

MITTLER  
REPORT

# WEHRTECHNISCHER REPORT

## SOLDAT & TECHNIK 2021



Förderkreis Deutsches Heer e.V.



## Impressum

Wehrtechnischer Report 3/2020  
Dezember 2020

**Herausgeber:**  
Mittler Report Verlag GmbH  
ein Unternehmen der Gruppe

**TAMMMEDIA**

**Geschäftsführer:**  
Peter Tamm  
Thomas Bantle

**Prokurist:**  
Jürgen Hensel

**Objektleiter:**  
Waldemar Geiger

**Redaktion:**  
Gerhard Heiming  
Lars Hoffmann

**Externe Mitarbeit:**  
Dr. Jan-Phillipp Weisswange

**Layout:**  
CREATIV.CONSULTING GmbH  
Meckenheim

**Verlagsanschrift:**  
Mittler Report Verlag GmbH  
Beethovenallee 21, 53173 Bonn  
Telefon: +49 (0) 228 3500870  
Telefax: +49 (0) 228 3500871  
E-Mail: info@mittler-report.de  
Internet: www.mittler-report.de

**Abo/Leserservice:**  
PressUp GmbH, Postfach 701311,  
22013 Hamburg  
Tel: (040) 38 66 66 319  
Fax: (040) 38 66 66 299  
mittler-report@pressup.de

**Anzeigenleitung:**  
Dr. Andreas Himmelsbach  
Marketing und  
Business Development  
Mittler Report Verlag GmbH  
Beethovenallee 21  
53173 Bonn  
Tel: +49 (0) 228 35 00 877  
andreas.himmelsbach@mittler-report.de

**Druck:**  
Lehmann Offset Druck GmbH  
Gutenbergring 39, 22848 Norderstedt

Einzelpreis: 14,80 Euro  
(zzgl. Versandkosten)

**Titelabbildung:**  
Bundeswehr/KSM

Die Broschüre und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverformungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

## Grußwort

<b>Persönliche Ausrüstung und Bewaffnung – Attraktivitäts- und Motivationsfaktor für die Truppe</b> Wolfgang Köpke, Generalmajor a.D., Präsident Förderkreis Deutsches Heer e.V.	3
--	---

## Streitkräfte und Einsatz

<b>Spezialisierte Kräfte des Heeres mit Erweiterter Grundbefähigung</b> André Forkert	6
<b>Das Objektschutzregiment der Luftwaffe „Friesland“</b> Das Allzwecktool der Luftwaffe Mario Gerhardt	10
<b>Mobilität und Flexibilität im Fokus der Sicherheit</b> Securiton Deutschland	14
<b>Sägefische in der Sahel-Zone</b> Mission Gazelle: Kampfschwimmer leisten Ausbildungsunterstützung in Afrika Jan-Phillipp Weisswange	16

## Handwaffen und Wirkmittel

<b>Moderne Handwaffen(systeme) – moderne Schießausbildung</b> Hendrik Engelhardt	19
<b>Robust. Zuverlässig. Revolutionär.</b> Raytheon ELCAN	22
<b>Viele Wege zum Ziel</b> Modernisierung von Handwaffensystemen Jan-Phillipp Weisswange	24
<b>Kurz und Knackig</b> Das neue HK437 und andere Waffen im Kaliber .300 BLK – Optionen für Polizei- und Spezialkräfte Jan-Phillipp Weisswange	33
<b>Heckler &amp; Koch P11</b> Kristóf Nagy	36
<b>Wirkmittel 90 mm und leichtes Wirkmittel 1800+</b> Bernhard Kemp	40
<b>MBDA plant Enforcer-Familie</b> Burghard Lindhorst	44
<b>Schultergestützte Waffen: Themenkomplexe jenseits von systembedingter Wirkung und Treffgenauigkeit</b> Dynamit Nobel Defence GmbH	45
<b>Standardisierung von Simulationssplintern in der NATO</b> Kristóf Nagy	47
<b>Licht und Schatten – Nutzung von Lasern in der Infanterie</b> Michael Fiedler	50
<b>Laser Licht Module von Rheinmetall – Kampfkraftmultiplikatoren und Nachtkampffähigkeit für alle Waffentypen</b> Rheinmetall AG	55
<b>„Wie der Soldat müssen auch die Algorithmen passend zum Kontext trainiert werden“</b> Interview mit Wolfgang Pfab, Director Technology der Vected GmbH, und Dr. Andreas de Jonge, Head of Artificial Intelligence	57

