

Gebäudethermografie in der Antarktis

VarioCAM® HD head 800

Die Gebäudethermografie ist eine beliebte und bekannte Anwendung für Wärmebildkameras. Heutzutage werden die damit verbundenen Dienstleistungen oft mit einfachen "Pistolenkameras" und von Baumärkten organisierten Niedrigpreis-Dienstleistern erbracht. Wenn es jedoch um Präzisionsthermografie geht, bedarf es definitiv hochklassiger Ausrüstung und professioneller Anwender!

**U.S. Army Corps of Engineers
Cold Regions Research & Engineering
Laboratory (CRREL)**

www.erdc.usace.army.mil/Locations/CRREL/
Adam LeWinter

Thermografiesystem
VarioCAM® HD head 800



Das Cold Regions Research and Engineering Laboratory (CRREL) der US-Armee ist eine Forschungseinrichtung, die sowohl wissenschaftliche als auch technische Unterstützung für Organisationen der US-Regierung und des Militärs bietet. Darüber hinaus wird auch technische Unterstützung für nichtstaatliche Kunden geleistet. CRREL löst interdisziplinäre Probleme, indem es Wissenschaft und Technologie in komplexen Umgebungen sowie Materialien und Prozesse, vor allem in den kalten Regionen der Erde, vorantreibt. Dies gilt auch für zivile, nicht-militärische Anwendungen; außerdem sind Umweltveränderungen und die Auswirkungen des Klimawandels ein wichtiger Bestandteil der entsprechenden Studien.

Gebäude unter Stress

Das U.S. Antarctic Program ist ein Forschungsprogramm, welches derzeit drei ständige Stationen auf dem antarktischen Kontinent betreibt:

- die McMurdo Station
- die Amundsen-Scott South Pole Station
- die Palmer Station

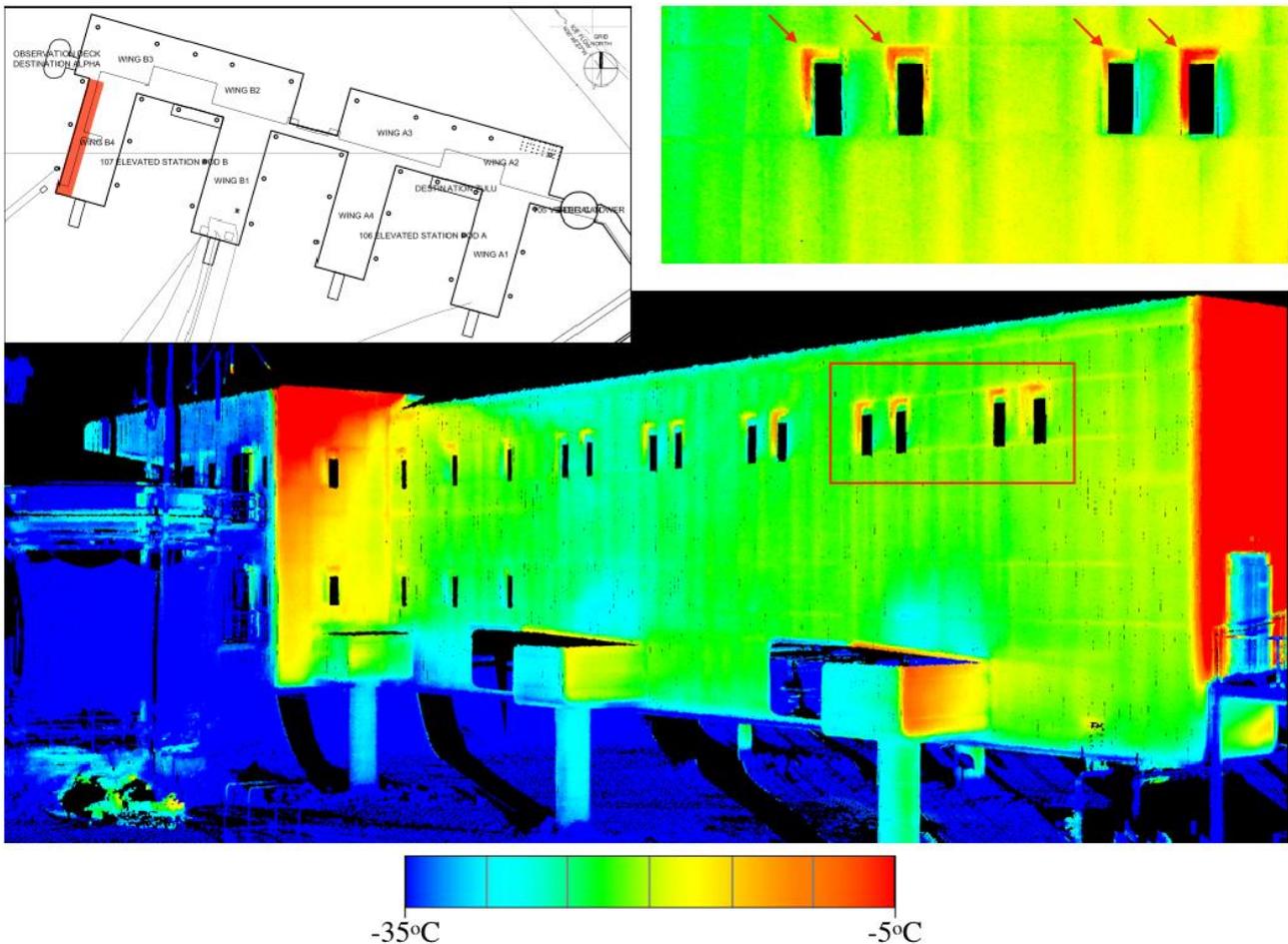
Sie alle befinden sich zweifellos in einer der anspruchsvollsten Klimazonen der Erde: Extrem niedrige Temperaturen, Starkwinde und heftige Schneefälle setzen den dort errichteten Strukturen ständig zu. Ihr Betrieb erfordert ein fundiertes Verständnis der entsprechenden Gebäudetechnik. Ebenso wichtig ist es, die Betriebskosten auf einem akzeptablen Niveau zu halten. Dabei spielt ein energieeffizientes Design der Gebäude eine große Rolle, was wiederum unter Zuhilfenahme der Thermografie erreicht werden kann.

