gefahrgut	56
4.1	Einleitung	56
4.2	Einsatzmöglichkeiten im Gefahrguteinsatz	57
4.3	Vorgehensweise im Gefahrguteinsatz	57
4.4	Übertragung der Wärmebilder an die Einsatzleitung	58
4.5	Vornahme einer Wärmebildkamera	59
4.5.1	Lageerkundung	61
4.5.2	Menschenrettung	62

4.5.3	Auffinden von Leckagen	62
4.5.4	Flüssigkeiten lokalisieren	63
4.5.5	Füllstände	64
4.6	Unter CSA	67
4.7	Erkennen von Kontaminationen	67
4.8	Überwachen von Gefahrguteinsatzstellen	68
5	Technische Hilfeleistung / Personensuche	69
5.1	Einleitung	69
5.2	WBK bei Technischer Hilfeleistung: Verkehrsunfall	69
5.2.1	Einflussfaktoren und deren Auswirkung	70
5.2.2	Vorgehensweise Verkehrsunfall	72
5.3	Personensuche Gelände	74
5.3.1	Mögliche Einflussfaktoren	74
5.3.2	Vorgehensweise Personensuche Gelände	76
6	Schlusswort	79
7	Abbildungsverzeichnis	80
8	Tabellenverzeichnis	83
9	Abkürzungsverzeichnis	83
10	Quellenverzeichnis	84
11	Taschenkarte	86

1 TECHNIK

In diesem Kapitel werden die Technik und die Funktionsweise einer Wärmebildkamera näher erklärt. Wie funktioniert Infrarotstrahlung, wo kommt diese her und warum kann eine Wärmebildkamera diese in ein sichtbares Bild umwandeln, obwohl das menschliche Auge im dichten Rauch nichts sieht.

1.1 Elektromagnetisches Spektrum

Es gibt zwei Möglichkeiten wie Licht entstehen kann, erstens durch Temperatur, zum Beispiel in Sternen und Glühlampen, und zweitens durch Lumineszenz, zum Beispiel in Neonröhren. Lumineszenz bedeutet vereinfacht, das Anregen von Elektroden in Atommolekülen oder Festkörpern. Beispielsweise durch einen Stoß anderer Elektroden, geben diese einen Teil der Energie in Form von Licht wieder ab.

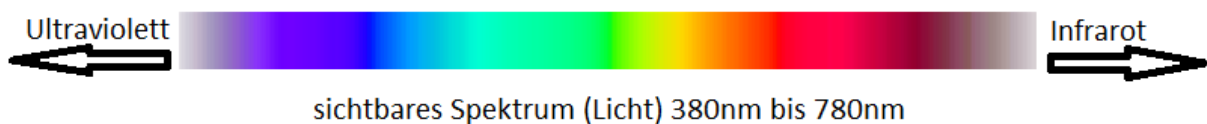


Abbildung 1.1: Kleine Übersicht des elektromagnetischen Spektrums

Das Lichtspektrum – der kleine Bereich innerhalb der elektromagnetischen Strahlung, für die das Auge empfindlich ist – reicht von 380 Nanometer (violetttes Licht) bis 780 Nanometer (rotes Licht).

In der Physik spricht man bei Licht von Infrarot (IR)- und Ultraviolettstrahlung (UV). Beide Strahlenarten sind genau wie das sichtbare Licht für das Leben auf der Erde unentbehrlich. Wie in Abbildung 1.1 zu sehen, liegen der Infrarot- und der Ultraviolett-Bereich ober- und unterhalb der sichtbaren Strahlung, beide sind für den Menschen also nicht sichtbar.

1.1.1 Ultraviolette Strahlung

Sie wird – je nach biologischer Wirkung – in drei Bereiche aufgeteilt:

UV-A-Strahlung (315 nm bis 380 nm) bräunt die Haut.

UV-B-Strahlung (280 nm bis 315 nm) regt den Aufbau von Vitamin D an.

UV-Strahlung hat viele positive Wirkungen, zum Beispiel UV-B für den Aufbau des Vitamins D. Übermäßige Exposition (Aussetzung) kann jedoch zu Schädigungen führen, die Haut rötet sich und verbrennt.

1.1.2 Infrarotstrahlung

Infrarotstrahlung ist ebenso lebensnotwendig wie UV-Strahlung. Trifft infrarote Strahlung auf einen Körper, wird sie absorbiert und in Wärme umgewandelt. Ohne diese Wärmestrahlung der Sonne würde daher die Erde in ewigem Eis erstarren.

Dank dieser Eigenschaft gewinnt das Sonnenlicht als ökologische Alternative der Energiegewinnung zunehmend an Bedeutung: Technik aus den Bereichen der Solarthermie und Photovoltaik machen sich den Effekt zu Nutze. Der IR-Bereich umfasst die Wellenlängen zwischen 780 Nanometer (nm) und einem Mikrometer (μm).

1.2 Funktion und Technik einer Wärmebildkamera

Die Funktion einer Wärmebildkamera beruht darauf, dass jeder Körper, dessen Temperatur über 0 Kelvin (-273,15 °C, absoluter physikalischer Nullpunkt) liegt, Wärmestrahlung aussendet. Die Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung) hat eine größere Wellenlänge als das sichtbare Licht und kann zum Beispiel Rauch besser durchdringen als normales Licht.

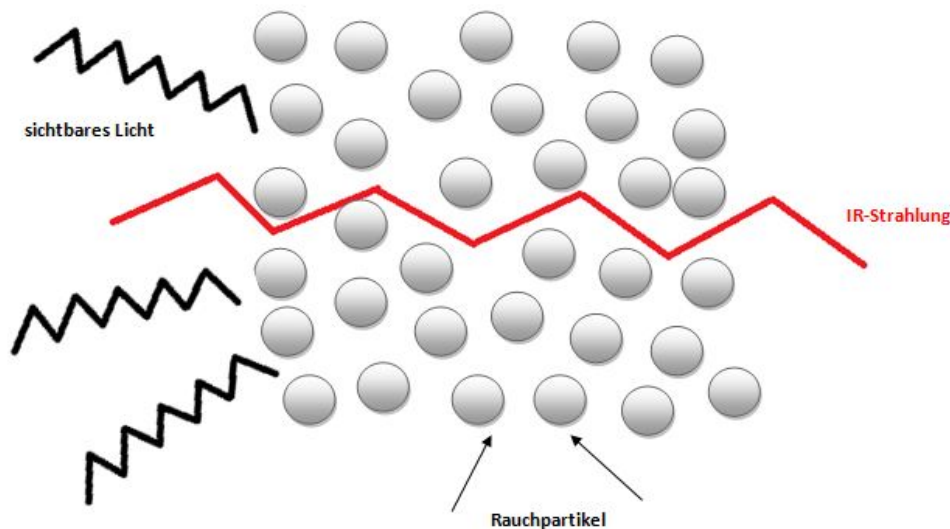


Abbildung 1.2: Sichtbares Licht im Vergleich zu Infrarotstrahlung bei der Rauchdurchdringung.

Wärmestrahlung ist für den Menschen unsichtbar, sie kann jedoch in manchen Fällen als Wärme/Hitze gefühlt werden. Die Wärmebildkamera kann diese Infrarotstrahlung auffangen und mittels elektrischer Impulse in ein für den Menschen sichtbares Bild umwandeln. So kann es sein, dass man mit bloßem Auge in einem verrauchten Raum nichts erkennen kann, mit einer Wärmebildkamera allerdings mehr und sogar besser sehen kann.

Ein entscheidender Vorteil der Wärmebildkamera ist das Sehen im Dunkeln möglich ist. Im Vergleich zu einem Nachtsichtgerät, welches das restliche vorhandene Licht nur verstärkt, zeigt die Wärmebildkamera die Infrarotstrahlung an, die auch im Dunkeln vorhanden ist und erstellt ein für den Menschen sichtbares Bild.

Ein weiterer Vorteil gegenüber dem sichtbaren Licht ist die größere Wellenlänge, die im Gegensatz zum Nachtsichtgerät auch Rauch durchdringen kann.

Man muss allerdings beachten, dass die infrarote Strahlung auch Grenzen hat, sie verhält sich anders als sichtbares Licht.

Vier Faktoren müssen beachtet werden: Absorption, Reflektion, Transmission und Emission. Alle vier treten gleichzeitig auf und spielen so bei jedem Einsatz einer Wärmebildkamera eine wichtige Rolle.

Absorption bedeutet, dass die Infrarotstrahlung vom Körper aufgenommen wird, andererseits kann die Strahlung jedoch auch reflektiert werden. Bei der Transmission strahlt die Wärme durch den Körper hindurch, dies wird auch als Wärmeübertragung bezeichnet. Die Emission beschreibt die Oberflächenbeschaffenheit, also wie ein Körper die Infrarotstrahlung abstrahlt. Hieraus ergeben sich Grenzen, die man kennen sollte; Glas und andere sehr glatte Oberflächen beispielsweise reflektieren Wärmestrahlung, Wasser, Beton und andere dichte Gegenstände sind für jegliche Wärmestrahlung undurchlässig.

Es kann durchaus passieren, dass verschiedene Oberflächen die gleiche Temperatur besitzen, auch wenn die Wärmebildkamera einen hohen Unterschied anzeigt. Dies hängt mit den verschiedenen Emissionsgraden der Oberflächen zusammen. Diesen Effekt sollte man kennen und in die Interpretation der Wärmebilder mit einbeziehen, da gemessene Werte nicht unbedingt mit den tatsächlichen Temperaturwerten übereinstimmen. Dieser Effekt ist u.a. von dem voreingestellten Emissionsgrad der Kamera abhängig (siehe auch 1.3 Messungen der Temperaturwerte), der Emissionsfaktor streut materialabhängig zwischen 0,012 und 0,98, entsprechend ungenau kann die Temperaturzuordnung ausfallen.

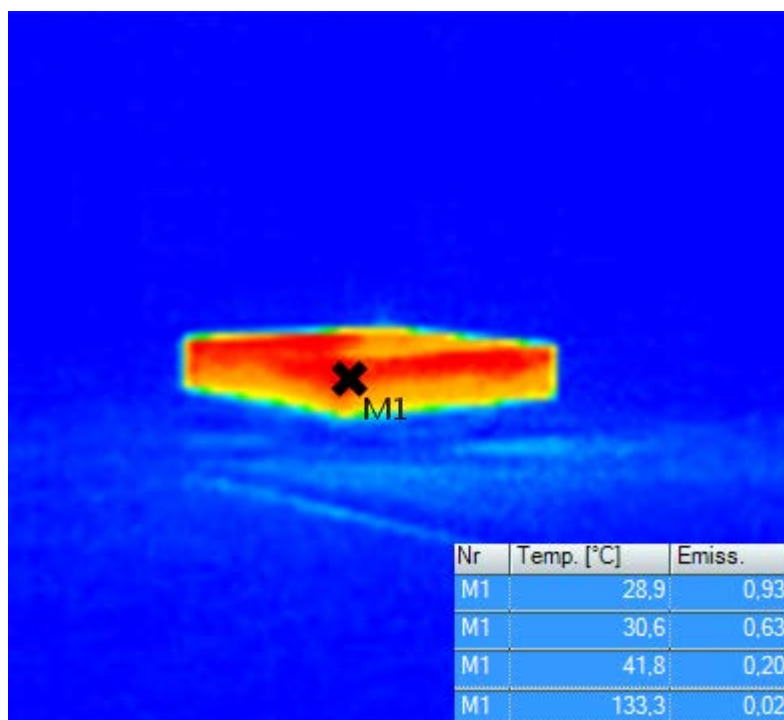


Abbildung 1.3: Verschiedene Emissionsgrade (Emiss.)

Auf dem obigen Wärmebild erkennen Sie eine rostige Stahlwanne, in der es vorher einmal gebrannt hat.

Zur Verdeutlichung, was der Emissionsgrad bei der Temperaturmessung ausmacht, haben wir immer den gleichen Messpunkt gewählt, jeweils aber einen anderen Emissionsgrad eingestellt (Dies ist mit Geräten für die Feuerwehr üblicherweise nicht möglich, die Autoren haben hierzu ein Gerät aus dem Bereich der Gebäudethermographie genutzt).

Der korrekte Emissionsgrad für die rostige Stahlwanne liegt bei etwa 0,63 - dies ergibt die Temperatur von 30,6°C. Würden Sie die Wanne mit einer Wärmebildkamera für die Feuerwehr betrachten, würde Ihnen sehr wahrscheinlich eine Temperatur von 28,9 °C angezeigt werden, da diese bei dem Emissionsgrad von 0,93 ermittelt wird.

Bei der rostigen Stahlwanne mag der Unterschied jetzt noch relativ gering sein, bei Aluminium oder poliertem Eisen, wo der Emissionsgrad zwischen 0,04 bis 0,19 liegt, kann es schnell zu großen Messfehlern kommen, wie in der obigen Tabelle zu sehen. Die Wärmebildkamera bitte also nicht als Thermometer nutzen!

1.2.1 Aufbau und Querschnitt einer Wärmebildkamera

Wärmebildkameras bestehen aus vier wichtigen Bestandteilen: der Linse, dem Detektor, der Elektronik und dem Display. Die Objektiv-Linsen von Wärmebildkameras bestehen aus einkristallinen Halbleitermaterialien (Germanium, Zinkselenid). Bei den meisten Wärmebildkameras im Feuerwehrbereich bestehen die Linsen aus Germanium.

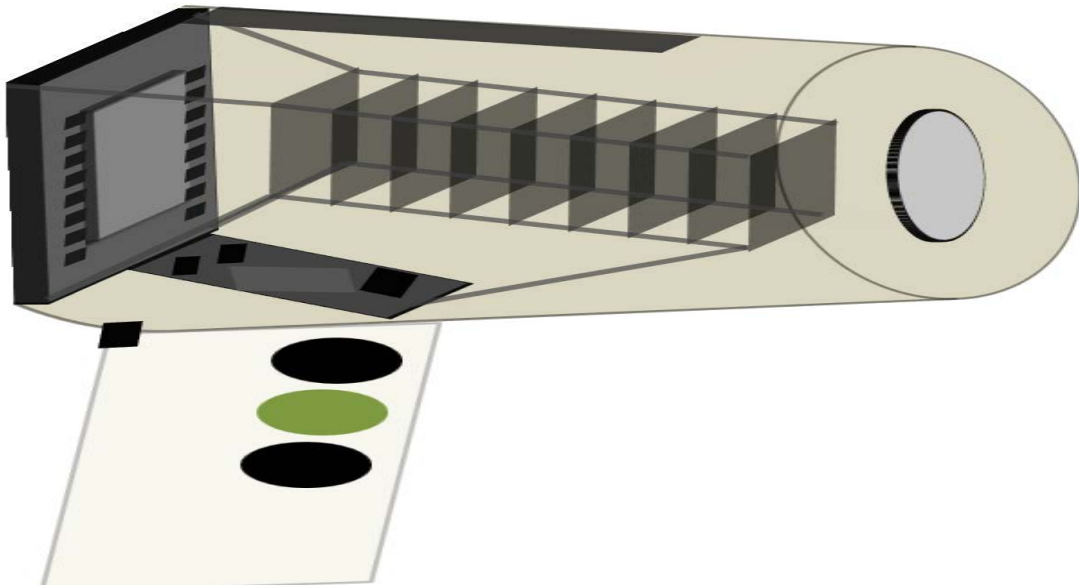


Abbildung 1.4: Querschnitt Wärmebildkamera

Dieses Material lässt die Infrarotstrahlung im Gegensatz zu Glas vollständig durch. In Abbildung 1.4 ist der Querschnitt einer Wärmebildkamera zu sehen. Die runde Linse rechts besteht aus Germanium, dahinter befindet sich der Detektor, der die Infrarotstrahlung detektiert und in verwertbare elektrische Signale umwandelt. Die Elektronikplatine im unteren Teil steuert diesen Vorgang und leitet die Signale an das Display weiter, worauf der Benutzer ein Infrarotbild erhält.

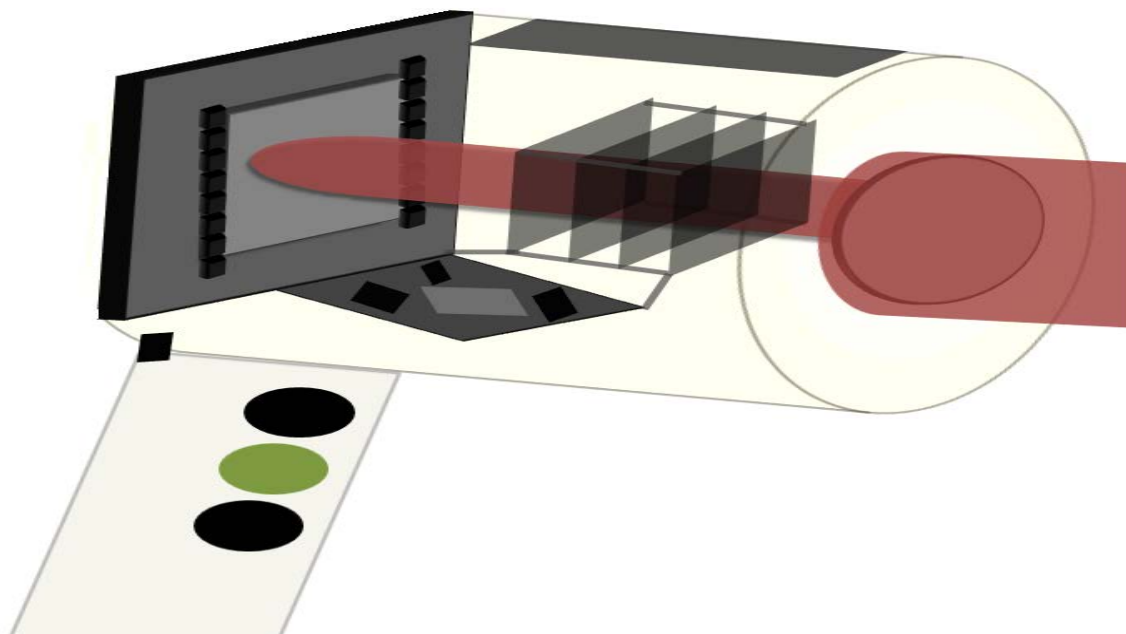


Abbildung 1.5: Querschnitt 2 Wärmebildkamera

Abbildung 1.5 zeigt die einfallende Infrarotstrahlung durch die Germanium-Linse auf den Detektor.

1.2.2 Detektoren

Es gibt zwei Arten von Detektoren: gekühlte und ungekühlte. Sie unterscheiden sich in ihrer Größe und Funktionsweise. Gekühlte Systeme weisen eine höhere Bildqualität auf, sind im Gegenzug aber auch viel größer als ungekühlte Systeme. Ungekühlte Detektoren machen im Feuerwehrbereich deshalb mehr Sinn. Sie arbeiten bei Umgebungstemperatur, sind klein, handlich und günstiger als gekühlte Systeme. Die modernen Detektoren arbeiten nach dem Prinzip der Änderung des Widerstands. Durch die eintretende Infrarotstrahlung zum Detektor ändern sich Widerstand, Stromstärke und Spannung, woraus die resultierende Temperatur gemessen wird. Der voreingestellte Emissionsgrad wird mit der Widerstandsänderung (Temperaturänderung am Detektor) verglichen und gibt so die Temperatur am Messpunkt an. Die Temperaturzuordnung kann aufgrund der materialabhängigen Streuung des Emissionsgrades zwischen 0,012 und 0,98 ungenau ausfallen. Der Emissionsgrad von 1 wird nur für theoretische Betrachtungen genutzt, er ist auch als „schwarzer Strahler“ oder „planckscher Strahler“ bekannt. Materialien mit dem Emissionsgrad von 1, die jede elektromagnetische Strahlung wie die Infrarotstrahlung absorbieren würden, sind nicht bekannt.

NETD-Wert

Ein wichtiger Wert ist die Temperaturempfindlichkeit, NETD-Wert¹, für die Einordnung einer Kamera. Er gibt die kleinste Temperaturdifferenz an, die vom Detektor noch erfasst werden kann. Die Gefahr des sogenannten „Bildrauschens“ wird geringer, je kleiner der NETD-Wert ist.

Darstellung der gewonnenen Infrarotbilder

Die durch den Detektor gewonnenen Daten werden über weitere elektrische Bauteile in ein digitales Bild umgewandelt. Die Darstellung der Bilder wird von Modell zu Modell besser. Einige Wärmebildkameras stellen aufgrund eines älteren Detektors geringe Temperaturunterschiede nur schlecht dar. Um im Feuerwehreinsatz den Anforderungen an den breiten Temperaturbereich gerecht werden zu können, verfügen Wärmebildkameras über einen Empfindlichkeitsmodus. Die meisten Hersteller bezeichnen diesen als Hoch- und Niedrigempfindlichkeitsmodus. Im Hochempfindlichkeitsmodus (meist $<100^{\circ}\text{C}$) werden Temperaturunterschiede detaillierter dargestellt. Die Kamera schaltet in den Niedrigempfindlichkeitsmodus, wenn sie einen breiteren Temperaturbereich abdecken muss, hier wird auf Details verzichtet, um das Feuer mit 500°C sowie die Person mit 37°C im Bild darstellen zu können. Die Abbildungen 1.6 und 1.7 wurden in einem kurzen Zeitabstand direkt hintereinander aufgenommen, um den Unterschied des Empfindlichkeitsmodus am gleichen Szenario mit einem Feuer zu zeigen.

