

# Wärmebildkameras

Ein breites Angebot an Kameras und Zubehör für die Feuerwehren in Deutschland – neue Funktionen machen sie attraktiv wie nie zu vor.

Der Ausspruch, „Nichts ist so konstant, wie die Veränderung“, trifft auch in besonderer Weise für Wärmebildkameras zu. In immer kürzeren Abständen werden Kameramodelle im neuen Design herausgebracht oder bekannte Modelle modernisiert und mit neuen Funktionen versehen. Der Innovationsgrad der Technik ist außerordentlich hoch und fordert auch Tribute. Wohl in keinem anderen Bereich der Feuerwehrtechnik ist der Erneuerungsgrad so extrem zu spüren. Der Markt ist hart umkämpft und nur Hersteller, die sich diesen Bedingungen stellen, haben mit ihren Kameras eine Überlebenschance. Die Feuerwehren sind auch auf den Geschmack gekommen und sind anspruchsvoller geworden.

Im Heft 1/2003 erfolgte an gleicher Stelle eine erste Bestandsaufnahme. Was sich in diesem kurzen Zeitraum auf dem Sektor Wärmebildkameras getan hat und wie der letzte Stand der Kameratechnik, im Vorfeld der „Interschutz 2005“ einzuschätzen ist, soll folgender Beitrag klären.

## Kameratechnik und Zubehör

BST- und Mikrobolometer-Technologien bestimmen weiterhin die Kameratechnik. Während die BST-Kameras durch ihre hervorragende Bildqualität insbesondere im Umgebungstemperaturbereich bestechen, werden die Vorzüge der Mikrobolometer-Kameras besonders im Heißbereich deutlich. Hier haben sich die Kameras mit den aSi- oder VOx-Detektoren geringerer Bildauflösung gegenüber den Modellen mit

VOx-Detektoren höherer Auflösung weitgehend durchsetzen können. Eine Sonderstellung nimmt derzeit die Talisman Elite mit ihrem großen aSi-Detektor ein. Die Vorzüge der neuen Gerätegeneration liegen auf der Hand: Die Kameras sind klein und handlich geworden und besitzen mittlerweile die gleiche Funktionsausstattung, wie ihre großen Vorgängermodelle – außerdem liegt der Preis deutlich unter dem der großen VOx-Kameras. Die Lieferzeiten konnten, durch Wegfall der langwierigen Lizenzierungsprozeduren für diese Geräteklasse, auch wesentlich verkürzt werden.

Insgesamt also ein erkennbarer Entwicklungstrend auf diesem Sektor und der Markt bestätigt dies: Nach der Cairns Viper, die bis 2003 im Angebot war, wurde Mitte 2004 nun auch die letzte große VOx-Kamera, die Evolution 4000, vom deutschen Markt genommen.

Dagegen behaupten sich die BST-Kameras, in der gewohnt größeren Bauform, weiterhin erfolgreich am Markt. Die Ausstattung mit neuen Funktionen und verbesserten Leistungsmerkmalen haben sie noch attraktiver werden lassen. Sie stellen gegenwärtig eine echte Alternative zur Mikrobolometer-Technik dar. Eine angenehm zu tragende Helmkamera steht ebenfalls für besondere Anwendungen zur Verfügung und rundet das breite Angebot an Kameravarianten ab.

Das Angebot an Zubehör für Kameras, vom Stativ bis hin zur Fahrzeug-Montageeinrichtung ist breiter geworden und wird von allen Wettbewerbern in ähnlichem Umfang angeboten. Unterschiede ergeben sich natürlich im Detail. Die Funkübertragungseinrichtungen gehören mittlerweile auch zum optionalen Standardangebot aller Hersteller. Sie sind durch eine große Vielfalt an interessanten technischen Realisierungen gekennzeichnet. Die Sendeleistung liegt im Bereich von 300 mW bis 500 mW.

