

FEUERWEHR WEBLOG

Feuerwehr. Ausbildung. Information.

Wer die Wärme liebt, muss den Rauch dulden

Übungsbeispiele und -ideen für die Ausbildung an und mit der Wärmebildkamera

zusammengestellt von
Stefan Cimander
www.feuerwehr-weblog.org
Konstanz, Dezember 2014

| | |
|---|-----------|
| Bildnachweis und Danksagung | 2 |
| Eine Stück Technologie setzt sich durch | 3 |
| Das erste Mal | 3 |
| Wie vermittele ich die richtige Handhabung? | 3 |
| Übungsaufgaben mit Hintergrund | 4 |
| Person suchen | 4 |
| Zeichen erkennen | 5 |
| Wärmequelle suchen | 6 |
| Im Raum orientieren | 7 |
| Warme Stelle hinter Wand finden | 8 |
| Füllstand bestimmen | 9 |
| Form unter Wasser erkennen | 10 |
| Stoffe auf Wasser identifizieren | 11 |
| In Raum vorgehen | 12 |
| Personen erkennen | 13 |
| Dreidimensionale Wahrnehmung | 14 |
| Temperaturanzeige | 15 |
| Anzeigemodi der Kamera | 16 |
| Hindernislauf | 17 |
| Die Einsatzgrundsätze | 17 |
| Ein paar Bemerkungen zum Schluss | 18 |
| Kommentierte Auswahlbibliografie zum Thema Wärmebildkamera | 19 |

BILDNACHWEIS UND DANKSAGUNG

Bildnachweis

Alle in diesem Dokument verwendeten Bilder sind urheberrechtlich geschützt und stammen von Marcus Reichard und www.wbk-einsatz.de.

Danksagung

Mein Dank gilt Marcus Reichard und Daniel Witte von www.wbk-einsatz.de, die dem Autor mit zahlreichen Hinweisen zur Korrektur des Artikels und Formulierung der WBK-Aufgaben zur Seite standen.

Die zunehmende Verbreitung von Wärmebildkameras (WBK) in Deutschland zeigt, dass die Feuerwehren die zahlreichen Appelle aufgenommen und verinnerlicht haben. Der erste, und wohl schwierigste Schritt, das Gerät überhaupt erst einmal zur Verfügung zu haben, scheint vielerorts getan. Scheint deshalb, weil es bei diesem einen Schritt nicht bleiben darf. Eine Wärmebildkamera ist kein Wundergerät: Ihr Vorhandensein an der Einsatzstelle ersetzt nicht gebräuchliche und gewohnte Taktiken, sie löscht keine Brände, ihre Bilder zeigen eine andere Realität als die des menschlichen Auges. Dies muss sich jeder Anwender immer ins Gedächtnis rufen. Die WBK ergänzt „unser Geschäft“ dennoch optimal. Damit diese Ergänzung die Zielerreichung erhöht, den Einsatzablauf effizienter macht und letztlich die Sicherheit für Mannschaft wie Betroffene erhöht, bedarf es einer entsprechenden Unterweisung, einer praktischen Ausbildung an und mit dem Gerät. Nur wer ihre Vor- und Nachteile, die Einsatzgrenzen und Eigenheiten kennt, vermag die WBK effektiv und richtig im Einsatz zu führen. Das ist der zweite Schritt.

Das erste Mal

Erinnert ihr euch an euren ersten Einsatz mit der Wärmebildkamera? Und nun, Hand auf's Herz. Konntet ihr die angezeigten Wärmebilder korrekt interpretieren? Habt ihr die Physik hinter der Thermografie verstanden? Gab es eine Einweisung für das Gerät, bevor es in den Einsatz ging?

Eine WBK ist gut und schön (und manchmal dazu teuer), aber die Ausbildungsvorschriften der Feuerwehren haben allerdings noch nicht mit der Technik aufgeschlossen. Das führt nicht nur zu heiterer, unreflektierter Beschaffung nach Marketingschlagworten, sondern zu höchst unterschiedlichen Formen der Ausbildung – von gar nicht („Einschalten und los geht's“) bis hin zu qualifiziert („Analysieren und Interpretieren“).

Wie vermittele ich die richtige Handhabung?

Damit es gar nicht erst zu einer unreflektierten Benutzung kommt, fragte sich der Autor, wie sich das Thema Wärmebildkamera möglichst praxisnah und ohne lange und ermüdende theoretische Präsentation in einem Übungsdienst darstellen lassen könnte? Praktische Übungsbeispiele finden sich im Internet mit ein wenig Suche zuhauf, sodass des Autors Augenmerk auf der Form der Vermittlung liegt. Zu zeigen sind dabei die Einsatzmöglichkeiten und die physikalischen und technischen Einsatzgrenzen.

Gemäß der konfuzianischen Devise „Lass es mich tun und ich verstehe“, sollen die Übungsteilnehmer die Einsatzgrundsätze zur Benutzung einer Wärmebildkamera selbst durch Ausprobieren erarbeiten. Eingeteilt in Trupps, erhalten sie nun mehrere Aufgabenzettel und Schreibmaterial. Nach Abschluss der gestellten Aufgabe, müssen die Kameraden das Beobachtete reflektieren und in kurzen Worten notieren, was sie getan haben, was sie erfasst haben und was die Ursache für das beobachtete Phänomen sein könne.

Am Ende des Dienstes tragen die Übungsteilnehmer ihre Beobachtungen und Schlussfolgerungen kurz und knapp vor. Anhand der hinter der Thermografie stehenden Physik ordnet und erklärt der Übungsleiter diese Befunde in einem kurzen Vortrag, unterstützt durch Flipchart oder eine Präsentation – die Theorie folgte also der Praxis.

Ausbildungsziel muss sein, dass jeder Übungsteilnehmer die WBK mindestens einmal in der Hand halten, damit arbeiten und vor allem über das, was er tut nachdenken sollte. Die visuomotorischen Aufgabestellungen sollen dabei die Merkfähigkeit erhöhen, sodass die Benutzung des Geräts und Interpretation der Wärmebilder später unterbewusst ablaufen, um die Sicherheit und Effizienz des Einsatzes zu erhöhen.

