

Visualisierung von 3D-Objekten mit automatischer Lokalisierung von Wärmebrücken in der Gebäudeaußenhülle

Vortrag von Klaus Schlender



FSP IFE Mitwirkende:
Prof. Dr. -Ing. Grit Behrens,
Ing. Klaus Schlender,
Ing. Oleg Abele,
Florian Fehring,
Alexander Rüter



FH Bielefeld
University of
Applied Sciences



Inhalt

- Thermokopter
- Wärmebrückenerkennung
- Rekonstruktion von 2D-Bildern zum 3D-Objekt und Visualisierung mittels Webanwendung
- IFE-Symposium am Campus



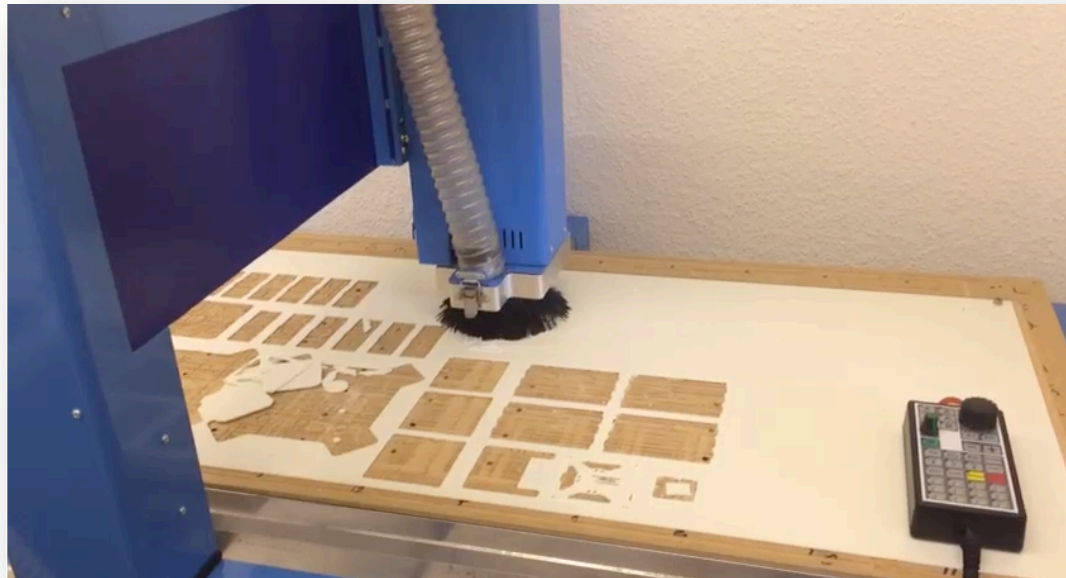
Inhalt

- Thermokopter
- Wärmebrückenerkennung
- Rekonstruktion von 2D-Bildern zum 3D-Objekt und Visualisierung mittels Webanwendung
- IFE-Symposium am Campus



Thermokopter

- Rahmen der RFT Rüter Fernwirktechnik
 - Serie Incubus, GFK Hauptrahmen
 - präzisionsgeschliffene CFK Ausleger
- COTS-Komponenten verbaut
- Flight Control NAVIO2



Inhalt

- Thermokopter
- Wärmebrückenerkennung
- Rekonstruktion von 2D-Bildern zum 3D-Objekt und Visualisierung mittels Webanwendung
- IFE-Symposium am Campus



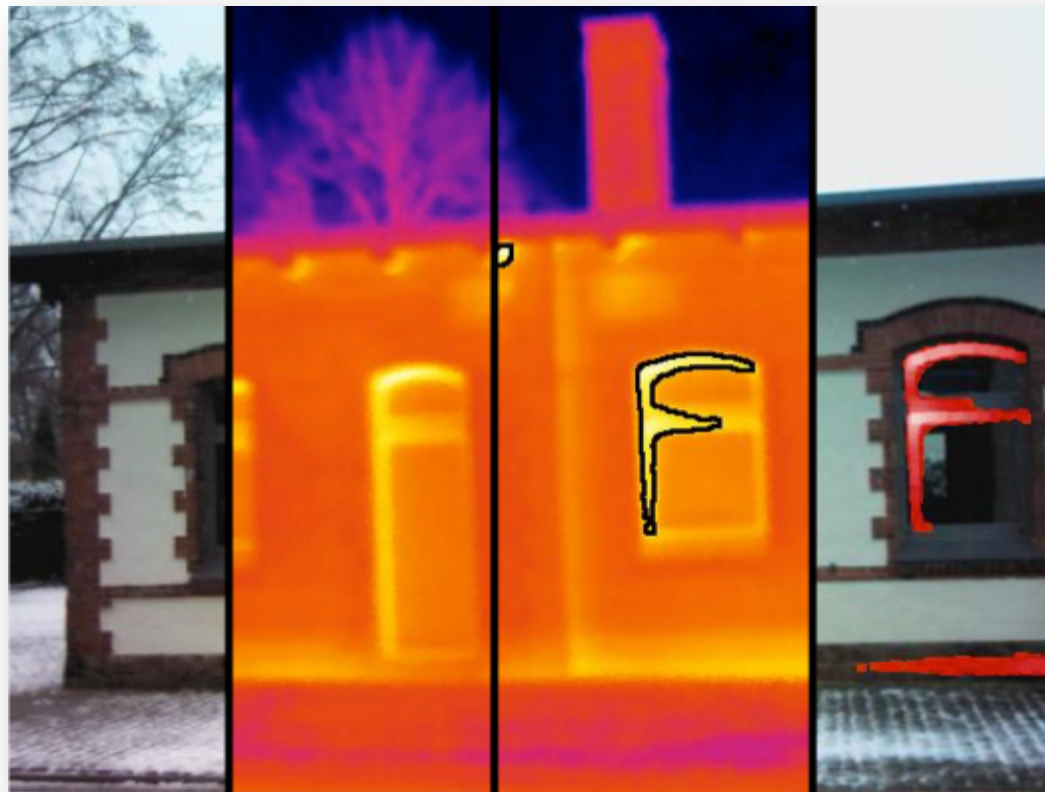


Wärmebrückenerkennung

- Motivation für Wärmebrückenerkennung
 - Schleichender Energieverlust durch Wärmebrücken
 - Schädigung der Bausubstanz und Schimmelbildung
 - Ohne spezielle Ausrüstung nur schwer zu finden
 - Hausbewohner von einer Sanierung nicht leicht zu überzeugen

