

Titel: Fever Scanner - Modernes Zugangssystem zur kontaktlosen Temperaturbestimmung in Notaufnahmen

Autoren:

Heinel, E.¹; Rückerl, W.¹; Schedler, O.²; Baranowa, N.³; Gontscharow, S.³

Institution:

¹G2K Group GmbH; Aroser Allee 66, 13407 Berlin

²Helios Klinikum Bad Saarow, Zentrale Notaufnahme und Rettungsmedizin, Pieskower Straße 33, 15526 Bad Saarow

³Allrussisches Zentrum für Disastermedizin-Zaschita; Schtschukinskaja Straße 5, 123182 Moskau

Abstract: With the help of thermal imaging sensors and AI-based software, people with fever can be recognized contactlessly and in real time. The aim of this technology is to recognize changes in body temperature as a sign of infection, in order to treat infections early and to break the chain of infection. The infrared thermography (IRT) access system from the Berlin company G2K evaluates the thermal signatures of the arriving people using a thermal imaging camera and a black body (black body radiator), which as an IR reference radiator resembles an idealized physical body that absorbs all incident electromagnetic radiation. During the application observation period, 1,832 people were detected and measured without contact. 1,261 people (68.8%) were admitted to the emergency room. 257 patients (20.4%) showed signs of infectious disease using IRT and IR control temperature measurements, of which 12 patients (4.7%) suffered from coronavirus infections. 245 patients suffered from bacterial and / or viral diseases with an increase in body temperature > 37.3 °C. The measuring accuracy checked in the emergency room was 98.6% and therefore has a deviation of 1.4% from the infrared temperature measurement in the ear.

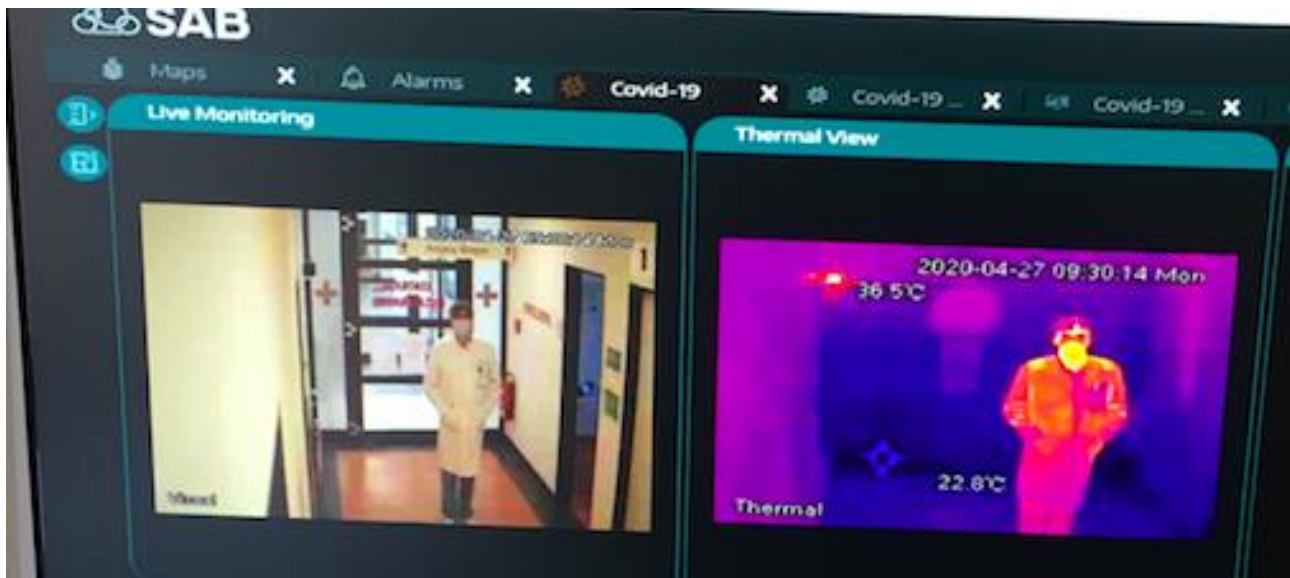
Abstrakt: Mithilfe von Wärmebild-Sensorik und KI-basierter Software können Personen mit Fieber kontaktlos und in Echtzeit erkannt werden. Ziel dieser Technologie ist es, veränderte Körpertemperaturen als Anzeichen einer Infektion zu erkennen, um somit Infektionen frühzeitig zu behandeln und Infektionsketten zu unterbrechen. Das Infrarotthermographie (IRT) Zugangssystem der Berliner Firma G2K wertet die Wärmesignaturen der ankommenden Personen mittels Wärmebildkamera und eines Blackbody (Schwarzkörperstrahler) aus, welcher als IR-Referenz-Strahler einem idealisierten physischen Körper gleicht, der alle einfallende elektromagnetische Strahlung absorbiert. Im Anwendungsbeobachtungszeitraum wurden 1.832 Personen detektiert und kontaktlos vermessen. 1.261 Personen (68,8%) wurden als Patienten der Notaufnahme aufgenommen. 257 Patienten (20,4%) zeigten mittels IRT und IR Kontrolltemperaturmessung Infektionskrankheitsanzeichen, wovon 12 Patienten (4,7%) an Coronavirusinfektionen litten. 245 Patienten litten an bakteriellen und/oder viralen Erkrankungen mit Körpertemperaturerhöhung $>37,3$ °C. Die in der Notaufnahme kontrollierte Messgenauigkeit betrug 98,6% und hat damit eine Abweichung von 1,4% zur Infrarottemperaturmessung im Ohr.