Person suchen

Lage

Aufgabe ist es, eine in eine (Krankenhaus-)Decke eingewickelte Person in einem dunklen Raum ohne Lichtquellen zu finden und als Person zu identifizieren. Anschließend ist die Person ohne Decke zu suchen.

Übungsziel

Ziel ist es, Wärmesignaturen deuten zu lernen, verschiedene Blickwinkel auszuprobieren und die Wärmebildkamera gezielt mit optischer und haptischer Erkundung zu kombinieren.

Hintergrund: Absorption

Wärmestrahlung kann abgeschirmt sein. Die Wärmesignatur einer Person kann durch Decken, Wände, Möbel, Kartons etc. in der Kamera nicht sichtbar sein. [1]

Lösung

Die klassische Form der Personensuche darf unter Einsatz der Wärmebildkamera nicht vernachlässigt werden. Die Kamera kann hier unterstützend eingesetzt werden, der Raum muss zur gesicherten Suche aber trotzdem betreten werden. Sofern Sicht vorhanden ist, sind Handlampe und Wärmebildkamera parallel einzusetzen.

Material

Gut isolierende Decke



Personen können, z.B. durch eine Sitzgruppe (Bild links) abgeschirmt und daher mit einer WBK nicht erkennbar sein. Nur durch einen Wechsel des Standortes ist die Person hinter der Sitzgruppe erkennbar (Bild mitte).

Eine Person kann auch nur teilweise sichtbar sein (Bild rechts). Aus der Form der Wärmesignatur kann auf eine Person geschlossen werden. Sicherheit bringt auch hier ein Standortwechsel.

1 Vgl. Linde/Dittrich (2013), S. 13, 37; Pulm (2013), S. 16, 51, 62, 79; Keller/Maass/Reichard/Witte (2012), S. 31, 44, 47ff.; Grabski/Koch (2008), s. 22ff.; 31ff.

Lage

In einem abgedunkelten Raum ist ein Karton mit auf Papier aufgedrucktem Gefahrgutzeichen (Explosiv, radioaktiv) aufgestellt. Aufgabe ist es, dem Übungsleiter zu sagen, was mithilfe der Wärmebildkamera auf dem Karton zu lesen ist. Erweitern lässt sich dies mit einer tatsächlichen Gefahrenquelle, z.B. eine Gasflasche, die es zu erkennen gilt.

Übungsziel

Ziel ist es, zu erkennen, dass eine Wärmebildkamera nur Temperaturunterschiede anzeigt, Objekte deren Material und Oberflächentemperatur gleich sind jedoch unsichtbar sein können.

Hintergrund: Temperaturdifferenz

Gegenstände mit gleicher Temperatursignatur, das gilt unter Umständen auch für menschliche Körper, erkennt die Wärmebildkamera nicht als zwei Objekte. Eine Wärmebildkamera macht nur relative Temperaturunterschiede sichtbar. [2] [3]

Lösung

Sofern die Sichtverhältnisse dies erlauben, ist mit der Handlampe, visuell kontrollieren oder mit den Händen zu tasten, wenn es sich um Gegenstände oder Personen handelt.

Material

Pappkarton und Gefahrgutzeichen auf Papier



Bei Licht sind die Warnhinweise auf den Fässern optisch zu erkennen (Bild links). Das Bild der Wärmebildkamera zeigt die Flächen mit den Warnhinweisen nicht oder nur mehr teilweise an (Bild rechts). Dies hängt mit den unterschiedlichen Emissionswerten der verwendeten Aufkleberflächen zusammen.

2 Ein Hinweis zu den Randbedingungen: Die Anzeige von Wärmebildern wird wesentlich vom Emissionsgrad des betrachteten Materials beeinflusst. Das kann zur Folge haben, dass bei Verwendung von Folien oder magnetischen Symbolanbringungen das dargestellte Gefahrgutzeichen zu sehen ist. Folglich sollte die Aufgabe vorab ausprobiert werden.

3 Vgl. Linde/Dittrich (2013), S. 13; Pulm (2013), S. 16f., 22f., 78; Keller/Maass/Reichard/Witte (2012), S. 13, 31; Grabski/Koch (2008), S. 52f.

Lage

Aufgabe ist es, eine hinter einem Karton verdeckte Sturmlaterne / Laterne mit Glasscheiben mit einer darin brennenden Kerze zu finden. Dabei wird dem Trupp die optische Sicht durch einen Überwurf aus altem Bettzeug genommen, sodass nur die Wärmebildkamera als „Auge“ zur Verfügung steht. Zweite Teilaufgabe ist es, die Wärmequelle anhand des Bildes in der Wärmebildkamera zu bestimmen.

Übungsziel

Ziel ist es zu zeigen, dass sich Wärmesignaturen nicht detektieren lassen, wenn diese durch einen Karton abgeschirmt sind bzw. Glasscheiben die Wärmestrahlung reflektieren. Die Kerze ist durch das Glas nicht als Kerze erkennbar. Lediglich anhand der Form der Wärmesignatur des die Kerze umgebenden Behältnisses ließen sich Rückschlüsse auf die Quelle ziehen.

Hintergrund: Absorption/Reflexion

Wärmestrahlung kann durch Kartons oder andere Gegenstände abgeschirmt sein. Glasscheiben reflektieren Wärmestrahlung, d.h., eine sich hinter Glas befindliche Wärmequelle ist selbst von außen nicht sichtbar. Es lässt sich lediglich, je nach Höhe der Temperatur, die Aussage treffen, dass sich hinter dem Glas eine sehr warme Quelle befindet. [4]

Lösung

Auf optischem Wege ist, sofern Sicht vorhanden, die Wärmequelle zu identifizieren bzw. der Brandherd ist auf klassische Weise zu suchen.