## Bekleidung und Ausrüstung

<b>Einheitliche Kampfkraft</b> Aktuelle Vorhaben der Bundeswehr bei Bekleidung und persönlicher Ausrüstung Waldemar Geiger und Jan-Phillipp Weisswange	59
--	----

<b>Von Oben bis Unten</b>	68
Aus größter Höhe bis unters Wasser – aktiver Gehörschutz für jeden Einsatzzweck IMTRADEX Hör- und Sprechsysteme GmbH	
<b>Tactical Line: die richtige Ausrüstung abseits der Zivilisation</b>	69
Katadyn Deutschland GmbH	
<b>Tasmanian Tiger – Ausrüster der Profis</b>	70
Tasmanian Tiger	
<b>Zuverlässige Schutzwesten mit Twaron®</b>	71
Teijin Aramid GmbH	
<b>Soldatensystem Ratnik</b>	73
Einblick in den Ratnik-Ausrüstungssatz der russischen Streitkräfte Kristóf Nagy	
<b>Führung, Vernetzung und Aufklärung</b>	
<b>Infanterist der Zukunft – Erweitertes System</b>	76
Sachstand Fähigkeitsentwicklung Christoph Wallner	
<b>Einsatzrealität – die Verkürzung des Sensor-to-Shooter Cycle</b>	80
Elbit Systems Deutschland GmbH & Co. KG	
<b>Höchste Zuverlässigkeit und Hochleistung unter extremen Umgebungsbedingungen</b>	82
ODU GmbH & Co. KG	
<b>Leitfaden zur Auswahl eines Wärmebildgeräts</b>	84
VECTED GmbH	
<b>Neue Nachtsehbrille für die Spezialkräfte</b>	86
Waldemar Geiger	
<b>THEON SENSORS liefert 100.000stes Nachtsichtgerät aus und gibt neue strategische Partnerschaften bekannt</b>	88
Theon Deutschland GmbH	
<b>Ein nahtlos vernetztes Kommunikationssystem – Basis für das Gefecht verbundener Waffen</b>	90
JK Defence & Security Products GmbH	
<b>Projekt Joint Fire Support Team abgessenen</b>	92
André Forkert	
<b>Einfache Modernisierungslösungen, große Wirkung</b>	101
Digitalisierungslösungen für Mörser Hirtenberger Defence Europe GmbH	
<b>Gefechtsfahrzeuge und Mobilität</b>	
<b>Cargo Mule – unbemannte Bodenfahrzeuge für die Infanterie</b>	103
Waldemar Geiger und Lars Hoffmann	
<b>Mit der Infanterie Schritt halten</b>	107
PLATON-Kit steuert Hilfstransporter über Stock und Stein Diehl Defence GmbH & Co KG	
<b>Umsetzung der Fähigkeitsforderungen des Schützenpanzers Puma in das System Panzergrenadier</b>	108
Kim Feilcke	
<b>System Panzergrenadier</b>	112
Taktische Einsatzprüfung entscheidet über den Einsatz bei VJTF Lars Hoffmann	
<b>Gepanzertes Transportkraftfahrzeug Boxer</b>	113
Varianten des Heeres, Bewaffnung und Schutz Karlheinz Boenke	
<b>Luftlandemobilität für die Spezialkräfte der Bundeswehr</b>	117
Waldemar Geiger und Gerhard Heiming	



**WARMTH  
FROM THE  
INSIDE AND  
OUT**

**SCANDIC**

Scandic Outdoor GmbH  
Zum Sportplatz 4 · D-21220 Seevetal  
www.SCANDIC.de  
www.WOOLPOWER.de

# „Wie der Soldat müssen auch die Algorithmen passend zum Kontext trainiert werden“

**Künstliche Intelligenz (KI) ist eine der der aktuell mestdiskutierten Technologien im militärischen Kontext. Soldat & Technik sprach mit Wolfgang Pfab, Director Technology der Vected GmbH, und Dr. Andreas de Jonge, Head of Artificial Intelligence, über den Einsatz von KI in Zieloptiken und den Ansatz der KI-Entwicklung in dem fränkischen Unternehmen.**

**S&T:** Bevor wir über Funktionen der KI im Zusammenhang mit Zieloptiken sprechen, sollten wir den Begriff einordnen. Was genau soll man sich im Zusammenhang mit Zielgeräten unter KI vorstellen?

