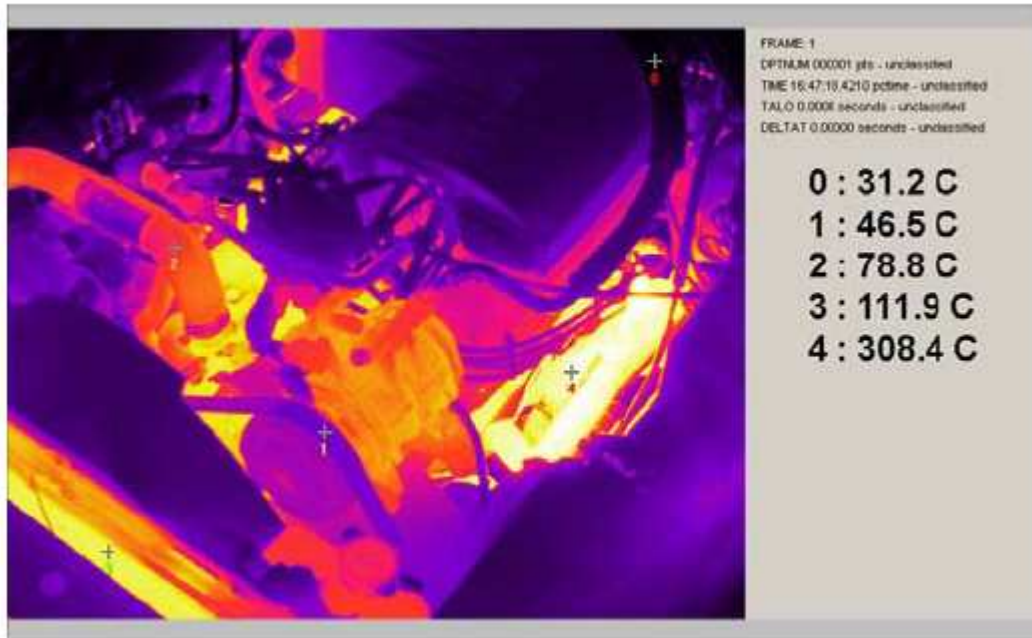
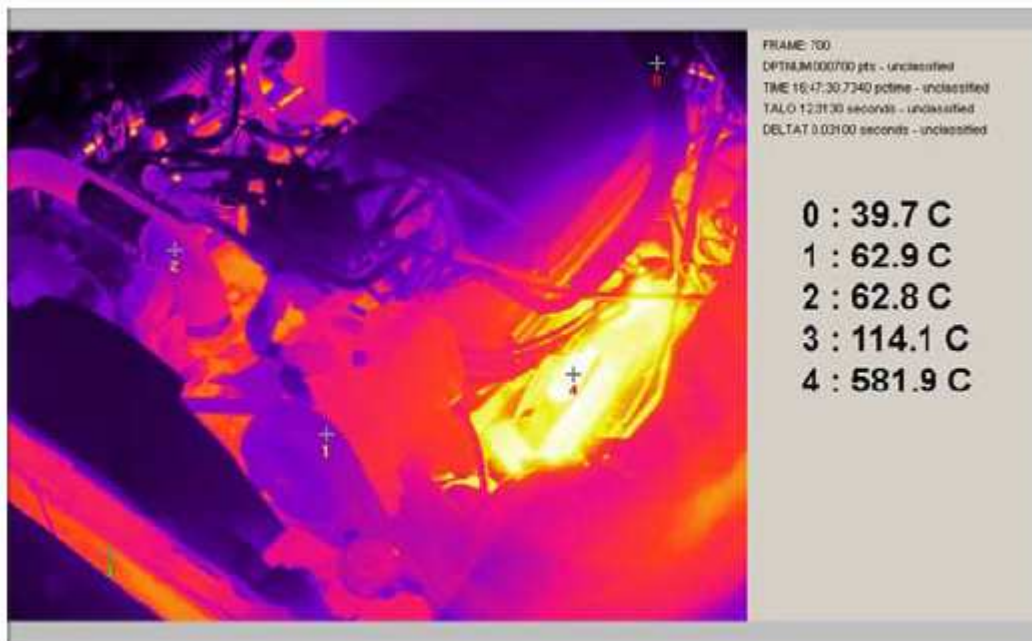


Verwendung alternierender Integrationszeiten bei Infrarotkameras zur Erweiterung des Dynamikbereichs (Superframing)

Infrarotkameras werden in Industrie, Entwicklung und Forschung häufig für die bildliche Aufnahme von sehr schnellen und auch extrem hohen Temperaturänderungen genutzt. Ein Beispiel dafür ist der Startvorgang eines Motors. Da der dynamische Bereich von Infrarotkameras typischerweise auf 12 – 14 bits eingeschränkt ist, wird ein Infrarotbild, auf dem Objekte mit sehr unterschiedlichen Temperaturen zu sehen sind, bei einer gewählten Integrationszeit teilweise über – bzw. untersteuert sein. Um das Problem der partiellen Sättigung bzw. des Untergehens des Signals im Rauschen zu vermeiden, kann die Technik des so genannten „Superframing“ eingesetzt werden. Mit dieser Methode ist es möglich, sowohl den thermischen Kontrast in der Aufnahme zu erhalten als auch stark variierende Temperaturbereiche klar und deutlich darzustellen.