¹ NETD-Wert (Noise Equivalent Temperature Difference)

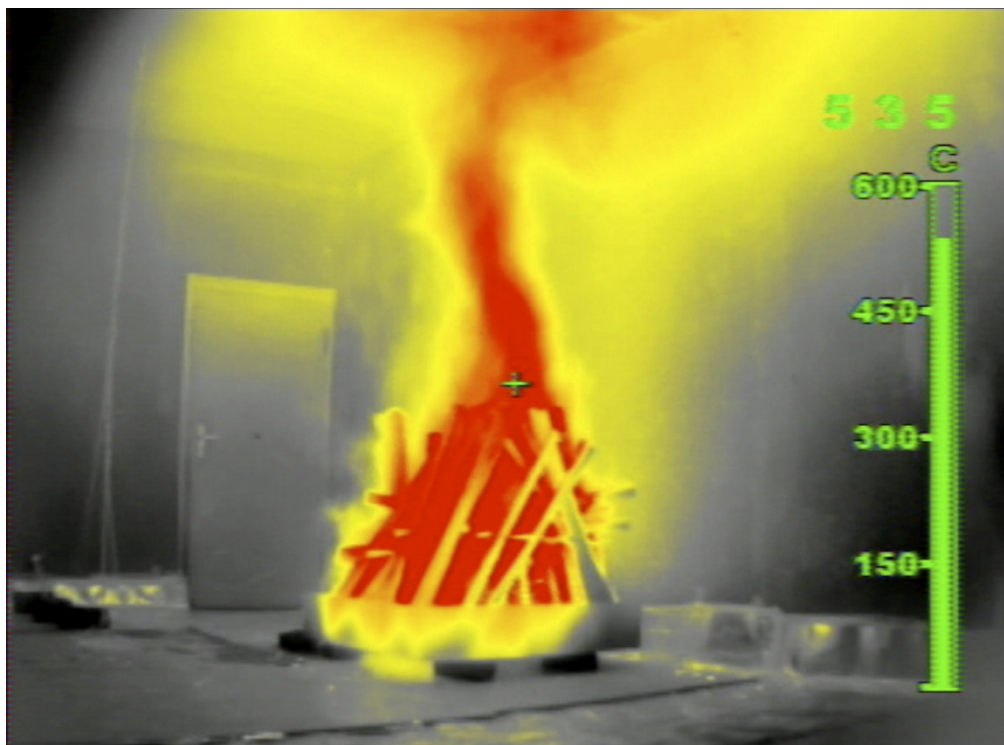


Abbildung 1.6: Wärmebild im Hochempfindlichkeitsmodus

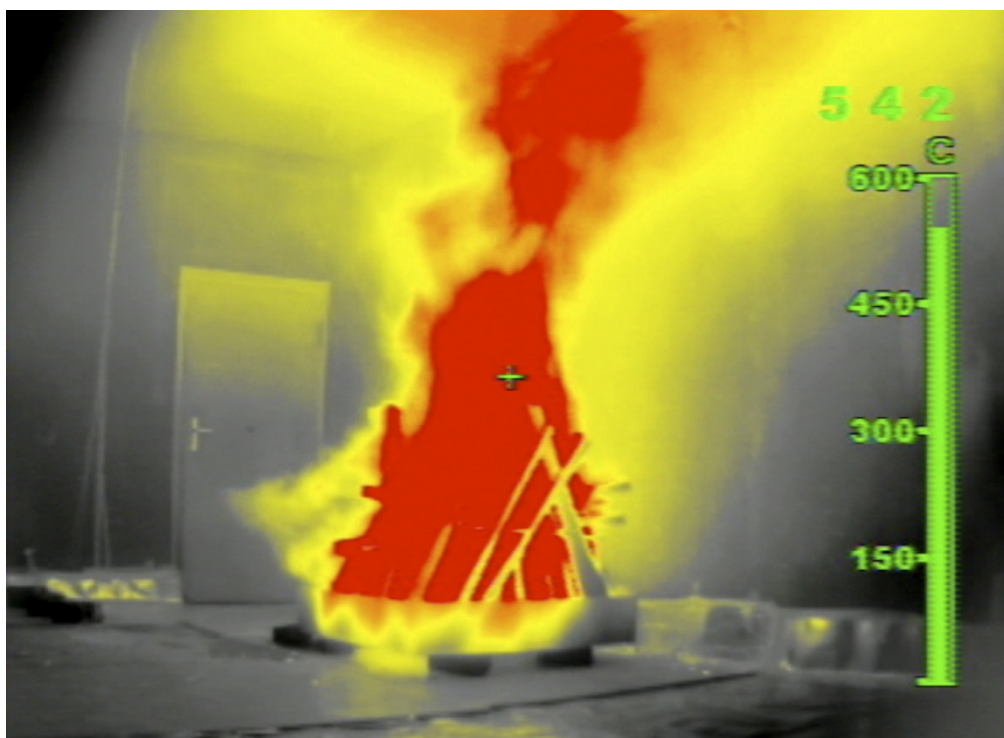


Abbildung 1.7: Wärmebild im Niedrigempfindlichkeitsmodus

Auflösung

Ältere Modelle haben meist eine schlechtere Bildauflösung als neuere Geräte. Die Entwicklung schreitet immer weiter fort und bietet zurzeit Auflösungen von bis zu 384 x 288 Pixeln an. Es sollte darauf geachtet werden, dass der Detektor die gleiche Auflösung wie das Display hat.

1.2.3 Farbmodus

Die Hersteller bieten in ihren Kameramodellen zahlreiche Möglichkeiten der Farbmodus-Wahl an und dort liegt auch ein großes Problem, denn die verschiedenen Auswahlmöglichkeiten sind von Hersteller zu Hersteller individuell eingerichtet. Aus diesem Grund ist eine Vergleichbarkeit des Farbmodus verschiedener Wärmebildkameramodelle schwierig.

Es gibt hauptsächlich vier meist eingesetzte Farbmodi, den „weiß-heiß Modus“, „Hitzemarker“, „Hitzefinder“ (Dynamischer Farbmodus) und den „Vollfarbmodus“. Jeder Farbmodus hat in bestimmten Einsatzlagen seine Vor- und Nachteile. Technisch werden die aufgenommen Infrarotdaten bestimmten Temperaturbereichen zugeordnet und die sich so ergebenden Punkte setzen das Infrarotbild auf dem Display der Wärmebildkamera zusammen.

Beim „weiß-heiß Modus“ werden warme Bereiche in Weiß dargestellt, kalte Bereiche in schwarz. Das häufigste Einsatzgebiet ist die Brandbekämpfung.



Abbildung 1.8: Weiß-Heiß-Modus

Der „Hitzemarker“ erweitert den „weiß-heiß Modus“ mit immer der gleichen Einfärbung von hohen Temperaturen, ab einer bestimmten Temperatur (beginnend meist um 150°C, Herstellerabhängig) meist in rot oder gelb. Auch dieser Modus wird bei der Brandbekämpfung eingesetzt.

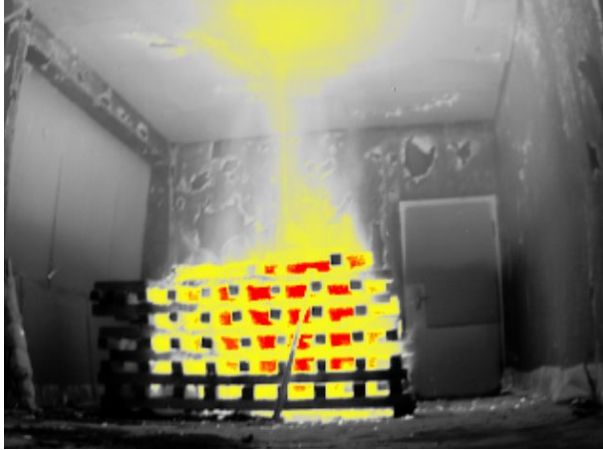


Abbildung 1.9: Hitzemarker

Beim „Hitzefinder“ wird immer der wärmste Bereich (egal ob 5°C oder 500°C wärmer als die Umgebung) in einer Farbe, meist rot, dargestellt. Oft wird dieser auch als „Modus zur Personensuche“ benannt. Hier sollen warme Stellen, besonders die Körpertemperatur, hervorgehoben werden. Die Farbe bedeutet hier aber jedes Mal eine andere Temperatur, es handelt sich um eine relativ zur Umgebung stattfindende Darstellung. Der Modus „Hitzefinder“ kann daher besonders für Nachlöscharbeiten und Glutnestsuche eingesetzt werden.

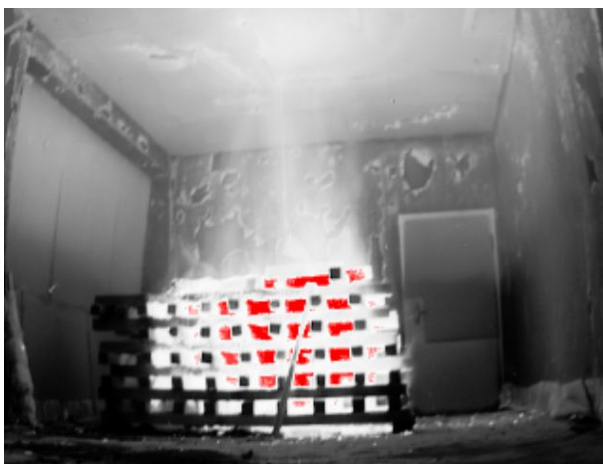


Abbildung 1.10: Hitzefinder

Auch der „Vollfarbenmodus“ ist ein dynamischer Farbmodus bei dem die Temperaturunterschiede in vielen verschiedenen Farben dargestellt werden.

Der „Vollfarbenmodus“ entsteht durch Umwandlung von Falschfarben im Detektor, Temperaturunterschiede werden besser dargestellt. Die Farben können sich ändern wenn sich der Ausschnitt ändert, auf den der Sensor zugreift. Dieser Farbmodus macht im Gefahrguteinsatz und bei der Füllstandmessung am meisten Sinn, da dort kleinste Temperaturunterschiede relevant sind.

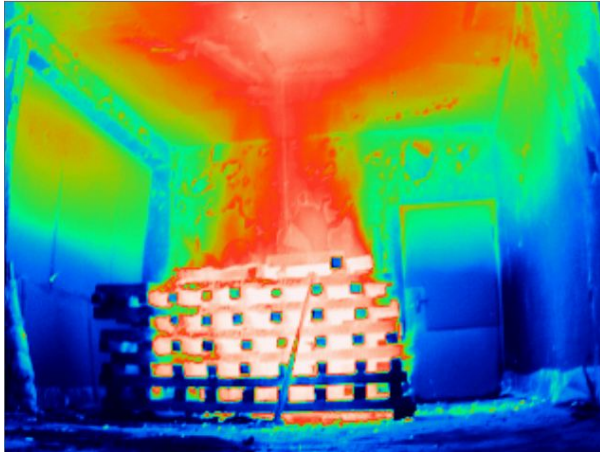


Abbildung 1.11: Vollfarbenmodus

Durch diese Vielzahl verschiedener und auch ähnlicher Farbmodi zeigt sich die Schwierigkeit beim Vergleich. Bei unseren Versuchen konnten wir feststellen, dass es Sinn macht, sich auf ein paar Farbmodi für verschiedene Einsatzszenarien festzulegen und nur diese auszubilden und so im Einsatz anzuwenden. Zu viele verschiedene Farbmodi können in hektischen Einsätzen zu Verwirrung und so zu Fehlern und Unfällen führen.

1.3 Messungen der Temperaturwerte

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.

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) Temperatur verwendet werden. Diese Eigenschaft ist im Gefahrguteinsatz (siehe Kapitel 4 Gefahrgut) 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. Abhängig vom Emissionsgrad können Abweichungen auftreten, die beachtet werden müssen.

1.4 Zusatzfunktionen

Einige Hersteller bieten in ihren Modellen Zusatzfunktionen an, die eine Wärmebildkamera für den Feuerwehreinsatz nicht zwingend benötigt, aber ein sichereres Arbeiten möglich machen kann. Im Folgenden werden diese Funktionen erläutert, sie können in manchen Situationen hilfreich sein, aber auch die Bedienung und Handlichkeit einschränken.

Zoom

Die meisten Wärmebildkameramodelle haben die Möglichkeit, eine Zoom-Funktion auszuführen. Einige Hersteller bieten auch keinen Zoom an, manche einen 2-fach-Zoom und andere wiederum einen 2- und 4-fach-Zoom. Bei unseren Versuchen konnten wir feststellen, dass der 2-fach-Zoom bei der Lageerkundung den meisten Erfolg bringt. Die meisten Modelle belegen alleine einen Bedienknopf für die Zoom-Funktion. Weiterhin ist der Zoom einer Wärmebildkamera kein optischer, sondern ein digitaler Zoom und verschlechtert so die Qualität des angezeigten Bildes.

Freeze-Funktion

Einige Wärmebildkameras besitzen die sogenannte „Freeze-Funktion“. Hier kann per Knopfdruck ein Bild für einen kurzen Zeitraum gespeichert werden. Diese Funktion kann zum Beispiel sehr nützlich sein, damit man um eine Ecke schauen kann, ohne sich selbst in Gefahr begeben zu müssen, oder um dem Truppmann ein Bild zeigen zu können. Für diese Funktion wird bei den meisten Kameras aber ein zusätzlicher Knopf belegt.

Laser

Der Laserpointer ist eine Zusatzfunktion die zum Einsatz kommen kann, um Objekte besser anvisieren zu können und dort die Temperatur zu messen.

Schutzhülle

Eine Schutzhülle aus beispielsweise Aramid oder Nomex wird über die Wärmebildkamera gestülpt und schützt sie so zum Teil vor Verschmutzungen und Staub, soll die Kamera aber hauptsächlich vor heißeren Temperaturen schützen.

Stromsparmodus

Wärmebildkameras mit diesem Modus können Akku-Kapazität sparen, indem das Display nach einer gewissen Zeit verdunkelt wird und nach Betätigung einer Taste wieder aufleuchtet.

Bild- und Videospeicherung

Die neusten Wärmebildkameras haben die Möglichkeit der Bild- und Videospeicherung, entweder auf einem internen Speicher oder einem zusätzlichen Speichermedium (SD-Karte). Der Vorteil dieser Funktion ist die spätere Nachbearbeitung einer Übung, ein sensibler Umgang mit solchen Daten sollte jedoch gegeben sein. Die Sicherung über externe Speichermedien sowie über ein Datenkabel haben beide ihre Vor- und Nachteile. Externe Speichermedien können mit den meisten Speicherkartenlesegeräten schnell geladen werden, bei internen Speichern wird ein zusätzliches Datenkabel benötigt. Bei internen Speichern kann das Einlegen der Speicherkarte nicht vergessen werden.

Computersoftware

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 dem 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. Einige Hersteller bieten auch nur Software für Updates an.

Ladehalterung im Fahrzeug

Eine im Löschfahrzeug fest eingebaute Ladehalterung lädt die Wärmebildkamera dauerhaft und somit ist sie jederzeit einsatzbereit. Die Ladehalterung befindet sich am besten in Reichweite des Einheitsführers, damit dieser die Wärmebildkamera bereits auf der Anfahrt einschalten kann und sich unmittelbar nach dem Eintreffen an der Einsatzstelle erste Eindrücke zur Lage machen kann. Nach Abschluss der Lagebeurteilung kann die Wärmebildkamera an den Angriffstrupp übergeben werden.

1.5 Einsatzgrenzen

Eine Wärmebildkamera hat auch ihre technischen Grenzen, zum Beispiel bei der Funkübertragung von Bildern.

Funkübertragung

Die Übertragung von Wärmebildern zu einem Empfangsmodul kann durch Gebäudeteile und elektrische Sendeeinheiten stark gestört werden. Gegebenenfalls sind Relaisstationen zwischen zu schalten.

Funkstörung

Wir weisen daraufhin, dass die Möglichkeit der Geräte-Störung bei Einsatz von Wärmebildkameras und Funkgeräten besteht. Bei unseren Versuchen ist dieser Fall einmal eingetreten als es zum Ausfall des Kameradisplays kam. Es kann einerseits zu Störungen des Funkverkehrs kommen und andererseits zu Störungen der Kamera. Beim Einsatz des Übertragungsmoduls an der Wärmebildkamera besteht diese Gefahr auch, deshalb sollten Sie dies vorher testen.

1.6 Qualitätskriterien einer WBK

Auf die Frage, was eine Wärmebildkamera können sollte, muss mit einer Gegenfrage geantwortet werden: Wofür und von wem soll sie denn eingesetzt werden? Denn viele Eigenschaften sind von dem geplanten Einsatzgebiet abhängig, zum Beispiel sollten Kameras für Trainingszwecke eine Aufzeichnungsfunktion haben, für Kameras die in einem realen Einsatz verwendet werden sollen, kann dies jedoch nicht immer vorteilhaft sein. Auch die persönlichen Vorlieben haben starken Einfluss auf die Ansprüche, die an eine Wärmebildkamera gestellt werden. Während der eine lieber mit einer Handschlaufe als Tragemöglichkeit arbeitet, möchte der andere lieber einen Pistolengriff und der nächste möchte einen herausziehbaren Tragegurt haben.

Im Nachfolgenden werden einige Eigenschaften von unterschiedlichen Kameras beschrieben, die je nach Einsatzlage und Anwender von Nutzen sein können oder aber keinen Vorteil mit sich bringen.

Wir möchten ausdrücklich darauf hinweisen, dass

- es sich lediglich um einen Auszug möglicher Eigenschaften handelt und daher kein Anrecht auf Vollständigkeit gilt und weiterhin
- die Aussage, ob eine Kamera gewisse Funktionen haben sollte oder nicht, stark von dem persönlichen Empfinden des Anwenders abhängt. Daher können die nachfolgenden Eigenschaften lediglich als Empfehlung angesehen werden und jeder sollte für sich entscheiden, welche Anforderungen er an eine Wärmebildkamera stellt.

Nachfolgend nun die Eigenschaften einer Wärmebildkamera, die nach Einschätzung des WiE-Teams im Bereich der Feuerwehr von Nutzen sein können.

Griff	Im Einsatzfalle sollte 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, bietet sich eine Kombination aus Handschlaufe, verstellbarem Pistolengriff, Nackengurt und einem herausziehbaren Tragegurt mit Rückzugmechanismus an.
-------	---

Gewicht	Das Gewicht der Kamera sollte nicht über zwei Kilogramm liegen, da vor allem der Angriffstrupp bereits ausreichend Gewicht im Einsatz mitführen muss.
Bedienung	Die Bedienung der Kamerafunktionen sollte intuitiv und Einhändig möglich sein, da so die zweite Hand für weitere Handlungen verfügbar bleibt. Auch sollten die Bedienungsknöpfe groß genug sein und hervorstehen, um mit Einsatzhandschuhen bedient werden zu können.
Bauweise	Die Bauweise sollte neben dem geringen Gewicht möglichst kompakt und trotzdem sehr robust sein, da vor allem im Innenangriff raue Gegebenheiten herrschen können.
Akku	Die Akkulaufzeit der Kamera sollte nach Möglichkeit länger als drei Stunden betragen, da so auch bei längeren Einsätzen eine ständige Einsatzbereitschaft sicher gestellt werden kann. Durch auswechselbare Akkus kann die Laufzeit unterstützt werden.
Energie	Ob nun die Energieversorgung über auswechselbare oder fest integrierte Akkus erfolgt, mag Geschmackssache sein. Das Laden der Akkus sollte jedoch im Fahrzeug über eine Ladeerhaltung möglich sein, da somit sichergestellt werden kann, dass die Kamera geladen in den nächsten Einsatz gehen kann (sofern sie nach dem Einsatz auch in die Ladeerhaltung gesteckt wird!).
Bildschirm	Ob nun ein binokularer (wie bei einem Fernglas) oder ein normaler Bildschirm genutzt wird, ist Geschmackssache. Sehr genaue und leichte Erkennbarkeit von Konturen und Wärmezonen kann durch einen möglichst großen und hoch auflösenden Bildschirm erreicht werden.
Bildwiederholfrequenz	Mit der Bildwiederholfrequenz wird angegeben, wie oft das auf dem Bildschirm angezeigt Bild innerhalb einer Sekunde aufgebaut wird. Die Angabe erfolgt bei

	den meisten Herstellern in der Einheit Hertz (Hz). Sollten Sie die Angabe in Frames per second (fps), also Bilder je Sekunde vorfinden, handelt es sich hierbei um eine gleichwertige Angabe.
Übertragung	Die Funkübertragung des Wärmebildes beispielsweise vom Angriffstrupp zum Einsatzleiter macht je nach Einsatzlage durchaus Sinn, da der Einsatzleiter dadurch sieht was sein Trupp sieht und dadurch einen zusätzlichen Blickwinkel auf die Einsatzlage hat. Die heutigen Übertragungsmodule stoßen jedoch gerade bei Betonbauten schnell an ihre Grenzen. Kennt man diese Grenzen, kann ein Übertragungsmodul auch im Training Sinn machen.
Farbpalette	Die Farbpalette sollte an der Kamera selber verstellbar sein und nicht nur am Computer oder ähnlichen externen Anwendungen. Die Anzahl der Farbpalette sollte sich je nach Einsatzgebiet aber beschränken, da es besonders in stressigen Situationen sonst schnell zu Verwirrungen kommen kann.
Zoom	Die Zoomfunktion bietet Vor-, aber auch gleichzeitig Nachteile, denn in der Regel handelt es sich nur um einen Digitalzoom, der die Pixel lediglich vergrößert. Auch kann es zu einer falschen Entfernungseinschätzung kommen. Zur Lagebeurteilung bietet eine Zoomfunktion jedoch unschätzbare Vorteile, da weit entfernte Bereiche einfacher untersucht werden können ohne den eigenen Standort zu verändern.
NETD-Wert	Je kleiner der NETD-Wert, desto besser können Temperaturunterschiede von der Kamera erfasst werden.
Startzeit	Kurze Startzeiten ermöglichen eine schnelle Einsatzbereitschaft der Kamera.
Anzeige	Die Anzeige im Bildschirm sollte nicht nur das eigentliche Wärmebild umfassen. Eine Anzeige der

Temperaturskala, des Messpunktes sowie dessen aktuelle Temperatur, der Umgebungstemperatur und des Akkuzustandes sofern dieser nicht anderweitig angezeigt wird, sollten für den Betrachter ersichtlich sein.

Aufzeichnung

Die Aufzeichnung des Wärmebildes in Video- oder Bildformat ist für Trainings- und Ausbildungszwecke eine enorme Erleichterung, da das 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. Doch sollte immer bedacht werden, dass auch Situationen unabsichtlich aufgezeichnet werden können, die nicht aufgezeichnet werden sollten.

Format der Aufzeichnung

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 möglich Kompatibilitätsprobleme auf Grund alter Betriebssysteme werden vermieden.

Auch sollten alle Anzeigeparameter wie Messpunkt, Temperaturskala und auch ein Zeitstempel auf dem aufgezeichneten Material vorhanden sein.

Abschließend ist zu den Eigenschaften einer Wärmebildkamera zu sagen, dass es eine perfekte Kamera nicht gibt und auch nicht geben wird, da viele Funktionen und Einstellungen reine Geschmackssache sind und man es nicht jedem recht machen kann. Bei der Auswahl einer Wärmebildkamera spielt leider auch ein weiterer Faktor mit: der Preis. Dieser ist zwar in der Regel verhandelbar, je nach Hersteller und möglichen Zusatzoptionen liegt man trotzdem meistens pro Kamera aufwärts des mittleren vierstelligen Bereiches. Eigenschaften wie beispielsweise ein Ex-geschütztes Gehäuse sind gerade bei Gefahrguteinsätzen zwar unabdingbar, leider jedoch noch keine einheitliche Pflicht im deutschen Sektor.

2 EINSATZGRUNDLAGEN

Auch wenn eine Wärmebildkamera den Einsatz deutlich erleichtern kann, gibt es einige Gegebenheiten, die beachtet werden müssen. Spiegelungen, welche die Wärmebildkamera als Feuer oder Person darstellt, könnten falsch interpretiert werden. Durch die vorhandene, nur zweidimensionale Sicht können Vertiefungen nicht exakt erkannt werden. Aus diesen Gründen sollten Einsatzgrundlagen wie beispielsweise der Seitenkriechgang nicht vergessen werden sobald man eine Wärmebildkamera in der Hand hält. Diese ist nur ein weiteres Hilfsmittel, keine Wunderwaffe. Bei dem Vorgehen mit einer Wärmebildkamera ist dauerhafte Konzentration und fortwährende Durchführung erlernter Tätigkeiten notwendig.

2.1 Ausfall der Technik

Wie beim jedem anderen Feuerwehrgerät auch, sollte vor der Nutzung die Funktion überprüft werden. Ist ein vollgeladener Akku im Gerät vorhanden? Startet das Gerät? Ist die Linse von Schmutz befreit?

Diese Punkte sollten am besten vor der Verlastung des Gerätes auf dem Fahrzeug geklärt sein. Trotzdem muss vor dem Einsatz der Wärmebildkamera darauf geachtet werden. Wenn die Technik jedoch im Falle eines Einsatzes ausfallen sollte, müssen die Einsatzkräfte jederzeit in der Lage sein, die ursprünglich erlernten Techniken zu nutzen.



Abbildung 2.1: Kamera- und Ladehalterung

2.2 2-D Sehen

Ein großes Problem, welches wir bei unseren Versuchen feststellen konnten, ist beim Umgang mit Wärmebildkameras das räumliche Sehen. Durch das Darstellen der Umgebung auf dem Bildschirm der Kamera ist zwar eine gute Übersicht über den Raum gegeben, das Problem liegt jedoch darin, dass Entfernungen nur sehr schlecht eingeschätzt werden können. Gerade bei Hindernissen und Gefahren kann dies sehr gefährlich sein, wenn beispielsweise die Entfernung zu einem Loch im Boden falsch eingeschätzt wird. Es ist daher unbedingt nötig, weiterhin mit der üblichen Vorsicht vorzugehen und Gefahrenstellen mit Händen und Füßen zu erkunden/ertasten.