Einleitung: Die Messung der Körpertemperatur ist ein wichtiger Vitalparameter, welche in jedem Fall zur Triage von Akuterkrankungen und medizinischen Notfallsituationen gehört (1, 2, 3, 4). Temperaturveränderungen zeigen in jedem Fall eine erhöhte Priorität in der Behandlungsstrategie an (4, 5, 6). Die Körpertemperatur wird im Manchester-Triage-System (MTS) signifikant berücksichtigt. Darüber hinaus sind die ersten akutmedizinischen Evaluierungen mittels Early Warning Score (EWS) ohne die Bestimmung der Körpertemperatur nicht möglich und können somit zu schwerwiegenden medizinischen Fehleinschätzungen in der Klinik führen (7). Im Falle von Infektionskrank-

heiten ist die Temperaturmessung besonders wichtig (1-7). Eine Temperaturmessung kann technisch mit vielfältigen Methoden durchgeführt werden. Eine kontaktlose Temperaturmessung ist im Gesundheitswesen bisher nicht üblich. Mit der kontaktlosen Temperaturmessung wird der Sicherheitsabstand zur Aerosol- oder Tröpfcheninfektionsübertragung sichergestellt. Der Selbstschutz des Gesundheitspersonals ist in der Coronaviruskrise wichtiger denn je. Aufgrund der hohen Ansteckungsgefahr und der gebotenen Hygienevorschriften mit der Schutzkleidung, ist die Berufsgruppe der Gesundheitspfleger und Ärzte durch die körperliche Nähe zum Patienten einem besonders hohen Infektionsrisiko ausgesetzt. Mit der Installation des „Fever Scanner“ wurde der Eingangsbereich einer Notaufnahme ausgestattet. Die zugrundeliegende Technologie ist derzeit die einzige marktreife Möglichkeit, um über die Symptomerkennung mögliche Rückschlüsse auf eine Infektion bspw. mit Covid-19 zu ziehen. Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation zeigen im Schnitt 87,9% der Menschen, die positiv auf Covid-19 getestet werden, Fieber als eines der Symptome ihrer Infektion (8). In Deutschland vermeldet das Robert Koch-Institut eine Fieberrate von 42% unter Covid-19-Erkrankten (9).

