

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
----------------------	----------

Autoren	13
----------------------	-----------

1 Die Entwicklung der Wärmebildkamera	15
--	-----------

1.1 Geschichtliche und technische Entwicklung	17
1.2 Zubehör	20

2 Physikalische Grundlagen	23
---	-----------

2.1 Was ist Licht?	23
2.1.1 Lichtgeschwindigkeit 300.000 km/s	23
2.1.2 Von Wellen und Teilchen	24
2.1.3 Sichtbare Strahlung heißt Licht	24
2.1.4 Jede Spektralfarbe entspricht einer bestimmten Wellenlänge .	25
2.1.5 Infrarote (IR) und ultraviolette (UV) Strahlung	25
2.1.6 Die Entdeckung der Infrarotstrahlung – Details zum Ver- ständnis	26
2.2 Wärme	27
2.2.1 Warum wird der Kaffee kalt? – Grundlagen der Thermody- namik	27
2.2.2 Wärmeleitung	28
2.2.3 Wärmeströmung	32
2.2.3.1 Versuch zur Wärmeströmung	32
2.2.3.2 Natürliche Konvektion	37
2.2.4 Wärmestrahlung	37
2.2.5 Vom Leichten zum Schweren	39
2.3 Elektromagnetische Strahlung – Licht, Infrarotstrahlung	40
2.3.1 Emission, Transmission, Reflexion (ETR)	42
2.3.2 Formaler Zusammenhang zwischen ETR	42
2.3.3 Emission, Transmission, Reflexion im sichtbaren Bereich ...	45
2.3.4 Emission, Transmission, Reflexion im Infrarotbereich	45
2.3.5 Einfluss des Emissionswerts auf den Messwert bei der Thermografie	48
2.4 Tipps und Tricks für die Messtechnik – Hinweise zur Thermografie .	50
2.4.1 Tipps für den Emissionswert	50

2.4.2	Die Entfernung zum Messobjekt	50
2.4.3	Die Größe des Messobjekts	51
2.5	Die Infrarotkamera	53
2.5.1	Hinweise aus der Gebäudethermografie – für unsere Ein- sätze bei der Feuerwehr ebenfalls interessant?	54
2.5.2	Emission	56
2.6	Phänomene der Wärmeenergie	56
2.6.1	Absorption	58
2.6.2	Transmission	58
2.6.3	Reflexion an glatten Oberflächen – gerichtete Reflexion	59
2.6.4	Reflexion an unebenen Oberflächen – diffuse Reflexion	62
2.6.5	Bildsättigung	65
2.6.6	NETD (Noise Equivalent Temperature Difference)	66

3 Anforderungen und Gerätetechnik 67

3.1	Grundanforderungen an eine Wärmebildkamera entsprechend der NFPA 1801–2021	67
3.1.1	Das Display und sein Aufbau	69
3.1.2	Explosionsschutz von Wärmebildkameras	70
3.2	Tücken der Technik – Einsatzgrenzen von Wärmebildkameras	71
3.2.1	Softwareunterstützung zur Bildverbesserung bei Wärme- bildkameras	74
3.2.1.1	FLIR FSX®	74
3.2.1.2	FLIR MSX®	74
3.2.1.3	FOR-System	79
3.2.2	Temperaturdifferenzen sind das A und O	79
3.2.3	Wärmebilddämpfung durch Löschwasser	85
3.2.4	Aktive Beeinflussung von Temperaturdifferenzen durch den vorgehenden Trupp im Brandeinsatz	88
3.2.5	Warum erscheint das Wärmebild von Wärmebildkameras nachts schärfer?	89
3.2.6	Zusammenfassung – Anwendungsbereiche und Einsatz- grenzen der Wärmebildkamera	92
3.3	Kameramodi	95
3.3.1	Konvektionsströme	96
3.3.2	Unterschiedliche Farbpaletten der Displayanzeige	98
3.3.2.1	Standardmodus	98
3.3.2.2	Schwarz-Weiß-Feuerlöschmodus/White-Hot-Modus	99
3.3.2.3	Feuermodus	100
3.3.2.4	Such- und Bergungsmodus/Black-Hot-Modus	100
3.3.2.5	Wärmeerkennungsmodus	102

3.3.2.6	Kälteerkennungsmodus	102
3.3.2.7	Gebäudeanalysemodus/Vielfarbpalette/Regenbogenpalette	103
3.3.2.8	Alternative Einstellmöglichkeiten	104
3.3.3	Rot ist nicht gleich Rot – die größte Herausforderung für den vorgehenden Trupp?	104
3.3.4	Unterschiede zwischen Displayanzeige und gespeichertem Wärmebild	106