**de Jonge:** Mit dem Begriffspaar Künstliche Intelligenz wird heute sehr viel Unterschiedliches verbunden. Unter KI versteht man eine Klasse von Algorithmen, die innerhalb von Menschen abgesteckten Rahmenbedingungen selbstständig lernen können.

In unseren Wärmebildgeräten dient die KI dazu, Anwender bei der Objekterkennung und -einschätzung zu unterstützen. Im ersten Schritt werden die heute manuellen Eingriffsmöglichkeiten, die häufig aufgrund mangelnder Erfahrung von den Anwendern nicht genutzt werden, durch KI automatisiert.

KI basiert auf neuronalen Netzen. Ein solches Netz wird im Sinne der Anwendung trainiert; in unseren militärischen und polizeilichen Anwendungsfällen vor allem, um potenzielle Bedrohungsszenarien schnell und zuverlässig erkennen zu können, z. B. zur Detektion von Waffen. Theoretisch könnte man sich neuronale Netze im Internet downloaden. Wir entwickeln diese Netze bei Vected jedoch selbst. Das ist unseres Erachtens sehr wichtig, denn nur so können wir sicherstellen, dass die Architektur des Netzes und das Training optimal auf die Anwendungsfälle abgestimmt sind.

Da es sich bei unseren Wärmebildkameras um Sicherheitskritische Systeme han-

delt, legen wir beim Design unserer neuronalen Netze und Algorithmen großen Wert auf redundante Entscheidungsprozesse. Eine getroffene Entscheidung muss hohe Sicherheitsanforderungen erfüllen.

**S&T:** Welchen Beitrag kann/soll KI in Zieloptiken bzw. Zieloptroniken leisten?

**de Jonge:** Die Künstliche Intelligenz in unseren Wärmebildgeräten unterstützt bei der Entscheidungsfindung, die Entscheidung selbst trifft weiterhin der Mensch. Da die KI klassischen Algorithmen weit überlegen ist, wird die Qualität der Bildinformation um ein Vielfaches besser und damit auch die Qualität der Entscheidung.

Die Zieloptiken mit KI können nicht nur bei der Objekterkennung, sondern auch beim Tracking von Objekten eingesetzt werden. Man muss sich das so vorstellen, dass dem Objekt eine Art Label verpasst wird, sodass das Bewegungsmuster erkennbar ist und beispielsweise daraufhin analysiert werden kann, ob von dem Objekt eine Gefahr ausgeht.

**S&T:** Welche Anforderungen wird so ein Gerät an den Nutzer stellen?

**Pfab:** Für den Umgang mit der integrierten KI benötigt der Anwender keine zusätzliche Vorbildung. Das Deuten der Wärmebilder wird sogar einfacher, da die KI mit Informationen unterstützt, beispielsweise mit einer prozentualen Gefahrenanzeige („90 % Waffe“). Für ungeübte Anwender kann dies eine große Erleichterung darstellen.



Fotos/Grafik: Vected GmbH

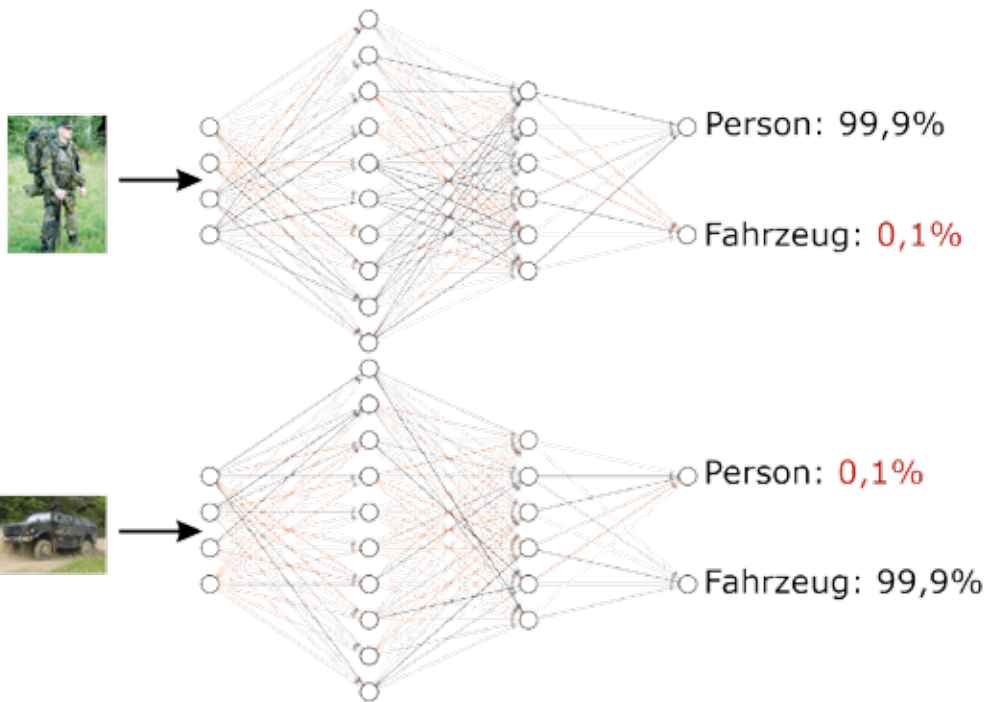
**Wolfgang Pfab ist Director Technology bei der Vected GmbH. Seit zwölf Jahren ist er die treibende Kraft in der Entwicklung optronischer Systeme, speziell Wärmebildtechnik des fränkischen Mittelständlers**