Material und Methoden: Die Infrarot-Thermografie (IRT) ist eine schnelle, passive Methode, berührungslose und nicht-invasive Alternative zu herkömmlichen Fieberthermometern zur Überwachung der Körpertemperatur. Die IRT ermöglicht es die Körperoberflächentemperatur aus der Ferne abzubilden. Der „Fever Scanner“ macht sich diese Technologie zu Nutze, wertet hochauflösende thermografische Bilder in Echtzeit aus und prüft diese auf anormale Körpertemperaturwerte. Eine spezielle Linse der Wärmebildkamera fokussiert das von allen betrachteten Objekten ausgesandte Infrarotlicht. Das fokussierte Licht wird durch eine phasengesteuerte Anordnung von Infrarot-Detektorelementen abgetastet. Die Detektorelemente erzeugen ein sehr detailliertes Temperaturmuster, das als Thermogramm bezeichnet wird. Es dauert nur eine dreißigstel Sekunde, bis das Detektorarray die Temperaturinformationen für die Erstellung des Thermogramms erhält. Diese Information wird aus mehreren tausend Punkten im Sichtfeld des Detektorarrays gewonnen. Das von den Detektorelementen erzeugte Thermogramm wird in elektrische Impulse übersetzt. Die Impulse werden an eine Signalverarbeitungseinheit gesendet, eine Leiterplatte mit einem speziellen Chip, der die Informationen von den Elementen in Daten für die Anzeige übersetzt. Die Signalverarbeitungseinheit sendet die Informationen an die Anzeige, wo sie je nach Intensität der Infrarotemission in verschiedenen Helligkeits- (Grauwerte) oder Farbstufen (Falschfarben) erscheinen. Die Kombination aller Impulse von allen Elementen erzeugt das Gesamtbild.