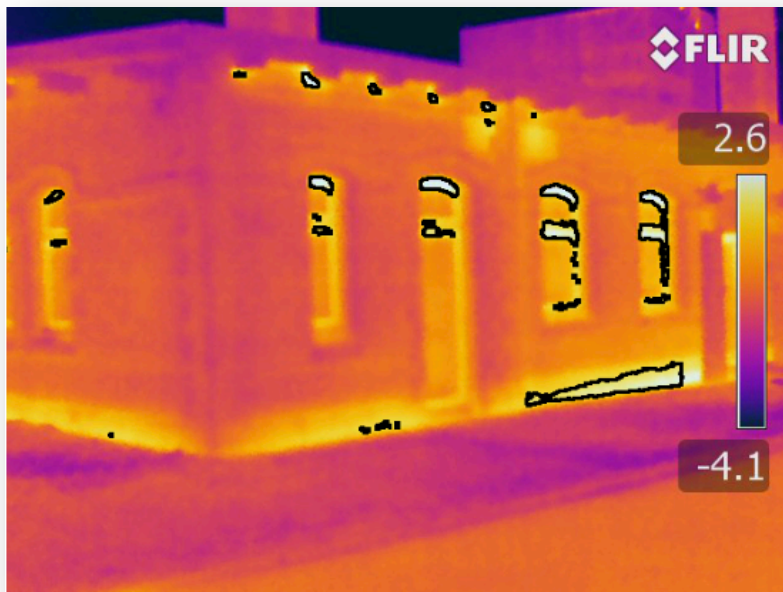
Wärmebrückenerkennung

- Ergebnis mit Wärmebrückenkennzeichnung
 - Normal-, Thermo-, Wärmebrücken-, Hybridaufnahmen



Wärmebrückenerkennung

- Analyse von Thermobildern
 - zur automatischen Lokalisierung von Wärmebrücken
 - in Gebäudeaußenhüllen

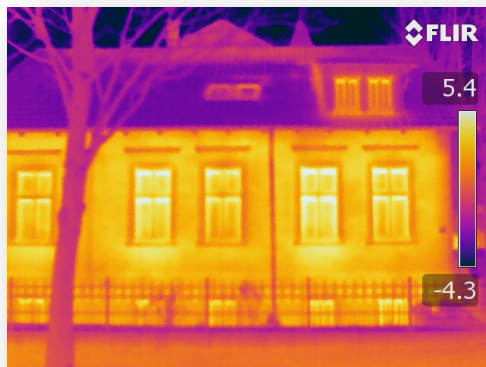


Wärmebrückenerkennung

- Lokalisierung von Wärmebrücken
 - Farben werden nicht benötigt
Helle Pixel sind Warm und Dunkle Pixel sind Kalt
 - Für Wärmebrücken-Lokalisierung gesucht:
Hellste Pixel + Toleranzbereich

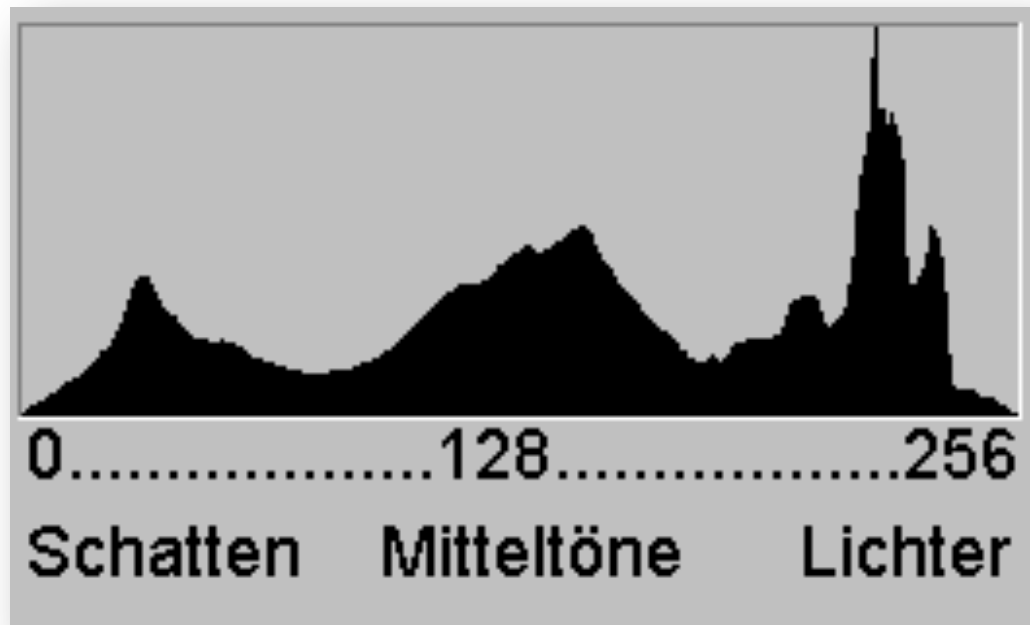
Bekannt

Gesucht

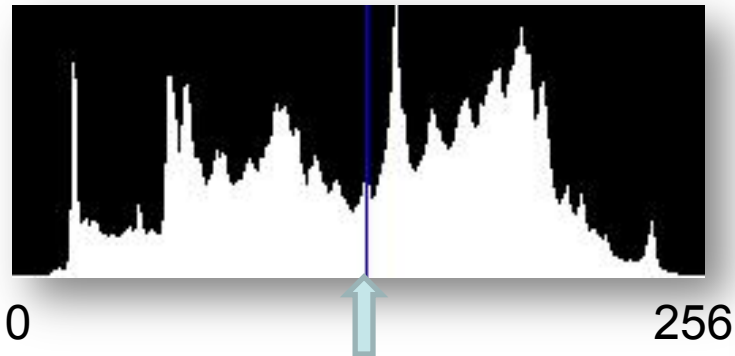


Wärmebrückenerkennung

- Histogramm
 - Stellt die statistische Häufigkeit von Grauwerten im Bild dar
 - Helligkeitswerte werden auf einer Achse visualisiert