Abbildung 2.2: Auf der Abbildung lassen sich die Umrisse einer Vertiefung erkennen.

Ein Areal welches nicht hundertprozentig als sicher identifiziert wurde, sollte mit einem Fuß voraus erkundet werden. Der Seitenkriechgang ist eine gute Methode, um sich sicher fortzubewegen.



Abbildung 2.3: Ein Feuerwehr-Trupp im Seitenkriechgang mit Wärmebildkamera

Dieses Problem wird noch deutlicher, wenn eine Wärmebildkamera mit Zoom eingesetzt wird, hier ist manchmal nur schwer zu erkennen ob der Zoom gerade eingeschaltet ist oder nicht, wodurch das Einschätzen von Entfernungen noch schwieriger werden kann.

2.3 Spiegelungen und Reflexionen

Des Weiteren muss darauf geachtet werden, dass Spiegelungen oder Reflexionen keine Verwirrung verursachen. Der Wärmebildkameraträger kann sich durch eine Reflexion der Infrarotstrahlen auf einer glatten Oberfläche (Siehe 1.2 Funktion und Technik einer Wärmebildkamera) spiegeln und dies als „vermisste Person“ deuten. Beim Eintritt eines solchen Falles muss



Abbildung 2.4: Spiegelung des Angriffstrupps

sehr genau gearbeitet werden. Kleine Bewegungen wie ein kurzes Winken können die Situation aufklären, ob man sich nun selbst oder jemand anders sieht. (Auf der Abbildung 2.4 ist ein Angriffstrupp zu sehen, der sich in einer Glasscheibe spiegelt)

Durch diesen Spiegelungseffekt können Brände ebenfalls missverstanden werden.

Ein Feuer, welches neben einer Fensterscheibe brennt, wirkt im ersten Augenblick doppelt so groß. Hier ist ein präziser Blick durch die WBK nötig.

2.4 Rückwegsicherung

Nur weil man eine Wärmebildkamera in der Hand hält, sollte man nicht die Rückwegsicherung vernachlässigen. Es ist wahr wenn man sagt, dass man mit einer Wärmebildkamera den Ausgang schneller und einfacher findet, doch gelernte Techniken sollten nicht vergessen werden. Während unseren Versuchen haben wir festgestellt, dass man eine gefüllte Schlauchleitung hervorragend mit einer WBK erkennen kann. Hier wird kein heller = heißer



Abbildung 2.5: Gefüllte Schlauchleitung

Punkt angezeigt, stattdessen wird der Schlauch in einem dunklen Schwarz dargestellt. Im Falle eines Rückzuges muss man sich nicht nur auf den Tastsinn verlassen, sondern kann sich mit Hilfe der Wärmebildkamera auch aus dem Raum lotsen.

2.5 Tür-Check

Der sonst übliche Tür-Check mit den Händen kann mit der Wärmebildkamera erweitert werden.

Dazu kontrolliert man die Türe mit der Wärmebildkamera aus einer Entfernung von 1-2 m komplett. Es lassen sich hier vor allem im oberen Bereich der Türe sehr schnell Erwärmungen feststellen, die mit der bloßen Hand noch nicht zu fühlen sind. Dies deutet auf eine Brandentwicklung im Raum hinter der Türe, oder zumindest auf eine heiße Rauchgasschicht, hin. Beim öffnen der Türe ist daher mit besonderer Vorsicht vorzugehen. Die Wärmebildkamera kann hier Hinweise geben, die sonst so nicht festzustellen wären!

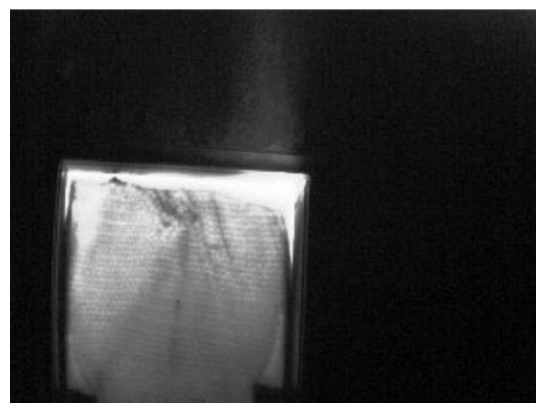


Abbildung 2.6: Die erwärmte Türe ist auf dem Bild sofort zu erkennen.

2.6 Der Würfelblick im Wärmebildkamera-Einsatz

Der Würfelblick ist eine Technik, mit der ein Bereich oder ein Raum schnell auf mögliche Gefahren für den Feuerwehrmann abgesucht werden kann. Weiterhin lässt sich sofort feststellen, ob der Raum vom Brandereignis stark betroffen ist oder „nur“ verrauchte ist. Weiterhin lassen sich Hindernisse besser erkennen. Dies alles lässt sich in wenigen Sekunden realisieren. Ohne eine Wärmebildkamera ist dafür normalerweise ein aufwendiges Absuchen des Raumes mit ertasten aller Hindernisse notwendig.

Dazu arbeitet man eine Blickreihenfolge ab. Pro „Blick“ sollte die Wärmebildkamera etwa 1-2 Sekunden auf einer Stelle verharren um dem Gerät Zeit zu geben, sich auf gegebenenfalls neue Temperaturen einzustellen.

Folgende Reihenfolge hat sich bei unseren Versuchen als empfehlenswert herausgestellt:

1. Decke
2. Boden
3. Wand rechts
4. Wand gegenüber
5. Wand links
6. Wand durch die der Raum betreten wird

Erläuterungen zu den einzelnen Schritten:

1. Decke

An der Decke können sich heiße Rauchgase befinden, die zu einer Durchzündung / Rauchgasexplosion führen können. Weiterhin sind von der Decke hängende Stromleitungen eine enorme Gefahr für den Angriffstrupp.

Auch können bei Brandereignissen Decken oder Teile der Decke einstürzen / schon eingestürzt sein -dies lässt sich mit der Wärmebildkamera erkennen!

Bei Werkstätten und großen Hallen in Leichtbauweise mit Stahlträger-Konstruktion ist weiterhin darauf zu achten, dass Stahl ab einer Temperatur von 450°C seine Tragfähigkeit verliert. Ein nachgeben der Stahlträger ist dann jederzeit möglich! Dies ist mit bloßem Auge nicht zu erkennen, eine Wärmebildkamera kann hier Aufschluss und somit Sicherheit geben.



Abbildung 2.7: Würfelblick: Decke

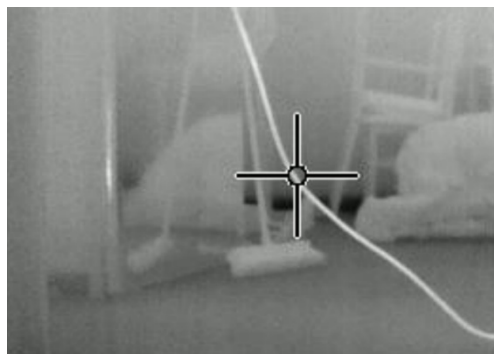


Abbildung 2.8: Die herunterhängende Stromleitung im Vordergrund lässt sich gut erkennen

2. Boden

Sollte es sich um eine Holz-Decken-Konstruktion handeln, kann diese durch das Brandereignis so beschädigt sein, dass der Angriffstrupp einbrechen könnte. Weiterhin können sich z.B. bei im Umbau befindlichen Häusern Löcher im Boden befinden - auch diese sind auf dem Wärmebild sofort zu erkennen.

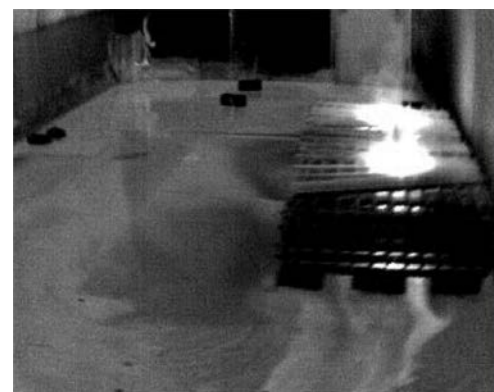


Abbildung 2.9: Würfelblick: Boden

3. Rechte Wand

4. Wand gegenüber der Tür

5. Linke Wand

Der Blick auf die Wände zeigt dem Angriffstrupp mögliche Türen und Fenster. Diese können gegebenenfalls als Fluchtweg oder zur Ventilation der Räume genutzt werden. Außerdem werden die Ausmaße des Raumes, in den vorgedrungen werden soll, deutlicher.



Abbildung 2.10: Würfelblick:
Wand rechts

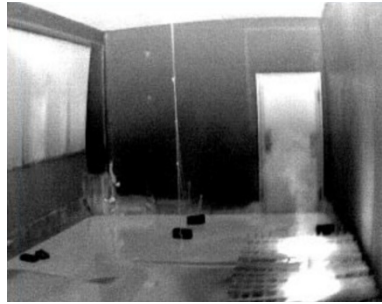


Abbildung 2.11: Würfelblick:
Wand gegenüber



Abbildung 2.12: Würfelblick:
Wand links

6. Wand in der sich die Tür befindet

Betrachtung des eigenen Rückzugsweges, erkennen von Gefahren die eventuell einen Rückzug erschweren könnten. Hier ist auch ein Blick in den Flur durch den zum Beispiel ein Haus betreten wurde sinnvoll, um dort nach dem Betreten entstandene Gefahren zu erkennen.



Abbildung 2.13: Würfelblick:
Rückwand

Dabei darf der Raum erst nach Schritt zwei betreten werden! Während des Würfelblicks am besten im Bereich des Türrahmens/Sturzes verharren, da man in diesem Bereich am besten vor herabfallenden Teilen geschützt ist. Alternativ den Würfelblick nur durch einen Türspalt durchführen (beim Check der Decke).



Abbildung 2.14: Durchführung
des Würfelblicks durch einen
Türspalt

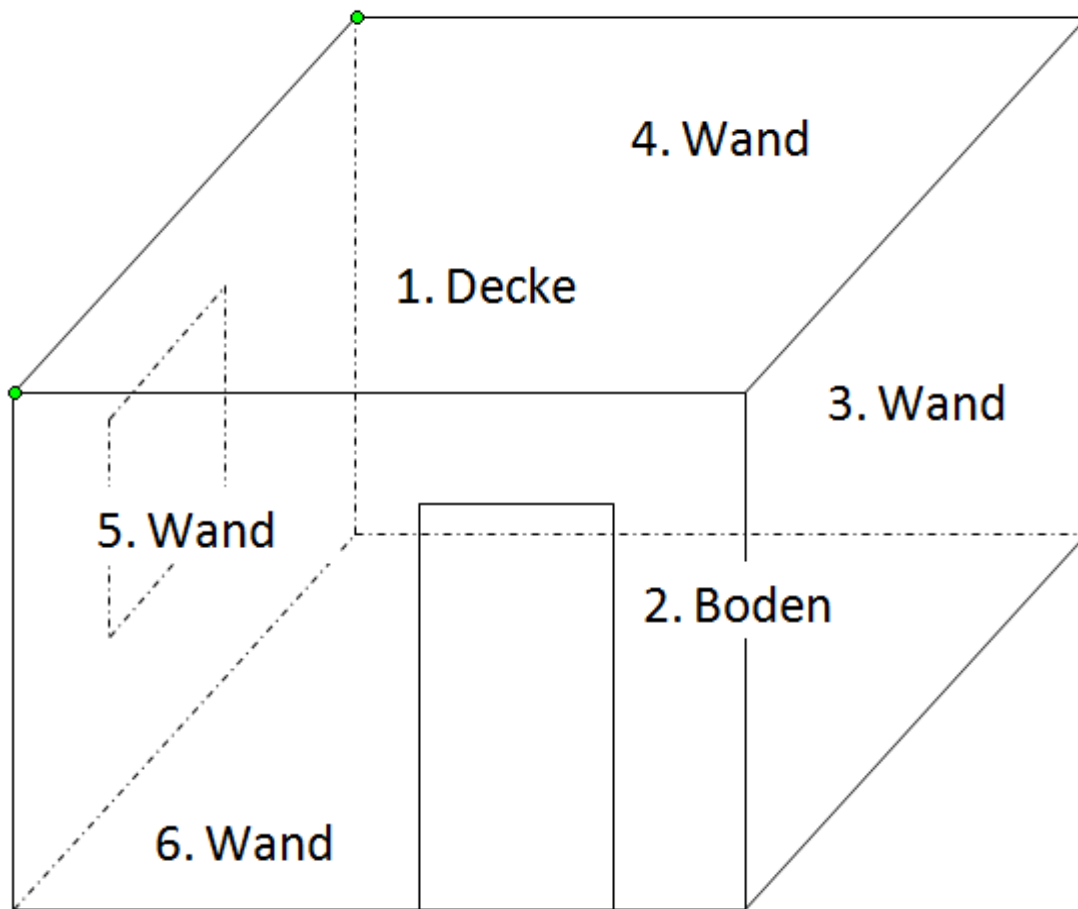


Abbildung 2.15: Der Würfelblick mit Angabe der Blick-Reihenfolge als Übersicht

Der Würfelblick sollte beim Einsatz im Innenangriff regelmäßig durchgeführt werden. Es gibt dabei keine wirkliche Regel wie oft der Würfelblick durchzuführen ist. Es sollte aber darauf geachtet werden, dass der Würfelblick auf jeden Fall durchgeführt wird, sobald ein neuer Bereich oder Raum betreten wird. Dies erhöht die Sicherheit der Kräfte und macht ein schnelleres Vorgehen möglich.

In der folgenden Abbildung sehen Sie eine Möglichkeit, den Würfelblick bei einer kleineren Wohnung mit wenigen Zimmern durchzuführen. Beachten Sie dabei bitte, dass es sich hier nur um die Darstellung des Würfelblicks handelt, natürlich müssen die Einsatzkräfte trotzdem in die Räume vordringen und diese Beispielsweise mit der Standard-Suchmethode absuchen!

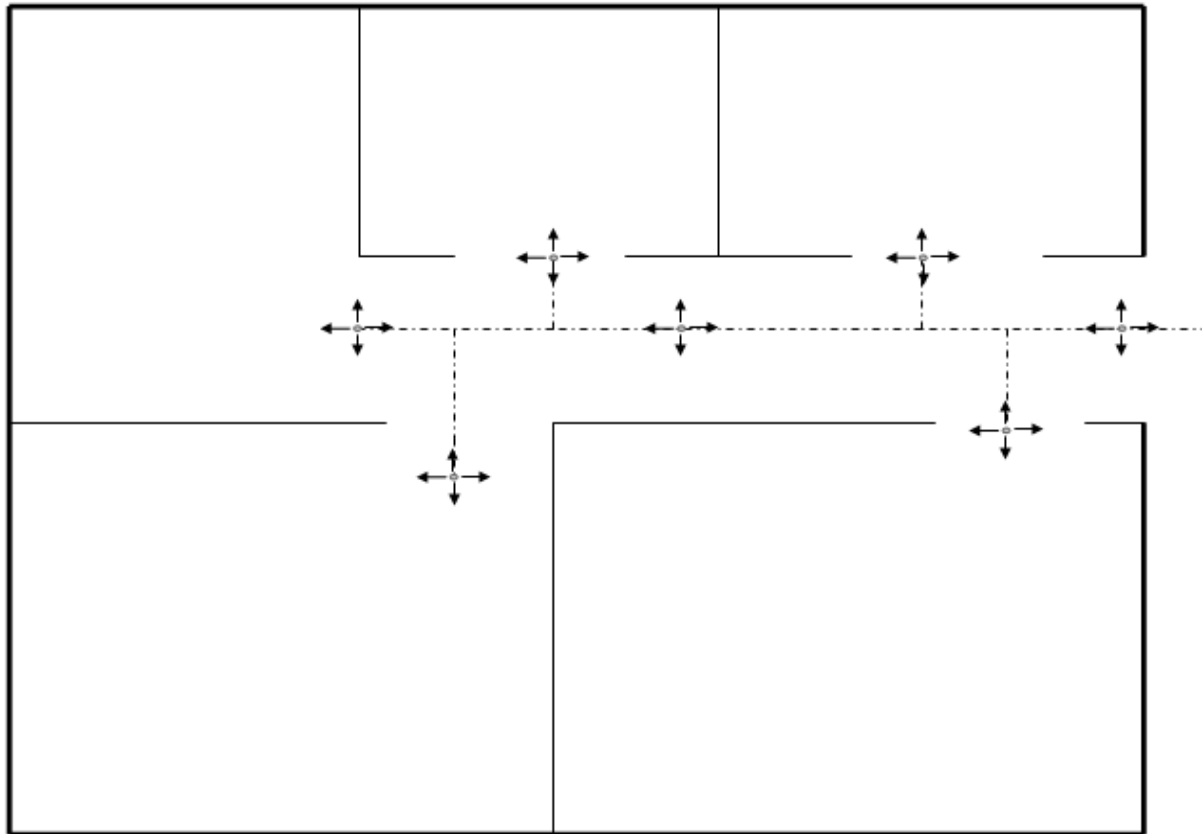


Abbildung 2.16: Beispielhafte Anordnung des Würfelblicks beim absuchen eines kleineren Wohnobjektes.

2.7 Kombination mit einer Taschenlampe

Wir haben bei unseren Versuchen festgestellt, dass die Wärmebildkamera mit einer Taschenlampe bei der Suche von vermissten Personen oder der Orientierung im Dunkeln kombiniert werden sollte. Denn manche Objekte oder Entfernungen können mit der WBK schneller und besser identifiziert werden, wenn eine Taschenlampe hinzugezogen wird. Der genaue Vergleich gibt somit mehr Sicherheit.



Abbildung 2.17: Auf dem Bild ist die gemeinsame Vornahme einer Wärmebildkamera und einer Taschenlampe zu sehen

2.8 Kommunikation

Ein äußerst wichtiger Aspekt ist die richtige Kommunikation im Trupp. Wenn man im Fall eines Brandes so vorgeht, dass der Truppführer die Wärmebildkamera bedient und der Truppmann das Strahlrohr führt, ist es für den Truppmann schwierig, das zu löschen, was der Truppführer vorgibt. Darum sollte man im Trupp viel kommunizieren. Der Truppführer befindet sich in der Regel hinter dem Truppmann.



Abbildung 2.18: Rechte und Linke Ansicht beim Verharren im Krabbenkriechgang zur Orientierung

Daher muss er noch intensiver auf Vertiefungen oder Gefahren jeglicher Art achten, und seinen Truppmann informieren. In besonderen Lagen kann der gemeinsame Blick durch die Wärmebildkamera sowie eine kurze Beratung mit dem Truppmann hilfreich sein.



Abbildung 2.19: Absuchen im Seitenkriechgang

Wenn die Einsatzleitung kein Übertragungsmodul zur Hand hat, ist es schwer, das Gesehene per Funk zu übermitteln. Es ist notwendig, präzise Angaben zu machen und nicht in „Bildern“ zu sprechen. Der Einsatzleiter kann mit einer Aussage wie: „Hier ist alles Rot auf der Kamera“ wenig anfangen. Es müssen genaue Messpunkte und Temperaturen durchgegeben werden, wie beispielsweise: „Decke bei 300 °C“. Wo befindet sich das Feuer oder der Brandherd?

Ebenso sollten während des Löschvorganges Raumtemperaturen und Brandtemperaturen regelmäßig durchgegeben werden, um dem Einsatzleiter die Kontrolle der Lage zu vereinfachen.

2.9 Lagebeurteilung

Die Wärmebildkamera kann für den Einsatzleiter in den meisten Fällen unterstützend wirken. Beim Blick von außen auf ein Objekt, wie zum Beispiel ein brennendes Obergeschoss eines Mehrfamilienhauses, kann durch Brandrauch oder Lichtquellen getrübt werden. Man hat keinen genauen Überblick darüber, wo sich der Brandherd befindet, wie weit er sich bereits ausgedehnt hat und auf welcher Etage er sich überhaupt befindet. Daher ist es sinnvoll, wenn unklar ist wo sich das Feuer befindet, die Lage mit der Wärmebildkamera von außen zu betrachten. Warme oder heiße Quellen des Objektes werden deutlich hervorgehoben.

2.9.1 Lagebeurteilung von außen/Erkundung



Abbildung 2.20: Die Wärmebildkamera kann für den Einsatzleiter in den meisten Fällen unterstützend wirken. Beim Blick von außen auf ein Objekt, wie zum Beispiel ein brennendes Obergeschoss eines Mehrfamilienhauses, kann durch Brandrauch oder Lichtquellen getrübt werden.

Der genaue Blick ist hier gefordert. Erhöhte Temperaturen im Rauminnen sind von außen meistens an geöffneten Fenster oder den Fensterrahmen zu erkennen. Scheiben selber sind für Infrarotstrahlung nicht durchlässig! Dadurch kann nun genauer gesagt werden, inwieweit sich das Feuer / der Rauch ausgebreitet hat.

Nach dem die Frontalansicht getätigt wurde und die Lage von außen klar ist, kann man im Zugangsbereich nach weiteren Gefahren mit Hilfe der Wärmebildkamera suchen. Sind Treppenträume verqualmt, oder brennt es unter den abgehängten Decken? Hitzequellen sind durchaus erkennbar und können somit schnellstmöglich bekämpft werden.

Zum Schluss kann man sich eine Gesamtübersicht der Lage verschaffen, indem man das Objekt von allen Seiten betrachtet.

2.9.2 Kontrolle

Um im Laufe des Einsatzes den Überblick zu behalten und den Verlauf des Einsatzes kontrollieren zu können, kann mit der Wärmebildkamera die zuvor entdeckten heißen Stellen betrachtet und überprüft werden. So kann kontrolliert werden, ob beispielweise Löschmaßnahmen ihren Erfolg mit sich tragen. Ebenso kann überprüft werden, ob eine Brandausdehnung stattfindet.



Abbildung 2.21: Hier lässt sich deutlich erkennen, dass heißer Rauch aufsteigt und die Decke erhitzt.

Für den Fall, dass der Einsatzleiter nicht die Kamera in den eigenen Händen hält, bzw. die WBK nach seiner Lageerkundung dem Angriffstrupp übergeben hat, gibt es eine Möglichkeit, den Einsatz trotzdem mit verfolgen zu können.

Einige Hersteller bieten zusätzlich zu ihren Wärmebildkameras Übertragungsmodule an. Hier kann auf einem kleinen separaten Monitor das Live-Bild der Wärmebildkamera gesehen werden. Natürlich dient dies nur zur Unterstützung und Informationsgewinnung des Gruppenführers oder Einsatzleiters, denn wenn der Angriffstrupp im Seitenkriechgang vorgeht, hält der die Kamera nicht dauerhaft in den Händen, sondern sie hängt an der Jacke oder Hose. Dann ist auf dem Bildschirm sowieso keinerlei Produktives erkennbar. Doch wenn Angriffstrupp und Einsatzleiter in direktem Kontakt stehen, können Einsatzbilder sofort an die Führungsebene übertragen werden, um somit schneller Entschlüsse zu treffen und Einsatzaufträge abzuschließen.

2.9.3 Lagebeurteilung von Innen

Als Angriffstrupp im Innenangriff sollte man stets sicher vorgehen und alles betrachten. Wichtig für einen selbst, den Einheitsführer als auch die Atemschutzüberwachung sind die Fragen:

- Wo befinde ich mich gerade?
- Wo ist der Brandherd?
- Gibt es bereits Sekundärbrände?
- Wie weit bin ich vom Brandherd entfernt?