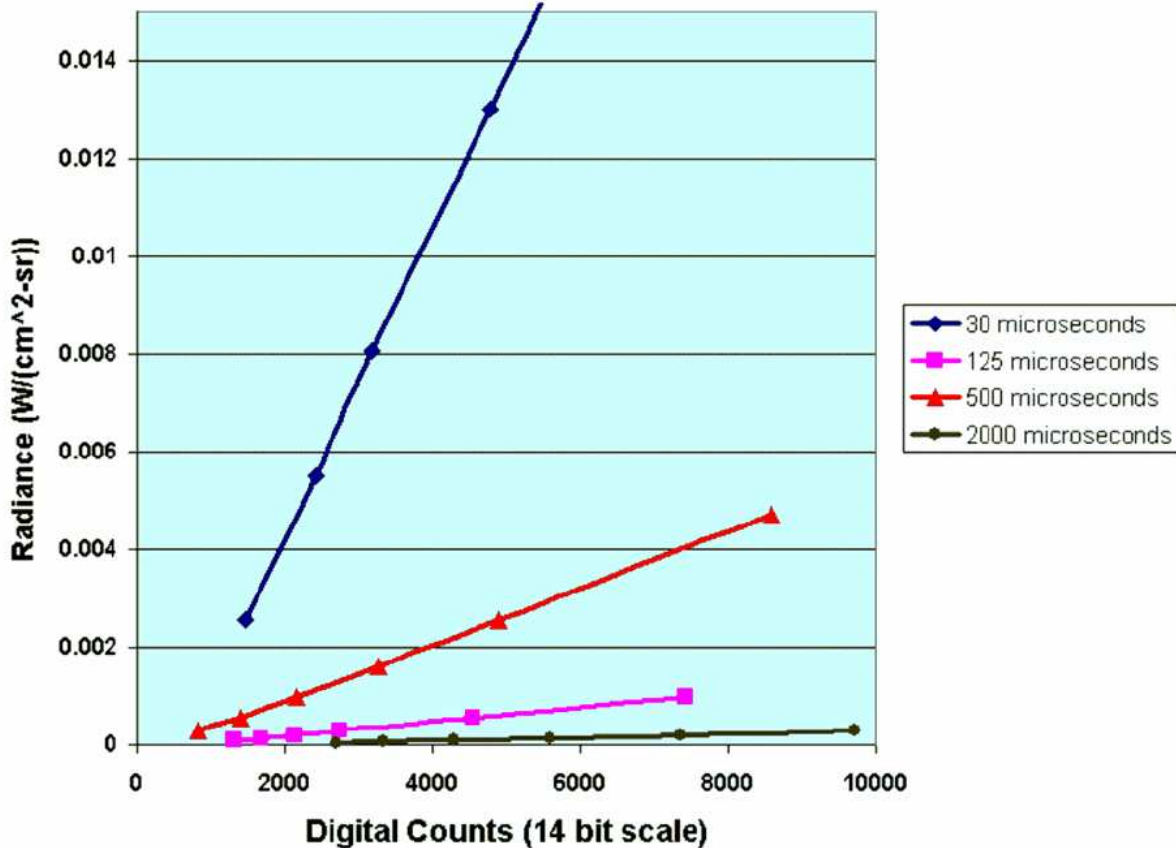


Motor wird gestartet. Optimal ausgesteuertes Infrarotbild.



Motorraum 12 Sekunden nach dem Start des Motors. Superframing ermöglicht die thermische Auflösung bei großen Temperaturdifferenzen im Bild unter Beibehaltung des hohen Kontrasts.

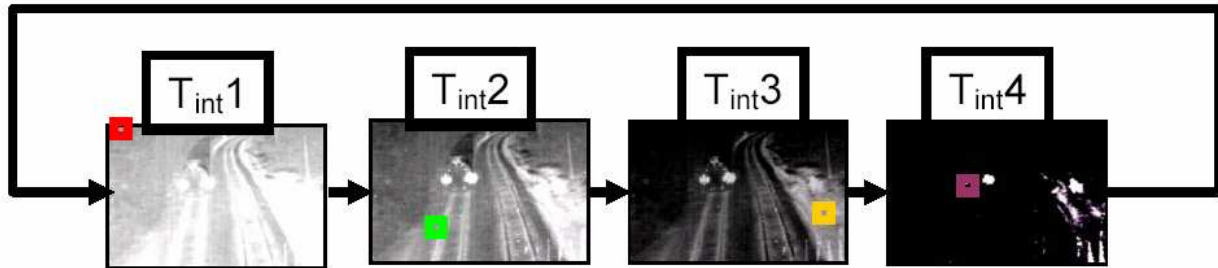
Je nach Temperatur und thermischer Abstrahlung der einzelnen Objekte im Bild ergibt sich – bei gegebenem Kamerasystem – eine optimale Integrationszeit. Mit Superframing ist es nun möglich, unterschiedliche, den jeweiligen Temperaturen angepasste, Integrationszeiten zu wählen. Ein einziger „Superframe“ ist ein Bild, welches aus einem Datensatz von N aufeinander folgenden aufgenommenen Bildern, zusammengesetzt wird. Jedes einzelnes Bild des Datensatzes, das sogenannte „Subframe“, wird mit einer eigenen, für eine bestimmte Temperatur optimalen, Integrationszeit aufgenommen. Das Infrarotkamerasystem nimmt also mit einer bestimmten Geschwindigkeit eine Anzahl M Einzelbilder auf, die dann per Bildverarbeitung auf M/N Superframes reduziert werden. Üblicherweise besteht ein Superframe aus 4 Subframes, so dass z.B. bei einer Aufnahmegeschwindigkeit von 100 Hz die resultierende Sequenz noch eine zeitliche Auflösung von ca. 25 Hz besitzt.