Die gegenwärtige Situation hinsichtlich der Nutzung dieser Technik sollte derzeit noch als Einführungsphase bezeichnet werden, da für den praktischen Einsatz vieler-



# ... auf dem Vormarsch



orts kaum ausreichende Erfahrungen vorliegen. Sie werden zwar bei Einsatzübungen, wo vorhanden, getestet. Der Einsatz bei realen Einsätzen bleibt aber aus verschiedenen Gründen aus. Häufig erweisen sich die Ansprüche, die an die Übertragungsqualität und an die Reichweite gestellt wurden, als weit überzogen und führen nach dem Einsatz zu Verstimmungen. Als Ursache sind sowohl eine mangelnde Aufklärung von Seiten des Anbieters als auch eine mangelnde Sachkenntnis zur Funkwellenausbreitung beim Anwender verantwortlich.

Als besonders problematisch haben sich Übertragungen aus unterirdischen Verkehrsanlagen, Keller und Tiefgaragen oder aus komplizierten Gebäudestrukturen erwiesen, so dass es schon nach wenigen Metern zu starken Störungen oder gar zum Abriss der Funkübertragung gekommen ist – eine Situation, die noch nicht befriedigen kann. Die Ursachen sind physikalischer Natur und bekannt. Erste Produkte, die im Wesentlichen auf eine kabelgeführte Überbrückung der Problembereiche hinauslaufen, stehen schon als Sonderanfertigung einiger Anbieter zur Verfügung.

Nach den USA und Großbritannien ist Deutschland eines der führenden Länder beim Einsatz der Wärmebildtechnik bei den Feuerwehren. Noch ist man weit davon entfernt, Wärmebildkameras zur Standardausrüstung zählen zu können. Der Ausstattungsgrad ist aber sehr unterschiedlich. Während sich große Feuerwehren Kameras in Größenordnungen anschaffen, ihr Personal in der Anwendung schulen und Kameras standardmäßig in ihren Löschfahrzeugen mitführen, bemühen sich noch viele kleinere Feuerwehren um eine Erstbeschaffung und suchen nach Wegen zur Finanzierung.

Folgt man den Angaben der Händler, so stellt sich in der Zahl der abgesetzten Kameras in Deutschland eine Größenordnung dar, die im Bereich von 300–500 Stück liegt. Zwar zählen dazu auch die Kunden von BGS und Bundeswehr, jedoch wurde demnach der weitaus größte Teil an die Feuerwehren geliefert. Nach vorsichtigen Schätzungen müssten sich mittlerweile weit mehr als 1.500 Kameras im Bestand Feuerwehren befinden.



**Auslaufmodelle:** Die Cairns Viper von Rosenbauer und die Evolution 4000 von MSA Auer waren die letzten großen VOx-Kameras mit Mikrobolometer-Technologie auf dem deutschen Markt.

Im Entwicklungszeitraum spricht man von drei Technologien zur Erzeugung des Wärmebildes und ordnet die Kameras vier Generationen zu. Während die Röhrentechnologie der britischen Firma EEV (heute E2V-Technologies) mit drei Kameramodellen weit über drei Jahrzehnte allein den Markt beherrschte, sind die Jahre 1998 und 2000 als die Geburtsstunden der BST- und der Mikrobolometer-Technologie anzusehen, die bis zur Gegenwart den Stand der Technik verkörpern. Ab dem Jahr 2002 wurde durch den Einsatz der Mikrobolometer-Detektoren geringerer Bildauflösung ein weiterer Innovationsschub ausgelöst, der die Herstellung von Miniatur-Kameras mit neuen Geräteeigenschaften ermöglichte und dem Markt eine Vielzahl neuer Kameramodelle bescherte. Bei den Feuerwehren sind gegenwärtig noch Kameras aller Generationen zu finden. Auch Röhrenkameras werden immer noch eingesetzt und tun ihren Dienst. Ihre Zeit läuft jedoch aus. BST-Kameras mit neuen Gerätefunktionen und leistungsstarke Mikrobolometer-Kameras



**Zwei Generationen:** Die Argus 1 (vorn) basierte noch auf der Röhren-Technologie, während die Argus 2 mit der BST-Technologie arbeitet.