**Dr. Andreas de Jonge ist Head of Artificial Intelligence bei der Vected GmbH. Er studierte Physik mit dem Nebenfach Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz und promovierte an der Universität Heidelberg. Dr. de Jonge kann in seinem Werdegang mehrere abgeschlossene Projekte im Bereich Artificial Intelligence vorweisen**

**S&T:** Wie muss so ein Gerät (Hard- und Software) gestaltet sein, damit es auch militärisch zweckmäßig genutzt werden kann?

**Pfab:** Unsere Wärmebildgeräte werden für den behördlich-militärischen Einsatzzweck konstruiert, ob mit oder ohne KI.



**Schematische Darstellung eines Entscheidungsprozesses in einem Neuronalen Netz. Stark positiv gewichtete Verbindungen sind schwarz, stark negativ gewichtete sind rot dargestellt. Das Eingangsbild wird durch die Neuronen in seine einzelnen Bestandteile „zerlegt“. Anhand dieser Zerlegung kann das Netz entscheiden, ob es sich um eine Person (oben) oder ein Fahrzeug (unten) handelt**

Eine entsprechende Robustheit ist per se gegeben. Besonderen Wert legen wir aufgrund des Einsatzzweckes auf die Sicherheit der Ergebnisse. Wir stecken viel Entwicklungszeit in das Training der neuronalen Netze und die Qualitätsprüfung, um eine ausgereifte und allen Sicherheitskriterien standhaltende Lösung zu präsentieren.

**S&T:** Welche Möglichkeiten gibt es zu verhindern, dass sich potentielle Gegner auf die Leistungsfähigkeit der KI einstellen und diese dann bewusst täuschen?

**de Jonge:** Dieses Katz- und Maus-Spiel begegnet einem im Grunde immer bei IT-Entwicklungen. Mit zwei Punkten halten wir bei unserer Wärmebildtechnik dagegen: Unsere Geräte sind updatefähig und wir entwickeln diese und auch die KI permanent weiter. Updates können problemlos vom Anwender eingespielt werden. Der zweite Punkt ist der Anwender selbst: Er hat die Einsatzerfahrung und behält die Entscheidungshoheit. Damit legt sich ein potenzieller Gegner mit mindestens „zwei Intelligenzen“ an.

**S&T:** Wie kam Vected dazu, sich dem Thema KI zu stellen?

**Pfab:** Von Haus aus entwickeln wir die Elektronik für unsere Wärmebildgeräte selbst. Unsere F&E-Abteilung ist sozusagen das Herz unseres Unternehmens. Da

lag es nahe, sich mit diesem zukunftsweisenden Thema zu beschäftigen.

**S&T:** Wie geht Vected das Thema KI an?

**Pfab:** Da wir aktuell auf keinen Förderpotenzial zugreifen, finanzieren wir unsere Entwicklungsarbeit durch Eigenmittel. Mit Dr. de Jonge haben wir uns einen erfahrenen KI-Spezialisten ins Team geholt, der unsere Entwicklungsarbeit an dieser Stelle leitet und vorantreibt.