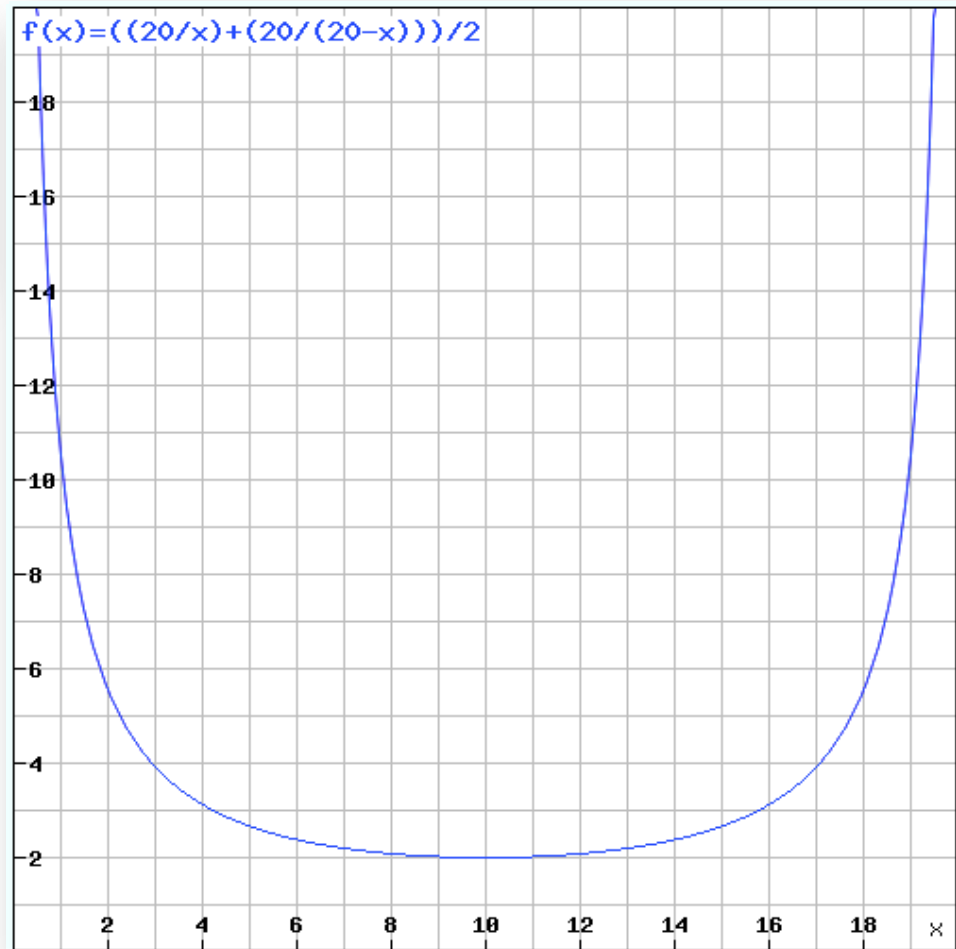


Wärmebrückenerkennung



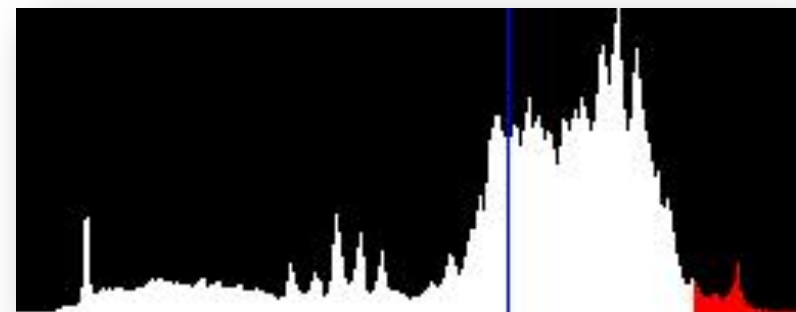
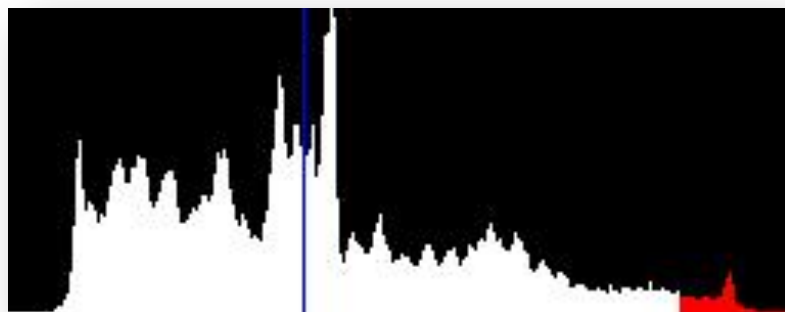
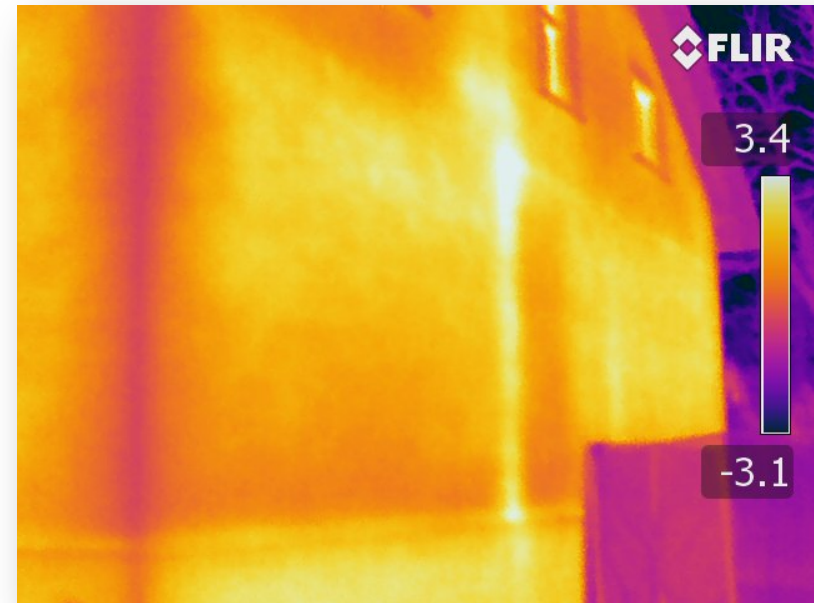
$$X/D + X/X - D / 2$$