Material

Sturmlaterne / Laterne mit Glasscheiben, Bettzeug, Pappkarton

4 Vgl. Linde/Dittrich (2013), S. 11-13; Pulm (2013), S. 79, 80; Keller/Maass/Reichard/Witte (2012), S. 24, 31, 46; Grabski/Koch (2008), S. 22f., 31ff., 36ff., 43ff.

Lage

Aufgabe des in einem absolut dunklen Raum vorgehenden Trupps ist es, die Quelle der Wärmestrahlung (Feuer) zu finden. Eine oder mehrere, größere Flächen (Sperrholzplatte, Karton) sind mit Alufolie überzogen und zeigen im 45°-Winkel nach oben, sodass sich darin die Wärmestrahlung der eigentlichen Quelle bricht.

Übungsziel

Ziel ist es zu zeigen, dass Wärmestrahlung reflektiert sein und damit zu Irritation und falschen Schlüssen führen kann.

Hintergrund: Reflexion

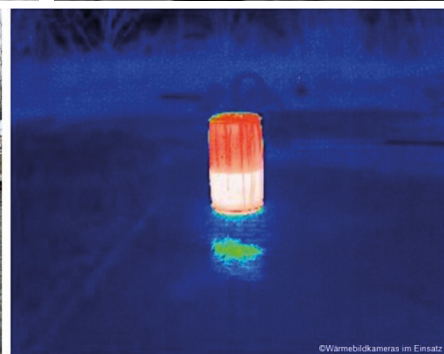
Glatte und spiegelnde Oberflächen (glattes oder lackiertes Metall, lackiertes Holz, Wasser, Fliesen) reflektieren Wärmestrahlung. Aus einer Wärmequelle können plötzlich, wenn man sich nur auf das Kamerabild verlässt, mehrere werden. [5]

Lösung

Für die Taktik hat das zweierlei zur Folge: Zum einen benötigt der vorgehende Trupp trotz Wärmebildkamera eine Rückwegesicherung, zum anderen ist parallel mit der Handlampe zu erkunden. Ist das nicht möglich, sind gezielte Bewegungen (Hand heben, Winken) auszuführen, die Aufschluss über eine Reflexion geben können.

Material

Kerze, glatte Aluminiumplatten oder Sperrholzplatten mit Alufolie



Oberflächen (Bilder oben) oder Wasserflächen (Bild unten) können Wärmestrahlung reflektieren.

Lage

Aufgabe ist es, warme Stellen an der Wand zu suchen und zu identifizieren. Dies lässt sich mittels in der Wand verlegter Heizungs- oder Warmwasserrohren oder durch eine Fußbodenheizung zeigen. Sind diese Einrichtungen nicht verfügbar, stellen ein mit einem (Heißluft)Fön erwärmter Pappkarton, Holztüre oder Stahltüre einen adäquaten Ersatz dar.

Übungsziel

Ziel ist es zu zeigen, dass mittels Wärmekonvektion/Wärmeleitung z.B. erhitzte Elektroleitungen oder Kaminrohre auch in oder hinter Wänden entdeckt werden können – natürlich abhängig von Materialstärke und Wärmequelle. Außerdem lässt sich deutlich machen, dass Oberflächen Wärme eine gewisse Zeit speichern und man sich dies unter Umständen bei der Personensuche zunutze machen kann.

Hintergrund: Transmission

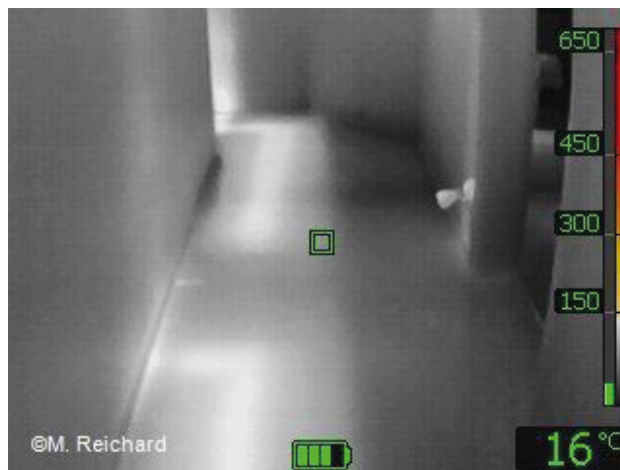
Bei der Transmission strahlt die Wärme durch den Körper hindurch und die Strahlung wird durch Wärmeübertragung sichtbar. Die Transmission wird wesentlich durch die Höhe der Temperatur und der Dicke des zu durchdringenden Materials sowie dessen Kapazität zur Wärmeabstrahlung beeinflusst. [6]

Hinweis

Transmission bedeutet nicht, dass ein Anwender mit der WBK durch Wände schauen kann. Die Kamera zeigt nur die Wärme an, die auf der anderen Seite austritt. Das Wärmeabbild kann deshalb von der tatsächlichen Signatur der Wärmequelle unterschiedlich sein.

Material

(Heißluft)Fön, Pappkarton



Warme Stellen hinter Wänden oder unter Böden lassen sich unter Umständen mit der Wärmebildkamera erkennen. Im Bild zu sehen ist eine Fußbodenheizung.

Lage

Aufgabe ist es den Füllstand dunkler, geschlossener Kunststoffflaschen zu bestimmen. Eine Flasche ist mit (lau)warmen Wasser gefüllt, eine zur Hälfte mit Wasser gefüllt (diese Flasche sollte längere Zeit in dem Raum gestanden sein), die dritte Flasche ist leer.

Übungsziel

Ziel ist es zu zeigen, dass anhand des Temperaturunterschiedes in einem Behälter unter Umständen dessen Füllstand bestimmbar ist. Anwendung finden kann dieses Verfahren z.B. zur Bestimmung des Füllstandes von Gasdruck- oder anderen Behältern.

Weder für die volle noch für die leere Flasche ist allein aufgrund des Bildes der WBK eine 100%ige Aussage über den Füllzustand möglich. Bei der halb vollen ist dies unter Umständen möglich, nämlich dann, wenn die Luft über dem Wasser eine andere Temperatur hat.