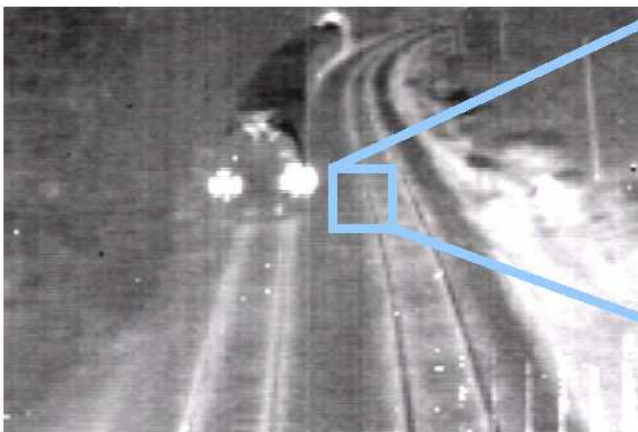
Zusammenhang zwischen einfallenden Photonen und Strahlungsintensität des betrachteten Objekts bei verschiedenen Integrationszeiten.

Jeder der Subframes besitzt sowohl thermisch gut aufgelöste Pixel, als auch über- und untersteuerte Pixel. Aufgrund der 4 unterschiedlichen Integrationszeiten sind in den verschiedenen Subframes unterschiedliche Pixel gut und schlecht. Ziel ist es, die jeweils am besten ausgesteuerten Bildpunkte von jeweils 4 Subframes zu einem optimal ausgesteuerten Gesamtbild zusammenzufügen. Bei Verwendung des einfachsten Algorithmus wird für jeden übersteuerten Pixel im ersten Subframe, der entsprechenden Bildpunkt im folgenden Subframe ausgewählt und überprüft. Dieser Vorgang wird zyklisch wiederholt. Voraussetzung dafür ist, dass die Integrationszeit im ersten Subframe am längsten und im letzten Subframe am kürzesten ist. Bei Objekten, die sich durch den Bildausschnitt bewegen, wird allerdings ein komplexerer Algorithmus benötigt, der auch eine Ausrichtung der Subframes bezogen auf charakteristische Markierungspunkte des Objektes berücksichtigt.

Zyklisches Durchlaufen von 4 Belichtungsperioden (Subframes) mit Verrechnung zu einem Superframe



Aufnahme von 4 Infrarot-Subframes mit 320 Hz



Infrarot-Superframe (60 Hz) mit einem dynamischen Bereich von 18 – 22 bits.

Voraussetzung für Superframing ist ein Infrarotkamarasystem, das

1. eine hohe Bildwiederholrate besitzt,
2. 4 vordefinierte Grundeinstellungen (Presets) samt NUC- und Kalibrierdaten verwalten kann,
3. für die verwendeten Integrationszeiten kalibriert ist und
4. an einen ausreichend kraftvollen PC angeschlossen ist.

Ist die Aufnahmegeschwindigkeit der Kamera zu langsam, werden die zu einem Superframe gehörenden Subframes nicht „gleichzeitig“ genug aufgenommen und der jeweilige Subframe gibt eine undefinierte zeitliche Mittelung der Strahlungs- bzw. Temperaturwerte wieder. Weiterhin leidet die Abspielqualität der resultierenden Sequenz aus Superframes, da diese nur ein Viertel der ursprünglichen Bildanzahl enthält.

Ohne kalibrierte Daten können die Temperatur- bzw. Strahlungswerte der jeweiligen Bildpunkte der einzelnen Subframes nicht miteinander verglichen werden, da für jede Integrationszeit eine bestimmte Anzahl auf den Detektor einfallender Photonen einer anderen Strahlungsmenge und somit anderen Temperatur entspricht. Der zum System gehörende PC sollte die Datenmenge von 64 MB/s ohne Probleme verarbeiten können und entsprechend mit high-speed RAM und ausreichend Speicherplatz ausgerüstet sein, da bei der Aufnahme längeren Sequenzen Datenmengen bis in den Terabyte-Bereich anfallen können.