$$X/100 * X/D + X/X - D / 2$$

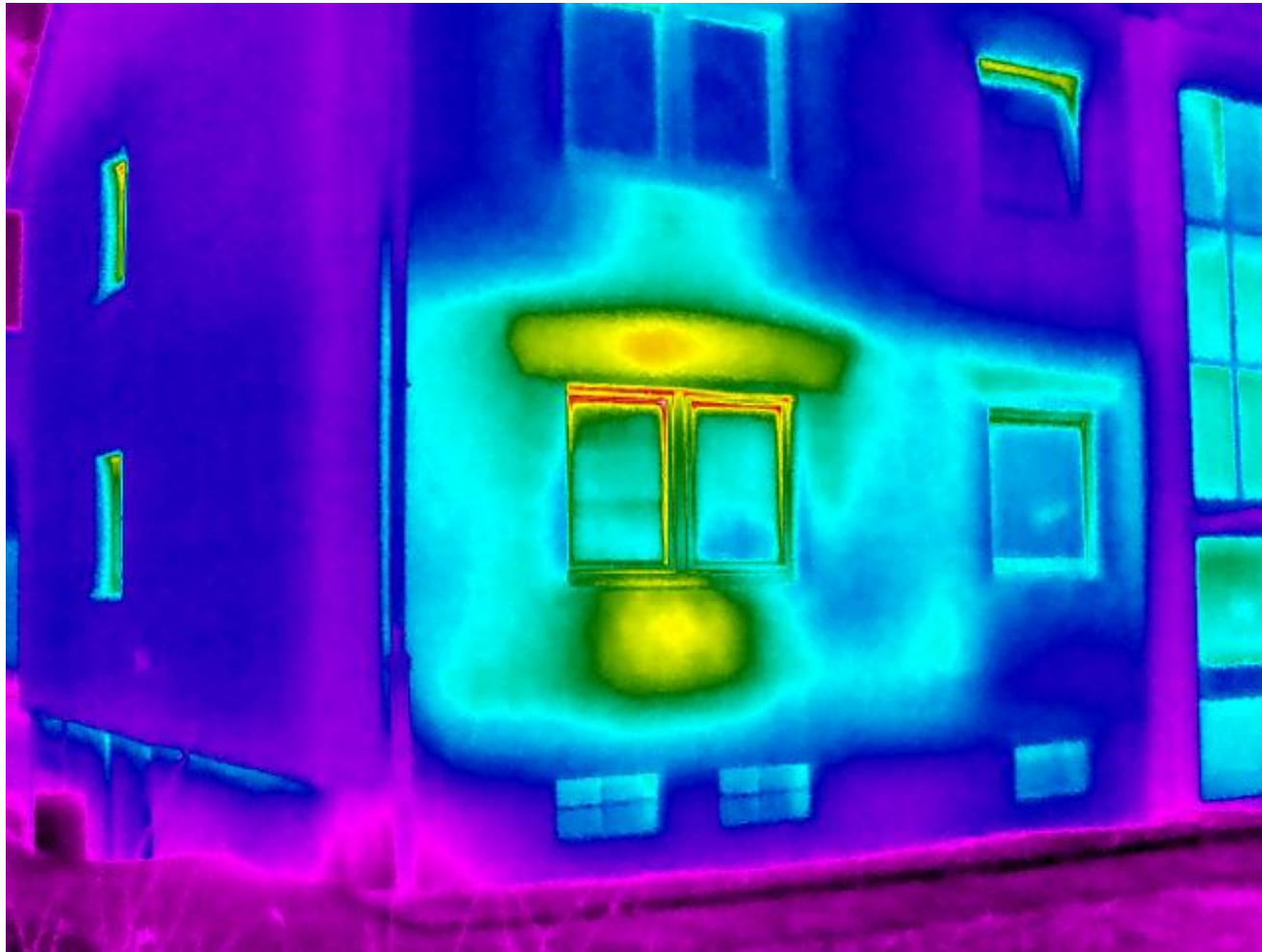


Quelle: <https://rechneronline.de/funktionsgraphen/>

Wärmebrückenerkennung



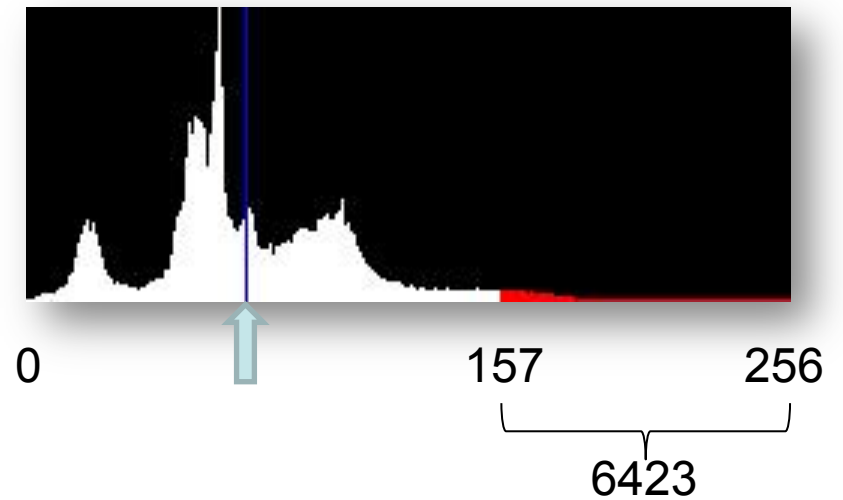
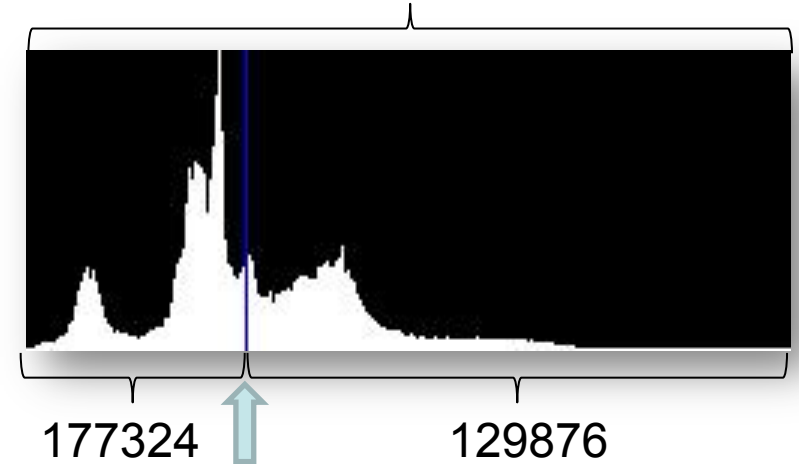
Wärmebrückenerkennung - Lokalisierung



Wärmebrückenerkennung - Lokalisierung

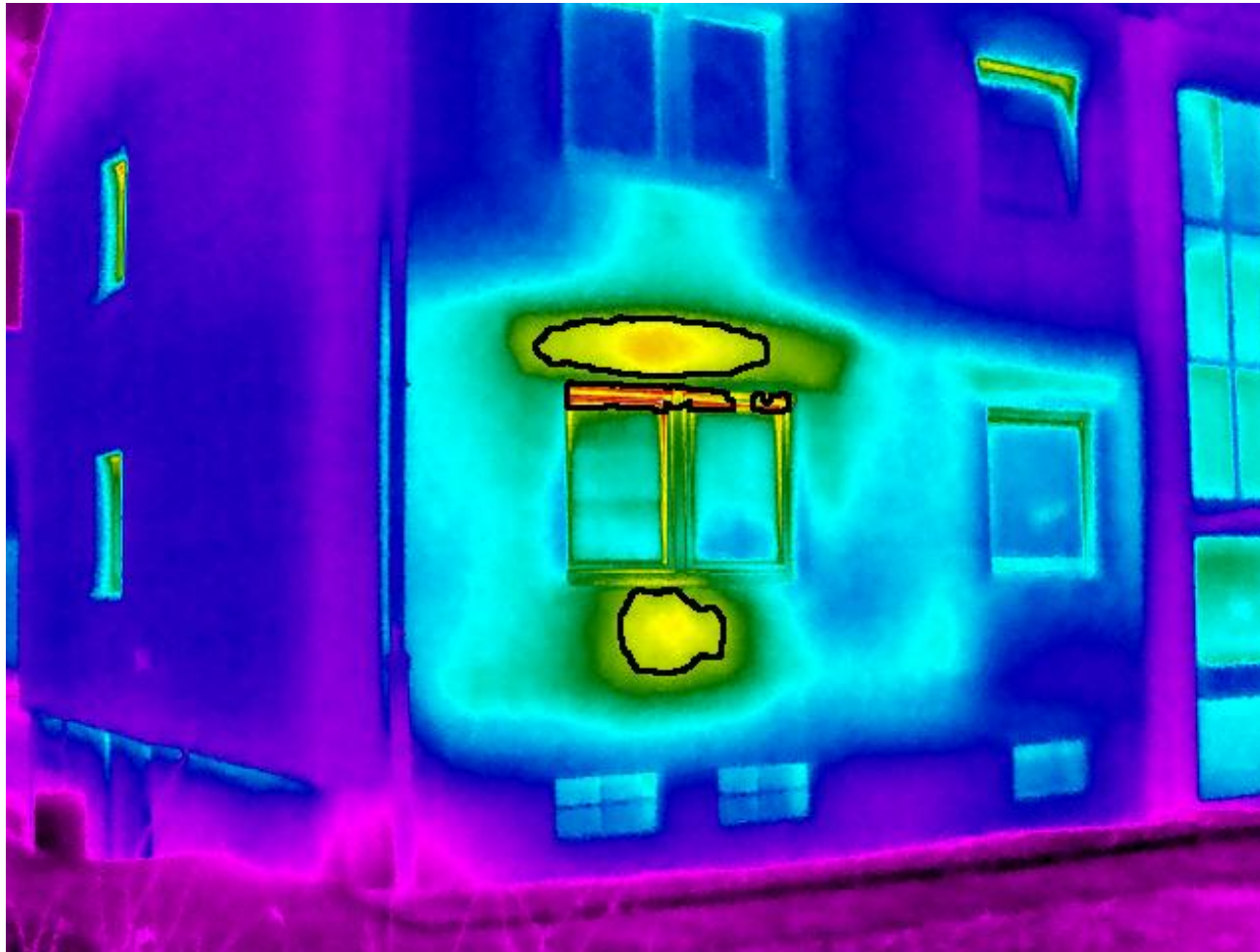


Wärmebrückenerkennung - Lokalisierung 307200



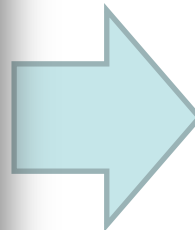
$$\frac{307200}{100} * \frac{307200}{177324} + \frac{307200}{129876} / 2 = 6294,15$$