Hintergrund: Wärmekonvektion

Diese Aufgabe ist ein Beispiel für Wärmekonvektion innerhalb geschlossener Behälter. Flüssigkeit und Luft tauschen Wärmeenergie aus. [7]

Hinweise

Allerdings ist das Bild der Wärmebildkamera nicht für sich allein zu sehen. Auflösung und Temperaturempfindlichkeit der Kamera, Austauschrate zwischen Flüssigkeit, Luft, Flasche und Umgebung, Material und Materialstärke des Behälters, Betrachtungshintergrund, (nicht) vorhandene Etiketten usw. beeinflussen das Darstellungsergebnis.

Material

Dunkle Kunststoffflaschen, warmes Wasser

Lage

Der Übungsleiter steckt seine Hand in ein Waschbecken mit Wasser und formt mit seinen Fingern etwas, der Raum ist dunkel. Aufgabe ist es zu erkennen, wie viele Finger zu sehen sind bzw. welches Zeichen mit der Hand geformt ist.

Übungsziel

Ziel ist es zu erkennen, dass sich Wärmesignaturen (hier die Finger) nicht durch Wasser erkennen lassen. Ebenso kann man nicht auf den Grund des Waschbeckens sehen.

Hintergrund: Absorption/Reflexion

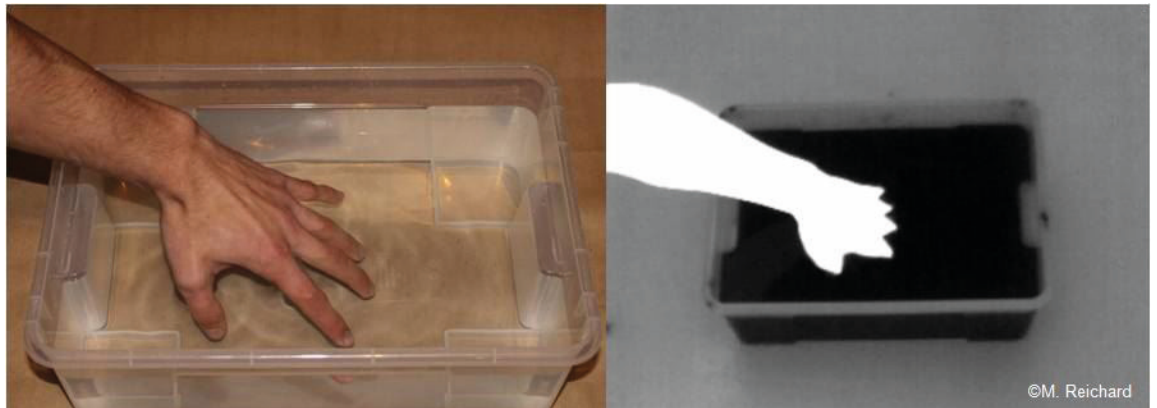
Wasser absorbiert Wärmestrahlung, sodass sich Gegenstände und Menschen unter Wasser nicht direkt erkennen lassen. Außerdem reflektiert Wasser die Wärmestrahlung, in diesem Beispiel, die des WBK-Führers. [8]

Lösung

Für den Einsatz bedeutet dies, dass z.B. der bei der Brandbekämpfung entstehende Wasserdampf Wärmestrahlung absorbiert. Zu beachten ist auch, dass im Innenangriff eingebrachtes Löschwasser Wärmesignaturen reflektieren kann. Um eine Wärmesignatur als Reflexion erkennen zu können, ist der gezielte Einsatz von Bewegungen oder der Handlampe empfehlenswert.

Material

Waschbecken oder Eimer



Eine Wärmebildkamera kann nicht durch Wasseroberflächen blicken. Während optisch die Hand im Wasser zu sehen ist (Bild links), verschwinden die Finger, die unterhalb der Wasseroberfläche liegen beim Blick durch die Wärmebildkamera (Bild rechts).

Lage

Je eine Schüssel mit Wasser füllen, einmal Speiseöl und einmal Spiritus hinzugeben. Die Übungsteilnehmer sehen nicht, welcher Stoff hinzugegeben wird. Während des Einfüllvorgangs blicken die Kameraden durch die WBK.

Übungsziel

Ziel ist es zu erfassen, dass sich wasserlösliche Flüssigkeiten, z.B. Spiritus, Ethanol, nicht, aber „nicht wasserlösliche“ Medien, z.B. Speiseöl, mit der WBK auf der Wasseroberfläche erkennen lassen – auch dann, wenn alle Flüssigkeiten die gleiche Temperatur haben.

Hintergrund: Emission

Jedes Material, jede Flüssigkeit hat seinen eigenen Emissionswert. Dieser Wert gibt an, wie stark Wärmestrahlung abgegeben wird. Wichtig zu wissen ist dabei, dass Wärmebildkameras der Feuerwehr einen fest eingestellten Emissionsgrad haben. Das führt bei der Detektion dazu, dass unter Umständen die Temperaturanzeige der Kamera einen falschen Wert anzeigt. [9]

Hinweise

Diese Eigenschaft kann man sich unter bestimmten Rahmenbedingungen im Gefahrguteinsatz zunutze machen. Allerdings gilt es zu beachten, dass bei dieser Form der Detektion die Temperatur der eingebrachten Flüssigkeit wie der Emissionsgrad, also wie stark die Wärmestrahlung reflektiert wird, eine große Rolle spielt. D.h. auch hier kommt man um andere Formen der Detektion nicht herum.