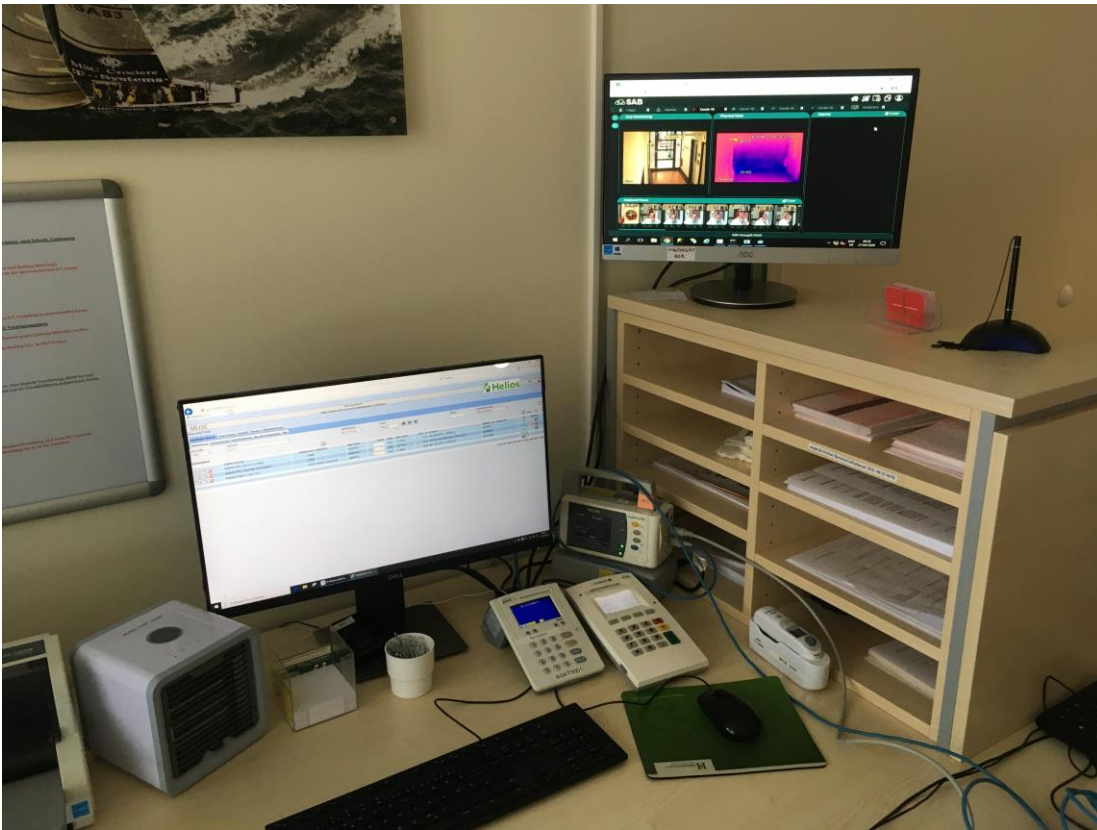
Abbildung 1: Infrarotthermographie



Der Blackbody (Schwarzkörperstrahler) ist ein IR-Referenz-Strahler, der einem idealisierten physischen Körper, der alle einfallende elektromagnetische Strahlung absorbiert, unabhängig von der Frequenz oder dem Einfallswinkel, sehr nahekommt.^{[1][5][6]} Der Blackbody wird im Sichtfeld der Wärmebildkamera platziert und dient dem Infrarotsensor als Kalibrierungsreferenz, um die Genauigkeit der erkannten Temperatur gegenüber der tatsächlichen Temperatur zu maximieren.

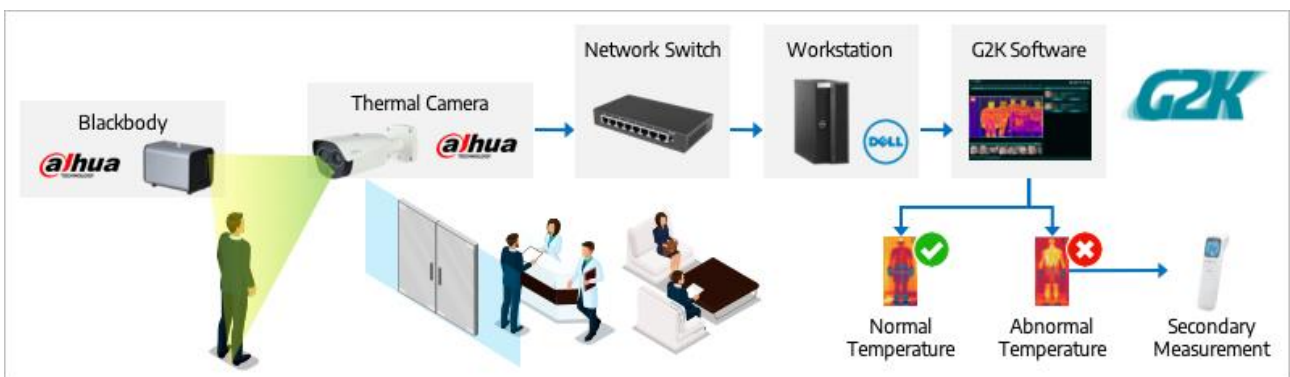
Für das Fever Scanning wurde der Zugangsweg der Notaufnahme mit einer Wärmebildkamera und einem Blackbody der Firma *Dahua Technology* ausgestattet, deren Sichtfeld von den Passanten durchquert werden muss, bevor sie den Wartebereich betreten. In der Triagierung der Notaufnahme wird das Krankenhauspersonal bei verdächtig erhöhten Körpertemperaturwerten der Passanten oder Patienten auf einem Bildschirm gewarnt. Die G2K Software läuft auf einem besonders leistungsfähigen Arbeitsplatzrechner (Workstation) der Firma *Dell*.

Abbildung 2: Arbeitsplatz Triagierung Notaufnahme



Die Notaufnahme setzt den „Fever Scanner“ ein, um alle Personen zu überprüfen, welche die Räumlichkeiten betreten. Dazu gehört neben Patienten, Besuchern und Lieferanten insbesondere auch das krankenhauseigene Gesundheitspersonal. IRT ist in der holistischen Verknüpfung von IoT Devices, Systemen, Algorithmen und weiterer Informationsquellen sowie der intelligenten Auswertung großer Datenmengen mithilfe künstlicher Intelligenz aktiv. Mit der G2K Plattform setzt IRT-G2K Maßstäbe in der Prozessautomatisierung und -optimierung.