Bei absoluter Nullsicht sind die Punkte sehr schwer einzuschätzen und zu beantworten. Wenn der Angriffstrupp eine Wärmebildkamera mit sich führt, sind diese Fragen leichter zu

beantworten. Mit Hilfe des Würfelblicks kann man einen Raum sehr schnell kontrollieren und passieren. Bei der Vornahme einer Wärmebildkamera muss man jedoch beachten, dass eine heiße Quelle nicht gleich ein Feuer ist. Sobald man etwas Helles auf dem Bildschirm sieht, sollte man nicht direkt



Abbildung 2.22: Ein Angriffstrupp beim Vorgehen mit Wärmebildkamera

löschen. Denn ein aufgedrehter Heizkörper kann plötzlich sehr gut sichtbar sein. Hier kann man die Referenzmessung empfehlen. Wenn man eine heiße Stelle entdeckt hat, wirft man einen Blick auf die Temperaturanzeige. Dann kontrolliert man mit einem Blick auf ein nahe liegendes Objekt die Vergleichstemperatur. Unterscheiden sich die Temperaturen nur minimal, kann man im Grunde davon ausgehen, dass es sich nicht um einen Brandherd handelt. Wenn die Temperaturen jedoch deutlich unterschiedlich sind, kann man den Löschangriff starten.

3 BRANDEINSATZ

3.1 Einleitung

Beim Brandeinsatz ergibt sich für Wärmebildkameras eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten. Diese stellen wir Ihnen im nachfolgenden Kapitel vor. Wir beginnen dabei mit grundlegenden Vorgehensweisen beim Brand, beschäftigen uns mit der Branderkennung, der Brandbekämpfung, der Personensuche im Brandeinsatz sowie dem Atemschutznotfall. Zum Abschluss erfahren Sie etwas über den Einsatz bei speziellen Brandeinsätzen wie beispielsweise einem Kaminbrand oder dem Waldbrand.

3.2 Grundsätzliche Vorgehensweise Brand

Beim Brandeinsatz sollte darauf geachtet werden, dass der richtige Farbmodus in der Wärmebildkamera eingestellt ist.

Wir empfehlen hier einen nicht dynamischen Farbmodus. Das bedeutet, dass nicht die wärmste Stelle farblich (zum Beispiel in Rot) dargestellt wird, sondern das Bild ab einer bestimmten Temperatur eingefärbt wird. Am besten eignet sich hier ein Schwarz/Weiß Modus (Weiß = Heiß), bei dem ab bestimmten Temperaturen Bereiche in Gelb oder rot eingefärbt werden (ab z.B. 150-300° Celsius). Dies sorgt dafür, dass der Angriffstrupp sofort erkennen kann, wo eine potenzielle Gefahr bzw. ein Brand vorhanden ist, weil nur dieser heiße Bereich eingefärbt wird.

Nachfolgend sehen Sie vier Bilder, es handelt sich jedes Mal um exakt das gleiche Bild, nur in verschiedenen Farbmodi dargestellt.



Abbildung 3.1: Normaler Schwarz/Weiß Modus

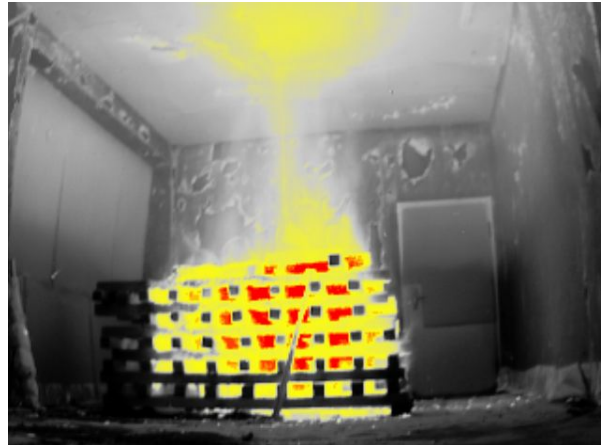


Abbildung 3.2: Schwarz Weiß Modus mit Einfärbung der hohen Temperaturen, "Hitzemarker"

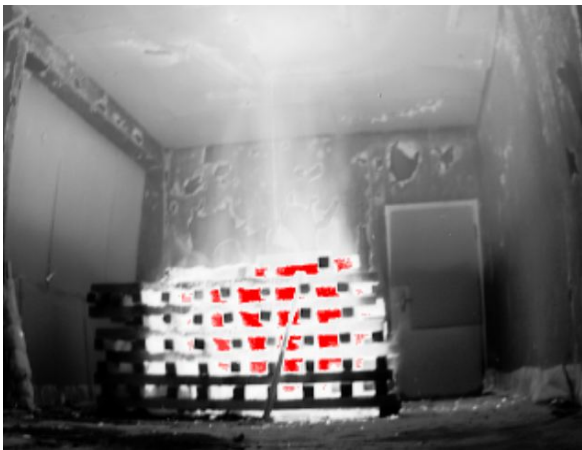


Abbildung 3.3: Dynamischer Farbmodus mit Einfärbung der heißesten Stellen in Rot, "Hitzefinder"

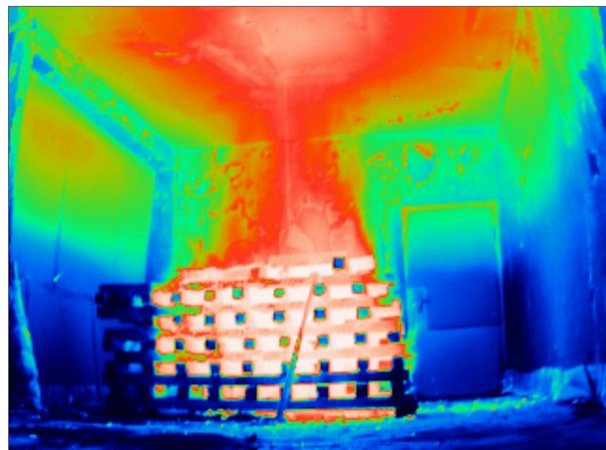


Abbildung 3.4: Vollfarbmodus

Hiermit wird erneut deutlich, warum sich ein nicht dynamischer Farbmodus mit Einfärbung ab bestimmten Temperaturen am besten eignet. Es werden alle relevanten Details dargestellt, der Betrachter wird jedoch nicht mit Informationen überladen (wie beim Vollfarbmodus) oder erhält zu wenige Informationen (wie beim dynamischen Farbmodus mit Roteinfärbung).

Stellen Sie sicher, dass bereits während Ausbildung und Übung immer mit diesem Farbmodus gearbeitet wird! Wenn dies nicht konsequent verfolgt und ausgebildet wird, entstehen im entscheidenden Moment im Einsatz nur Verwirrungen!

Übersicht der nicht dynamischen Farbmodi verschiedener Hersteller von Wärmebildkameras (Auszugsweise):

Hersteller	Modell	Modus	Grau	Gelb	Orange	Rot
Bullard	T3 Max +	Normal	<250°C	250-400°C	400-500°C	>500°C
Bullard	T4	Normal	<250°C	250-400°C	400-500°C	>500°C
Bullard	Eclipse	Normal	<250°C	250-400°C	400-500°C	>500°C
Dräger	1600	Normal	<110°C	110°C	110°C	-
Dräger	1600	Feuerwehr "EI"	<110°C	300°C	> 300°C	> 300°C
Dräger	3200	Normal	<110°C	110°C	110°C	-
Dräger	3200	Feuerwehr "EI"	<110°C	300°C	> 300°C	> 300°C
Rosenbauer	Argus 4	Hitze Marker Rot	-	-	-	>150°C
Rosenbauer	Argus 4	Hitze Marker Rot/Gelb	-	>150°C	-	>150°C
MSA Auer	Evolution 5800	Hochempfindlichkeitsmodus	<135°C	>135°C	>147°C	>160°C
MSA Auer	Evolution 5800	Niedrigempfindlichkeitsmodus	<450°C	>450°C	>490°C	>560°C
Scott	Eagle 320	TAC-Modus	<93°C	>93°C	>260°C	>425°C
Active Photonics	Hornet (M/B)	Standard	<250°C	>250°C	-	>400°C
ISG	E 380	Sensitiv L	<325°C	>325°C	>440°C	>660°C

Tabelle 1: Übersicht über die Einfärbung nicht dynamischer Farbmodi

In dieser Tabelle werden Beispielhaft einige Wärmebildkameras aufgeführt, es sind nicht alle sich auf dem Markt befindlichen Geräte aufgelistet da teilweise keine Informationen verfügbar waren.

Weiterhin ist darauf zu achten, dass die Wärmebildkamera sicher an der Schutzkleidung der Einsatzkraft befestigt ist, damit auch mal die Hände für andere Tätigkeiten wie z.B. das Öffnen von Türen oder das Absetzen einer Rückmeldung per Funk frei sind. Bewährt hat sich bei unseren Versuchen das System mit einem „Aufrollmechanismus“. Man kann die WBK einfach loslassen und sie befindet sich immer an der gleichen Stelle am Körper und kann somit schnell wiedergefunden werden, selbst bei Nullsicht muss nur der Körper abgetastet werden um die WBK zu finden. Das aufgerollte



Abbildung 3.5: Aufrollmechanismus an der HuPF-Jacke zur Befestigung der Wärmebildkamera

Stahl-Kabel im Mechanismus ermöglicht es, die Kamera frei zu bewegen und auch dem Truppmann das Wärmebild zu zeigen.

3.3 Branderkennung

Die Erkennung eines Brandes scheint mit einer Wärmebildkamera relativ einfach zu sein. Denn dort wo eine heiße Stelle ist, muss auch der Brand sein – oder?

Diese Frage lässt sich mit einem klaren Nein beantworten! Nicht jede heiße Stelle ist ein Brand!

Es kann sich beispielsweise auch um einen stark erwärmten Heizkörper oder einen im Betrieb befindlichen Backofen handeln! Kontrollieren Sie hier genau, bevor Sie das Strahlrohr zur Brandbekämpfung einsetzen!

Glimm- oder Schwelbrände, sowie Brände in der Entstehungsphase lassen sich durch einen Temperaturvergleich mit einer Wärmebildkamera sehr gut erkennen. Suchen Sie sich dazu einen beliebigen Referenzpunkt im Raum, beispielsweise an einer anderen Wand, merken Sie sich die dort ermittelte Temperatur – messen Sie jetzt erneut ihren potentiellen Brandherd – wenn Sie eine deutliche Temperaturdifferenz erkennen können, haben Sie sehr wahrscheinlich einen Brandherd gefunden.

Sollte es sich um einen Temperaturunterschied handeln, der nur wenige Grad Celsius beträgt, kann dies verschiedene Ursachen haben. In Frage kommen zum Beispiel elektrische Leitungen oder Heizungsrohre. Auch ist es möglich, dass zwei Materialien mit der gleichen Oberflächentemperatur auf der Wärmebildkamera als unterschiedlich angezeigt werden. Grund dafür ist der Emissionsgrad eines Stoffes. Weitere Informationen zum Emissionsgrad finden Sie in Kapitel 1 Technik.

Eine andere Möglichkeit sich zu täuschen sind heiße Rauchgase. Rauchgase dringen bereits durch kleinste Öffnungen z.B. in andere Räume oder Etagen – nur weil also eine Stelle durch Rauchgase erwärmt ist, muss diese nicht zweifelslos der Brandherd sein.

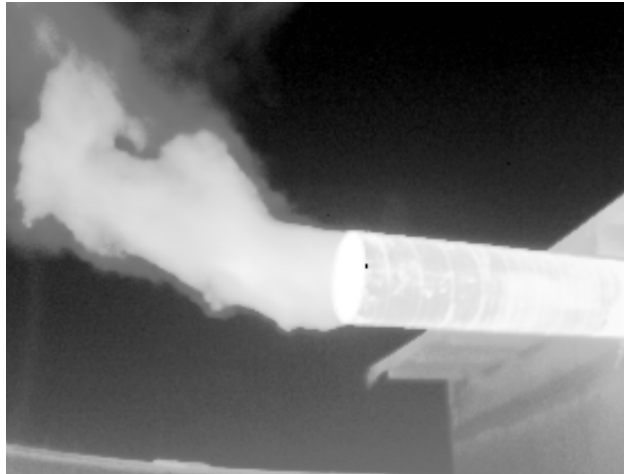


Abbildung 3.6: Heiße Rauchgase können einem Brandherd sehr ähnlich sehen. Hier handelt es sich um ein Lüftungsrohr aus dem heiße Gase austreten, der Brandherd ist allerdings an einer anderen Stelle zu finden.

Eine relativ sichere Methode ist es, sich die Einfärbung des Wärmebildes auf der Kamera zunutze zu machen, meistens findet eine Einfärbung in einem nicht dynamischen Farbmodus (Siehe 3.2 Grundsätzliche Vorgehensweise Brand) bereits ab circa 150° C statt. Diese Temperatur entspricht dabei beispielsweise etwa dem Flammpunkt von Holz oder Kunststoffen.

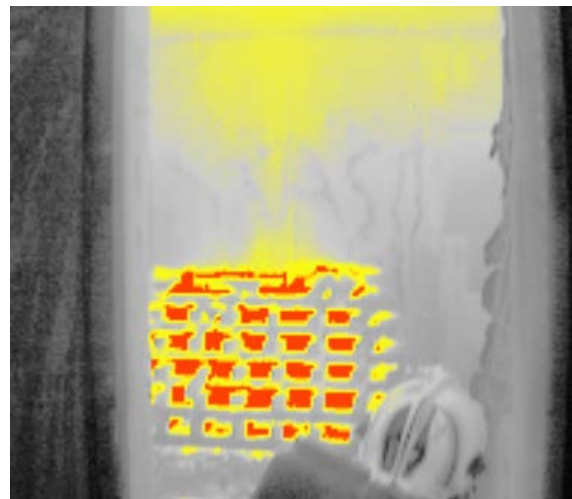


Abbildung 3.7: Der Brandherd (in diesem Fall ein Holzstapel) sowie die heißen Rauchgase lassen sich durch die Einfärbung sehr gut erkennen!

Wird das Wärmebild eingefärbt, kann also mit großer Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass ein Brandherd gegeben ist.

Eine hundertprozentig sicherere Aussage kann hier aber auch die Wärmebildkamera nicht treffen.

3.4 Brandbekämpfung

In der 2er Trupp-Strategie macht es nach unseren Versuchserfahrungen am meisten Sinn, wenn der Truppführer die Wärmebildkamera und der Truppmann das Strahlrohr führt. Der Truppführer hat dann die Möglichkeit, dem Truppmann genaue Anweisungen zu geben, wie die Brandbekämpfung durchgeführt werden soll.

Die Brandbekämpfung unterscheidet sich dabei durch die Wärmebildkamera nicht von der sonst üblichen Brandbekämpfung! Hier kann die Wärmebildkamera wieder nur ein weiteres Hilfsmittel sein!

Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass die Wärmebildkamera nur ab und zu als Sichthilfe und nicht dauerhaft eingesetzt wird, da mit ihr nur eine zweidimensionale Sicht möglich ist.



Abbildung 3.8: Der Truppführer verschafft sich mit der Wärmebildkamera einen Überblick

Wer dauerhaft nur den Bildschirm der Wärmebildkamera im Blick hat, verliert den Blick für das Wesentliche!

Unserer Erfahrung nach macht es Sinn, dass nach der Wasserabgabe die Wirkung des Löschangriffs durch die Wärmebildkamera überprüft wird und gegebenenfalls Änderungen vorgenommen werden.

Auch ist beim Löschangriff darauf zu achten, dass nicht enorme Mengen an Wasserdampf entstehen; der heiße Wasserdampf stellt dabei nicht nur eine Gefährdung für den Trupp dar, dass Display der Wärmebildkamera kann genauso beschlagen wie die Scheibe der Maske!



Abbildung 3.9: Der Löschwasser-Strahl ist genau zu erkennen

Sollte das Display beschlagen, wischen Sie einfach mit ihrem Handschuh über das Display (genau wie Sie dies bei der Atemschutzmaske tun, am besten eignet sich dafür der Daumenrücken da dieser Bereich des Handschuhs meist relativ sauber ist), danach sollten Sie wieder ein klares Bild haben.

3.5 Personensuche Brandeinsatz

3.5.1 Grundsätzliches

Bei der Personensuche im Brandeinsatz sollte nach den ganz normalen feuerwehrtaktischen Regeln vorgegangen werden. Der Einsatz einer Leine oder Schlauchleitung als Rückwegsicherung ist weiterhin zwingend erforderlich. Sollte es zum Beispiel zu einem Ausfall der Wärmebildkamera kommen oder die Verrauchung so stark werden, dass auf dem Wärmebild nichts mehr zu erkennen ist, so ist der gefahrlose Rückweg für die Feuerwehrangehörigen noch möglich.

Die Wärmebildkamera kann die Suche durch drei Dinge entscheidend unterstützen, vereinfachen und somit auch beschleunigen.

1. Sicherheit

Durch Anwendung des Würfelblicks und das frühzeitige Erkennen von potenziellen Gefahren werden die Gefahren für den Angriffstrupp durch frühzeitige Erkennung gemindert.

2. Orientierung

Schaffung einer besseren Orientierung. Einsatzkräfte sehen Hindernisse frühzeitig und müssen sich nicht ganz so mühselig vortasten wie sonst bei Nullsicht. Damit ist ein schnelleres Vorankommen in verrauchten Bereichen möglich. Jedoch ist darauf zu achten, dass Gefahrenstellen trotzdem sorgfältig erkundet werden (Siehe Kapitel 2 Einsatzgrundlagen).

3. Wärmesignatur von Personen anzeigen

Zeigen der Wärmesignaturen von vermissten Personen. Bei dem Würfelblick in einen Raum hinein können eventuell direkt Wärmesignaturen von Personen ausgemacht werden. Dies ist natürlich nur möglich, wenn die Personen nicht durch Hindernisse abgeschirmt werden. Dabei reicht bereits ein Blatt Papier um Wärmestrahlung so abzuschirmen, dass eine sich dahinter befindliche Person unsichtbar wird (Schränke und Betten sind dabei genau wie sonst separat gründlich zu durchsuchen, da Kinder hier oftmals Schutz vor dem Feuer suchen).

Genau wegen der Abschirmung ist es weiterhin notwendig, den kompletten Raum gründlich abzusuchen. Hier kann die Wärmebildkamera den schnellsten Weg um Hindernisse herum anzeigen.



Abbildung 3.10: Im ersten Bild lässt sich nicht erkennen, dass sich in der Pappkiste (normale Wellpappe) eine Person befindet. Verändert man jedoch den Kamerastandort ein klein wenig, wird die Wärmesignatur des Kopfes der Person sichtbar.

3.5.2 Probleme und Gefahren bei der Personensuche

Spiegelungen können zu einem enormen Problem werden, denn die eigene Wärmesignatur wird auf glatten Oberflächen gespiegelt. Der Angriffstrupp kann dadurch verwirrt werden. Weitere Informationen zum Thema Spiegelungen finden Sie ausführlich unter 2.3 Spiegelungen und Reflexionen.



Abbildung 3.11: Der Angriffstrupp spiegelt sich hier in einer Metalltüre einer Produktionsmaschine sehr deutlich.

Weiterhin haben wir während unserer Versuche die Erkenntnis gewonnen, dass es sinnvoll ist, die Wärmebildkamera bei der Personensuche dem zuerst vorgehenden Feuerwehrmann als Hilfsmittel mitzugeben. Sollte der zweite Mann im Trupp die Kamera führen, kann es sein, dass er in beengten Verhältnissen (Beispielsweise einem langen, schmalen Flur) nichts sehen kann, da der Körper des vorgehenden Feuerwehrmanns seine Sicht komplett abdeckt oder die vom Körper ausgehende Wärmestrahlung sein Bild stört. Hier ist die Wärmebildkamera dann nutzlos!

Ein anderes Problem bei der Personensuche im Brandeinsatz kann entstehen, wenn es sich um ein Brandereignis mit besonders starker Verrauchung (beispielsweise durch einen hohen Anteil an Kunststoffen in der Brandlast) handelt. Hier kann es passieren, dass auch die Wärmebildkamera nichts mehr „sieht“.

Wir konnten dies vereinzelt bei Versuchen feststellen, eine 100% sichere Aussage können wir hierzu aber erst nach weiteren Versuchen treffen; sobald es zu diesem Punkt Neuigkeiten gibt, finden Sie diese unter:

www.wbk-einsatz.de.

3.5.3 Vorgehen bei der Personensuche

Bei der Suche nach vermissten Personen muss auf kleinste Details geachtet werden. Wichtig ist neben der Temperatur auch die Form der erkannten Wärmesignatur. Hier ist es wichtig, sich auf das Erkennen einer menschlichen Signatur zu konzentrieren. Dabei sollte bedacht werden, dass ein Teil des Körpers auch abgeschirmt sein kann und man so zum Beispiel nur einen Arm oder ein Bein des Menschen sieht.

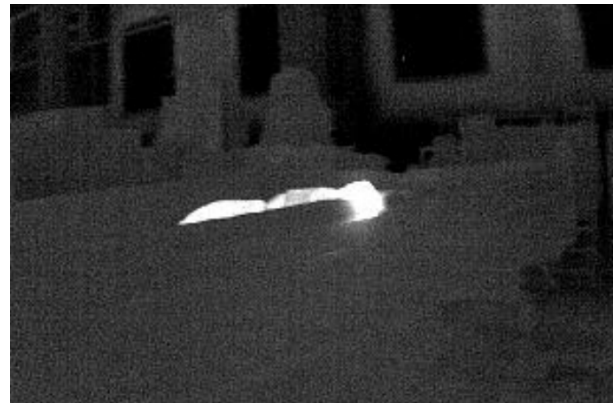


Abbildung 3.12: Hier ist nur die Wärmesignatur eines Armes zu erkennen, der Rest des Körpers wird durch ein Hindernis abgeschirmt

3.6 AGT-Notfall

3.6.1 Auffinden des AGT

Ein sicherer Weg einen verunfallten Trupp nach dem „Mayday“ aufzufinden, ist das Folgen der Schlauchleitung des Trupps. Die gefüllte Schlauchleitung ist auf dem Wärmebild sehr deutlich zu erkennen, da das Wasser im Schlauch im Vergleich zur Umgebung sehr kalt ist! (Der Schlauch somit schwarz auf der Wärmebildkamera dargestellt).



Abbildung 3.13: Der Schlauch ist im Bild Vordergrund erkennbar.

Sollte sich der Trupp nicht in der Nähe der Schlauchleitung befinden, muss genauso vorgegangen werden wie bei der „normalen“ Personensuche. Es gibt jedoch bei der Suche nach Feuerwehrangehörigen eine Besonderheit, die die Suche vereinfachen kann.

3.6.2 Erkennbarkeit über das Atemschutzgerät

Da beim austreten der Atemluft aus der Druckflasche der Druck vermindert wird, entsteht dort eine enorme Kälte. Das Flaschenventil und der Hals der Flasche kühlen somit stark ab – ein vermisster Atemschutzgeräteträger lässt sich über diesen kalten Bereich sehr gut erkennen.

Voraussetzung dafür ist natürlich, dass die Position des Feuerwehrangehörigen den Blick auf Atemluftflasche und Druckminderer freigibt.



Abbildung 3.14: Hier ist klar zu erkennen, dass der Bereich der Atemluftflasche besser zu erkennen ist als die schwer zu erkennende Silhouette des Feuerwehrmanns.

3.7 Brandausbreitung

Um eine Brandausbreitung zu vermeiden, kann man die WBK in vielen Fällen nutzen. Die grundsätzlichen Prinzipien der Brandausbreitung beruhen auf den Faktoren der Wärmeübertragung, der Wärmemitführung und der der Wärmeleitung. Bei jedem dieser Punkte kann die Wärmebildkamera eventuell eingesetzt werden um die Brandausbreitung zu verhindern.