Material

Speiseöl, Spiritus, Ethanol, zwei Schüsseln

Lage

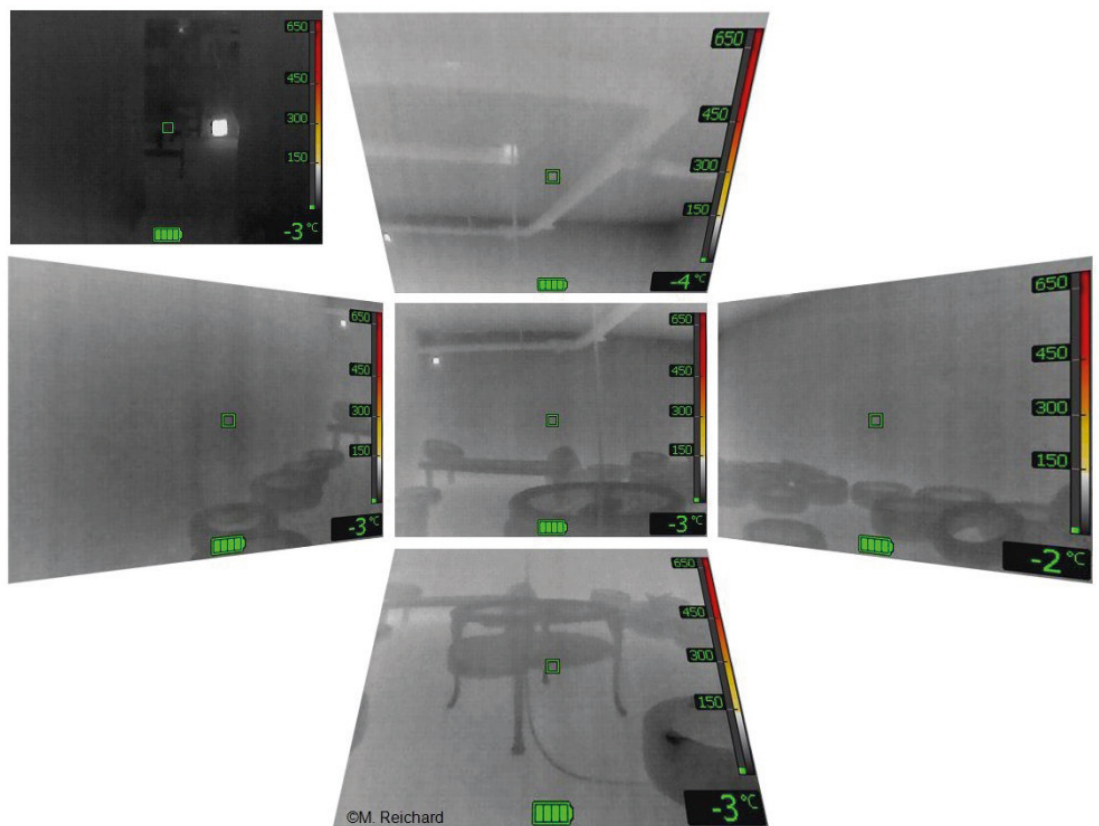
Die Teilnehmer müssen sich eine Taktik überlegen, wie sie am besten mit einer WBK in einen unbekanntem Raum vorgehen.

Übungsziel

Ziel ist es, die Kameraden für das Vorgehen mit einer WBK in einen unbekanntem Raum zu sensibilisieren. Nach der Auswertung der Diskussionsergebnisse ist der sogenannte Würfelblick [10] als Standardtaktik zu begründen und zu erklären.

Hintergrund: falsche Sicherheit

Eine Wärmebildkamera wiegt den Trupp in falscher Sicherheit, da Rauch und Dunkelheit kein Hindernis mehr darstellen. Dies verleitet zu einer höheren Risikobereitschaft und lässt herkömmliche Taktiken leicht vergessen (Seitenkriechgang, Rückwegsicherung, haptische Erkundung unbekannter Umgebung etc.). [11]



Beispielhafte Darstellung für die Anwendung des Würfelblicks: Geradeaus (Bild Mitte), Oben (Bild oben) Wand links (Bild links), Wand rechts (Bild rechts), Unten (Bild unten), Blick zurück (Bild oben links).

10 Eine ausführliche Herleitung des Würfelblicks findet sich in Keller/Maass/Reichard/Witte (2012), S. 26-30. Vgl. Linde/Dittrich (2013), S. 35f.

11 Vgl. Linde/Dittrich (2013), S., 29, S. 35ff.; Pulm (2013), S. 29; Keller/Maass/Reichard/Witte (2012), S. 24, 26ff.;

Lage

Die Teilnehmer blicken in einem dunklen Raum mit der WBK in Richtung einer Glastüre, hinter der eine Person steht. Aufgabe ist es zu beschreiben, was die Person macht und was im Raum zu sehen ist.

Übungsziel

Ziel ist es zu erkennen, dass Glas für Wärmestrahlung nicht (oder nur bedingt) durchdringbar ist. Stattdessen sieht sich der Führer der Kamera selbst als Reflexion im Glas.

Hintergrund: Reflexion/Emission

Glas reflektiert aufgrund seines spezifischen Emissionsgrades die Wärmestrahlung des Betrachters. [12]

Lösung

Die Reflexion lässt sich durch gezielte Bewegungen, die man ja im Kamerabild selbst sieht, erkennen oder der Trupp setzt die mitgeführte Handlampe ein.



Während eine Person bei Licht hinter einer Glastüre zu erkennen ist (Bild links), verschwinden die Bereiche der Person, die sich hinter dem Glas befinden, auf der Anzeige der Wärmebildkamera (Bild rechts).

Lage

In einem größeren, dunklen Raum liegen mehrere Gegenstände (Kindergartenstuhl, Tisch, Karton). Aufgabe ist es den Abstand der Gegenstände untereinander und zum Betrachter selbst sowie die Größe des Kartons zu bestimmen. Zweite Teilaufgabe ist es, verschiedene Gegenstände, z.B. eine Glasflasche, nur mithilfe der Wärmebildkamera schnell und sicher zu greifen. Dem Trupp ist dabei die visuelle Sicht durch übergeworfene Bettdecken genommen.

Übungsziel

Ziel ist es zu erkennen, dass eine Wärmebildkamera kein dreidimensionales Bild liefert und die Darstellung auf dem Display nur zweidimensional ist. Damit sind Größen und Abstände nur schwer abzuschätzen.