4 Einsatzbereiche und Anwendungsmöglichkeiten im Feuerwehraltag . . . 107

4.1	Modul Taktik – für alle Einsatzsituationen	110
4.1.1	Beurteilung von Räumen und Gebäuden	110
4.1.2	Beurteilung von Räumen und Gebäuden – aus Sicht des Einsatzleiters	110
4.1.3	Beurteilung von Räumen und Gebäuden – aus Sicht des Einheitsführers	117
4.1.4	Beurteilung von Räumen und Gebäuden – aus Sicht des Angriffstrupps	118
4.2	Die Wärmebildkamera im Brandeinsatz	120
4.2.1	Ich möchte auch bei Nullsicht alles sehen können	120
4.2.2	Ich möchte mich auch bei Nullsicht sicher im Innenangriff bewegen können	122
4.2.3	Ich möchte Menschen schnell finden, um sie schnell retten zu können	126
4.2.4	Idee einer veränderten Suchtechnik im verrauchten Wohnungsbrand nach gelöschtem Feuer	128
4.2.5	Ich möchte mich selbst vor den Gefahren des Brands durch frühzeitige Wahrnehmung schützen können	131
4.2.6	Ich möchte schnell, sicher und effektiv Türen bewerten können	134
4.2.7	Ich möchte weitere Gefahren der Gefahrenmatrix frühzeitig wahrnehmen und bewerten können	135
4.2.8	Ich möchte den Brandherd schnell auffinden, um den Schaden gering zu halten	136
4.2.9	Ich möchte die Effektivität meines Löscherfolgs kontrollieren können	136
4.2.10	Ich möchte Glutnester finden, um den Brand umfänglich zu beenden	139
4.2.11	Ich möchte in einer Notsituation meinem Trupppartner helfen können	140

4.3	Lagebeurteilung – Die Wärmebildkamera in den vier Phasen der Erkundung	141
4.3.1	Würfelblick und praktische Umsetzung im Innenangriff	142
4.3.1.1	Der Deckenbereich – 1. Seite	144
4.3.1.2	Der Bereich vor dem vorgehenden Trupp – 2. Seite .	144
4.3.1.3	Die Bereiche rechts – 3. Seite und links – 4. Seite vom vorgehenden Trupp	144
4.3.1.4	Der Bodenbereich unmittelbar unter/vor dem vorgehenden Trupp – 5. Seite	145
4.3.1.5	Der rückwärtige Bereich – 6. Seite	145
4.3.2	Neue Entwicklungen – die Zeit bleibt nicht stehen	147
4.4	Der Einsatz der Wärmebildkamera im CBRN-Einsatz	149
4.4.1	Einsatz der Wärmebildkamera im CBRN-Einsatz durch den Einsatzleiter	149
4.4.2	Einsatz der Wärmebildkamera im CBRN-Einsatz durch den vorgehenden Trupp	150
4.4.3	Füllstandsmessung	151
4.4.3.1	Füllstandsmessung an Metalltanks mit glatter Oberfläche	155
4.4.3.2	Füllstandsmessung an Metallbehältern mit lackierter Oberfläche	158
4.4.4	Gefahrstoffe auf der Gewässeroberfläche	160
4.4.5	Einsatz der Wärmebildkamera bei chemischer Reaktion	166
4.4.5.1	Energieentzug aus der Umgebung – Beispiel einer endothermen Reaktion	166
4.4.5.2	Exotherme Reaktion	167
4.5	Technische Hilfeleistung PKW	171
4.5.1	Insassenkontrolle	171
4.5.2	Patientenversorgung – Kontrolle Wärmeerhalt	173
4.5.3	Photovoltaik	174

5 Einsatz der Wärmebildkamera außerhalb des Feuerwehralltags 177

5.1	Such- und Rettungseinsätze	177
5.1.1	Die Wärmebildkamera im Einsatz bei Personensuche und Rettung	178
5.1.2	Personensuche und Rettung an Gewässern	180
5.1.3	Einsatzabschnitt Land am flussseitigen Ufer	181
5.1.4	Einsatzabschnitt Luft	181
5.1.5	Einsatzbeispiel und Vorgehensweise – Feuerwehr und Rettungsdienst der Bundesstadt Bonn	182
5.1.6	Personensuche und Unterstützung anderer BOS-Einheiten ...	184

5.2	Vegetationsbrandbekämpfung	187
5.3	Anwendungs- und Einsatzgebiete der Wärmebildkamera an Flughäfen	193
5.4	Einsatz der Wärmebildkamera in großen und unübersichtlichen Objekten und Einsatzstellen	195
5.5	Wärmebildkamera im Einsatz für industrielle Anlagen	196
5.6	Einsatzgebiet der Wärmebildkamera in der Landwirtschaft und bei der Tierrettung	198
5.6.1	Rehkitz-Suche mit Unterstützung der Wärmebildkamera	198
5.6.2	Unübersichtliche Einsatzgebiete	201
5.7	Schiffsneubauten und Werften	202
5.8	Einsatz der Wärmebildkamera beim Verkehrsunfall speziell mit alternativ angetriebenen Fahrzeugen	205

6 Zusammenfassung einsatztaktische Anwendung der Wärmebildkamera 211

Literaturverzeichnis	213
-----------------------------------	------------