3.7.1 Wärmeübertragung

Wärmestrahlung und Funkenflug auf benachbarte Gebäude

Ein Körper, der eine besonders hohe Temperatur hat, könnte in der Umgebung liegende Materialien durch elektromagnetische Teilchenströmung, sprich Wärmestrahlung, erhitzen oder sogar entfachen. Um heiße Körper ausfindig zu machen und abzukühlen, beziehungsweise bewegliche Materialien von dieser Hitzequelle zu entfernen, ist die Wärmebildkamera als Hilfsmittel besonders geeignet. Ein Blick mit der Kamera auf einen auf dem Bildschirm hell leuchtenden Körper, der Blick auf die Temperaturanzeige sowie eine kurze Referenzmessung mit einem anderen Körper, Decke et cetera lässt einen auf der sicheren Seite stehen und einen Sekundärbrand erfolgreich vermeiden. Ein weiteres Problem der Brandausbreitung sind Feuerbrücken oder Funkenflug. Falls sich der Einsatzleiter oder andere Führungskräfte außerhalb eines Brandobjekts befinden, können sie mit Hilfe der Wärmebildkamera benachbarte Objekte kontrollieren und vor Brandüberschlägen

schützen, denn schon allein die Wärmestrahlung eines Vollbrandes kann das Haus oder den Gastank des Nachbarn gefährden. Hier ist jedoch ein genauer Blick auf die Kamera gefragt. Damit keine Messfehler entstehen, sollte immer eine Referenzmessung durchgeführt werden. Eine Referenzmessung funktioniert wie folgt: Ein Objekt wird mittels Wärmebildkamera kontrolliert. Hier muss der Blick auf die Temperatur gerichtet werden. Nun wird die Temperatur eines anderen Objektes geprüft. Mittels der Vergleichstemperatur kann man Bestimmen, ob es sich um einen Brand handelt oder nicht. Vorsicht ist bei Spiegelungen geboten, denn auch ein Brand kann sich in einem Fenster spiegeln.

3.7.2 Wärmemitführung

Ähnlich wie ein Brandüberschlag durch Funkenflug, ist es möglich, dass dem Brandherd der sich beispielsweise in einem Keller befindet, heiße Rauchgase entweichen. Diese Rauchgase können sich im schlimmsten Fall im Dachstuhl stauen. Durch diesen Staueffekt ist es möglich, dass allein durch den heißen Rauch ein Sekundärbrand entsteht, welcher sich schnell zu einem Vollbrand entwickeln kann.

Im Innenangriff kann die Wärmebildkamera sehr gut unterstützend wirken, indem ein Sekundärbrand durch Kontrolle der Decken und weiteren Geschosse eines Hauses vermieden wird. Diese gestaute Hitze die den Dachstuhl möglicherweise entfacht, kann mit einer Wärmebildkamera erkannt werden.

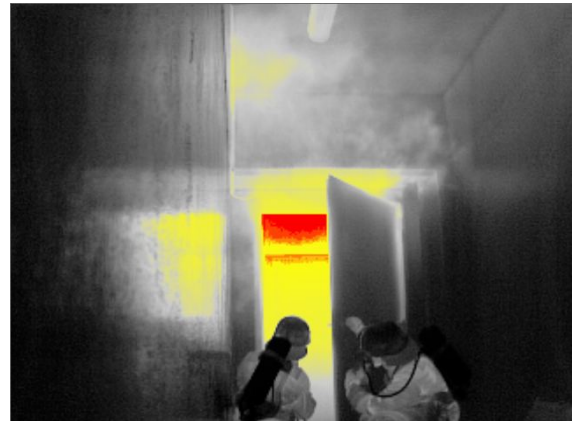


Abbildung 3.15: Die Rauchgase lassen sich gut erkennen.



Abbildung 3.16: Die erhitzte Decke lässt sich sehr gut erkennen.

3.7.3 Wärmeleitung

Ein guter elektrischer Leiter, ist auch ein guter Wärmeleiter. Wenn solche elektrischen Leiter bei Überlastung oder Fehlfunktion zu heiß werden, ist es möglich, dass sich ein Schwelbrand oder gar ein Vollbrand entwickelt. Weiterhin ist es möglich, dass durch Kabelleitungen Nachbarräume- oder Gebäude in Brand geraten. Darum ist auch hier eine Wärmebildkamera hilfreich,

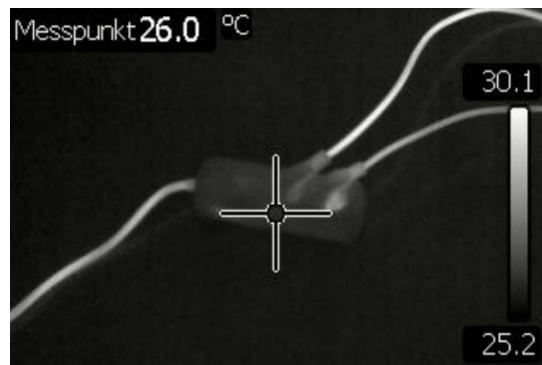


Abbildung 3.17: Leitungen und erhitze Elektrogeräte lassen sich auf Wärmebildern teils gut erkennen, hier eine 3-Fach Steckdose

denn Kabelleitungen können deutlich auf dem Wärmebild erkannt werden. Aber nicht nur Kabel können die Wärme weiterleiten. Ebenso besteht beispielsweise bei Rohrbrücken die gleiche Gefahr.

3.7.4 Brandausbreitung im Rauminnen

Die Wärmebildkamera kann ebenfalls als Hilfsmittel zur Erkennung von Brandausbreitungen im Innenangriff hinzugezogen werden. Hier kann der Brandherd beobachtet werden, ob dieser zu einer Brandausbreitung neigt, in welche Richtung die Flammen schlagen, oder wo sich Funken niederlassen und zu einem Problem werden könnten.



Abbildung 3.18: Die Flammen eines Brandes lassen sich auch bei Rauchentwicklung noch gut beobachten.

Durch die Wärmebildkamera in Kombination mit dem Würfelblick kann

der Angriffstrupp seine eigene Sicherheit sicherstellen. Der Blick 360 Grad um einen herum, als auch nach oben und unten, geben dem Angriffstrupp die Sicherheit, dass sich keine Sekundärbrände in der Nähe oder auf dem Rückzugsweg befinden.

3.8 Löschanlagen

Löschanlagen nehmen der Feuerwehr in der Regel eine Menge Arbeit ab. Wenn die Feuerwehr am Einsatzort eintrifft, ist das Feuer im besten Fall durch eine Löschanlage bereits eingedämmt, diese wird abgeschaltet und das Feuer bedarf in manchen Fällen keinen enormen Löschaufwand mehr.

Problematisch wird es jedoch, wenn das Feuer noch im vollen Gange ist. Durch das Wasser der Löschanlage wird das Feuer zwar eingedämmt und die Raumtemperatur abgekühlt, jedoch entsteht eine Menge Wasserdampf. Durch diesen Wasserdampf werden die Rauchgase innerhalb des Raumes nach unten gedrückt.

Die Folge davon ist leicht nachzuvollziehen. Die Sicht geht gegen Null.



Abbildung 3.19: Auf den Bildern lässt sich erkennen, dass der Brand durch die Löschanlage eingedämmt wird. Die Sicht wird dabei jedoch deutlich schlechter. (Beides Digitalbilder)

Hier kommt die Wärmebildkamera ins Spiel. Durch die Sichteinschränkung ist es äußerst schwer, den Brandherd zu finden. Unsere Versuche haben gezeigt, dass der Brand eines Holzstapels, welcher mit einer Löschanlage enorm eingedämmt wurde, sehr gut zu erkennen ist. In diesem Fall genügte ein Würfelblick, um sich im Raum zu orientieren, den Brandherd zu finden und weitere Sekundärbrände ausfindig machen zu können.

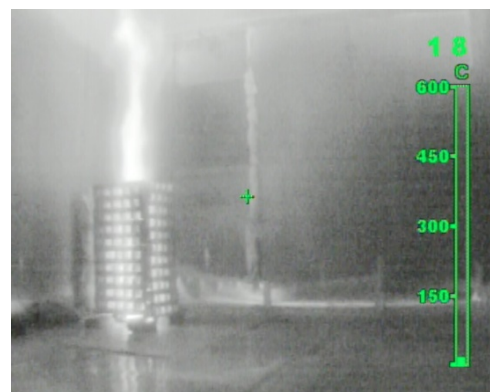


Abbildung 3.20 : Der Blick mit der Wärmebildkamera ist wesentlich klarer trotz laufender Löschanlage

3.9 Nachlöscharbeiten



Abbildung 3.21: Diese durch die Westfälische Provinzial erstellte Statistik über 753 Einsätze von Wärmebildkameras zeigt, dass diese bisher fast nur zur Lokalisierung von Glutnestern genutzt werden.[1]

Der Einsatz bei Nachlöscharbeiten ist sicherlich das bekannteste und bisher meist verbreiteteste Einsatzgebiet für Wärmebildkameras. Doch auch in diesem Bereich gibt es etwas zu beachten. Es gilt wieder: Nicht alles was warm ist, ist ein Glutnest! Auch hier sollten wieder Referenzpunkte gesucht und verglichen werden, bevor beispielsweise eine Wand oder Decke aufgestemmt wird. Es gibt Wärmebildkameras, bei denen sich der Farbmodus ändern lässt. Für diese Geräte ist der nächste Absatz bestimmt. Bei Geräten die nur einen weiß=heiß Modus besitzen, sollte der Betrachter das Wärmebild sehr genau analysieren. Hier sind bereits kleinste Änderungen wichtig.



Abbildung 3.22: Der Blick mit der Wärmebildkamera unter die Decke des Brandraumes um Glutnester zu finden.

Bei der Wahl des Farbmodus kann es Sinn machen, auf einen dynamischen Farbmodus zu wechseln. Hier wird die wärmste Stelle im Bereich automatisch in einer Farbe (meist Rot) dargestellt. Dies macht jedoch keinen Sinn, wenn in dem Raum kurz zu vor noch ein großer Brand stattgefunden hat und Wände und Decke noch durch das Feuer stark erhitzt sind – die Wahl eines dynamischen Farbmodus würde hier zu einem wahren „Leuchtfeuer“ auf dem Bildschirm führen – effektives Arbeiten ist dann nicht mehr möglich!

Nachfolgend sehen Sie zwei Beispielbilder zur Wahl eines dynamischen Farbmodus:

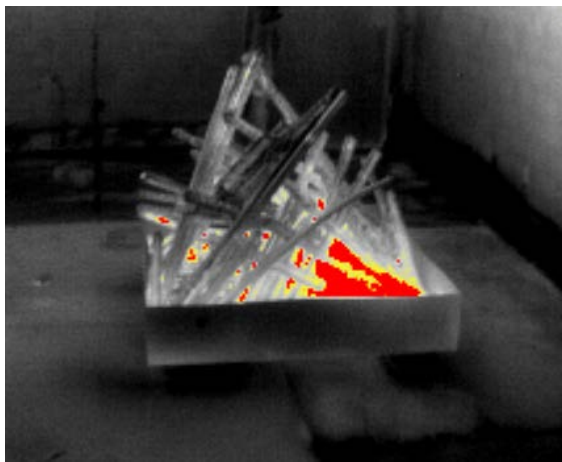


Abbildung 3.23: Sinnvoll eingesetzter dynamischer Farbmodus, nur die Glut unterhalb des Feuers wird rot angezeigt da diese am wärmsten ist.



Abbildung 3.24: Falsch eingesetzter dynamischer Farbmodus, der ganze Raum ist noch enorm warm und wird somit eingefärbt.

3.10 Kaminbrand

Ein Kaminbrand ist immer äußerst kritisch. Hier gibt es nur wenige Einsatzmöglichkeiten für eine Wärmebildkamera. Es ist abzuraten, einen Kaminbrand mit Wasser zu löschen. Durch die Erzeugung von Wasserdampf würde ein enormer Druck entstehen, der sich in dem kleinen Volumen eines Schornsteins nicht zurechtfinden würde. Das Resultat wäre ein Zerbersten der Schornsteinwandungen und eine Brandausbreitung.

Aus diesem Grund wird die Wärmebildkamera bei einem Kaminbrand eher dazu benutzt, um Sekundärbrände im Hausinneren (Feuerstättenanschlüsse und Reinigungsöffnungen) sowie Dachstuhl des Brandhauses und an anderen Häusern frühzeitig zu erkennen und zu bekämpfen. Hier muss genau vorgegangen werden. Die Messpunkte müssen regelmäßig kontrolliert werden, denn eine leichte Temperaturerhöhung ist meist nicht direkt zu erkennen.

Hier macht es am meisten Sinn feste Messpunkte zu bestimmen und diese zu kennzeichnen (zum Beispiel durch das anbringen von Markierungen mit Klebeband). Die festgelegten Messpunkte müssen dann regelmäßig kontrolliert und die Messergebnisse ausgewertet werden. Bei einer Vielzahl von Messpunkten empfiehlt es sich die Ergebnisse zu notieren.

3.11 Waldbrand/Flächenbrand

3.11.1 Grundsätzliches

Beim Waldbrand bzw. Flächenbrand gibt es generell zwei Einsatzmöglichkeiten für Wärmebildkameras. Eine Einsatzmöglichkeit besteht darin, Einheiten mit Wärmebildkameras bei den Nachlöscharbeiten einzusetzen.

Die zweite Möglichkeit besteht darin, Helikopter der Polizei mit Wärmebildkameras einzusetzen, um Entstehungsbrände (z.B. durch Funkenflug) frühzeitig erkennen und bekämpfen zu können. Natürlich lassen sich Helikopter auch sehr gut zur Lagebeurteilung einsetzen.

Es sollte jedoch beachtet werden, dass die Kosten für einen Helikopter-Einsatz sehr hoch sind.

3.11.2 Wärmebildkameras für Feuerwehrkräfte bei Nachlöscharbeiten

Wärmebildkameras zeigen hier die Flächen im Boden und Gehölz an, die erwärmt sind und somit wahrscheinlich Glutnester beherbergen. Es müssen dann diese Bereiche abgearbeitet werden; hier ist es also möglich, den Aufwand enorm zu reduzieren. Weiterhin stellt die Wärmebildkamera sicher, dass kein Glutnest übersehen wird und es somit zu einer erneuten Brandausbreitung kommt.



Abbildung 3.25: Die Wärmebildkamera zeigt hier noch erwärmte Bereiche klar an und ermöglicht so schnellere Löscharbeiten.[2]

Es gelten bei Flächen- und Waldbränden die gleichen Grundsätze wie bei allen anderen Nachlöscharbeiten (Siehe 3.9 Nachlöscharbeiten).

4 GEFAHRGUT

Dieser Fachbereich befasst sich mit dem Einsatzbereich Gefahrgut. In diesem Kapitel erfahren Sie mehr über die Einsatzmöglichkeiten, die Grenzen und die Vorgehensweisen mit einer Wärmebildkamera im Gefahrgutbereich bzw. -einsatz.

4.1 Einleitung

Ein weiterer Einsatz, wo Sie die Wärmebildkamera einsetzen können ist der Gefahrguteinsatz. Hier sind die Einsatzgrundsätze für Gefahrgut immer zu beachten. Eine Wärmebildkamera ist genau wie ein Dosisleistungsmessgerät oder ein Geigerzähler nur eine Gerätschaft, die sie im Einsatz unterstützen oder auch schützen soll. Diese Geräte können nur optimal mit dem dafür notwendigen Wissen eingesetzt werden, um keinen negativen Einsatzverlauf zu erzielen. Beim Dosisleistungsmessgerät müssen Sie wissen was die Anzeige 10 Millisievert bedeutet und was Sie zu tun haben, aber was machen Sie, wenn Ihre Wärmebildkamera hinter der Rauchgrenze ausfällt und Sie sich vor dem Ausfall an ihrem Display orientiert haben? Wissen Sie, dass der Tankwagen vor Ihnen voll ist, wenn die Wärmebildkamera es anzeigt oder ist dieser vielleicht auch leer?

Dieses Wissen möchten wir Ihnen in diesem Kapitel näher bringen, damit Ihr nächster Gefahrguteinsatz erfolgreich verläuft und das möglicherweise durch den effektiven Einsatz einer Wärmebildkamera.

4.2 Einsatzmöglichkeiten im Gefahrguteinsatz

Es gibt an einer Gefahrguteinsatzstelle zahlreiche Möglichkeiten, eine Wärmebildkamera für sinnvolle und die Einsatzzeit verkürzende Maßnahmen einzusetzen.

Sie sollten jedoch bei Gefahrguteinsätzen immer die Regeln der FwDV500² und den Ex-Schutz (ATEX Kategorie/Zone1)³ beachten, sowie nur unter Absprache in den Gefahrenbereich vorgehen.

Unter anderem können Sie im Gefahrguteinsatz die Wärmebildkamera zur Suche nach ausgetretenen Flüssigkeiten und für die Suche nach Leckagen, sowie für die Einsatzstellenüberwachung einsetzen. Desweiteren können Füllstände schnell und einfach mit einer Wärmebildkamera gemessen werden, insofern ein Temperaturunterschied zwischen der Flüssigkeit und der Umgebungstemperatur besteht. Bei vermissten Personen, kann auch im Gefahrguteinsatz die Wärmebildkamera zur Menschenrettung vorgenommen werden, dies sollte jedoch vorab mit dem Einsatzleiter geklärt sein.

4.3 Vorgehensweise im Gefahrguteinsatz

Im Gefahrguteinsatz ist es besonders wichtig vorsichtig, ordentlich und sauber zu arbeiten, damit Kontaminationen und schwere Unfälle vermieden werden. In vielen Fällen ist ein so vorsichtiges Arbeiten nicht möglich, deshalb sollte die erste Erkundung des Einsatzleiters ausführlich sein, um viele, wenn nicht sogar alle Gefahren, zu erkennen.

Diese erste Erkundung sollte durch die Wärmebildkamera unterstützt werden, um „nicht sichtbare“ Gefahren möglicherweise besser abschätzen zu können.

Viele austretende Gase und Flüssigkeiten können mit dem bloßen Auge nicht erkannt werden, eine Wärmebildkamera kann Fluide meist besser darstellen (4.5.4 Flüssigkeiten lokalisieren).

Im weiteren Einsatzverlauf kann der Angriffstrupp mit der Wärmebildkamera ausgestattet werden, um eine genauere Erkundung vorzunehmen, diese Möglichkeit bleibt aber nur dem Angriffstrupp eines ABC-Zuges offen.

Andere Einheiten arbeiten nach der GAMS-Regel (Gefahr erkennen, Absperren, Menschenrettung einleiten, Spezialkräfte alarmieren), das heißt zur Erleichterung, beziehungsweise zur Beschleunigung der Menschenrettung kann

² Feuerwehr-Dienstvorschrift 500

³ ATmosphère EXplosive (Leitlinien der Europäischen Union)

eine Wärmebildkamera vom Angriffstrupp mitgeführt werden (ABER: Nur wenn unbedingt nötig). Die Wärmebildkamera also nur in notwendigen Situationen einsetzen.

4.4 Übertragung der Wärmebilder an die Einsatzleitung

Es besteht die Möglichkeit, Bild- und Videomaterial der Kamera direkt über eine Funkverbindung an die Einsatzleitung zu übertragen. Verwertbares Material entsteht natürlich nur, wenn der Trupp mit der Wärmebildkamera direkt das Objekt anvisiert, bei Vorgehen hängt die Kamera nur herunter und es entstehen keine brauchbaren Bilder. Weiterhin kann der Einsatz von Wärmebildkameras in ausreichender Entfernung mit Zoom-Funktion genutzt werden, um das Vorgehen der Trupps und die Einsatzlage zu überschauen (Siehe 4.8 Überwachung von Gefahrguteinsatzstellen).

4.5 Vornahme einer Wärmebildkamera

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten eine Wärmebildkamera im Gefahrguteinsatz einzusetzen, doch bleiben Fragen offen, welchen Farbmodus verwendet man am besten oder was passiert mit der Kamera bei Kontakt mit einer leichten Säure?

Bei unseren Versuchen hat sich der „Vollfarben-Modus“, auch Falschfarben-Modus genannt, für den Gefahrgutbereich herauskristallisiert. Er lässt auch bei ungenauen Temperaturen eine Aussage über Füllstände und Kontaminationen zu.

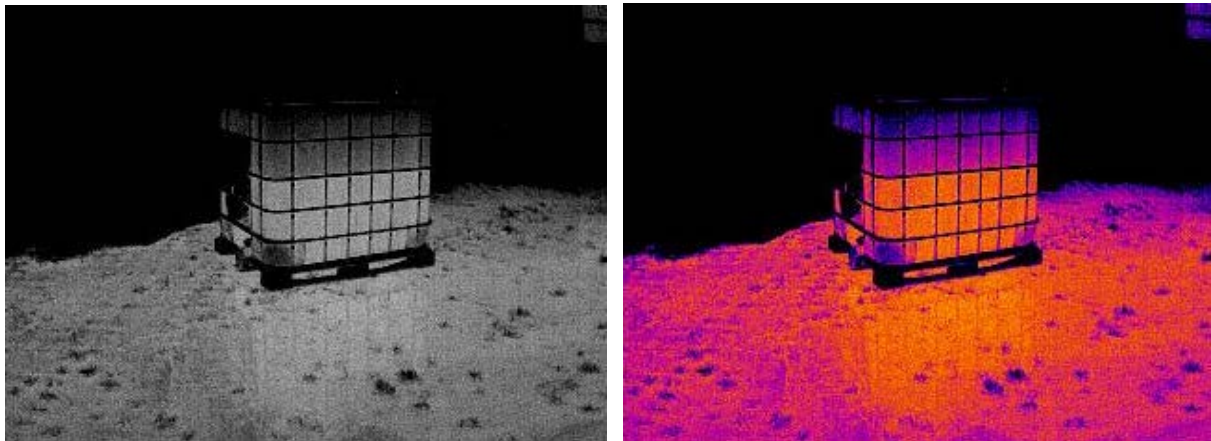


Abbildung 4.1: Auf dem linken Bild ist ein Füllstand im Weiß-Heiß-Modus dargestellt, im rechten der gleichen Aufnahme im Vollfarben-Modus.

Die rechte Darstellung lässt sich auch aus einiger Entfernung leichter interpretieren.

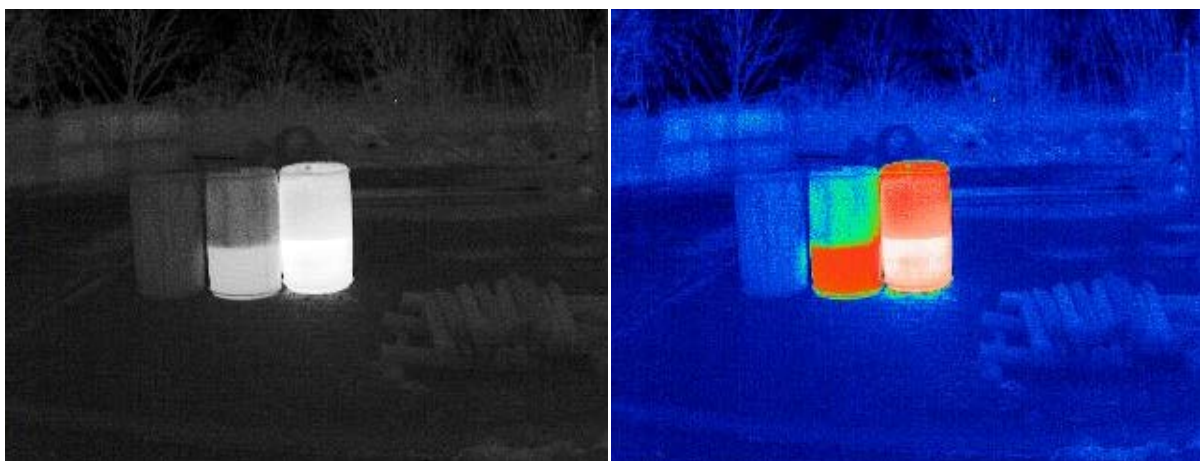


Abbildung 4.2: Links die Füllstandmessung im Weiß-Heiß-Modus, rechts im Vollfarben-Modus.