Wärmebrückenerkennung - Lokalisierung



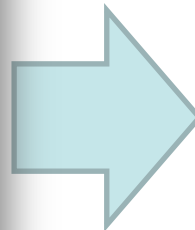
Wärmebrückenerkennung - Algorithmus

- Als Ausgangsbasis dient das Graubild der Thermografie-Aufnahme
- Mit Hilfe des Histogramms des Graubildes wird der Schwellenwert berechnet



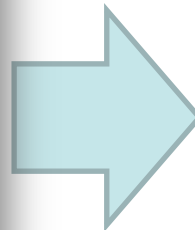
Wärmebrückenerkennung - Algorithmus

- Anschließend können anhand des Schwellenwertes die Wärmebrücken isoliert werden



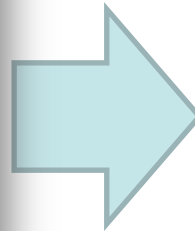
Wärmebrückenerkennung - Algorithmus

- Im nächsten Schritt werden die Wärmebrückenbereiche bereinigt
- Hierbei verschwinden zu kleine irrelevante Wärmebrücken



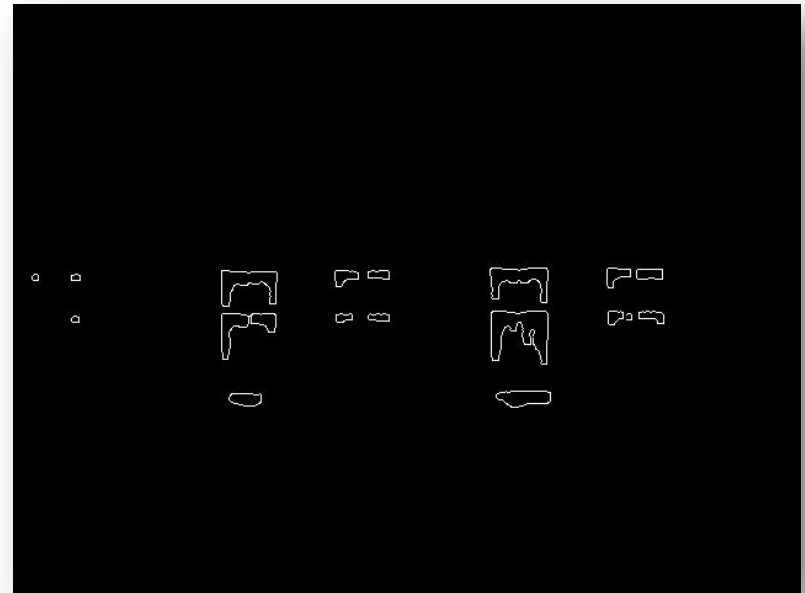
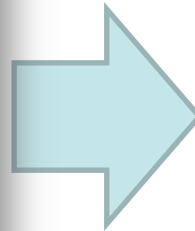
Wärmebrückenerkennung - Algorithmus

- Bei der Bereinigung leiden auch die relevanten großen Wärmebrücken
- Diese werden wieder hergestellt