Erste Thermografiedaten wurden im Rahmen eines Programms der National Science Foundation an der Palmer Station gesammelt. Anschließend wurde der Fokus auf die Amundsen-Scott-Südpolstation gelegt.

Gebäudethermografie in der Antarktis

VarioCAM® HD head 800

Dort ist nicht nur das Klima extremer; aufgrund der darunter liegenden, sich bewegenden Eisdecke wird die Gebäudestruktur durch diese mechanische Belastung stark beansprucht. Um eine Verbindung zwischen Thermografiedaten und mechanischen Veränderungen herzustellen, kombinierte CRREL seine VarioCAM® HD head 800 mit einem RIEGL Laser Lidar System. Das Endziel dieses Projektes war die Erstellung einer thermischen Infrarot-Punktwolke, die in einem vollständigen 3D-Modell der überwachten Gebäudehülle resultiert.



Ein 3D-Modell des Westflügels der Südpolstation. Das zweite Stockwerk zeigt Anzeichen für erhebliche Temperaturunterschiede. Die Innentemperaturen dieses Abschnitts schwankten während der LIDAR-/Thermografie-Untersuchung zwischen 18 °C und 20 °C. Es ist also möglich, dass durch diese Fenster Wärme verloren geht. Oben links: Auf der Karte der Hochstation rot hervorgehobener Schwerpunktbereich, auf den sich die thermografischen Untersuchungen von Adam LeWinter und seinen Kollegen konzentrieren. Unten: Stationsflügel auf einer Skala von (-35 ... -5) °C. Der rote Rahmen kennzeichnet Fenster mit hohen thermischen Gradienten über und entlang der Seiten der Rahmen. Oben rechts: Detailaufnahme der betroffenen Fenster. Die flächigen rot angezeigten Erwärmungen sind durch direkte Sonneneinstrahlung entstanden und nicht Gegenstand der Untersuchungen.