Auf der linken Darstellung ist der Füllstand scheinbar einfach zu erkennen, das linke Fass ist leer, das mittlere halb voll und das rechte Rand voll. Falsch!

Der Vollfarbenmodus beweist einen Fehler. Es ist deutlich zu erkennen, dass das linke Fass die gleiche Temperatur wie die Umgebung besitzt und wahrscheinlich leer ist. Das mittlere Fass ist halb gefüllt und hat eine kühlere Flüssigkeit als das rechte Behältnis. Im rechten ist ein heißes Fluid, das heiße Dämpfe in die obere Hälfte des Fasses abgibt, es ist jedoch auch nur halb gefüllt.

Deshalb sollten Sie wenn möglich im Gefahrguteinsatz oder bei den dort auftretenden Aufgaben den Vollfarben-/Falschfarben-Modus verwenden.

In den meisten Fällen sind nicht zahlreiche Wärmebildkameras gleichzeitig an einer Einsatzstelle, im Gefahrguteinsatz ist es zwar wahrscheinlicher, da mehrere Einheiten für verschiedene Aufgaben alarmiert werden, jedoch kann man in den meisten Fällen maximal von ein bis zwei Kameras ausgehen. Diese Kameras sollten effektiv dort eingesetzt werden, wo sie benötigt werden, da die Akkulaufzeit auch begrenzt ist. Die Lageerkundung sollte durch eine Wärmebildkamera erweitert, bzw. unterstützt werden, desweiteren ist zu überlegen, eine Kamera für weitere vorgehende Trupps bereit zuhalten, die die Lageerkundung fortführen.

Eine Wärmebildkamera ist eine Gerätschaft, die genau wie ein Funkgerät, nicht säurebeständig ist. Die Hersteller weisen darauf hin, dass Wärmebildkameras nur Spritzwasser geschützt sind (IP67⁴), deshalb sollte die Kamera mit absoluter Vorsicht vorgenommen werden. Dies ist unter anderem ein Grund, warum die Absprache vor dem Einsatz einer Wärmebildkamera mit dem Einsatzleiter geklärt sein soll. Weiterhin ist der Ex-Schutz (ATEX Kategorie/Zone1) zu beachten.

⁴ Schutzart von elektrischen Betriebsmitteln

4.5.1 Lageerkundung

Die erste Erkundung im Gefahrguteinsatz sollte schon auf der Anfahrt geschehen oder zumindest aus reichlicher Entfernung, da hier bereits erste Erkenntnisse gewonnen werden können. Eine Zoom-Funktion kann hier hilfreich sein. Jedoch muss bedacht werden, das Glas für Infrarotstrahlung undurchlässig ist. Um austretende Gefahrstoffe lokalisieren zu können, ist es sehr sinnvoll die Wärmebildkamera zur Lageerkundung hinzuzuziehen. Personen können durch ihre abstrahlende Wärmesignatur mit Hilfe der Wärmebildkamera besser erkannt werden; wenn sie nicht durch Gebäudeteile, Wasser oder ähnliche Hindernisse abgeschirmt werden. Kesselwagen, Tankwagen, Fässer, IBC⁵- und Metallbehälter in denen Gefahrgutstoffe lagern, können in den meisten Fällen mit einer Wärmebildkamera aus sicherer Entfernung begutachtet werden.

Weiterhin können Leckagen, Füllstände und Temperaturerhöhungen mit Wärmebildkameras gesichtet werden. Hierbei sind die angegebenen Temperaturen der Wärmebildkamera zu beachten, diese können durch äußere Einwirkung auch abweichen. Bei der Erkundung von Tankwagen und Kesselwaggons müssen auch die UN-Nummer und Gefahrnummer auf den orangenen Warntafeln beachtet werden, Füllstände von Gastankwagen und Gaskesselwaggons können mit einer Wärmebildkamera kaum bestimmt werden, da sich die meisten Gase komplett im Tank ausbreiten.

Die Wärmebildkamera sollte zur Lageerkundung im Gefahrguteinsatz immer eingesetzt werden, insofern die Wärmebildkamera auf dem ersten Löschfahrzeug mitgeführt wird. Kommt die Kamera erst mit späteren Fahrzeugen an der Einsatzstelle an, sollte sie jedoch zur weiteren Lageerkundung eingesetzt werden. Ein erhöhter Standpunkt, zum Beispiel auf dem Dach eines Löschfahrzeugs oder Gebäudes, kann die Erkundung im Gefahrguteinsatz erheblich erleichtern und Objekte und Gefahren aufzeigen, die man sonst nicht erkannt hätte.

⁵ IBC Intermediate Bulk Container

4.5.2 Menschenrettung

Sind im Gefahrguteinsatz Menschenleben in Gefahr, wird auch durch die Ersteintreffenden Kräfte eine Menschenrettung nach der GAMS-Regel (Gefahr erkennen, Absperren, Menschenrettung, Spezialeinheiten alarmieren) vorgenommen. Wenn nicht genau bekannt ist, wie viele Menschen vermisst, bzw. in Gefahr sind, sollte auch die Wärmebildkamera zur Hilfe genommen werden. Die Kamera nimmt nach der ersten Lagebeurteilung der Angriffstrupp zur Menschenrettung mit (Vorsicht!), die meisten Wärmebildkameras besitzen keinen EX-Schutz und die Mitnahme der Kamera in den Gefahrenbereich sollte daher vorab geklärt sein.

Zur Menschenrettung, bzw. Personensuche sollte wenn möglich der Würfelblick angewendet werden (Siehe 2.6 Der Würfelblick im Wärmebildkamera-Einsatz) der Würfelblick hat sich bei unseren Versuchen als einfach handhabbar und zeitsparend dargestellt. Bei einer größeren Schadenslage und mehrerer vermisster Personen, sollten auch mehrere Trupps mit einer Wärmebildkamera zur Suche eingesetzt werden.

4.5.3 Auffinden von Leckagen

Die Wärmebildkamera kann dazu genutzt werden, fließende und stehende Flüssigkeiten ausfindig zu machen. Viele Fluide sind mit dem bloßen Auge nicht sichtbar, bzw. werden schnell übersehen. Vorsichtiges Arbeiten und ausreichende Erkundung minimiert Größtenteils das Risiko von Kontaminationen und weiteren Verletzten.

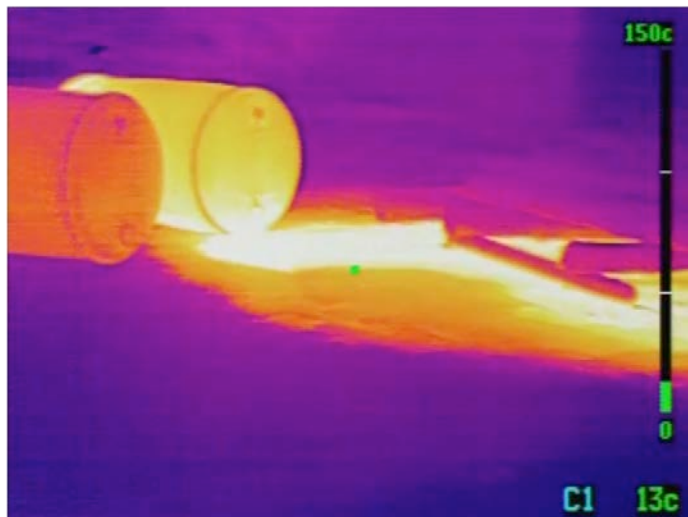


Abbildung 4.3: Bei den hier umgestürzten Fässern ist deutlich zu sehen, aus welchem Fass die Flüssigkeit ausgetreten und wo diese hingeflossen ist.

Bei Leckagen ist es besonders wichtig, auf kleine Details auf dem Bildschirm zu achten, Risse und Öffnungen können oft nur im Millimeterbereich liegen.

Die zu untersuchenden Objekte zu erst aus reichlicher Entfernung kontrollieren, ggfs. die Zoom-Funktion anwenden.

Aus kürzerer Entfernung sollten die Leckagen dann besser zu erkennen sein. Nachdem die Lage der Leckagen und das Ausmaß der austretenden Gase oder Fluide bekannt ist, können weitere Einsatzmaßnahmen eingeleitet werden.



Abbildung 4.4: Ohne Wärmebildkamera ist es jedoch schwer die genauen Ausmaße der Leckagen zu erkennen.

4.5.4 Flüssigkeiten lokalisieren

Viele Flüssigkeiten können mit bloßem Auge nicht erkannt werden und können so zu einer nicht sichtbaren Gefahr für Einsatzkräfte und Zivilisten werden.

Hier kann die Wärmebildkamera in den meisten Fällen aus sicherer Entfernung Abhilfe schaffen, viele Flüssigkeiten mit hoher Temperaturdifferenz zur Umgebung können oft mit der Wärmebildkamera erfasst werden.

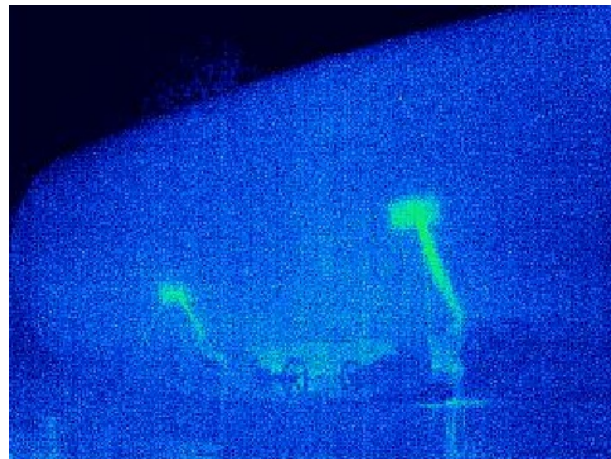


Abbildung 4.5: Leckagen an Tank- und Kesselwagen sind zu erkennen.

Es ist darauf zu achten, dass zum jeweiligen Messpunkt Referenzpunkte als Vergleich für Temperatur und Ausbreitung der Leckagen gemessen werden.

Ein Standortwechsel kann in vielen Situationen sehr sinnvoll sein, um einen anderen Blickwinkel auf das Objekt zu bekommen. Oft steht zwischen der Wärmebildkamera und dem zu messenden Objekt ein weiteres, in diesem Fall störendes, Objekt oder durch Reflektionen ist kein klares Bild zu erkennen (Abbildung 4.6). Es empfiehlt sich bei jedem Einsatz, verschiedene Ansichten des Objekts mit der Wärmebildkamera zu sichten, die erste Erkundung ist oft entscheidend. Und nach nicht mal einer Minute erhält man neue Erkenntnisse (Abbildung 4.7).

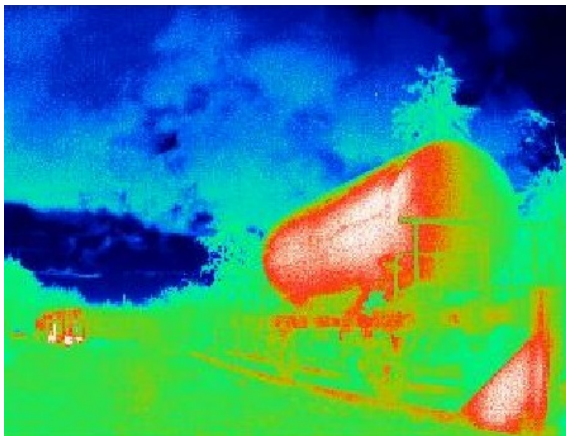


Abbildung 4.6: Sonneneinstrahlung hat den Kesselwagen aufgeheizt. Von der Seite kann man nichts erkennen.

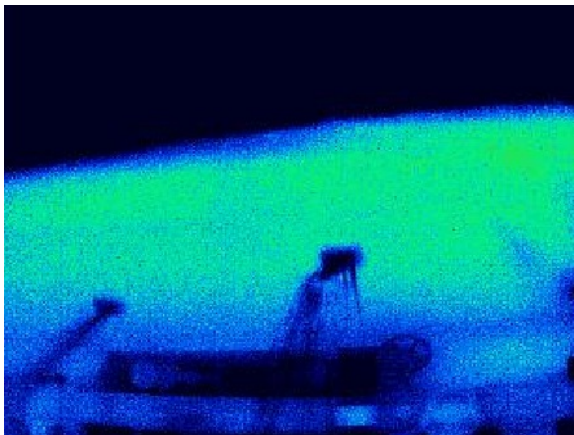


Abbildung 4.7: Ein Standortwechsel von Abbildung 4.6 lässt die Leckagen erkennen. Diese Abbildung wurde eine Minute nach der vorherigen aufgenommen.

4.5.5 Füllstände

Eine Wärmebildkamera kann zur Bestimmung von Füllständen eingesetzt werden, ohne Einsatzkräfte zu nah an die Gefahrenquelle zu schicken.

Mit der Kamera kann aus sicherer Entfernung der Füllstand von Kesselwagen, Tankwagen, Fässern, Plastikbehältern und Metallbehältern bestimmt werden.



Abbildung 4.8: Der Füllstand eines Fasses lässt sich mit der Wärmebildkamera auf einen Blick bestimmen.

Die Möglichkeit der Füllstandbestimmung ist nur bei Behältnissen mit Flüssigkeiten möglich, komprimierte Gase verteilen sich im ganzen Behältnis und sind für die Füllstandbestimmung mittels Wärmebildkamera ungeeignet. Hier sollte schon bei der Lageerkundung von Tankwagen und Kesselwaggons auf UN-Nummern und Gefahrnummern auf den

orangenen Warntafeln geachtet werden (Siehe 4.5.1 Lageerkundung). Weiterhin ist entscheidend, um was für ein Material es sich bei dem Behältnis handelt. Wenn die sich darin befindliche Flüssigkeit schon die Umgebungstemperatur erreicht hat, kann es bei einigen Behältnissen abhängig vom Material schwierig werden, einen Unterschied zu erkennen. Für die Unterscheidung zwischen vollen und leeren Behältnissen vermag es ein geübtes Auge, denn in den meisten Fällen sind volle und leere Behältnisse aufgrund ähnlicher Darstellung im Display schwer voneinander zu unterscheiden.

Flüssigkeiten mit hoher Temperatur, bzw. Flüssigkeiten die schon ausdampfen, können eine Füllstandmessung mittels Wärmebildkamera erschweren. Die Dämpfe sammeln sich im oberen Teil des Behälters, obwohl der Behälter nur halb mit einer Flüssigkeit gefüllt ist.

Es kann auf dem Display der Wärmebildkamera so aussehen, als sei das Gefäß voll. Solche Faktoren sind zu beachten, durch zum Beispiel Stauung der Dämpfe kann es zu einem Druckbehälterzerknall kommen. Ein Indikator hierfür kann die Temperatur sein.

Andere danebenstehende Behältnisse sollten immer als Referenzpunkt für den tatsächlichen Füllstand sowie die Temperatur verwendet werden. Ein Standortwechsel, sprich ein anderer Blickwinkel, kann auch entscheidend sein, um das angezeigte Bild besser interpretieren zu können.

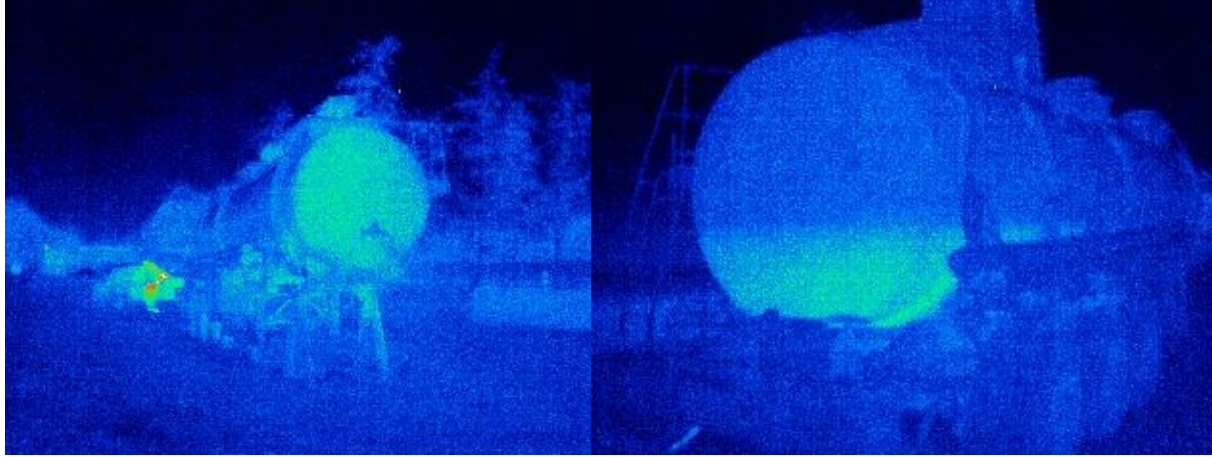


Abbildung 4.9: Ein Standortwechsel vom linken Bild zur rechten Darstellung gibt einen anderen Blickwinkel und ermöglicht eine einfachere Bestimmung des Füllstands.

Die Bestimmung von Füllständen ist meistens nur wichtig, um zu wissen ob das Behältnis voll oder leer ist. Hieraus lässt sich die bestehende oder nicht bestehende Gefahr ableiten. Bei vollen Behältern besteht die Gefahr des Behälterzerknalls, bei leeren ist die Gefahr geringer.

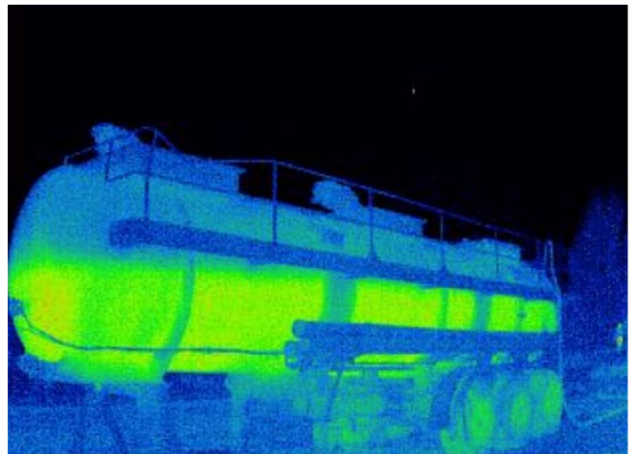


Abbildung 4.10: Bei diesem Tankwagen ist deutlich zu erkennen, dass er etwa zur Hälfte mit einer Flüssigkeit gefüllt ist.

Der ausgetretene Gefahrstoff kann die Umgebung jedoch in eine explosive Atmosphäre verwandelt haben. Weitere Maßnahmen sollen immer mit der Einsatzleitung abgestimmt werden.

4.6 Unter CSA

Im Einsatz unter CSA (Chemikalienschutzanzug) besteht für die Feuerwehrangehörigen immer eine zusätzliche Belastung, die psychischer und physischer Art sein kann. Diese Belastung wird durch schlechte Beweglichkeit und eine schlechte Sicht, sowie eingeschränkte Verständigungsmöglichkeiten und das zusätzliche Gewicht des Anzugs noch erschwert.



Abbildung 4.11: CSA-Träger mit Wärmebildkamera zur Erkundung.

Aus diesen Gründen sollten CSA-Träger wenn möglich immer nur eine Aufgabe erfüllen, dass bedeutet für den Einsatz einer Wärmebildkamera, auch nur die Mitnahme dieser zur weiteren Erkundung.



Abbildung 4.12: CSA-Träger beim Abdichten eines Leckgeschlagenen Kesselwagens.

Leckagen, Füllstände und bereits ausgetretene Flüssigkeiten können mit wenigen Blicken erfasst werden. Viele Feuerwehreinheiten besitzen zusätzliche Übertragungsmodule für die Wärmebildkamera, hiermit können Live-Übertragungen der Infrarotbilder an die Einsatzleitung gesendet werden, die im gleichen Augenblick weitere Maßnahmen entscheiden können. Bei der Datenübertragung können jedoch auch Funkstörungen auftreten, die Kompatibilität sollte daher vorher überprüft werden (Siehe 1.5 Einsatzgrenzen Funkstörung).

4.7 Erkennen von Kontaminationen

Verschiedene Materialien und Stoffe weisen unterschiedliche Emissionsgrade auf, aus diesem Grund werden diese durch die Wärmebildkamera auch unterschiedlich dargestellt und Fluide auf Oberflächen können mit der Wärmebildkamera erkannt werden. Diese Möglichkeit sollte besonders dann eingesetzt werden, wenn die ausgedehnte Fläche, die mit dem Fluid

kontaminiert ist, nur noch schlecht zu erkennen, bzw. ihre Grenzen nur noch abzuschätzen sind.

4.8 Überwachen von Gefahrguteinsatzstellen

Nach der Lageerkundung mit einer Wärmebildkamera kann diese auch zur Überwachung der Einsatzstelle genutzt werden. Bei richtigem Einsatz und richtiger Position der Wärmebildkamera können größere Flächen überwacht werden und weiter austretende Stoffe können beobachtet werden. Wie bei der Lageerkundung, sollte auch hier ein erhöhter Standpunkt ausgewählt werden, um einen guten Überblick zu erhalten. Ein Löschfahrzeug oder niedriges Gebäude reicht meistens schon aus. Aus dem Korb einer Drehleiter hat man jedoch den besten Überblick der Gefahrenstelle, da der Blick hinter viele Objekte leichter ist, der Feuerwehrangehörige im Korb der Drehleiter sollte nur regelmäßig gewechselt werden, damit ihm kein Ereignis entgeht. Eine direkte Funkübertragung der Wärmebildkamera in den Einsatzleitwagen ist hier auch möglich.

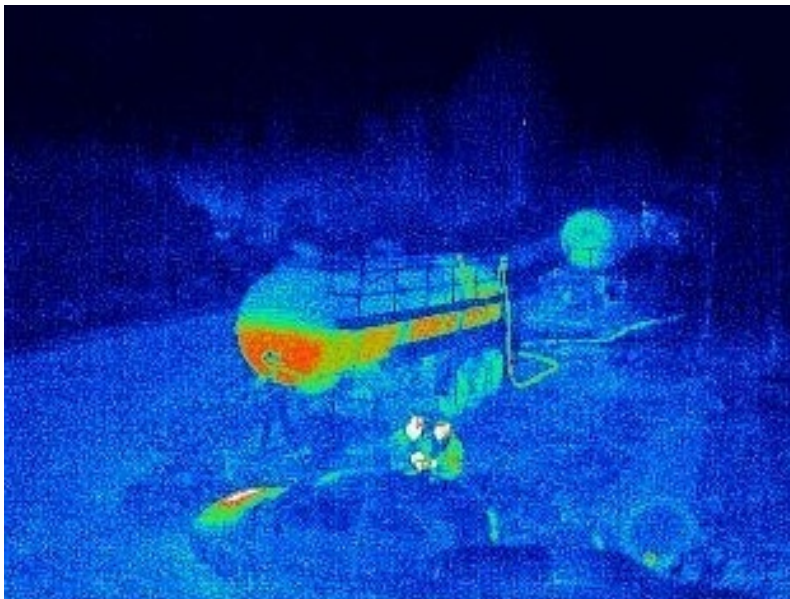


Abbildung 4.13: Bei ausreichender Entfernung zum Gefahrenbereich und einer leicht erhöhten Position behält man einen Überblick über Füllstände, Wärmequellen und Personen im Gefahrenbereich.