Hintergrund: binokulare Wahrnehmung

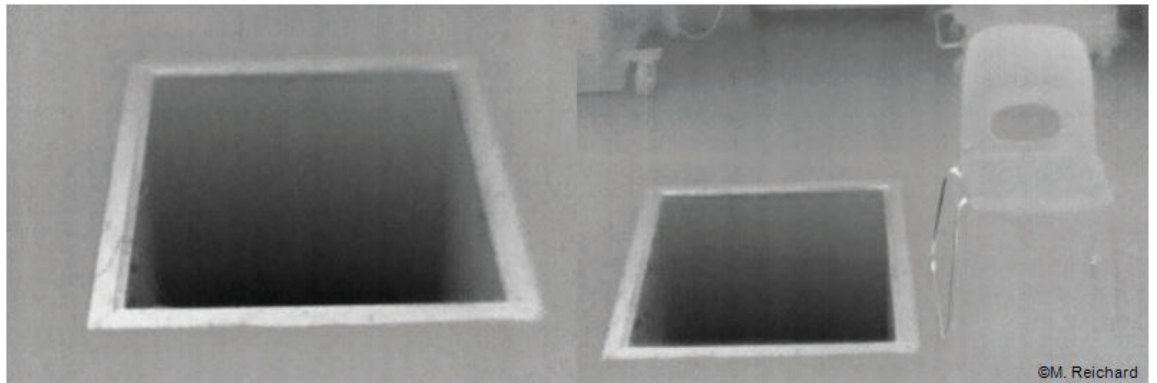
Im Gegensatz zum menschlichen Auge sieht die Wärmebildkamera nicht binokular, sodass die abgebildeten Gegenstände nur zweidimensional erscheinen. Dies führt zu Schwierigkeiten bei der Bestimmung von Größen und Abständen, wenn es an Referenzobjekten mangelt, deren Größe man weiß. [13]

Hinweise

Diese Eigenschaft kann z.B. bei Wartungsschächten oder Durchbrüchen schnell fatale Fehleinschätzungen zur Folge haben. Wärmebildkamera und Handlampe sowie klassisches Tasten sind parallel anzuwenden oder alternativ sind Referenzobjekte einzubeziehen.

Material

Karton, Tisch, Stuhl, ggf. Öffnung im Boden



Ohne Referenzobjekt (Bild links) ist aufgrund der zweidimensionalen Darstellung des Bildes der Wärmebildkamera nicht klar, wie groß die Öffnung im Boden ist. Mithilfe eines Referenzobjektes ist die Abschätzung der Größe möglich (Bild rechts).

Lage

Ein dunkler Pappkarton, ein Aluminiumblech, das zur Hälfte schwarz bemalt ist, und eine Spanplatte liegen bei gleicher Umgebungstemperatur nebeneinander.

Übungsziel

Ziel ist es mit Hilfe der Wärmebildkamera die Temperatur der Oberfläche zu bestimmen.

Hintergrund: Emission

Obwohl die gleiche Umgebungstemperatur herrscht und die drei Oberflächen die gleiche Temperatur haben, wird die Kamera unterschiedliche Temperaturwerte anzeigen (und ggf. die Oberflächen unterschiedlich einfärben, siehe hierzu die nächste Übung). Grund hierfür ist, dass jedes Material, jede Oberfläche einen eigenen Emissionswert hat, d.h. dunkle Strahler geben mehr Energie ab, als helle. Da aber Wärmebildkameras auf einen festen Emissionswert eingestellt sind, ermittelt die Kamera aufgrund der unterschiedlichen Energieabstrahlungen unterschiedliche Temperaturen. Dies betrifft also hauptsächlich metallische Oberflächen, die einen kleineren als den eingestellten Emissionswert besitzen. Im Grunde lässt sich die richtige Temperatur nur messen, wenn der jeweilige Emissionswert bekannt ist. [14]

Hinweise

Die Temperaturanzeige der Wärmebildkamera ist ein Indiz, kein Faktum. Aufgrund der Emissionswerte kann die Kamera Wärme oder Hitze anzeigen, wo keine ist oder umgekehrt. Für die Praxis bedeutet dies, z.B. lackierte Metalltüren trotzdem mit der klassischen Methode zu untersuchen.

Material

Pappkarton, Aluminiumblech, Sperrholzplatte

14 Grabski/Koch (2008), S. 50ff.; Pulm (2013), S. 23 schreibt hierzu, dass eine lackierte Stahltür mit dem Emissionswert 0,5 in der WBK mit einer Temperatur von 35° C angezeigt wird, obwohl die tatsächliche Temperatur 95°C beträgt.

Lage

In der Nähe einer mit Gas betriebenen Flamme (z.B. in einer Küche) richten die Teilnehmer die Wärmebildkamera zuerst aus der Entfernung auf die Flamme, dann gehen sie direkt auf die Flamme zu, sodass diese das Kamerabild fast vollständig ausfüllt.

Übungsziel

Ziel ist es zu erkennen, dass Wärmebildkameras in der Regel über mindestens zwei verschiedene Empfindlichkeitsmodi verfügen: Einen Modus für niedrige Temperaturen und einen für hohe Temperaturen. Diesen Wechsel der Displayanzeige in der Wärmebildkamera gilt es, zu erkennen. Wie das veränderte Kamerabild aussieht, steht im jeweiligen Handbuch.

Gleichzeitig lässt sich so zeigen, dass die Kameras ab bestimmten Temperaturen einfärben. Der Bezug zwischen Einfärbung und Temperatur sollte durch eine Skala im Display angezeigt werden.

Hintergrund: Anzeigemodi

Aus technischen Gründen besitzen WBKs verschiedene Anzeigarten: In kleinen bis mittleren Temperaturbereichen (unter 200°C) zeigt sie genauere Werte, ist also empfindlicher, für die großen Temperaturbereiche (über 200°C) sind die angezeigten Messwerte weniger genau, sie ist demnach weniger empfindlich. Der Wechsel der Anzeigemodi ist nur am Display zu sehen.