Die Amundsen-Scott Elevated Station steht auf Stützsäulen, welche individuelle Anpassungen in der Größenordnung von bis zu 7 cm von einem durchschnittlichen Niveau erlauben. Da die Station auf einer sich langsam bewegenden Eisschicht steht, muss sie regelmäßig nachjustiert werden, um ihre Struktur

Gebäudethermografie in der Antarktis

VarioCAM® HD head 800

sicher und stabil zu halten. Der sich ansammelnde Schnee verstärkt dieses dynamische Bodenverhalten und die Belastung, der das Gebäude ausgesetzt ist.

Wärmebildkamera trifft auf Lidar-System



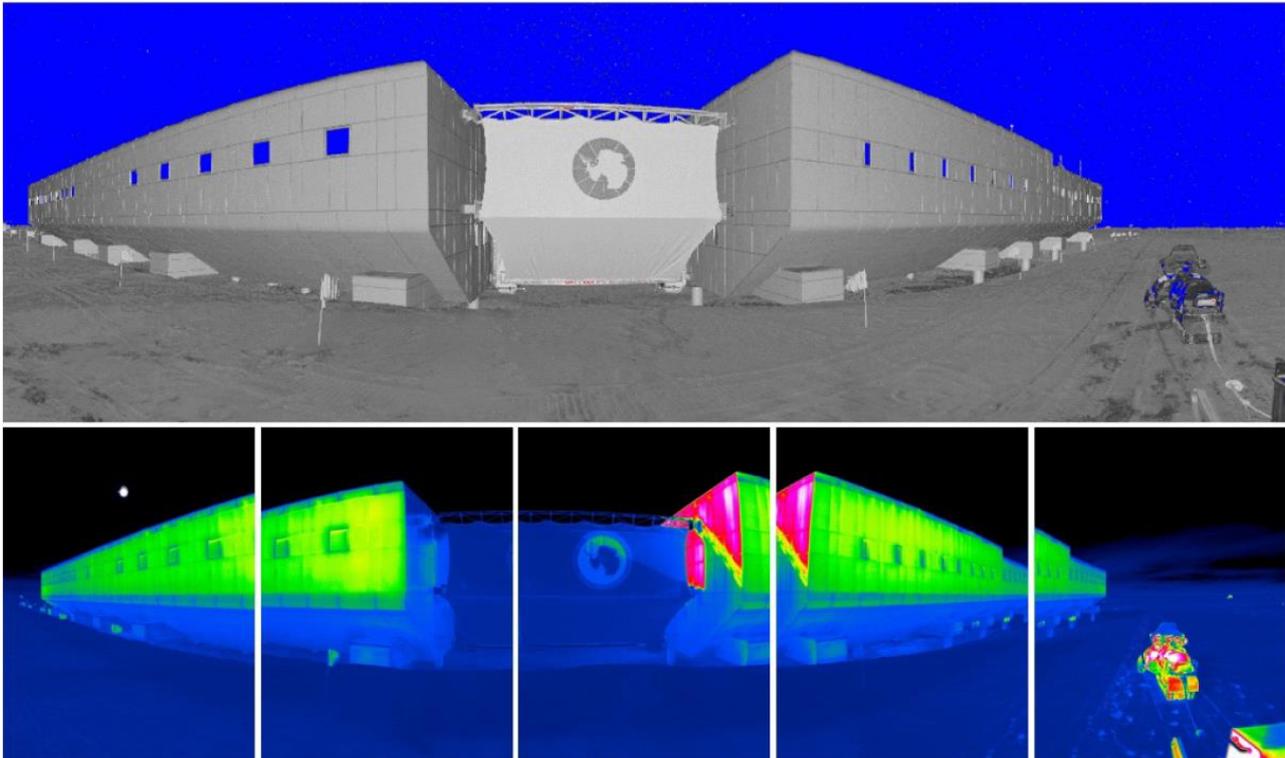
Um hochauflösende Positionsdaten und thermografische Messungen zu kombinieren, ist ein leistungsfähiges Instrumentarium erforderlich. Die Wahl fiel hier auf eine VarioCAM® HD 880 aufgrund ihrer robusten Bauweise und thermografischen Leistungsfähigkeit. Das eingesetzte Lidar-System ist ein RIEGL VZ-1000 Laserscanner. Die beiden Geräte wurden auf einer gemeinsamen X-Y-Plattform platziert. Beide können bis zu einer Temperatur von -20 °C betrieben werden, doch die Amundsen-Scott-Studie erforderte ein zusätzliches Schutzgehäuse, da die Lufttemperaturen während des Messzeitraums bis auf -30 °C sanken.