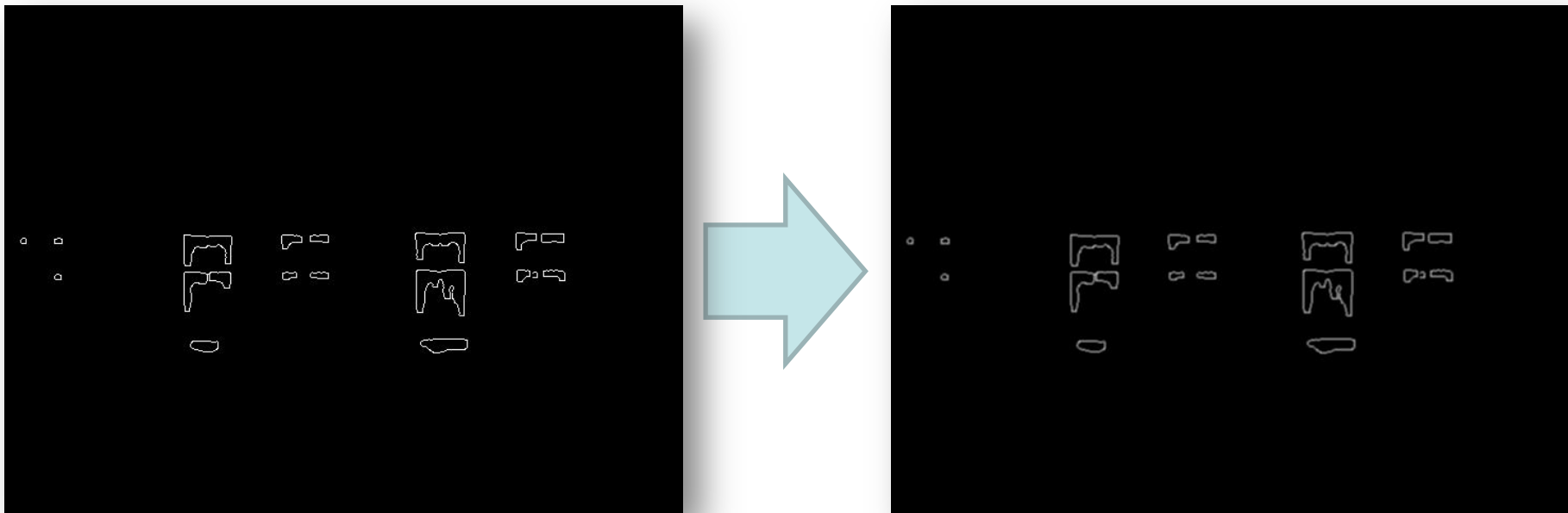
Wärmebrückenerkennung - Algorithmus

- Mit Hilfe der Canny-Edge-Detection werden die Umrisse isoliert



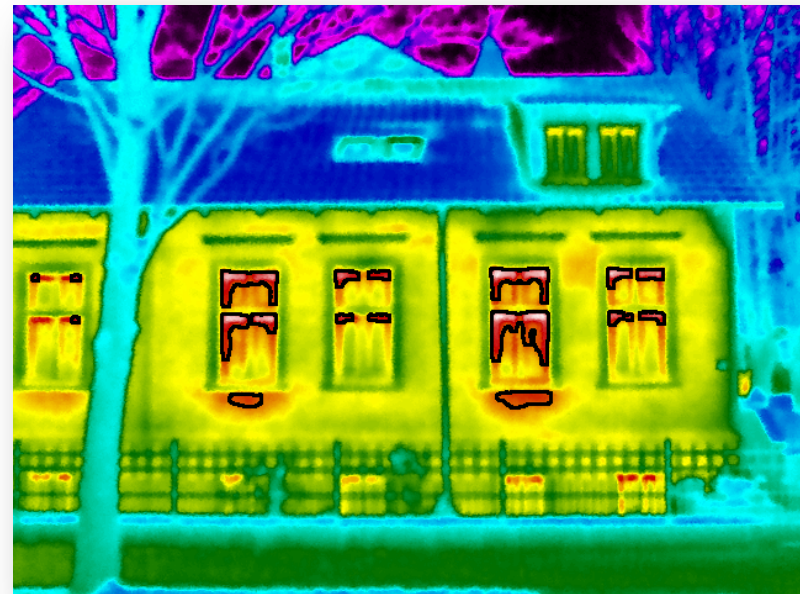
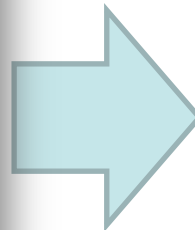
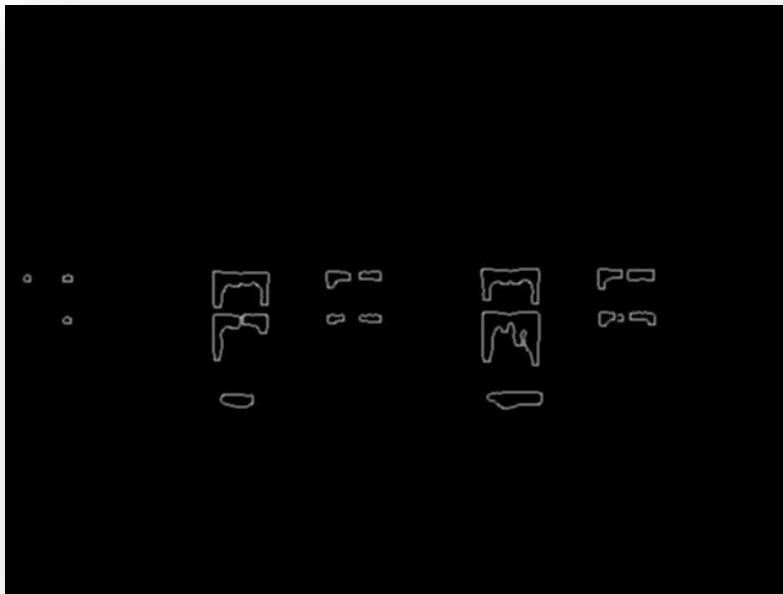
Wärmebrückenerkennung - Algorithmus

- Weil die Umrisse in der Urform nur einen Pixel breit sind werden sie mit dem Gaussian-Blur erweitert



Wärmebrückenerkennung - Algorithmus

- Abschließend werden die Umrisse auf der Thermografie-Aufnahme eingezeichnet
- Die Wärmebrücken sind nun eindeutig gekennzeichnet



Inhalt

- Thermokopter
- Wärmebrückenerkennung
- Rekonstruktion von 2D-Bildern zum 3D-Objekt und Visualisierung mittels Webanwendung
- IFE-Symposium am Campus



Rekonstruktion und Visualisierung im Web

- Thermodronenbasierte Rekonstruktion und Visualisierung
 - von 3D-Objekten
 - anhand Thermografie-, Wärmebrücken und Tageslichtaufnahmen





Rekonstruktion und Visualisierung im Web

- I. Video und Bildmaterial erstellen
- II. Erstellung von 3D-Mesh-Daten aus Thermografie- und Tageslichtaufnahmen inkl. Generierter Wärmebrückenbilder
- III. Visualisierung von 3D-Modellen auf einer Weboberfläche



Video und Bildmaterial erstellen

- Thermokopter entwickelt im IFE-Forschungsprojekt
 - Raspberry Pi, Flugsteuerung, Gimbalsteuerung eingerichtet
 - Integration im Gesamtsystem
 - Normalbildkamera
 - Thermokamera (Flir Vue Pro R)
 - Automatisierte Prozesse mit Parallelbildgewinnung
 - Kommunikationswege u.a. mit der Bodenstation
- Ausflüge mit dem Thermokopter
 - Erzeugen von Bildmaterial bzgl. Thermo- und Tageslichtaufnahmen
- Bildmaterial wird im weiteren Schritt verarbeitet