**S&T:** Gibt es für KI-Themen generell keine Fördertöpfe?

**Pfab:** Im Bereich KI gibt es eine recht scharfe Trennung in der Förderung von zivilen und militärisch genutzten Projekten. Die KI-Initiative des Bundes schließt z.B. die Förderung von Projekten mit militärischem Hintergrund aus.

Es gibt auch militärische und polizeiliche Fördermöglichkeiten, jedoch ist der Verwaltungsaufwand für ein kleines Unternehmen immer abzuwägen.

**S&T:** Wieso die Eigenentwicklung, wieso nicht einfach „externe“ KI kaufen und anpassen?

**de Jonge:** Vor allem aufgrund der bereits erwähnten „Vorgeschichte des neuronalen Netzes“. Wenn ein heruntergeladenes Netz (vielfach muss man es sich nicht mal kaufen) beispielsweise mit 5.000.000 zivilen Beispielbildern vortrainiert wurde,

davon für unseren Einsatzzweck völlig ungeeignete, dann kann ich die Ergebnisse kaum beeinflussen. Ebenso wie ein Soldat ein spezifisches Training, ausgerichtet an seinem späteren Einsatz erhält, so müssen auch die Algorithmen passend zum Kontext trainiert werden.

Für uns ist es wichtig, dass die Entscheidung der KI, also das angezeigte Ergebnis, nachvollzogen werden kann und damit überprüfbar wäre. Wir können jede Darstellung der KI zurückrechnen auf den Bildbereich, der ausschlaggebend für das angezeigte Ergebnis war.

**S&T:** Können Sie das Projekt komplett alleine stemmen, oder brauchen Sie eine externe Unterstützung für die Entwicklung einer guten und funktionalen KI?

**Pfab:** Wir wünschen uns eine Zusammenarbeit mit erfahrenen Einsatzkräften aus Bundeswehr und Polizei, um deren Wissen in die Entwicklung bzw. Weiterentwicklung einfließen lassen zu können. Davon profitieren die Anwender und wir.

**S&T:** Wann wären erste einsatzfähige Geräte denkbar, und wie werden diese aussehen bzw. welche Leistungen werden diese erbringen?

**Pfab:** Wir gehen davon aus, dass wir auf der EnforceTac im kommenden Jahr neue Wärmebildgeräte mit KI präsentieren können. Aber auch unsere aktuellen Systeme werden bestimmte Funktionen als Update erhalten.

Die Rechenleistung, die für komplexe neuronale Netze benötigt wird, ist enorm, ebenso die Anstrengungen, die in diesem Feld in die Forschung und Entwicklung fließen. Wir werden über die nächsten Jahre deutliche Fortschritte bei der Leistungsfähigkeit von künstlichen Intelligenzen sehen.

**S&T:** Haben Sie noch abschließende Bemerkungen?

**de Jonge:** KI begleitet uns im täglichen Leben bereits umfänglicher als den meisten bewusst ist und wird in der Gesellschaft (teilweise berechtigt) kritisch bewertet.

Verantwortungsvoll eingesetzt birgt KI große Chancen. Wir sehen es auch als unsere Aufgabe, hier zu informieren und für einen verantwortungsvollen Umgang mit KI einzustehen.

**Das Interview führte Waldemar Geiger.**

## Leitfaden zur Auswahl eines Wärmebildgeräts

Die VECTED GmbH erläutert in diesem Beitrag die wichtigsten Parameter von Wärmebildgeräten, um Nutzer dabei zu unterstützen, die tatsächliche Leistungsfähigkeit eines Wärmebildgeräts zu beurteilen.

**W**orauf müssen Nutzer bei der Auswahl eines Wärmebildgeräts achten? Welche Parameter gilt es beim Blick ins technische Datenblatt zu kennen und zu berücksichtigen? Welche weiteren Aspekte können darüber hinaus relevant sein?

### Mehr als harte Fakten

Das technische Datenblatt ist bei der Beschaffung von Wärmebildkameras die erste Informationsquelle. Es gibt Auskunft über die technischen Leistungsdaten wie Auflösung, Pixelgröße oder Einsatzreichweite. Jedoch sagen diese Eckdaten nicht unbedingt etwas über die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems und letztlich die Eignung für den spezifischen Anwendungsfall aus. Ein Grund dafür ist, dass es hier keine verbindlichen DIN- oder ISO-Normen gibt, die eine wirkliche Vergleichbarkeit ermöglichen. Natürlich werden in der Regel die Leistungsparameter angegeben, die die Kamera im besten Licht erscheinen lassen. Nicht immer ergibt sich daraus aber das für den Kunden am besten geeignete System.