Abbildung 3: Systemaufbau G2K Fever Scanner



Hierzu führt die Software eine Face Detection durch, um Personen zu erkennen. Anschließend ermittelt die Software den idealen Messpunkt auf der Stirn, zwischen Augenbrauen und dem Haaranatz. Der Temperaturwert der dort abgestrahlten Energie wird von der Software extrahiert und mit dem Ideal-Temperaturbereich abgeglichen. Unter Face Detection versteht das System die Erkennung der Anwesenheit eines menschlichen Gesichts. Hierbei findet keine Identifikation statt (ergo

keine Face Recognition). Diese Technik wird genutzt, um zu verstehen, welche Objekte in einem Bildbereich menschlich sind, und an welcher Stelle der Temperaturwert genommen werden muss. Insofern der ermittelte Temperaturwert über dem festgelegten Grenzwert liegt, alarmiert das System den Anwender über die Feststellung einer erhöhten Temperatur. Der Alarm beinhaltet die folgenden Informationen.

Alarmierungsinhalte:

- Festgestellte Temperatur
- Bild des zugehörigen Gesichts
- Zeitstempel
- Datumsstempel
- Standort der Kamera

Ergebnisse: Während einer kontrollierten Anwendung wurden 1.832 Personen mittels der kontaktlosen Wärmesignatur erfasst. In 257 von 1.261 Fällen (20,4%) wurde ein Fieberverdachtsfall festgestellt, von denen 245 Patienten in einer Sekundärmessung mit einem Fieberthermometer bestätigt wurden. 95,3% der Kontakte davon stellten sich als signifikante Infektionskrankheiten und 12 Fälle später als Corona-Fälle heraus. Bei den ermittelten Temperaturwerten zeigte das System eine durchschnittliche Abweichung von nur 1,4% im Vergleich zur Sekundärkontrolle mit dem Fieberthermometer. Die Tabelle zeigt die randomisierten Vergleichstemperaturmessungen auf.

Tabelle 1: Vergleichsmessungen

No.	Fever Scanner	Manuelle Messung	Abweichung	Prozentual
1	37,1	37,0	0,1	0,3%
2	36,8	36,9	0,1	0,3%
3	36,8	37,0	0,2	0,5%
4	36,5	37,2	0,7	1,9%
5	36,4	36,7	0,3	0,8%
6	36,8	36,2	0,6	1,7%
7	36,1	36,6	0,5	1,4%
8	36,8	36,9	0,1	0,4%
9	36,3	36,4	0,1	0,3%
10	37,6	37,2	0,4	1,1%
11	36,8	37,1	0,3	0,8%
12	37,0	37,3	0,3	0,8%
13	37,6	37,4	0,2	0,5%
14	37,6	37,2	0,4	1,1%
15	33,5	36,8	3,3	9,0%
16	36,8	37,3	0,5	1,3%
17	39,2	39,5	0,3	0,8%
18	37,1	37,8	0,7	1,9%

Die Sensitivität des IRT-G2K Fever Scanners zur schnellen Erkennung einer Körpertemperaturerhöhung in unserer Notaufnahme war sehr überzeugend, da 98,6% aller vom System gemeldeten Personen im Nachhinein eine vergleichbare Temperatur mittels Infrarotrohrthermometer hatten. Unter Ausschluss des Ausreißers in Zeile 15 steigt die Sensitivität sogar auf 99,1%. So konnte das Personal frühzeitiger vorbeugende Isolationsmaßnahmen ergreifen, bevor die potenziell infizierte Person mit weiterem Personal oder anderen Patienten in Kontakt kommt. Die Bestätigung des Verdachtsfalls durch eine zweite Kontrolle kann ebenso wie die Behandlung in einem separaten Infektionsbereich erfolgen, so dass die Ansteckung weiterer Personen vermieden wird.

Darüber hinaus ermöglicht G2K die Vernetzung einzelner Kliniken auf eine zentrale webbasierte Plattform, um eine effiziente Kollaboration und holistische Analysen zu ermöglichen.