Video und Bildmaterial erstellen



DC_0354



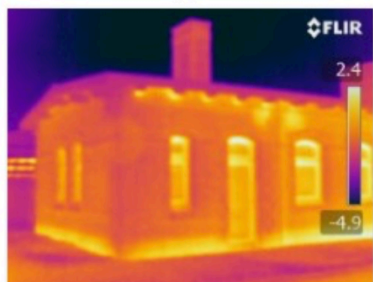
DC_0356



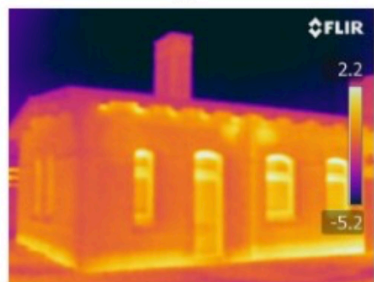
DC_0358



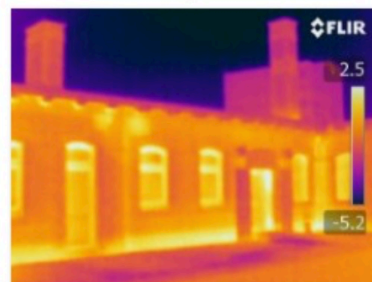
DC_0360



IR_0353



IR_0355

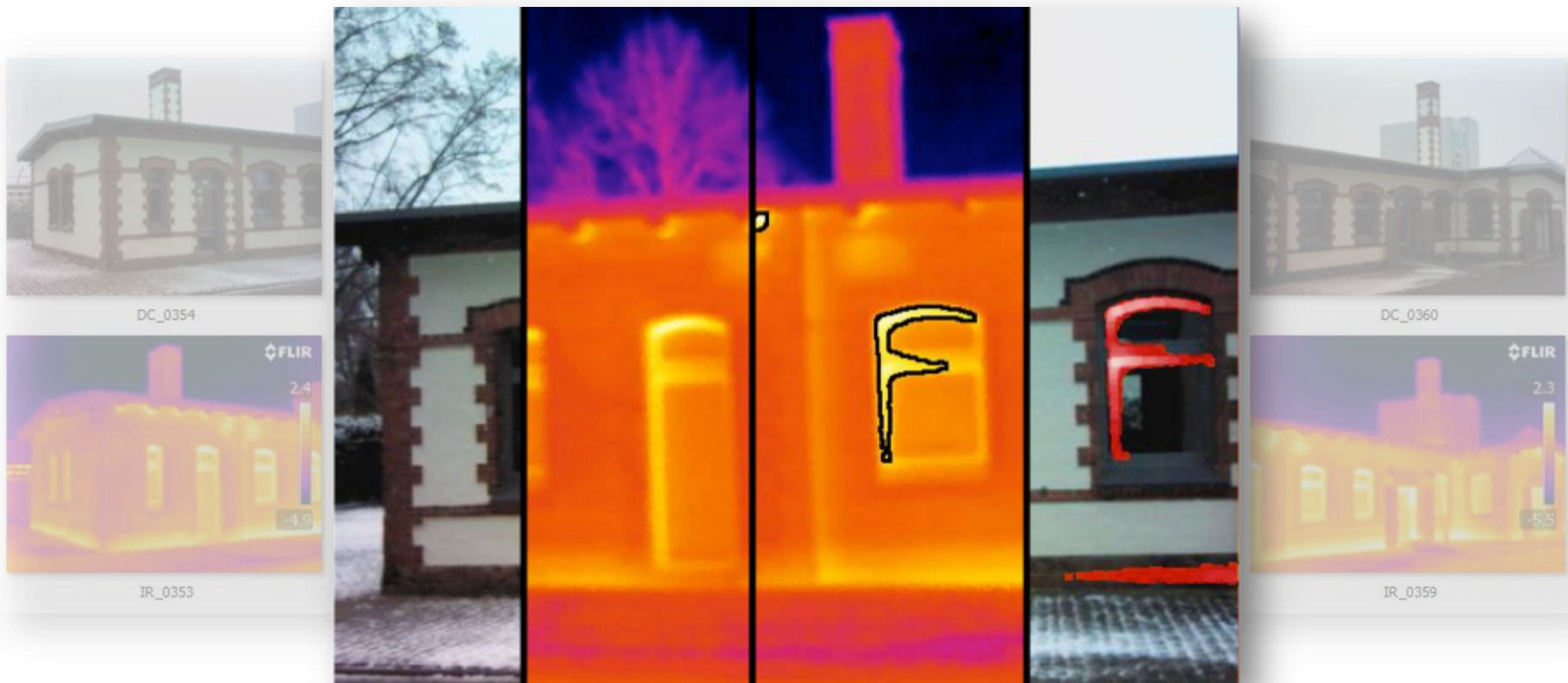


IR_0357



IR_0359

Video und Bildmaterial erstellen





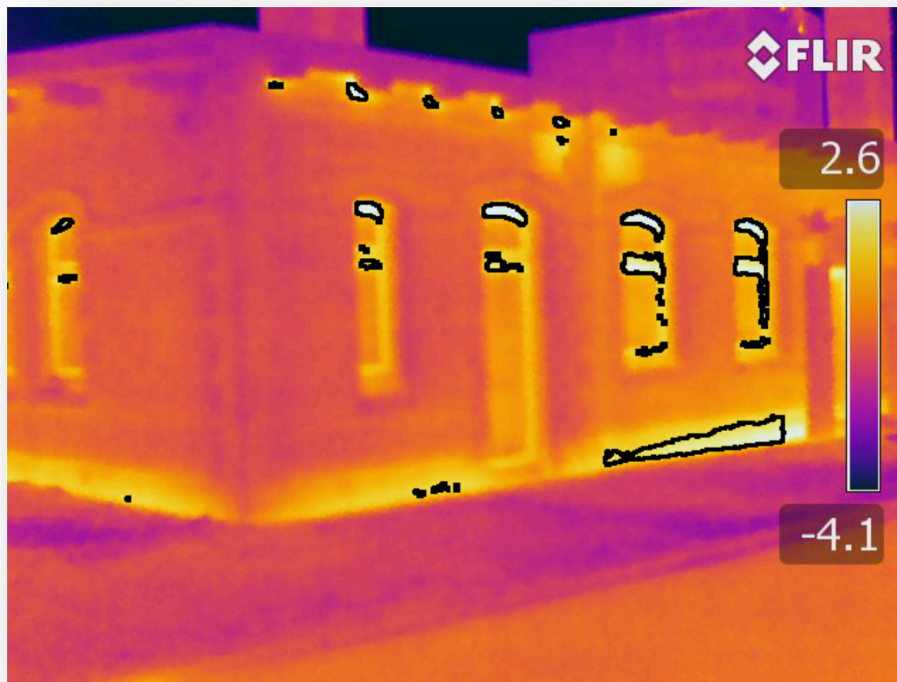
Rekonstruktion und Visualisierung im Web

- I. Video und Bildmaterial erstellen
- II. Erstellung von 3D-Mesh-Daten aus Thermografie- und Tageslichtaufnahmen inkl. Generierter Wärmebrückenbilder
- III. Visualisierung von 3D-Modellen auf einer Weboberfläche

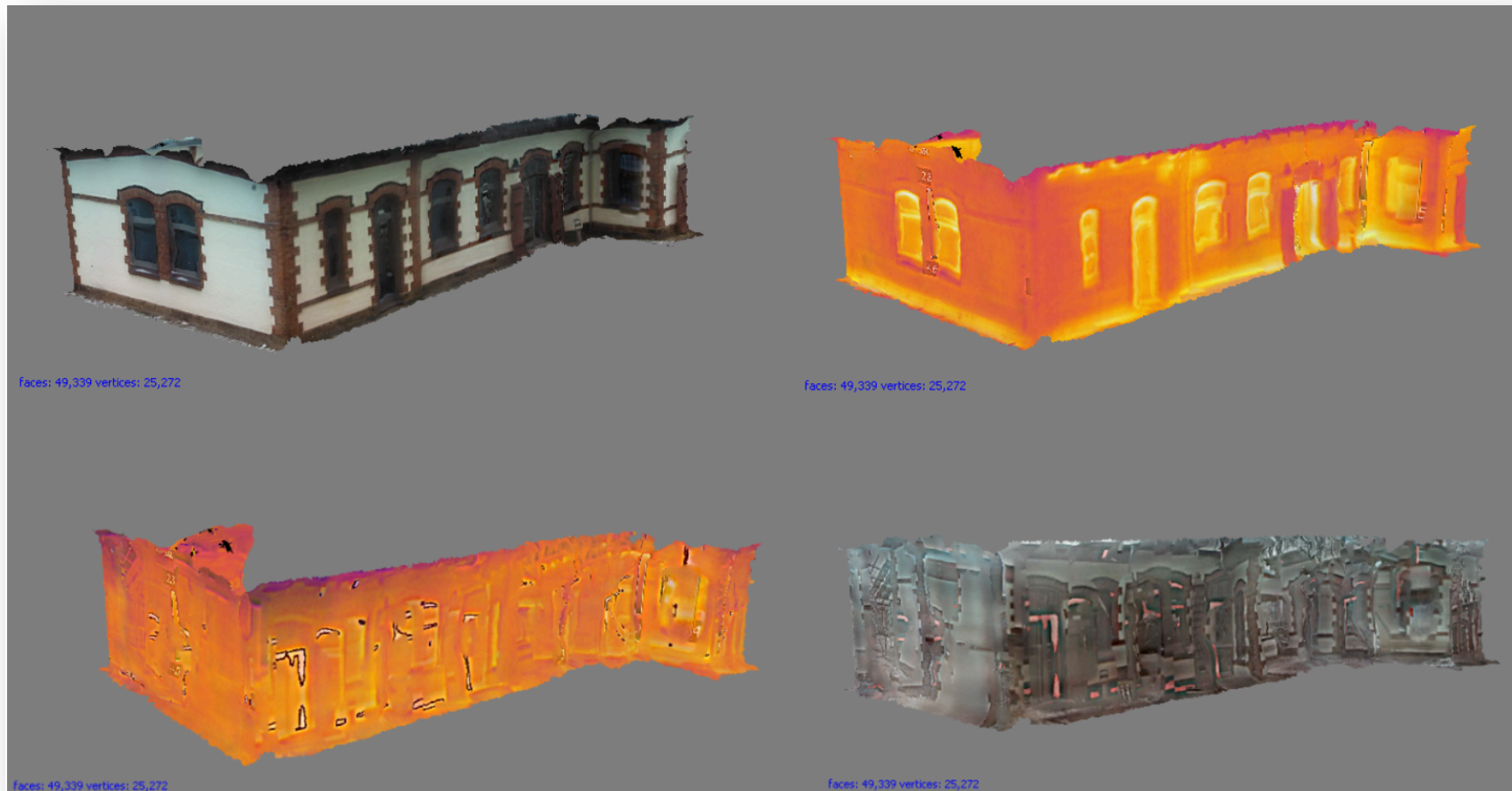
Erstellung von 3D-Mesh-Daten aus Thermografie- und Tageslichtaufnahmen inkl. Generierter Wärmebrückenbilder