**Härtestest:** Die Bullard T1 mit BST-Technologie wurde harten Tests unterzogen.

mit kleinen Detektoren bestimmen den Stand der Technik.

Derzeit produzieren ca. zehn namhafte Hersteller mehr als 20 Kameramodelle weltweit. In Deutschland stehen gegenwärtig elf Kameramodelle von fünf Anbietern zur Verfügung. Die Wiege der Kameratechnik steht in Großbritannien. Namhafte Hersteller in den USA und in Großbritannien produzieren heute den Großteil an Wärmebildkameras und vertreiben sie weltweit. In Deutschland selbst werden keine Kameras hergestellt.

## Entwicklungsetappen

Die Röhrentechnik, als erste Generation der Wärmebildkameras, die über 30 Jahre die Technik der Wärmebildkameras für Feuerwehranwendungen beherrschte (P4228, P4428, Argus1) wurde Ende der 90er-Jahre durch die zweite Gerätegeneration, die BST-Technologie, abgelöst. Durch Flächendetektoren, die aus einer großen Anzahl von Ein-

zeldetektoren aufgebaut sind, konnten wesentlich höhere Bildauflösungen erzielt werden. Die Temperaturauflösung erhöhte sich nahezu um das Zehnfache. Scharfe Bilddarstellungen im rechteckigen Bildformat waren die äußeren Merkmale dieser neuen Generation.

Die weitere Suche nach Verbesserungen der Bildqualität, insbesondere unter Heißbedingungen, führte im Jahr 2000 schon zur Mikrobolometer-Technologie. Mit ihr konnten weitere Fortschritte in der Wärmebildtechnik erreicht werden. Störende Bildeffekte konnten damit eliminiert werden. Auch wurde die quantitative Temperaturbestimmungen durch Auswertung der Chipinformationen möglich, so dass der Einbau von IR-Thermometern nicht mehr notwendig war. Neue Temperaturmessfunktionen, wie sogenannte Hotspot-Anzeigen und Punkt-Temperatur-Messeinrichtungen, konnten entwickelt und eingesetzt werden, die das schnelle Erkennen von Heißbereichen und Zündquellen erleichterten.

Mit der Markteinführung der Mikrobolometer-Kameras schien die Stunde der BST-Kameras geschlagen zu haben. Doch die Entwicklung verlief anders als erwartet. Der deutlich höhere Preis für Mikrobolometer-Kameras schreckte viele Interessenten vom Kauf ab. Grund dafür waren die teuren VOx-Mikrobolometer-Detektoren hoher



**Sichtbar:** Mit der Wärmebildkamera können auch versteckte Personen gesehen werden.

Auflösung (320 x 240 Pixel). Technologische Probleme bei der Chipherstellung waren hier die Ursache. Ein weiteres Handicap für die Mikrobolometer-Kameras waren die Ereignisse des 11. September 2001 in New York, in deren Folge aus Sicherheitsgründen der Export von Hochtechnologien strengen Auflagen unterlag. Das betraf auch die Wärmebildkameras. Ihr Export wurde extrem erschwert und zeitweilig sogar unterbunden. Lizenzverfahren erschwerten bis heute den Verkauf und führten zu langen Lieferzeiten.

Aufgrund dieser Situation wendete man sich ab 2002 wieder der BST-Technologie zu und fand erhebliches Entwicklungspotenzial. Die Bildqualität konnte durch verbesser-

te Hardware und spezielle Software (digitale Bildbearbeitung) noch weiter optimiert werden. Sie ist im Umgebungstemperaturbereich gegenüber der Mikrobolometer-Technik hinsichtlich Schärfe und Klarheit unübertroffen. So konnten die Hersteller der BST-Technik neue Kameras in vergleichbarer Bildqualität zu einem weitaus günstigeren Preis anbieten. Lediglich der Halo-Effekt, der sich in Form schwarzer Ränder um Strahlungsquellen zeigt, ist technisch bedingt und bleibt bestehen. Der Effekt konnte zwar minimiert werden – er tritt in Bereichen starker Temperaturgradienten auf und bleibt charakteristisches Merkmal in den BST-Wärmebildern.