Das System ist fachanwaltlich geprüft und datenschutzkonform aufgesetzt. Die IRT-G2K-Gruppe hat weder Zugang zu den gesammelten Daten noch Einblick in diese. Die Datenhoheit liegt beim Anwender.

Der „Fever Scanner“ steht neben dem Einsatz im medizinischen Bereich auch für andere neuralgische Orte, wie Flughäfen, Produktionsstätten oder Supermärkten, zur Verfügung. Das Produkt ist Teil der „COVID Control Suite“, die IRT-G2K speziell für die Eindämmung des neuartigen Coronavirus bereitstellt. Sie besteht außerdem aus der „First Contact App“, welche die geführte und digitalisierte Registrierung von Verdachtsfällen, inklusive der Symptomerfassung und allen relevanten Informationen zum Contact Tracing, ermöglicht. Darüber hinaus bietet G2K mit dem „Health Data & Decision Center“ eine digitale Schaltzentrale für Länder und Ministerien, um die Ausbreitung und Entwicklung der Infektionen in Echtzeit zu verfolgen.

Zusammenfassung: Durch die schnelle und berührungslose Messung der Körpertemperatur ist dieses System mit dem implementierten Verfahren der IRT auch im hektischen Klinikalltag praktikabel und wertvoll, um das Potential der septischen Infektionen zu detektieren und das Risiko für Neuinfektionen zu reduzieren. Wie wir in der jüngsten Vergangenheit erfahren haben, kann die Infektion eines medizinischen Mitarbeiters bereits verheerende Folgen für den Klinikbetrieb haben. Diesen Logarithmus versuchen wir mit dem „Fever Scanner“ zu verhindern, um unsere Mitarbeiter zu schützen und erhebliche Defizite in der Behandlungsverfügbarkeit und -kapazität zu vermeiden. Die angegebene Messgenauigkeit von $\pm 0,3$ °C (mit Schwarzkörperstrahler) erfüllte sich bei der Mehrheit aller randomisierten Kontrollmessungen. Die mögliche Entfernung der zu messenden Person mit bis zu 3 Metern wurde voll umgesetzt. In 257 von 1.261 Fällen (20,4%) wurde ein Fieberverdachtsfall festgestellt, von denen 245 Patienten in einer Sekundärmessung mit einem Fieberthermometer bestätigt wurden. 95,3% der Kontakte davon stellten sich als signifikante Infektionskrankheiten und 12 Fälle später als Corona-Fälle heraus.

Literatur:

- (1) Panknin, H., Trautmann, M. Erkrankungsschwere rasch abschätzen. *ProCare* 25, 14–16 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00735-020-1167-7>
- (2) Fuchs, A., Pletz, M.W. & Kaasch, A.J. Sepsis-Diagnostik und empirische Therapie in der Notaufnahme. *Notfall Rettungsmed* 22, 198–204 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10049-018-0472-1>
- (3) Zhang J, Zhou L, Yang Y et al (2020) Therapeutic and triage strategies for 2019 novel coronavirus disease in fever clinics. *Lancet Respir Med* 8(3):11–e12
- (4) Hansen HC. (2019) Von der Erstversorgung zur Diagnosefindung und kausalen Therapie: Prinzipien. In: Hansen HC., Dohmen C., Els T., Haupt W., Wertheimer D., Erbguth F. (eds) Notfälle mit Bewusstseinsstörungen und Koma. Springer, Berlin, Heidelberg
- (5) Cajöri, G., Lindner, M. & Christ, M. Früherkennung von Sepsis – die Perspektive Rettungsdienst. *Notfall Rettungsmed* 22, 189–197 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10049-018-0468-x>
- (6) Dodt C. Sepsis in der Notaufnahme. *Notaufnahme up2date* 2019; 1(01): 83-95 DOI: 10.1055/a-0926-1000
- (7) Royal College of Physicians (2012): National Early Warning Score (NEWS). Standardising the assessment of acute illness severity in the NHS. London, RCP
- (8) World Health Organization (2020): Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>
- (9) Robert Koch-Institut (2020): SARS-CoV-2 Steckbrief zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19) Stand: 30.4.2020. https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html