VarioCAM® HD 880 montiert auf dem RIEGL LIDAR.

Die eigentliche Datenerfassung wurde über individuelle Softwaretools realisiert: kameraseitig mit IRBIS® 3 professional und ihrer Exportfunktion für Messdaten, von Seiten des Laserscanners mit RIEGL RiScan. Die VarioCAM® High Definition erwies sich dabei als die richtige Wahl für ein in polarem Klima eingesetztes Thermografiesystem. Das Metallgehäuse mit Schutzgrad IP54 und Innenfokussierung sowie die Push-Pull-Stecker ermöglichten nahtlose Thermografie-Aufnahmen auch bei -30 °C. Die thermische Genauigkeit war genauso gut wie erwartet und das Datenhandling über die IRBIS®-Software war einfach zu bewerkstelligen.

Gebäudethermografie in der Antarktis

VarioCAM® HD head 800



Datenbeispiel von einer Scanposition vor der Südpol Station. Oben: 2D-Ansicht der LIDAR-Daten, eingefärbt nach dem Reflexionsgrad der Oberfläche. Stärker reflektierende Oberflächen streuen stärkere Laserreflexionen zurück. Unten: Mit der VarioCAM HD aufgenommener Thermographie-Datensatz, eingefärbt nach einer (-45 ... -5) °C Farbskala. Es wird eine Überlappung von 40 % zwischen den nachfolgenden Bildern gezeigt.

Insgesamt bieten die Konstruktion und der Aufbau der Elevated Station eine dichte thermische Hülle, wobei das LIDAR-/Thermografiesystem kaum nennenswerte Wärmeverluste feststellte. Adam LeWinter und seine Kollegen stellten kleinere Probleme bei der SIP-Passform und Schwankungen in der Leistung der Fenster der Station fest. Weiterhin identifizierten sie Wärmebrücken, über welche die Wärme durch den Gebäuderahmen hindurch nach außen gelangte. Künftige Entwurfs- und Konstruktionstechniken können dies vermeiden, indem sie eine überlappende Isolierung zwischen der Außenwand und dem Innenrahmen sicherstellen. Die Eingangstüren wiesen nur geringe bis keine Wärmeverluste auf, was die Nutzung von Kühlraumtüren bestätigt.

Gebäudethermografie in der Antarktis

VarioCAM® HD head 800



Das LIDAR-/Thermografiesystem im Einsatz an der Südpolstation. Der thermische Mantel um die beiden Sensoren auf dem Stativ wurde speziell für diese Untersuchung entwickelt, um die Mindestbetriebs-temperaturen für beide Sensoren zu gewährleisten. Ein Generator, der in dem Gehäuse auf dem Schneemobilschlitten untergebracht ist, versorgt sowohl das System als auch den Wärmemantel mit Strom.

Literatur und Bilder

Deeb, E.J. and A. LeWinter, 2018: Building Envelope Assessment Using Thermal Infrared and Lidar Scanning: Palmer Station, Antarctica. ERDC/CRREL TR-18-9, Hanover, NH: U.S. Army Engineer Research and Development Center.

LeWinter, A. and D.C. Finnegan, E.J. Deeb, P.J. Gadowski: Building Envelope and Infrastructure Assessment Using an Integrated Thermal Imaging and Lidar Scanning System, Amundsen-Scott South Pole Station, Antarctica. ERDC/CRREL TR-18-10, Hanover, NH: U.S. Army Engineer Research and Development Center

Technical Report (Engineer Research and Development Center (U.S.))

<https://erdclibrary.erdcdren.mil/jspui/handle/11681/27385>

RIEGL Laser Measurement Systems GmbH

<http://www.riegl.com/nc/products/mobile-scanning/>

Bilder: ©Cold Regions Research and Engineering Laboratory (CRREL), Adam LeWinter