## Neue Kameras

Neuartige Mikrobolometer-Sensoren auf der Basis von amorphem Silikon, statt Vanadiumoxid, standen Anfang 2000 zur Verfügung. Sie schienen anfangs wegen der geringeren Bildauflösung für den Einsatz in Wärmebildkameras nicht geeignet. Sie wurden verstärkt ab dem Jahre 2002 in die Kameras eingesetzt und bildeten den Grundstein einer neuen Kamerageneration.

Der markante Unterschied zu den sonst üblichen Detektoren ist eine geringere Bildauflösung. Mit 160x120 Pixel (19.200 Sensorelemente) beträgt die Auflösung gerade

## Übersicht der aktuellen Kameramodelle

Kameramodelle	Argus 3 – BST	Argus 3 – aSi	Bullard T3 LT	Bullard T3 MAX	Bullard TI commande
Hersteller	E2V-Technologies, Chelmsford, Großbritannien		Bullard, Cynthia KY, USA		
Internet-Info	www.argusdirect.com		www.thermalimager.com		
Vertriebsfirma in D	RosenbauerFeuerwehr-Technik GmbH, Karlsruhe		Bullard GmbH, Bonn		
Internet-Info	www.rosenbauer.com		www.bullardextrem.com		
Handhabung	Handkamera	Handkamera	Miniatur-Handkamera	Miniatur-Handkamera	Handkamera
Netto-Preis (€) (Grundausstattung)	14.167 (Bildspeicherung)	13.492 (Bildspeicherung)	ab 10.000 (T-Messung)	ab 11.500 (T-Messung+Hotspot)	ab 12.500 (T-Messung)
Netto-Preis (€) Funkübertragung	3.688 bis 4.363 (je nach Ausstattung)	3.688 bis 4.363 (je nach Ausstattung)	ab 2.500	ab 2.500	ab 2.100
Lieferzeiten	3 Wochen	3 Wochen	2-4 Wochen		
Verkauf in D	seit Januar 2003	3 Wochen	seit Mitte 2003	seit Herbst 2003	seit Mitte 2004
<b>Technische Daten</b>					
Abmessungen (mm)	122,6 x 271 x 162 (300-Griffe)	122,6 x 271 x 162 (300-Griffe)	175 x 100 x 119	175 x 100 x 119	300 x 250 x 150
Masse mit Akku	1,9 (2,2) kg (mit Tragegriffen)	1,9 (2,2) kg (mit Tragegriffen)	1,2 kg	1,2 kg	2,8 kg
Technologie	BST	ASi-Mikrobolometer	Mikrobolometer	Mikrobolometer	BST
Detektormaterial	Barium-Strontium-Titanat	amorphes Silikon	amorphes Silikon (aSi)	Vanadiumoxid (Vox)	Barium Strontium Titanat
Bildauflösung	320 x 240 Pixel	160 x 120 Pixel	160 x 120 Pixel	160 x 120 Pixel	320 x 240 Pixel
T-Auflösung	0,1 K	0,1K	0,1 K	0,05 K	0,05 K
Bildwiedergabe	4" Farb-LCD	4" Farb-LCD	3,5" - Farb-LCD	3,5" - Farb-LCD	5" – Farb-LCD
Einsatzzeit	> 2 h	> 2,5 h	max. 2,5 h	max. 2,5 h	Max 1,5 h
"Update Rate"	30 Hz	20 Hz	20 Hz	60 Hz	30 Hz
Videostandard	NTSC	NTSC	NTSC	NTSC	NTSC
Blickfeld	50° horizontal	50° horizontal	35° vert. 60° horiz.	33° vert. 40° horiz.	55° diagonal
Funkübertragung	analog, 500mW, 2,4 GHz	analog, 500mW, 2,4 GHz	300 mW, 2,4 GHz	300 mW, 2,4 GHz	400 mW, 2,4 GHz
Temperaturmessung	0 – 500 °C	0 – 500 °C	0–300 °C	0–650 °C	0–500°C (Pyrometer)
Temperaturanzeige	digital	digital	Balkendarstellung	Balkendarstellung	Balkendarstellung
Hotspot-Darstellung	-	-	-	zweifarbige	-
Besonderheiten	Bildspeicher für 26 Bilder 8 Farbpaletten, Selbstdiagnose-System	Bildspeicher für 26 Bilder 8 Farbpaletten, Selbstdiagnose-System	Funkübertragung und BNC- Videoausgang im Handgriff	Funkübertragung und BNC- Videoausgang im Handgriff	digi. X2-Zoom, Bildspeicher für 24 Bilder, manuelle Blendenreglung, 5" Bildschirm