Die Firma VECTED, Spezialist für Wärmebildtechnologie und Ingenieursdienstleistungen, legt großen Wert auf die Analyse und Beratung

**Unterschiedliche Bildrepräsentationen in Wärmebildgeräten: Links werden warme Bereiche sehr hell und dominant dargestellt, während diese Regionen im rechten Bild eher zurückgenommen sind. Es lassen sich so mehr Strukturen im Gesicht oder dem Stuhl im Hintergrund erkennen**

des Kunden im Vorfeld der Beschaffung. Nutzer sollten ihren jeweiligen Einsatzzweck gut kennen und spezifizieren können. So lässt sich das beste Wärmebildsystem für die jeweilige Anwendung finden.

### Hohe Auflösung des Sensors

Bei Ausschreibungen ist häufig das wichtigste Auswahlkriterium die Sensorleistung. Die Auflösung der Kamerasysteme hat sich in den vergangenen zehn Jahren stetig verbessert. Anfang 2021 wird VECTED als eines der ersten Unternehmen handgehaltene Systeme mit einer Auflösung von 1.280 x 1.024 Pixeln (SXGA) im Markt einführen.

Jedoch spielt nie die Auflösung der Geräte allein eine Rolle, sondern immer nur im Zusammenspiel mit der Pixelgröße und der Objektivgröße bzw. der Brennweite. Je mehr Pixel auf einen bestimmten Blickwinkel abgebildet werden können, desto höher ist die Ortsauflösung. Dies wirkt sich dann direkt auf die Reichweite aus, mit der das System eingesetzt werden kann.

Bei den in Datenblättern angegebenen Einsatzreichweiten für Detekti-

on, Erkennung und Identifikation von Objekten fehlen oft klare Kriterien, wie die Entfernungen bestimmt wurden. Bedeutet die angegebene Identifikationsreichweite zu erkennen, ob eine Person eine Waffe bei sich trägt oder wie sie sich verhält? Oder geht es bei der Kategorie „Identifikation“ lediglich um die Unterscheidung „Mensch“ oder „Tier“?

Der Nutzer muss im Vorfeld spezifizieren, was er in welcher Entfernung erkennen möchte, z. B. verschiedene Fahrzeugtypen (SUV, Lkw, Limousine), oder ob eine Person eine Waffe bei sich trägt. Dann kann mit einer guten Beratung das für diesen Anwendungsfall passende Gerät gefunden werden.

### Beobachtungs- oder Vorsatzgerät?

Weiterhin ist der Verwendungszweck der Kamera zur Entscheidungsfindung wichtig: Wird die Kamera als reines Beobachtungsgerät genutzt? Wird die Kamera Teil eines Zielsystems oder wird sie als Vorsatzgerät genutzt, das vor einer Tagsichtoptik gesetzt wird? Von der verwendeten Tagsichtoptik ist abhängig,

Fotos: VECTED GmbH





**Bei identischen technischen Daten kann durch unterschiedliche Bildrepräsentationen – z. B. mit Falschfarbendarstellung – das Augenmerk auf spezifische Temperaturbereiche bzw. Objekte gelenkt werden**

welches Bildfeld das Wärmebildgerät haben sollte, denn das Bildfeld des Tag-sichtgeräts schränkt wiederum das Bildfeld insgesamt ein.

Es gilt, den „Sweet Spot“, den optimalen Kompromiss zwischen Auflösung, Gerätegröße und Einsatzreichweite zu finden. Je höher die gewünschte Einsatzreichweite ist, desto größer ist in der Regel auch das Gerät, da auch das Objektiv größer wird. Im Umkehrschluss: Je kompakter und leichter das Gerät sein soll, desto geringer wird auch die Einsatzreichweite sein. Wenn der Kunde das Wärmebildgerät für mehrere Einsatzzwecke gleichermaßen nutzen möchte – also sowohl als Beobachtungsgerät, aber auch als Vorsatzgerät –, kann ein hochauflösendes Gerät die bessere Lösung sein. Hier müssen wieder zwei Konflikte abgewogen werden: Bei einem Beobachtungsgerät soll das Bildfeld möglichst groß sein, um möglichst viel von der Situation zu erfassen. Bei einem Vorsatzgerät limitiert die Tagsichtoptik dieses Bildfeld bereits.