- Evaluation von Software zur Erstellung von 3D-Objekten
- 3D-Objekte erstellen und exportieren
 - Tageslichtaufnahmen
 - Wärme- bzw. Thermobildaufnahmen
 - Wärmebilder aus automatisch generierter Wärmebrückenerkennung
 - Hybridbildaufnahmen
- 3D-Objekte werden im weiteren Schritt verarbeitet

Erstellung von 3D-Mesh-Daten aus Thermografie- und Tageslichtaufnahmen inkl. Generierter Wärmebrückenbilder



Erstellung von 3D-Mesh-Daten aus Thermografie- und Tageslichtaufnahmen inkl. Generierter Wärmebrückenbilder





Rekonstruktion und Visualisierung im Web

- I. Video und Bildmaterial erstellen
- II. Erstellung von 3D-Mesh-Daten aus Thermografie- und Tageslichtaufnahmen inkl. Generierter Wärmebrückenbilder
- III. Visualisierung von 3D-Modellen auf einer Weboberfläche

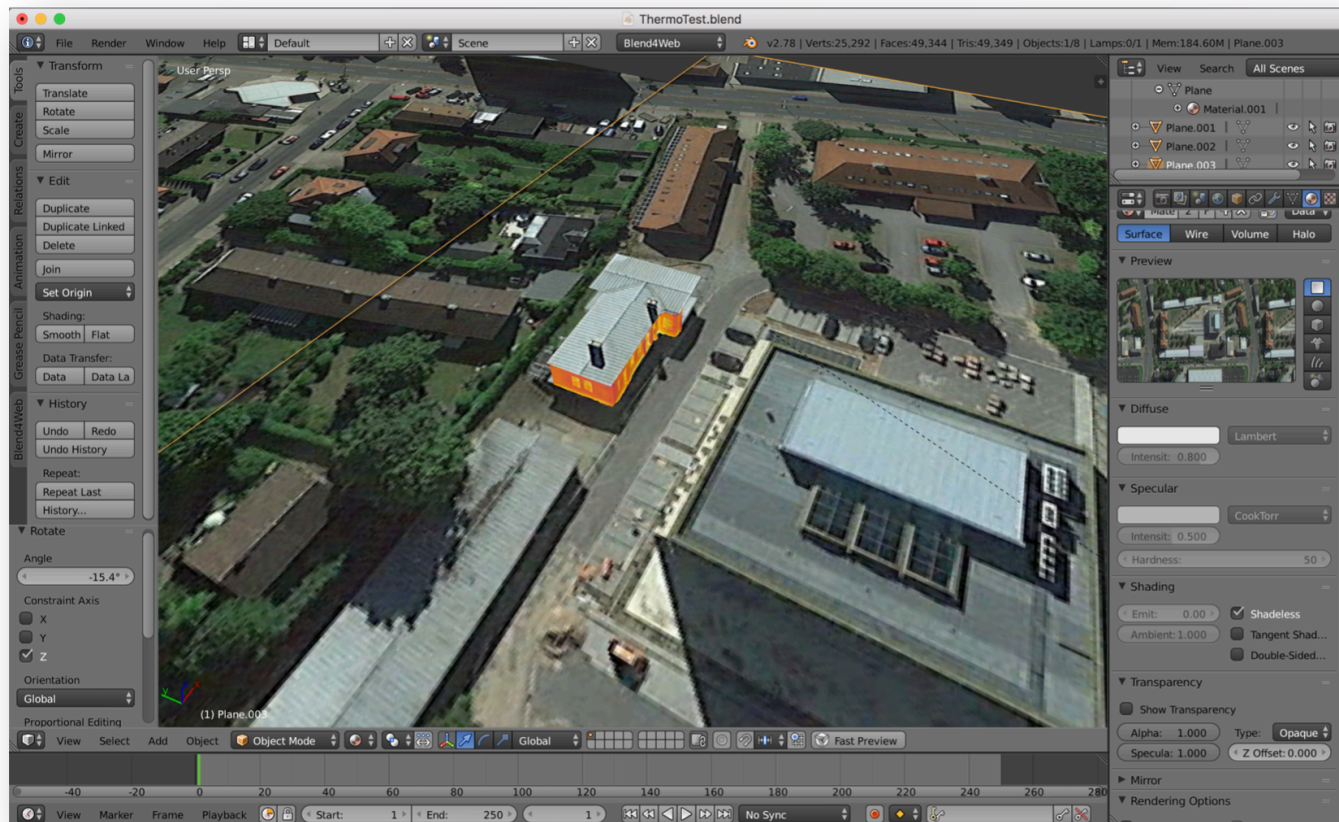


Visualisierung von 3D-Modellen auf einer Weboberfläche

- Open Source Frameworks mit WebGL
 - Evaluation von Open Source Frameworks bzgl. WebGL
 - Bearbeitung der 3D-Objekte mit Blender
 - Integration der erstellten 3D-Objekte in eine 3D Scene
- Webanwendung
 - Veranschaulicht 3D-Modelle bzw. Gebäudeaufnahmen
 - Begutachtung von Schwachstellen an Objekten
 - Freie Navigation in der 3D-Umgebung

Visualisierung von 3D-Modellen auf einer Weboberfläche

- Blender Framework
 - Bearbeitung und Export von 3D-Objekten und 3D-Szene



Visualisierung von 3D-Modellen auf einer Weboberfläche

- Weboberfläche auf WebGL-Framework Basis



Inhalt

- Thermokopter
- Wärmebrückenerkennung
- Rekonstruktion von 2D-Bildern zum 3D-Objekt und Visualisierung mittels Webanwendung
- IFE-Symposium am Campus



IFE am Campus Minden

- Die Arbeit trägt dazu bei
 - Schwachstellen bei sanierungsbedürftigen Gebäuden zu erkennen
 - Klimaschutzziele unserer Bundesregierung zu verwirklichen
 - Bis 2020 soll der Treibhausgasausstoß um 40 Prozent unter den Stand von 1990 sinken.
 - Der Gebäudebereich ist von besonderer Bedeutung
 - Größter Verbrauchssektor
 - 40 Prozent des EU und Deutschlandweiten Energiebedarf
- Danksagung
 - Wir danken dem Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein- Westfalen für die Förderung des Projekts „Interdisziplinäre Forschung für dezentrale, nachhaltige und sichere Energiekonzepte“ im Programm FH-STRUKTUR 2016.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