5 TECHNISCHE HILFELEISTUNG / PERSONENSUCHE

5.1 Einleitung

Im nachfolgenden Kapitel befassen wir uns mit dem Einsatz einer Wärmebildkamera bei einem klassischen Beispiel der Technischen Hilfeleistung: der Verkehrsunfall. Weiterhin widmet sich dieses Kapitel dem Einsatz einer Wärmebildkamera bei der Personensuche im Gelände. Viele äußere Bedingungen können den erfolgreichen Einsatz einer Wärmebildkamera in den genannten Einsatzlagen stark beeinflussen, weshalb wir hier auf einen Teil der limitierenden Faktoren eingehen und deren Auswirkungen verdeutlichen möchten.

Auf Grund der Vielzahl an Einsatzlagen der Technischen Hilfeleistung / Personensuche und deren Einflussfaktoren möchten wir hiermit ausdrücklich darauf hinweisen, dass es selbstverständlich weitere, hier nicht genannte Faktoren gibt, die möglicherweise je nach Einsatzlage einen Einfluss auf den Einsatz einer Wärmebildkamera haben können.

5.2 WBK bei Technischer Hilfeleistung: Verkehrsunfall

Grundaufgabe einer Wärmebildkamera ist wie in den vorherigen Kapiteln bereits erklärt, das Abbilden einer Wärmesignatur beziehungsweise der für den Menschen unsichtbaren Infraroten-Strahlung. Da auch wir Menschen eine Wärmesignatur haben und diese beispielsweise auf einem Autositz zurück lassen, müsste es also – zumindest theoretisch – möglich sein, die Wärmebildkamera bei einem Verkehrsunfall zur Feststellung der tatsächlichen Insassenanzahl zu nutzen. Das in einem verunglückten Fahrzeug mindestens eine Person, nämlich der Fahrer, anwesend war, dürfte klar sein. Doch ein Verkehrsunfall im Mai 2011 zeigt, dass auch mehr Personen im Fahrzeug gewesen sein können, als sich den Einsatzkräften auf den ersten oder auch weiteren Blicken ergibt. Bei dem in der Nähe von Köln stattgefundenen Unfall wurden zwei schwer verletzte Personen im Wageninneren vorgefunden; ein weiterer Insasse hing tot aus dem Seitenfenster. Hinweise für einen vierten Insassen gab es nicht. Als der schwer verletzte Fahrer am nächsten Tag befragt werden konnte, stellte sich jedoch heraus, dass sich zum Zeitpunkt des Unfalls noch eine weitere Person im Auto befunden hatte; diese wurde 100 Meter von der Einsatzstelle entfernt in einem Graben tot aufgefunden [3]. Ergibt sich die berechtigte Frage, ob man die

Wärmesignatur dieser Person beim Eintreffen der Einsatzkräfte hätte sehen können. Soweit die Theorie. In der Realität lässt sich diese Frage nur nach der Betrachtung möglicher Einflussfaktoren beantworten.

5.2.1 Einflussfaktoren und deren Auswirkung

Die nachfolgende Auflistung bietet einen Überblick über die in unseren Versuchen festgestellten Faktoren, die einen Einfluss auf den Einsatz der Wärmebildkamera bei einem Verkehrsunfall haben können.

Wetter	Wind, Regen, Schnee, Sonne, Kälte und Hitze können nicht nur den Einsatzkräften das Leben schwer machen, sondern beeinflussen maßgeblich, wie lange eine Wärmesignatur auf einem Autositz sichtbar bleibt. Regnet es durch ein zerbrochenes Fenster auf einen Autositz, benetzt das Wasser in Abhängigkeit der niedergehenden Wassermenge den Sitz und kann eine Wärmesignatur verschwinden lassen; gleiches gilt für einfallende Sonnenstrahlung, Schnee, Hagel und Wind.
Öffnungen	Je nach Größe und Lage der Öffnungen am verunglückten Fahrzeug (zerstörte Fenster, abgerissene Karosserieteile, ...) können witterungsbedingt Faktoren (Regen, Schnee,...) die zeitliche Sichtbarkeit der Signatur beeinflussen.
Sitze	Wie gut und wie lange eine Wärmesignatur auf einem Autositz sichtbar ist, hängt weiterhin auch von der Sitzausführung ab. Auf Stellen, die während der Fahrt eng am Körper anliegen, beispielsweise der eigentlichen Sitzfläche, kann bereits nach wenigen Minuten eine deutliche Signatur über mehrere Minuten hinweg erkannt werden. Die Seitenflächen eines Sitzes dagegen werden keine Wärmesignatur aufweisen.

Sitzheizung	Bei Fahrzeugen, die über eine Sitzheizung verfügen, ergibt sich folgendes Problem: Je nach Größe der beheizten Fläche und der erzeugten Temperatur, wird die Unterscheidung zwischen menschlicher Wärmesignatur und Sitzheizung erschwert und ist daher kaum oder wenn nur an Stellen möglich, die nicht beheizt wurden. Ein Beispiel für eine solche Stelle ist die Kopfstütze.
Insasse	Doch auch die Kleidung eines Menschen kann Einfluss nehmen auf die Signatur. Im Winter soll die Kleidung möglichst wenig Wärme unseres Körpers nach außen dringen lassen, was jedoch auch eine verringerte Wärmesignatur zur Folge hat.
Einsatzkräfte	Das Ersthelfer und Einsatzkräfte des Rettungsdienst möglicherweise vor Eintreffen der Feuerwehr bereits den Insassen Hilfe geleistet haben und sich ins Innere des Fahrzeuges begeben haben, ist sehr wahrscheinlich und selbstverständlich absolut unverzichtbar und zwingend notwendig. Doch können mögliche Signaturen dadurch verfälscht werden, weshalb die Kommunikation an der Einsatzstelle zwingend erforderlich ist. Denn eine Signatur auf dem Sitz hinter dem Fahrer kann auch durch Personal des Rettungsdienstes, welche zur medizinischen Versorgung des Opfers dort gesessen hat, kommen.
Notruf	Ein maßgeblicher Faktor ist die Zeitdifferenz, die zwischen Eintreten des Unfallereignisses und dem Eintreffen der Feuerwehr vergeht. Unter den Randbedingungen, dass absolute Windstille, kein Niederschlag und keine Öffnung am Fahrzeug vorliegt, kann nach 12 Minuten noch eine - wenn auch schwache - Signatur festgestellt werden. Diese Zeit verringert sich beziehungsweise variiert jedoch, je mehr von den oben genannten Einflussfaktoren vorliegen.

All diese Faktoren können Einfluss auf den Einsatz einer Wärmebildkamera bei einem Verkehrsunfall haben und sind oftmals eng miteinander verknüpft. Auch die Technik der Kamera und explizit die Erfahrung des Anwenders bestimmen, ob eine Signatur überhaupt erkannt, und wenn ja auch richtig gedeutet werden kann.

Auf Grund dessen kann keine allgemein gültige Aussage getroffen werden, dass die Theorie der Feststellung der Insassenanzahl mittels Wärmebildkamera innerhalb einer bestimmten Zeit in der Praxis möglich ist. Es ist zwar sicherlich ein Versuch wert, doch muss der Anwender alle Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren berücksichtigen und darf auf keinen Fall auf die Befragung von Zeugen oder, sofern möglich, der Beteiligten verzichten.

5.2.2 Vorgehensweise Verkehrsunfall

Grundsätzlich gilt für die Anwendung einer Wärmebildkamera bei einem Verkehrsunfall, dass neben den bereits geschilderten Einflussfaktoren auch hier nicht genannte Faktoren auftreten können. Dies bedeutet, dass man nicht kopflos anfangen sollte, mit der Wärmebildkamera auf die Sitze des Fahrzeuges zu schauen, sondern während der Anwendung der Kamera alle vorhandenen Informationen mit in die Deutung des Wärmebildes einbezieht. Dies fängt bereits bei der Wahl des Farbmodus an; Voraussetzung hier ist natürlich die Verstellbarkeit der Farbpalette an der Kamera. Doch welche Palette ist Sinnvoll? Antwort auf diese Frage liefert der Vergleich einer Grauskala (Weiß = Heiß) mit einem Vollfarbton (Blau = Kalt; Rot = Warm):

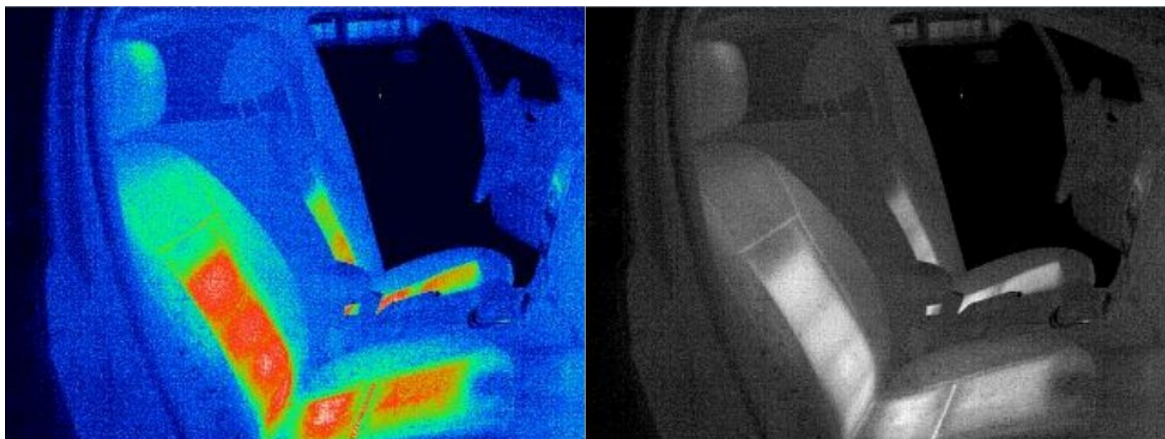


Abbildung 5.1: Vergleich Vollfarbton mit Grauskala eines Autositzes mit Sitzheizung aus Blickrichtung der Beifahrerseite, 4 Minuten nach Unfall

Auf dem linken Bild (Vollfarbton) ist die leichte Erwärmung (im Bild grün dargestellt) der Beifahrerkerkopfstütze leichter ersichtlicher als in der Grauskala des rechten Bildes. Da die Sitzheizung bei beiden Sitzen an war und in etwa zwei Drittel der Rückenlehne erwärmt, ist zwar bei beiden Farbpaletten deutlich erkennbar, die Erwärmung des oberen Drittels durch eine Person wird jedoch erst im Vollfarbton deutlich. Bedenken sollte man bei der Deutung dieser Bilder auch, dass im Einsatzfall äußere Bedingungen

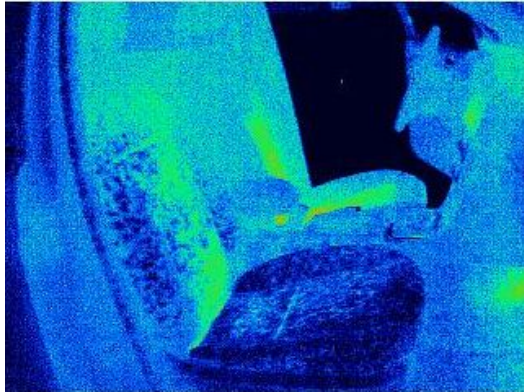


Abbildung 5.2: Vollfarbton-Aufnahme eines Autositzes mit Sitzheizung aus Blickrichtung der Beifahrerseite, 12 Minuten nach Unfall mit Regen

wie Stress und zeitlicher Druck auf den Anwender wirken können, weshalb eine möglichst leichte Erkennung notwendig wird. Daher raten wir bei dieser Einsatzlage zu einem Vollfarbton.

Welchen Einfluss Wind und Regen in Kombination mit entsprechenden Öffnungen auf die Wärmesignatur haben können, verdeutlicht die Abbildung 5.2. Die Aufnahme wurde 12 Minuten nach dem simulierten Unfall aufgenommen. Bereits

leichter Sprühregen mit 0,15 mm Niederschlagsintensität⁶ und einer Niederschlagsdauer von vier Minuten reichten im Versuch aus, das Erkennen einer Signatur unmöglich zu machen.

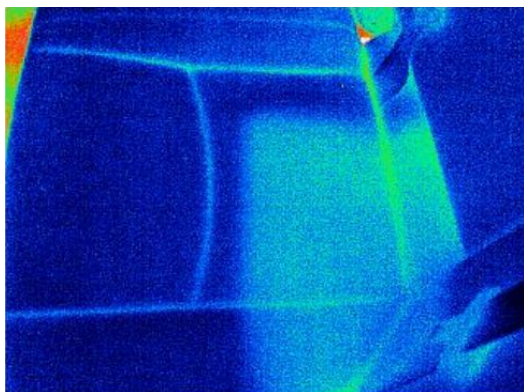


Abbildung 5.3: Vollfarbton-Aufnahme einer Rücksitzbank mit Signatur eines Handtuches

Neben den bis hierhin geschilderten Einflussfaktoren sollte bei der Betrachtung mittels Wärmebildkamera auch die Form der Signatur berücksichtigt werden. Die in Abbildung 5.3 ersichtliche Signatur stammt von einem Handtuch, welches über einen Zeitraum von 30 Minuten auf dem Sitz lag. Es ist deutlich zu erkennen, dass diese Signatur nicht von einem Menschen stammen kann.

⁶ Gemessen auf 60 Minuten. Entspricht 0,15 Liter pro Quadratmeter.

Die Deutung eines Wärmebildes sollte daher bei einem Verkehrsunfall immer nach gründlicher Betrachtung aller Faktoren, die möglicherweise einen Einfluss haben könnten, erfolgen. Auf keinen Fall sollte man vorschnell Handeln und bereits gelernte Einsatzgrundlagen außer Acht lassen, denn auch hier kann die Wärmebildkamera nicht als Wunderwaffe angesehen werden.

5.3 Personensuche Gelände

Eine weitere Einsatzlage, bei der die Wärmebildkamera zum Einsatz kommen kann, ist die Suche von vermissten Personen außerhalb von Gebäuden. Dieses Kapitel geht auf Einflussfaktoren ein, die im Einsatzfalle bedacht werden sollten und schildert ein mögliches Vorgehen bei der Personensuche mittels Wärmebildkamera im offenen Gelände.

5.3.1 Mögliche Einflussfaktoren

Wie das Kapitel über den Einsatz einer Wärmebildkamera bei einem Verkehrsunfall zeigte, hängt die richtige und effektive Deutung eines Wärmebildes stark von den äußeren Bedingungen, der Technik der Kamera und der Erfahrung des Anwenders ab. Gleiches gilt bei der Personensuche im Gelände mittels Wärmebildkamera.

Sucht man eine oder mehrere Personen außerhalb eines Gebäudes, kommt es in erster Linie auf das Gebiet an, welches man absuchen möchte oder muss. Da es sich hierbei in der Regel nicht um einen Garten von wenigen Quadratmetern Größe handelt, sondern eher um ein, möglicherweise mehrere Quadratkilometer großes Areal handeln kann, ist Koordination und Vorgehen nach Plan das A und O bei der Personensuche. Gerade in unwegsamen, großen Geländen wie beispielsweise Waldstücken oder landwirtschaftlich genutzten Feldern stößt eine Wärmebildkamera bei falscher Anwendung schnell an ihre Grenzen. Denn wie am Anfang des Handbuches beschrieben, können feste Gegenstände Infrarotstrahlung abschirmen. Dies ist auch bei Bäumen, dichten Sträuchern oder hochwachsenden, dicht stehenden Pflanzen der Fall. Eine Person, die hinter einem Baum steht, kann auch mit einer Wärmebildkamera nicht sichtbar gemacht werden.

Ein weiterer Einflussfaktor sind die Wetterbedingungen die vorliegen. Starker Regen und Schneefall können die Suche erschweren. Doch viel wichtiger ist die Außentemperatur. Da die Oberflächentemperatur des

Geländes abhängig von der herrschenden Lufttemperatur ist, macht es einen Unterschied, ob man eine Person im Winter sucht oder im Hochsommer. Gerade im Winter ist die Temperaturdifferenz zwischen Umgebung und Körper höher, wodurch eine bessere Darstellung auf dem Wärmebild möglich ist. Je kleiner diese Differenz wird, desto schwerer wird es für Wärmebildkameras aus dem Bereich der Feuerwehr, diese darzustellen.

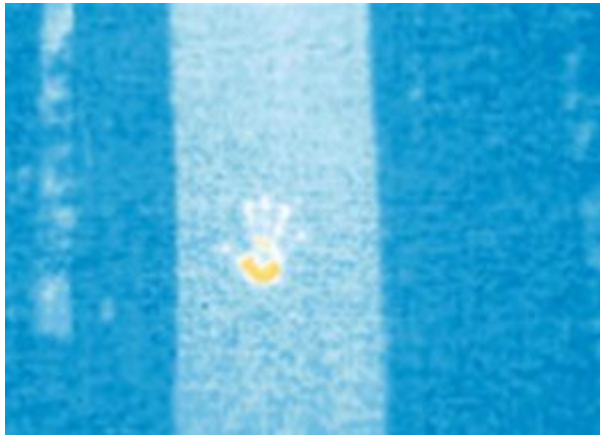


Abbildung 5.4: Handabdruck auf einem Baumstamm

Aber auch die Kleidung der gesuchten Person hat einen Einfluss. Winterliche Kleidung lässt weniger Wärmeabstrahlung des Körpers zu, wodurch die Signatur des Körpers schwächer wird. Doch auch handelsübliche Rettungsdecken, die das auskühlen von Patienten verhindern soll, können eine Erkennbarkeit mittels Wärmebildkamera erschweren. Teile

der Kleidung haben aber auch einen weiteren Einfluss: Handschuhe und Schuhe verhindern das hinterlassen von Signaturen. In Abbildung 5.4 ist der Abdruck einer Hand zu sehen, welche 30 Sekunden auf einen Baumstamm gedrückt wurde. Die Körpertemperatur lag bei 36,5 °C. Dies zeigt jedoch direkt eine weitere Einflussgröße: die Zeit. Je länger eine Person vermisst wird, desto geringer sind die Chancen, brauchbare Spuren zu finden, die Person kann je nach Außentemperatur immer weiter abkühlen und das Aufspüren dieser Person wird immer schwerer. Jedoch gilt auch bei möglichen Spuren: Nicht blind auf die Technik verlassen!

5.3.2 Vorgehensweise Personensuche Gelände

Doch wie bei dem Einsatz bei einem Verkehrsunfall kommt es auch wieder auf die Technik der Kamera und das Wissen des Anwenders an. Bei der Personensuche im offenen oder unwegsamen Gelände macht ein Vollfarbmodus Sinn, da bereits kleinste Temperaturunterschiede schnell erkennbar sind. Und genau auf diese kommt es an, da die Oberflächentemperatur der Kleidung und der Umgebung kaum Unterschiede aufweist. Weiterhin von Vorteil sind eine hohe Auflösung der Kamera und eine Zoom-Funktion. Dadurch können Bereiche näher untersucht werden, ohne den Standpunkt wechseln zu müssen. Der Standpunkt ist ein sehr entscheidender Faktor und sollte taktisch Vorteilhaft gewählt werden. Steht man ebenerdig, reicht die Sichtweite nur bis zum nächsten Hindernis, beispielsweise einem hohen Strauch. Erhöht man jedoch seinen Standpunkt, kann man um ein vielfaches weiter sehen. Hier reicht es oftmals schon, das Dach des Löschfahrzeuges zu besteigen, um ein größeres Areal einsehen zu können. Sofern eine Drehleiter vorhanden ist und Geländebedingt zum Einsatz kommen kann, bietet sich diese natürlich eher an, da eine variable Arbeitshöhe erreicht werden kann.

Da häufig nicht mehr als zwei Kameras während eines Einsatzes zur Verfügung stehen, muss auch die Koordination der einzelnen Suchtrupps bedacht werden. Stattet man nur einen Trupp mit einer Wärmebildkamera aus und lässt diese nun ein Areal absuchen, muss jede Signatur, die möglicherweise von einem Menschen stammen könnte, untersucht werden. Dies bedeutet schnell einen hohen zeitlichen Aufwand, der je nach Einsatzlage nicht tragbar wäre. Sinn macht es dagegen, eine Person mit der Wärmebildkamera auszustatten, diese nun entweder von einem erhöhten Standpunkt aus das Gelände absuchen zu lassen (bei freiem Gelände wie Felder beispielsweise), oder aber auf einem festgelegten Weg das Areal abschreiten zu lassen (bei unwegsamen Gelände wie dichter Wald beispielsweise).

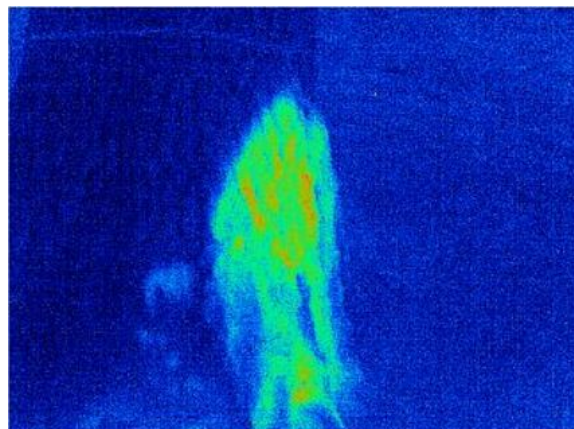


Abbildung 5.5: Vollfarbton-Aufnahme von Körperflüssigkeiten auf einem Baumstamm

Diese Person muss nun, gerade bei unwegsamem Gelände, ständig ein Sichtfeld von 360° absuchen, um mögliche Hindernisse wie beispielsweise Bäume oder kleine Erhebungen, ausgleichen zu können.

Weiterhin sollte diese Person die einzelnen Suchtrupps koordinieren und sobald eine mögliche menschliche Signatur gefunden ist, zu dieser lotsen. Hierbei sollte vor allem auf mögliche Signaturen, wie beispielsweise Handabdrücken (Abbildung 5.4) oder Körperflüssigkeiten (Abbildung 5.5) geachtet werden.

Dass es bei dem Einsatz einer Wärmebildkamera im Bereich der Personensuche vollkommen uninteressant ist, ob es taghell ist oder stockfinstere Nacht, zeigt die Abbildung 5.6.

Obwohl es zum Zeitpunkt der Aufnahme taghell ist, ist die Person im Mittelpunkt des Bildes nur schwer zu erkennen. Anders bei einer Wärmebildaufnahme im Vollfarbmodus. Hier ist die infrarote Strahlung der Person hinter dem Strauch deutlich zu erkennen.