Jahr	1. Generation	2. Generation	3. Generation	4. Generation (Minikameras)	?
2005		TI commander		hand up T. Elite Life	
2004		Argus 3 (BST) Talisman C Plus	Argus 3 (VOx)	T3 MAX T3 LT GB Solo Vision Fire T. Elite	
2003		Evolution 3000	Scott Eagle Imager II	Evolution 5000 160 x 120 T3 T. Spirit Argus 3 (aSi)	
2002				<b>aSi-Technologie</b>	
2001	<b>Röhren-technologie</b>	<b>BST-Technologie</b> LifeSight Survivor Bullard T1 Talisman C Argus 2		<b>VOx-Technologie</b> 320 x 240 pixel Bullard MX	
2000	Argus P4228	1998	Evolution 4000	CairnsViper	FireFLIR
1990					
1980	P4228				
1970	P4228				
<b>Sensor</b>	<b>VIDIKON</b>	<b>BST</b>	<b>MIKROBOLOMETER</b>		

**Grafik 1:** Die Grafik verkörpert den Stand der Entwicklung zum Jahreswechsel 2004/2005. Die Kameramodelle sind mit ihrem ersten zeitlichen Erscheinen auf dem europäischen Markt und entsprechend ihrer Technologie angeordnet. Die Präsenz im Verkauf ist der Darstellung nicht entnehmbar. Hier können zwischen den USA und Europa Unterschiede auftreten. Aus Platzgründen ist die Zeitskala im unteren Bereich gestaucht dargestellt worden. Die Talisman Elite stellt gegenwärtig eine Besonderheit dar und bereitet bei der Einordnung gewisse Schwierigkeiten – hier ist die Entwicklung abzuwarten. Um den internationalen Trend zu verdeutlichen, sind der Darstellung auch einige Kameramodelle des US-amerikanischen Marktes hinzugefügt worden, die in Deutschland bisher keine Bedeutung erlangt haben.

mal ein Viertel der Detektorauflösung von 320x240 Pixel (76.800 Elemente). Gegenwärtig haben sich zwei Technologien etabliert. Sie basieren entweder auf dem Einsatz von amorphem Silikon (aSi-Technik) oder Vanadiumoxid (VOx-Technik) als Sensormaterial, letzteres ist von den großen Mikrobolometer-Sensoren bekannt. Der geringe Platzbedarf der neuen Mikrobolometer-Sensoren und Baugruppen gestattete den Aufbau leichter und kleinerer Kameras, die den Wünschen der Feuerwehren nach weniger Belastung und mehr Mobilität im Einsatz entgegen kommen. Die kleinen Kameras sind die idealen Angriffs-Kameras, da sie ohne größere Behinderungen und Belastungen vom Angriffstrupp mitgeführt werden können. Die etwas geringere Bildqualität im Vergleich zu den großen Kameras muss in Kauf genommen werden. Sie wirkt sich aber für die allgemeinen Angriffshandlungen nicht nachteilig aus. Dafür können die Kameras bei ihrer hohen Leistungsfähigkeit schon zu einem deutlich günstigeren Preis angeboten werden, der zum Teil schon weit unter dem der BST Kameras liegt.