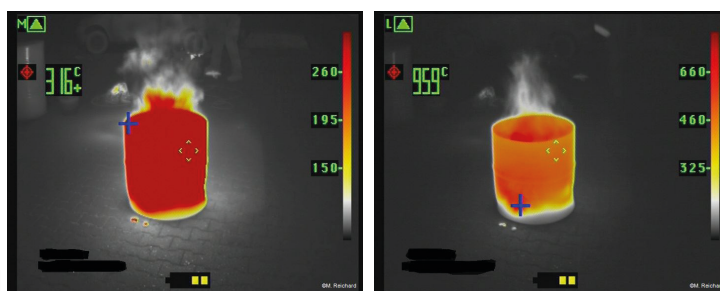
Mittlerweile ist es Standard, dass WBKs ab bestimmten Temperaturen heiße Bereiche beginnend bei Gelb über Orange bis Rot einfärben. Wichtig hierbei ist, dass, die Farbe Rot nicht immer für dieselbe Temperatur steht, denn die im Hoch- und Niedrigempfindlichkeitsmodus genutzten Farben bleiben die gleichen. Im Niedrigtemperaturmodus (hohe Empfindlichkeit) färbt die Kamera z.B. ab 150°C Gelb und ab 350°C Rot ein, im Hoch-Temperaturmodus (geringe Empfindlichkeit) aber erst ab 250°C Gelb und Rot erst ab 500°C - natürlich abhängig von Modell und tatsächlichem Empfindlichkeitsmodus. [15]

Lösung/Hinweis

Der Kameraführer muss immer kontrollieren, in welchem Modus sich die Kamera befindet. Im Gegensatz zu den USA sind die verschiedenen Bildschirmanzeigen und Grundfunktionen in Deutschland noch nicht genormt [16], sodass man für den jeweiligen Kameratyp das Handbuch zurate ziehen muss – zumindest sollte dies der Übungsleiter tun.

Material

Gaskocher, Gasherd



Unterschiede der Darstellung im Niedrig- und Hochtemperaturmodus.

15 Keller/Maass/Reichard/Witte (2012), S. 8ff.

16 Vgl. „Erste Norm für Wärmebildkameras“ in: FEUERWEHR – Retten – Löschen – Bergen: Sonderheft Wärmebildkameras 2010, S. 33-34.

Hindernislauf

Die verschiedenen dargestellten Übungen lassen sich auch als Hindernislauf kombinieren. Ein Raum ist mit verschiedenen kalten und warmen Gegenständen, Spiegelungen und Abschirmungen präpariert, die alle gefunden und identifiziert werden müssen. Diese Übung eignet sich als Abschluss oder Wiederholungsübung.

Die Einsatzgrundsätze [17]

Nachfolgend die Bedingungen, unter denen der Einsatz einer WBK stattfinden darf. Der Text ist Reichard (2013) entnommen:

1. Eine WBK ist ein technisches Gerät und kann keine bisherigen Taktiken und Techniken ersetzen.
2. Bei festen Materialien und Flüssigkeiten (Glas, Beton, Wasser, ...) ist mir einer Abschirmung und/oder Spiegelung der Infrarotstrahlung zu rechnen. In diesem Fall wird lediglich die Oberflächentemperatur angezeigt, jedoch keine Objekte hinter dem Material.
3. Die WBK kann dem Betrachter lediglich ein 2-D-Bild wiedergeben. Ohne Referenzobjekte, deren Größe ungefähr bekannt sind, ist eine Tiefenwahrnehmung und das Abschätzen von Entfernungen nur bedingt bis gar nicht möglich.
4. Eine WBK ist ein technisches Gerät, welches, genau wie ein Computer oder ein Mobiltelefon, jederzeit ausfallen kann.
5. In regelmäßigen Abständen, mindestens jedoch beim Betreten eines unbekanntem Bereichs (Flur/Abzweigung, Wohnung, Wohnraum, Treppenraum, ...), muss ein Würfelblick zur allgemeinen Orientierung und zur Lokalisierung des gesuchten Objektes/von Gefahrenquellen durchgeführt werden. Decke – Boden – Wand rechts – Wand gegenüber – Wand links – Wand, durch die der Raum betreten wurde. [18]
6. Der sonst übliche Tür-Check mittels Hand beziehungsweise Handrücken kann durch eine WBK ergänzt werden.
7. Die Anwendung eines Schwarz-Weiß-Modus mit temperaturabhängiger Einfärbung in Gelb/Orange/Rot wird für Löscheinsätze (Brandbekämpfung inklusive Personensuche im Brandobjekt) empfohlen (alternativ Schwarz-Weiß-Modus ohne temperaturabhängige Einfärbung).
8. Der Truppführer führt die WBK, informiert seinen Truppmann verbal und/oder per Handzeichen über mögliche Signaturen und Gefahrenquellen und je nach Bedarf unter Zuhilfenahme der WBK und/oder des Beleuchtungsgerätes.
9. Bei der gezielten Abgabe von Löschmittel ist eine Kontrolle der Löschwirkung mittels WBK durchzuführen.
10. Die vom Angriffstrupp angewandte Suchmethode (rechte Hand, ...) muss weiterhin mit dem Einheitsführer und der Atemschutzüberwachung abgesprochen werden.

17 Einsatzgrundsätze nach Reichard (2013), S. 24f.; Siehe auch Reichard (2014), S. 269; Keller/Maass/Reichard/Witte (2012), S. 32-37.

18 Eine ausführliche Herleitung des Würfelblicks findet sich in Keller/Maass/Reichard/Witte (2012), S. 26-30. Vgl. Linde/Dittrich (2013), S. 35f.

Sicherlich existieren weit mehr Übungsaufgaben, mit unterschiedlichsten Szenarien und Randbedingungen, die hier gezeigten sind gleichwohl diejenigen, die dem Autor empfohlen wurden, oder die sich als geeignet zur Erarbeitung der Einsatzgrundsätze und zur Darlegung der Physik hinter der WBK herausstellten.