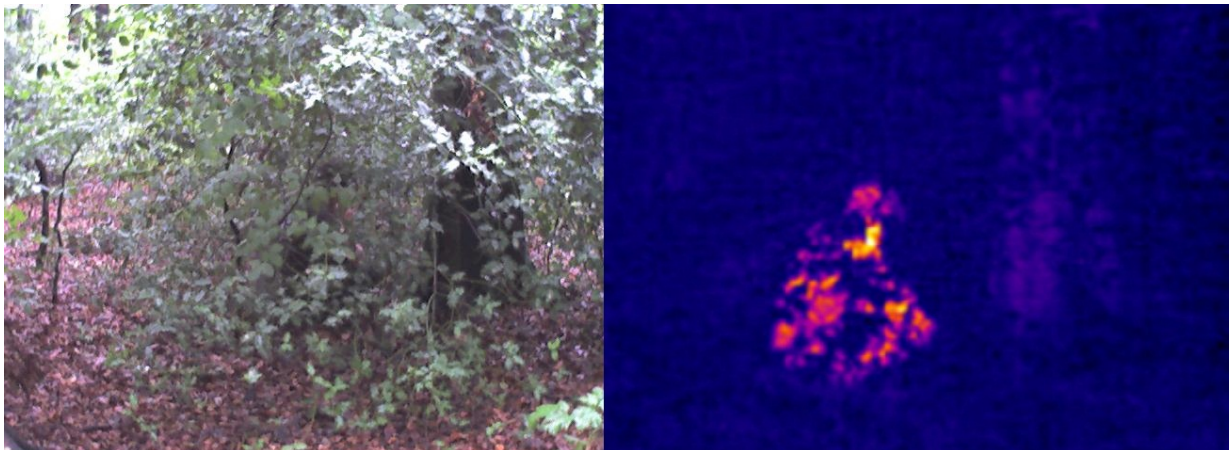


Abbildung 5.6: Vergleich einer digitalen und infraroten Aufnahme einer, hinter einem Strauch befindlichen Person

Ein weiterer Entscheidender Faktor, weshalb die Wärmebildkamera auch am Tag bei einer Personensuche eingesetzt werden kann, ist die Erkennbarkeit von Personen beziehungsweise deren Signaturen auf weite Distanz. Trotz der Entfernung von 30 Meter zwischen Kamera und Person, ist ein deutlicher Temperaturunterschied zwischen Umgebung und Person auf dem linken Teil der Abbildung 5.7 zu erkennen.

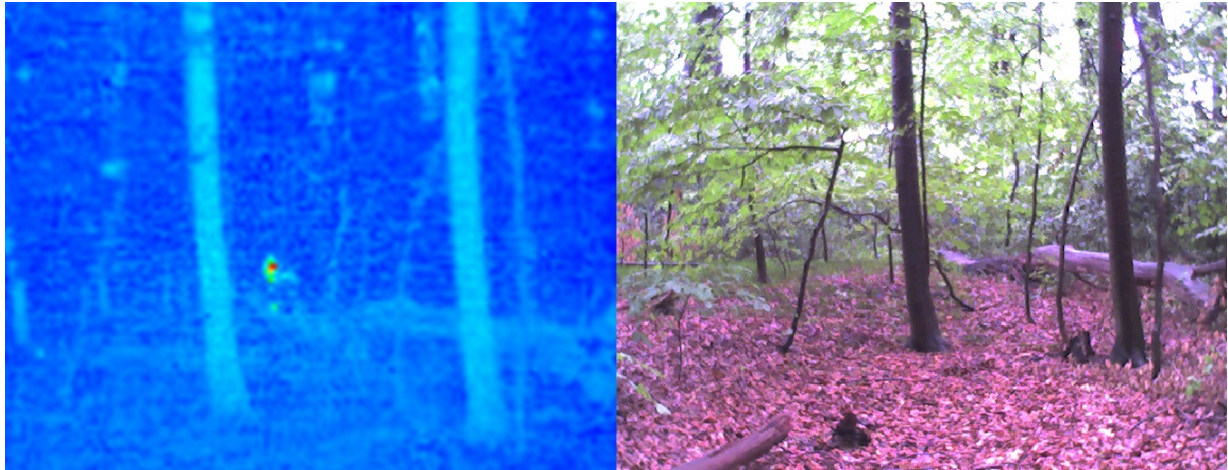


Abbildung 5.7: Vergleich einer infraroten Aufnahme mit einer digitalen Aufnahme einer 30 Meter entfernten Person

Genau wie bei einem Verkehrsunfall sollte auch bei der Personensuche im Gelände der Einsatz einer Wärmebildkamera mit Sinn und Verstand erfolgen und äußere Bedingungen mit in die Deutung einbezogen werden. Dies bedeutet jedoch, dass eine regelmäßige Übung der einzelnen Einsatzszenarien stattfindet, denn die Deutung eines Wärmebildes ist bei entsprechendem Vorwissen eine reine Übungssache.

6 SCHLUSSWORT

Die Autoren hoffen, Ihnen mit diesem Handbuch das Thema Wärmebildkameras bei der Feuerwehr näher gebracht haben zu können. Es gibt viele Einsatzmöglichkeiten, allerdings auch viel zu beachten. Nach Meinung der Autoren ist vor dem Einsatz der Wärmebildkamera eine intensive Vorbereitung in Form einer Schulung/Ausbildung dringend erforderlich. Fehlt das nötige Hintergrundwissen, kann die Wärmebildkamera nicht so effektiv eingesetzt werden wie dies möglich wäre.

Grundsätzlich gilt:

Jede Wärmebildkamera ist nur so gut, wie die Person die sie bedient.

Als Hilfestellung wird in naher Zukunft eine Ausbildungspräsentation zu diesem Handbuch kostenfrei auf www.wbk-einsatz.de zur Verfügung stehen.

Köln, 2012

Philipp Keller
Thorsten Maass
Marcus Reichard
Daniel Witte

7 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1.1: KLEINE ÜBERSICHT DES ELEKTROMAGNETISCHEN SPEKTRUMS.....	1
ABBILDUNG 1.2: SICHTBARES LICHT IM VERGLEICH ZU INFRAROTSTRAHLUNG BEI DER RAUCHDURCHDRINGUNG.	3
ABBILDUNG 1.3: VERSCHIEDENE EMISSIONSGRADE (EMISS.)	5
ABBILDUNG 1.4: QUERSCHNITT WÄRMEBILDKAMERA	6
ABBILDUNG 1.5: QUERSCHNITT 2 WÄRMEBILDKAMERA.....	7
ABBILDUNG 1.6: WÄRMEBILD IM HOCHEMPFLINDLICHKEITSMODUS.....	9
ABBILDUNG 1.7: WÄRMEBILD IM NIEDRIGEMPFLINDLICHKEITSMODUS.....	9
ABBILDUNG 1.8: WEIß-HEIß-MODUS	10
ABBILDUNG 1.9: HITZEMARKER	11
ABBILDUNG 1.10: HITZEFINDER	11
ABBILDUNG 1.11: VOLLFARBENMODUS	12
ABBILDUNG 2.1: KAMERA- UND LADEHALTERUNG	22
ABBILDUNG 2.2: AUF DER ABBILDUNG LASSEN SICH DIE UMRISSE EINER VERTIEFUNG ERKENNEN.	23
ABBILDUNG 2.3: EIN FEUERWEHR-TRUPP IM SEITENKRIECHGANG MIT WÄRMEBILDKAMERA.....	23
ABBILDUNG 2.4: SPIEGELUNG DES ANGRIFFSSTRUPPS	24
ABBILDUNG 2.5: GEFÜLLTE SCHLAUCHLEITUNG.....	25
ABBILDUNG 2.6: DIE ERWÄRMTE TÜR IST AUF DEM BILD SOFORT ZU ERKENNEN.	25
ABBILDUNG 2.7: WÜRFELBLICK: DECKE	27
ABBILDUNG 2.8: DIE HERUNTERHÄNGENDE STROMLEITUNG IM VORDERGRUND LÄSST SICH GUT ERKENNEN	27
ABBILDUNG 2.9: WÜRFELBLICK: BODEN	27
ABBILDUNG 2.10: WÜRFELBLICK: WAND RECHTS	28
ABBILDUNG 2.11: WÜRFELBLICK: WAND GEGENÜBER.....	28
ABBILDUNG 2.12: WÜRFELBLICK: WAND LINKS.....	28
ABBILDUNG 2.13: WÜRFELBLICK: RÜCKWAND.....	28
ABBILDUNG 2.14: DURCHFÜHRUNG DES WÜRFELBLICKS DURCH EINEN TÜRSPALT.....	28
ABBILDUNG 2.15: DER WÜRFELBLICK MIT ANGABE DER BLICK-REIHENFOLGE ALS ÜBERSICHT	29
ABBILDUNG 2.16: BEISPIELHAFTE ANORDNUNG DES WÜRFELBLICKS BEIM ABSUCHEN EINES KLEINEREN WOHNOBJEKTES.....	30
ABBILDUNG 2.17: AUF DEM BILD IST DIE GEMEINSAME VORNAHME EINER WÄRMEBILDKAMERA UND EINER TASCHENLAMPE ZU SEHEN	31
ABBILDUNG 2.18: RECHTE UND LINKE ANSICHT BEIM VERHARREN IM KRABBENKRIECHGANG ZUR ORIENTIERUNG.....	32
ABBILDUNG 2.19: ABSUCHEN IM SEITENKRIECHGANG	33
ABBILDUNG 2.20: DIE WÄRMEBILDKAMERA KANN FÜR DEN EINSATZLEITER IN DEN MEISTEN FÄLLEN UNTERSTÜTZEND WIRKEN. BEIM BLICK VON AUßEN AUF EIN OBJEKT, WIE ZUM BEISPIEL EIN BRENNENDES	

OBERGESCHOSS EINES MEHRFAMILIENHAUSES, KANN DURCH BRANDRAUCH ODER LICHTQUELLEN GETRÜBT WERDE.....	34
ABBILDUNG 2.21: HIER LÄSST SICH DEUTLICH ERKENNEN, DASS HEIßER RAUCH AUFSTEIGT UND DIE DECKE ERHITZT.	35
ABBILDUNG 2.22: EIN ANGRIFFSTRUPP BEIM VORGEHEN MIT WÄRMEBILDKAMERA.....	36
ABBILDUNG 3.1: NORMALER SCHWARZ/WEIß MODUS	39
ABBILDUNG 3.2: SCHWARZ WEIß MODUS MIT EINFÄRBUNG DER HOHEN TEMPERATUREN, "HITZEMARKER"..	39
ABBILDUNG 3.3: DYNAMISCHER FARBMODUS MIT EINFÄRBUNG DER HEIßESTEN STELLEN IN ROT, "HITZEFINDER"	39
ABBILDUNG 3.4: VOLLFARBMODUS.....	39
ABBILDUNG 3.5: AUFROLLMECHANISMUS AN DER HUPF-JACKE ZUR BEFESTIGUNG DER WÄRMEBILDKAMERA	40
ABBILDUNG 3.6: HEIßE RAUCHGASE KÖNNEN EINEM BRANDHERD SEHR ÄHNLICH SEHEN. HIER HANDELT ES SICH UM EIN LÜFTUNGSROHR AUS DEM HEIßE GASE AUSTRETEN, DER BRANDHERD IST ALLERDINGS AN EINER ANDEREN STELLE ZU FINDEN.	42
ABBILDUNG 3.7: DER BRANDHERD (IN DIESEM FALL EIN HOLZSTAPEL) SOWIE DIE HEIßEN RAUCHGASE LASSEN SICH DURCH DIE EINFÄRBUNG SEHR GUT ERKENNEN!	42
ABBILDUNG 3.8: DER TRUPPFÜHRER VERSCHAFFT SICH MIT DER WÄRMEBILDKAMERA EINEN ÜBERBLICK	43
ABBILDUNG 3.9: DER LÖSCHWASSER-STRAHL IST GENAU ZU ERKENNEN.....	43
ABBILDUNG 3.10: IM ERSTEN BILD LÄSST SICH NICHT ERKENNEN, DASS SICH IN DER PAPPKISTE (NORMALE WELLPAPPE) EINE PERSON BEFINDET. VERÄNDERT MAN JEDOCH DEN KAMERASTANDORT EIN KLEIN WENIG, WIRD DIE WÄRMESIGNATUR DES KOPFES DER PERSON SICHTBAR.	45
ABBILDUNG 3.11: DER ANGRIFFSTRUPP SPIEGELT SICH HIER IN EINER METALLTÜRE EINER PRODUKTIONSMASCHINE SEHR DEUTLICH.	46
ABBILDUNG 3.12: HIER IST NUR DIE WÄRMESIGNATUR EINES ARMES ZU ERKENNEN, DER REST DES KÖRPERS WIRD DURCH EIN HINDERNIS ABGESCHIRMT	47
ABBILDUNG 3.13: DER SCHLAUCH IST IM BILD VORDERGRUND ERKENNBAR.....	47
ABBILDUNG 3.14: HIER IST KLAR ZU ERKENNEN, DASS DER BEREICH DER ATEMLUFTFLASCHE BESSER ZU ERKENNEN IST ALS DIE SCHWER ZU ERKENNENDE SILHOUETTE DES FEUERWEHRMANNES.	48
ABBILDUNG 3.15: DIE RAUCHGASSE LASSEN SICH GUT ERKENNEN.	49
ABBILDUNG 3.16: DIE ERHITZTE DECKE LÄSST SICH SEHR GUT ERKENNEN.	49
ABBILDUNG 3.17: LEITUNGEN UND ERHITZTE ELEKTROGERÄTE LASSEN SICH AUF WÄRMEBILDERN TEILS GUT ERKENNEN, HIER EINE 3-FACH STECKDOSE.....	50
ABBILDUNG 3.18: DIE FLAMMEN EINES BRANDES LASSEN SICH AUCH BEI RAUCHENTWICKLUNG NOCH GUT BEOBACHTEN.....	50
ABBILDUNG 3.19: AUF DEN BILDERN LÄSST SICH ERKENNEN, DASS DER BRAND DURCH DIE LÖSCHANLAGE EINGEDÄMMT WIRD. DIE SICHT WIRD DABEI JEDOCH DEUTLICH SCHLECHTER. (BEIDES DIGITALBILDER).	51
ABBILDUNG 3.20 : DER BLICK MIT DER WÄRMEBILDKAMERA IST WESENTLICH KLARER TROTZ LAUFENDER LÖSCHANLAGE	51

ABBILDUNG 3.21: DIESE DURCH DIE WESTFÄLISCHE PROVINZIAL ERSTELLTE STATISTIK ÜBER 753 EINSÄTZE VON WÄRMEBILDKAMERAS ZEIGT, DASS DIESE BISHER FAST NUR ZUR LOKALISIERUNG VON GLUTNESTERN GENUTZT WERDEN.[1].....	52
ABBILDUNG 3.22: DER BLICK MIT DER WÄRMEBILDKAMERA UNTER DIE DECKE DES BRANDRAUMES UM GLUTNESTER ZU FINDEN.	52
ABBILDUNG 3.23: SINNVOLL EINGESETZTER DYNAMISCHER FARBMODUS, NUR DIE GLUT UNTERHALB DES FEUERS WIRD ROT ANGEZEIGT DA DIESE AM WÄRMSTEN IST.	53
ABBILDUNG 3.24: FALSCH EINGESETZTER DYNAMISCHER FARBMODUS, DER GANZE RAUM IST NOCH ENORM WARM UND WIRD SOMIT EINGEFÄRBT.	53
ABBILDUNG 3.25: DIE WÄRMEBILDKAMERA ZEIGT HIER NOCH ERWÄRMTE BEREICHE KLAR AN UND ERMÖGLICH SO SCHNELLERE LÖSCHARBEITEN.[2]	55
ABBILDUNG 4.1: AUF DEM LINKEN BILD IST EIN FÜLLSTAND IM WEIß-HEIß-MODUS DARGESTELLT, IM RECHTEN DER GLEICHEN AUFNAHME IM VOLLFARBEN-MODUS.	59
ABBILDUNG 4.2: LINKS DIE FÜLLSTANDMESSUNG IM WEIß-HEIß-MODUS, RECHTS IM VOLLFARBEN-MODUS. .	59
ABBILDUNG 4.3: BEI DEN HIER UMGESTÜRZTEN FÄSSERN IST DEUTLICH ZU SEHEN, AUS WELCHEM FASS DIE FLÜSSIGKEIT AUSGETRETEN UND WO DIESE HINGEFLOSSEN IST.	62
ABBILDUNG 4.4: OHNE WÄRMEBILDKAMERA IST ES JEDOCH SCHWER DIE GENAUEN AUSMAßE DER LECKAGEN ZU ERKENNEN.....	63
ABBILDUNG 4.5: LECKAGEN AN TANK- UND KESSELWAGEN SIND ZU ERKENNEN.	63
ABBILDUNG 4.6: SONNENEINSTRALHUNG HAT DEN KESSELWAGEN AUFGEHEIZT. VON DER SEITE KANN MAN NICHTS ERKENNEN.	64
ABBILDUNG 4.7: EIN STANDORTWECHSEL VON ABBILDUNG 4.6 LÄSST DIE LECKAGEN ERKENNEN. DIESE ABBILDUNG WURDE EINE MINUTE NACH DER VORHERIGEN AUFGENOMMEN.	64
ABBILDUNG 4.8: DER FÜLLSTAND EINES FASSES LÄSST SICH MIT DER WÄRMEBILDKAMERA AUF EINEN BLICK BESTIMMEN.....	65
ABBILDUNG 4.9: EIN STANDORTWECHSEL VOM LINKEN BILD ZUR RECHTEN DARSTELLUNG GIBT EINEN ANDEREN BLICKWINKEL UND ERMÖGLICHT EINE EINFACHERE BESTIMMUNG DES FÜLLSTANDS.	66
ABBILDUNG 4.10: BEI DIESEM TANKWAGEN IST DEUTLICH ZU ERKENNEN, DASS ER ETWA ZUR HÄLFTE MIT EINER FLÜSSIGKEIT GEFÜLLT IST.	66
ABBILDUNG 4.11: CSA-TRÄGER MIT WÄRMEBILDKAMERA ZUR ERKUNDUNG.	67
ABBILDUNG 4.12: CSA-TRÄGER BEIM ABDICHTEN EINES LECKGESCHLAGENEN KESSELWAGENS.....	67
ABBILDUNG 4.13: BEI AUSREICHENDER ENTFERNUNG ZUM GEFAHRENBEREICH UND EINER LEICHT ERHÖHTEN POSITION BEHÄLT MAN EINEN ÜBERBLICK ÜBER FÜLLSTÄNDE, WÄRMEQUELLEN UND PERSONEN IM GEFAHRENBEREICH.	68
ABBILDUNG 5.1: VERGLEICH VOLLFARBTON MIT GRAUSKALA EINES AUTOSITZES MIT SITZHEIZUNG AUS BLICKRICHTUNG DER BEIFAHRENERSEITE, 4 MINUTEN NACH UNFALL.....	72
ABBILDUNG 5.2: VOLLFARBTON-AUFNAHME EINES AUTOSITZES MIT SITZHEIZUNG AUS BLICKRICHTUNG DER BEIFAHRENERSEITE, 12 MINUTEN NACH UNFALL MIT REGEN	73

ABBILDUNG 5.3: VOLLFARBTON-AUFNAHME EINER RÜCKSITZBANK MIT SIGNATUR EINES HANDTUCHES	73
ABBILDUNG 5.4: HANDABDRUCK AUF EINEM BAUMSTAMM	75
ABBILDUNG 5.5: VOLLFARBTON-AUFNAHME VON KÖRPERFLÜSSIGKEITEN AUF EINEM BAUMSTAMM.....	76
ABBILDUNG 5.6: VERGLEICH EINER DIGITALEN UND INFRAROTEN AUFNAHME EINER, HINTER EINEM STRAUCH BEFINDLICHEN PERSON	77
ABBILDUNG 5.7: VERGLEICH EINER INFRAROTEN AUFNAHME MIT EINER DIGITALEN AUFNAHME EINER 30 METER ENTFERNTEN PERSON	78

8 TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1: ÜBERSICHT ÜBER DIE EINFÄRBUNG NICHT DYNAMISCHER FARBMODI.....	40
--	----

9 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ABC	Atomar, biologisch, chemisch
AGT	Atemschutzgeräteträger
ATEX	ATmosphère EXplosive (Leitlinien der Europäischen Union)
CSA	Chemikalien-Schutzanzug
FwDV	Feuerwehr-Dienstvorschrift
GAMS	Gefahr erkennen, Absperren, Menschenrettung, Spezialkräfte alarmieren
IBC	Intermediate Bulk Container
IP67	Schutzart von elektrischen Betriebsmitteln
IR	Infrarot
NETD	Noise Equivalent Temperature Difference
UV	Ultraviolett
WiE	Wärmebildkameras im Einsatz
WBK	Wärmebildkamera

10 QUELLENVERZEICHNIS

- [1] Infografik Westfälische Provinzial
- [2] Feuerwehr Neuburg [http://www.feuerwehr-neuburg.com/05_Einsaetze/Index_Einsaetze.htm]
- [3] *Rettungskräfte übersehen ein totes Unfallopfer* - Westfälische Rundschau, 23.05.2011 [<http://www.derwesten.de/wr/panorama/blaulicht/rettungskraefte-uebersehen-ein-totes-unfallopfer-id4684761.html>]

NOTIZEN

11 TASCHENKARTE

Auf der folgenden Seite finden Sie eine durch die Autoren erstellte Taschenkarte.

Auf der Taschenkarte sind die wichtigsten Fakten zum Einsatz der Wärmebildkamera auf einen Blick zusammengefasst.

Drucken Sie die Taschenkarte am besten farbig aus. Schneiden Sie die Taschenkarte anschließend an der gestrichelten Linie durch und falten die beiden entstandenen Taschenkarten in der Mitte.

Jetzt können Sie die Taschenkarten ein laminieren, am besten ist die Taschenkarte in der Jackentasche Ihrer Einsatzjacke aufgehoben. Alternativ empfehlen die Autoren ein weiteres Exemplar in der Nähe der Wärmebildkamera zu platzieren, beispielsweise an der Ladestation.

Einsatzgrundlagen:

- Akkustand vor Einsatz prüfen!
- Glas und Wasser spiegeln!
- Ständige Kommunikation mit dem Truppmann (Was zu sehen ist)
- Immer mit Rückwegsicherung (Leine oder Schlauch)

Personensuche:

Farbmodus: Vollfarbmodus

- wenn möglich von erhöhtem Standpunkt aus suchen (DLK oder Dach des LF)
- Führer der Wärmebildkamera zeigt an und schickt Trupps zu Erkundung von Wärmesignaturen

Brandeinsatz:

Farbmodus: Weiß = Heiß, mit rot/gelb bei hohen Temperaturen

- WBK zum Tür-Check nutzen (Scannen der Tür aus 1-2m Entfernung)
- Würfelblick durchführen:
 1. Decke
 2. Boden
 3. Wand rechts
 4. Wand gegenüber
 5. Wand links
 6. Rückwärtige Wand

Gefahrgut:

Farbmodus: Vollfarbmodus
Auf Ex-Schutz (ATEX Kategorie/Zone1)

Füllstands-Kontrolle: auf kleinste Temperatur-Unterschiede achten!

Einsatzgrundlagen:

- Akkustand vor Einsatz prüfen!
- Glas und Wasser spiegeln!
- Ständige Kommunikation mit dem Truppmann (Was zu sehen ist)
- Immer mit Rückwegsicherung (Leine oder Schlauch)

Personensuche:

Farbmodus: Vollfarbmodus

- wenn möglich von erhöhtem Standpunkt aus suchen (DLK oder Dach des LF)
- Führer der Wärmebildkamera zeigt an und schickt Trupps zu Erkundung von Wärmesignaturen

Brandeinsatz:

Farbmodus: Weiß = Heiß, mit rot/gelb bei hohen Temperaturen

- WBK zum Tür-Check nutzen (Scannen der Tür aus 1-2m Entfernung)
- Würfelblick durchführen:
 1. Decke
 2. Boden
 3. Wand rechts
 4. Wand gegenüber
 5. Wand links
 6. Rückwärtige Wand

Gefahrgut:

Farbmodus: Vollfarbmodus
Auf Ex-Schutz (ATEX Kategorie/Zone1)

Füllstands-Kontrolle: auf kleinste Temperatur-Unterschiede achten!