### Trend zu kleinerer Pixelgröße

Neben der Auflösung ist auch die Pixelgröße im Datenblatt relevant. Die Pixel werden immer kleiner und empfindlicher; inzwischen sind Sensoren mit 12µm Stand der Technik. Der technische Vorteil: Bei gleicher Gerätegröße kann die Einsatzreichweite etwas vergrößert werden, allerdings zu Lasten des Bildfelds, das etwas geringer ausfällt. Mit kleineren Pixeln sinkt aber auch das Kontrastverhältnis; es lassen sich deutlich weniger Kontraste wahrnehmen. Abhängig vom Anwen-

dungsfall kann es daher in der Wärmebildtechnologie von Vorteil sein, einen größeren 17µm-Sensor zu wählen, da er eine bessere thermische Auflösung hat. Das Bild wirkt kontrastreicher.

Ein weiterer Parameter, der in den Datenblättern angegeben, aber für sich genommen nicht besonders aussagekräftig ist, ist die rauschäquivalente Temperaturdifferenz des Sensors (Noise Equivalent Temperature Difference, NETD). NETD gibt an, welche Temperaturdifferenz ein Sensor noch auflösen kann. Mit der Reduzierung der Pixelgröße steigt der Einfluss der Optik auf die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems. Dadurch sinkt in gleichem Maße die Aussagekraft des Sensor-NETD. Dieses für sich genommen reicht nicht aus, um die Systemleistung einer Wärmebildkamera zu beschreiben. Die Aufnahme weiterer Metriken wie MRTD (Minimum resolvable temperature difference) oder MTDP (Minimum Temperature Difference Perceived) in die Datenblätter wäre wünschenswert. Diese werden auf das gesamte Kamerasystem bestimmt und erleichtern die Vergleichbarkeit verschiedener Geräte.

### Hard Facts meet Soft Skills

VECTED empfiehlt, über die Beurteilung der „Hard Facts“ wie Sensorauflösung, Pixelgröße oder NETD des Sensors hinaus auch die „Soft Skills“ des Wärmebildgeräts, die bisher nicht unbedingt in handfeste Parameter gegossen sind, zu berücksichtigen. Mit einem Wärmebildgerät wird ein Spektrum abgebildet, das das menschliche Auge eigentlich

gar nicht erfassen kann, daher hat jeder Hersteller sehr viele Freiheiten, dieses Spektrum darzustellen. So können zwei Kameras exakt die gleichen technischen Daten aufweisen, aber zwei völlig unterschiedliche Bilder repräsentieren (siehe Bildvergleiche). Diese Aspekte haben einen sehr großen Einfluss auf das subjektive Qualitätsempfinden des Nutzers und sollten in der Beratung Beachtung finden. Auch einfache Konfigurierbarkeit und Usability sind Soft Skills, die sich nicht mit dem Datenblatt herausfinden lassen.

### Optimierung der Bildqualität dank KI

Künftige Entwicklungen in der Wärmebildtechnologie zeigen, dass das Optimierungspotenzial der Sensoren an seine Grenzen stoßen wird und kaum noch Leistungssprünge zu erwarten sind. Dagegen wird der Einfluss der digitalen Bildverarbeitung weiter zunehmen. Nicht zuletzt durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) und die stetige Optimierung der Bildverarbeitungsalgorithmen kann eine Verbesserung der Bildqualität und letztlich der Gesamtsysteme erreicht werden.

Die Aussagekraft der heute üblicherweise angegebenen Daten, wie Sensor-NETD, nimmt damit noch weiter ab. Unabdingbar werden dadurch für den Nutzer weitere Metriken, die die Gesamtleistung des Systems beschreiben, aber auch solche, die die Güte integrierter KI abbilden und vergleichbar machen können.

Wichtig ist, dass der Hersteller dem Endanwender transparente und nachvollziehbare Informationen zur Verfügung stellt, die es Letzterem ermöglichen, die Eignung des Wärmebildgeräts für seinen Anwendungsfall zu beurteilen.

**VECTED**  
ENGINEERING. ADVANTAGE

#### Kontakt:

**VECTED GmbH**

Melli-Beese-Straße 24  
90768 Fürth

Tel: +49 (0) 911 960 687 0

www.vedted.de

E-Mail: info@vedted.de