Für die Übungsdurchführung gilt generell: Dunkler Raum, keine Lichtquellen, störende andere Wärmequellen nach Möglichkeit vermeiden. Die Sicht lässt mithilfe von Theaternebel oder den schon erwähnten Bettlaken/Kopfkissenbezüge einschränken. Atemschutz ist nicht unbedingt notwendig, lässt sich aber einbauen. Wenn die Übung aus dem Ruder läuft, die Gruppe auf der falschen Fährte ist, darf der Übungsleiter eingreifen, indem er Hinweise streut oder „doofe Fragen“ stellt („Wollt ihr das nicht einmal anders ausprobieren“; „Warum meint ihr passiert das so und nicht anders“, „Magst Du nicht mal um die Ecke schauen“, ...).

Unabhängig davon, welche Aufgabe tatsächlich zu lösen ist, muss der Übungsleiter in der Nachbesprechung deutlich machen, dass die Wärmebildkamera immer nur zur Unterstützung einsetzbar ist. Das Bild der Kamera ist in jedem Fall zu analysieren und je besser ein aktiver Feuerwehrangehöriger (SB) um die Physik und die Technik hinter der Wärmebildkamera weiß, desto schneller, besser und sicherer ist die Handhabung.

Eine Bemerkung zum Zeitansatz: Es sind nicht alle hier genannten Aufgaben an einem normalen Dienstabend zu bewältigen, besonders dann, wenn nur eine Wärmebildkamera verfügbar ist. Es empfiehlt sich entweder von vornherein zwei Dienste zu planen oder aber die Aufgaben so zu gestalten, dass alle Einsatzgrundsätze abbildbar sind, d.h. mit einer Aufgabe sind mehrere Aspekte der Thermografie darzustellen. Ferner ist es ratsam jede der Aufgabe vorab mit der eigenen Wärmebildkamera auszuprobieren, um nicht eine „böse Überraschung“ zu erleben – wie dem Autor passiert.

Als Literatur zum Einstieg oder Vertiefung in die Materie seien die nachfolgenden Publikationen genannt. Eine wichtige und nicht zu vernachlässigende Informationsquelle sind dabei auch die jeweiligen Handbücher, Werbeprospekte oder Datenblätter der benutzten Wärmebildkamera. Mit diesen Informationen lässt sich der Übungsdienst auf den jeweiligen Kameratyp ausrichten.

Grabski, Reinhard; Mario Koch: Praxis der Infrarot-Thermografie im Feuerwehreinsatz: Buchreihe des Institutes der Feuerwehr Sachsen-Anhalt. Hrsg. von der Dräger Safety AG & Co. KGaA. Berlin: Grimm 2008.

Das Buch beschreibt den wissenschaftlichen und physikalischen Hintergrund von Infrarotstrahlung und leitet hieraus die Bedingungen für die Arbeit mit der Infrarot-Thermografie ab. Zahlreiche Grafiken, Formeln und Herleitungen geben dem interessierten Anwender einen tiefen Einblick hinter Physik und Optik.

Keller, Philipp; Thorsten Maass, Marcus Reichard, Daniel Witte: WBK-Ausbilderhandbuch. Ein Handbuch über den effektiven Einsatz von Wärmebildkameras im Feuerwehr-Einsatz. Version 1.2. 1. Auflage. Köln: 2012. (<http://www.wbk-einsatz.de>)

Umfassendes Nachschlagewerk mit Schwerpunkt auf der physikalisch-technischen Herleitung der Einsatzgrundlagen von Wärmebildkameras. Das Buch enthält viele Beispielbilder, zahlreiche Anwendungsbeispiele unterstreichen die Erklärungen. Für den fortgeschrittenen Anwender und den WBK-Ausbilder geeignet.

Linde, Christof; Bernd Dittrich: Wärmebildkamera: Physikalische Grundlagen, Aufbau und Funktion, Gerätekunde, Brandeinsatz, Gefahrguteinsatz, Einsatzgrenzen, Geräteübersicht. Aus der Reihe Fachwissen Feuerwehr, 1. Auflage, Heidelberg; München; Landsberg; Frechen; Hamburg: ecomed Sicherheit 2013.

Knappe Einführung mit den physikalischen Grundlagen und Darlegung von Einsatzbeispielen. Für den Erstanwender geeignete Lektüre.

Pulm, Markus: Wärmebildkameras im Feuerwehreinsatz. Aus der Reihe Die Roten Hefte / Ausbildung kompakt, Band 202. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Kohlhammer 2013.

Schwerpunkt sind Beispiele für den Einsatz von Wärmebildkameras in verschiedenen Einsatzsituationen. Der Autor zeigt dabei Grenzen der Technik, ebenso wie die vielen Vorteile, die sich in verschiedensten Lagen ergeben.

Reichard, Marcus: Einsatz von Wärmebildkameras zur Personensuche bei Brandeinsätzen. Theoretische und experimentelle Untersuchung des zeitlichen Einflusses einer Wärmebildkamera auf die Personensuche durch Feuerwehreinsatzkräfte bei einem Brandereignis. Bachelorarbeit im Studiengang „Rettungsingenieurwesen“ zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Engineering“. Kurzfassung. Köln 2013. (<http://www.wbk-einsatz.de>)

Wissenschaftliche Untersuchung, die den Zeitvorteil des Einsatzes von Wärmebildkameras bei der Personensuche darlegt und die Einsatzgrundsätze, wie auch den technisch-physikalischen Hintergrund von Wärmebildkameras erklärt.

Reichard, Marcus: Personensuche bei Brandeinsätzen mittels Wärmebildkamera. Untersuchung des zeitlichen Einflusses auf die Menschenrettung. In: BRANDSCHUTZ. Deutsche Feuerwehrzeitung, 68. Jg., 2014, Nr. 4, S. 267-273.

Kurzfassung von Reichard (2013), die den Zeitvorteil des Einsatzes von Wärmebildkameras bei der Personensuche darlegt und die Einsatzgrundsätze, wie auch den technisch-physikalischen Hintergrund von Wärmebildkameras erklärt.