Ende Teil 1  
Dipl.-Phys. Friedrich Wienecke,  
IdFHeyrothsberge

Anm. d. Red.: Der 2. Teil erscheint in Heft 4 mit Vorstellung der aktuellen Modelle.

Dräger Talisman Elite	Dräger Talisman Elite Lite	Dräger Talisman C plus	head up	hand up	Evolution 5000
ISG Thermal Systems Essex, Großbritannien www.isgfire.co.uk			active photonics AG, Villach, Österreich www.active-photonics.com	www.msafire.com	MSA, Pittsburg PA, USA
Dräger Safety, Lübeck www.draegersafety.de			Albert Ziegler GmbH, Giengen/Brenz www.ziegler.de		MSA-AUER GmbH, Berlin www.msanet.com
Miniatur-Handkamera ab 15.500 (T-Messung + Hotspot)	Miniatur-Handkamera ab 11.000 (transparente Farbdarst.)	Handkamera ab 12.500 (mit X2 – Zoom)	Helmkamera ab 15.000 (reines Sichtgerät)	Miniatur-Handkamera ab 7.500 (reines Sichtgerät)	Miniatur-Handkamera ab 13.182 (reines Sichtgerät)
2.500 bis 6.300 (je nach Ausstattung)	2.500 bis 6.300 (je nach Ausstattung)	2.500 – 6.300 (je nach Ausstattung)	ab 2.500 (je nach Ausstattung)	ab 2.500 (je nach Ausstattung)	5.100 bis 7.150 (je nach Ausstattung)
4–6 Wochen	4–6 Wochen	4–6 Wochen	4 Wochen	4 Wochen	2–4 Wochen
seit Juni 2003	seit Juni 2004	seit November 2002	seit Jan. 2003	seit Juli 2004	seit Jan. 2003
185 x 130 x 150	185 x 130 x 150	310 x 156 x 115	-	160 x 160 x 65	275 x 112 x 205
1,7 kg	1,7 kg	2,2 kg	1,495 kg	0,750 kg	1,4 kg
Mikrobolometer	Mikrobolometer	BST	Mikrobolometer	Mikrobolometer	Mikrobolometer
amorphes Silikon (aSi)	amorphes Silikon (aSi)	Barium Strontium Titanat	amorphes Silikon (aSi)	amorphes Silikon (aSi)	Vanadiumoxid (VOx)
320 x 240 Pixel	160 x 120 Pixel	320 x 240 Pixel	160 x 120 Pixel	160 x 120 Pixel	160 x 120 Pixel
0,05 K	0,05 K	0,05	0,1 K	0,1 K	0,048 K
3,5" - Farb-LCD	3,5" - Farb-LCD	CRT-s/w-Bildschirm	s/w-LCD Binokular	s/w-LCD Binokular	3,5" - Farb-LCD
max. 5 h	4 – 7 h	max. 4h	> 2,5 h	> 2,5 h	> 2 h
30 Hz	20 Hz	30 Hz	20 Hz	20 Hz	30 Hz
PAL oder NTSC	PAL oder NTSC	PAL oder NTSC	NTSC	NTSC	NTSC
54° diagonal	50° diagonal	59° diagonal	60° diagonal	60° diagonal	63° diagonal
500 mW, 2.4 GHz	500 mW, 2.4 GHz	500 mW, 2.4 GHz	500 mW, 2.4GHz	500 mW, 2.4 GHz	500 mW, 2.4 GHz
-20 bis 1000°C	0 – 400 °C	0 – 1000 °C (Pyrometer)	0 – 500 °C	0 – 500 °C	0 – 500 °C
digital	digital	digital	digital + Balkenanzeige	digital + Balkenanzeige	digital + Balkenanzeige
zweifarb transparent	einfarbig transparent	-	-	-	zweifarb transparent >150/>500°C
komplett europ. Produkt, einzige Kamera mit großem aSi-Detektor (320 x 240)	besonders lange Einsatzzeit	Maskenvisier Video-overlay	einzige Helmkamera für D, passend für alle Helmtypen	Fernglas-Design, besonders flache Ausführung	Funkübertragung wird außen angedockt