

Infrared.city 2024

Infrared.city - Intelligent Framework for Resilient Design

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------|------------|
| Programm / Ausschreibung | IWI 24/26, IWI 24/26, Basisprogramm Ausschreibung 2024 | Status | laufend |
| Projektstart | 01.11.2024 | Projektende | 30.04.2026 |
| Zeitraum | 2024 - 2026 | Projektlaufzeit | 18 Monate |
| Keywords | | | |

Projektbeschreibung

Bis 2050 werden 70% der Weltbevölkerung in Städten leben (Vgl. 54% in 2016) (Ritchie & Roser, 2019). Gebäude sind weltweit für 39 % aller Treibhausgasemissionen verantwortlich (World Green Building Council, 2019). Um die Auswirkungen von Gebäuden auf die Umwelt und umgekehrt zu verstehen, benötigen Architekten, Stadtplaner, Entwickler, politische Entscheidungsträger und Gemeinden komplexe Simulationen. Diese Simulationen sind heute nicht zugänglich, da sie in der Regel sehr rechenintensiv und zeitaufwendig sind, nicht in Standardplanungssoftware integriert sind und tiefgreifende technische Fachkenntnisse und Fachwissen erfordern, um sie durchzuführen.

Infrared.city macht Klimasimulationen zugänglich, erschwinglich und leicht integrierbar, indem es Modelle der künstlichen Intelligenz (KI) verwendet, die Simulationsergebnisse mit einer Genauigkeit von über 90 % vorhersagen. IR wird als "Simulation as a Service"-Modell (SimaaS; oder Software as a Service; SaaS) entwickelt. Infrared.citys KI-Modelle (Deep Learning) werden auf großen Simulationsdatensätzen mit Tausenden von Simulationsergebnissen aus Hunderten von verschiedenen Städten trainiert, um die Umweltleistung von Gebäuden in einem Bruchteil der tatsächlichen Simulationszeit und mit minimalen Rechenkosten vorherzusagen. So erfordern z. B. typische Fußgänger-Windkomfortsimulationen mit 'Computational Fluid Dynamics' (CFD) die Beteiligung von Experten, 3+ Tage für einen einzigen Durchlauf und Kosten von +10k€. Mit Infrared.city werden die gleichen Ergebnisse mit einer durchschnittlichen Genauigkeit von 90 % in weniger als einer Sekunde und für weniger als 1 € erzielt. Ähnliche Zeit- und Kosteneinsparungen gelten für weitere Use-Cases von Infrared.city.

Unser Ziel ist es, ein standardisiertes Framework zu entwickeln, das uns einen breiten Zugang zu Marktsegmenten verschafft, Echtzeit-Umweltsimulationen als weit verbreiteten Standard in der Architecture, Engineering and Construction (AEC)-Branche, im städtischen Bauwesen und darüber hinaus etabliert und so zu einem wirtschaftlichen, ökologischen und sozial nachhaltigeren Gebäudesektor beiträgt.

Status quo und zentrale Entwicklungsinhalte:

1. Horizont (Status Quo & FFG Projektjahr 1, WP2)

Das MVP von Infrared.city bietet derzeit Umweltsimulationen für Windkomfort und Windgeschwindigkeit, Sonneneinstrahlung und Sonnenlicht. Das derzeitige Modell bezieht sich auf die urbane (äußere) Umgebung in Kontext von Bauprojekten und wird derzeit um folgende Funktionen erweitert (Entwicklungen nicht Teil des FFG-Projekts):

- Simulationen des Sonnenpotenzials und der Verfügbarkeit von Sonnenlicht
- Jährliche Windkomfort-Analyse
- Analyse des thermischen Komforts im urbanen Kontext
- Analyse von 'Urban Heat Islands'
- Eine Design Evaluation Pipeline

Diese Erweiterungen werden in einen Retrieval-Augmented-Generation (RAG)-basierten LLM-KI-Assistenten integriert. Das daraus resultierende Infrared.city 1.0 wird in der Lage sein, einen KI-basierten urbanen Komfortindex und einen Bericht zur Klimaresilienz zu erstellen und Empfehlungen auf der Grundlage des KI-Designassistenten zu geben.

Im Rahmen des FFG-Projekts wird ein interoperables Cloud-Simulationsframework entwickelt, das die nahtlose Integration von KI-gesteuerten Simulationsmodellen und den Austausch von Daten aus dem Indoor und dem urbanen Kontext ermöglicht. Dies wird eine solide Grundlage für die vorgeschlagenen Horizont-2-Erweiterungen bilden und darüber hinaus einen Open Integration Ansatz und damit die Nutzbarkeit auf verschiedensten Plattformen sowie Software, die derzeit in der AEC-Branche verwendet werden, ermöglichen.

2. Horizont (FFG Projektjahr 1, WPs 3-4)

Das KI-Modell, das sich auf die urbane Umwelt konzentriert, wird um ein KI-Modell für Innenraumsimulationen erweitert, das folgende Bereiche umfasst:

- Natürliche Ventilation
- Tageslichtfaktor
- Räumliche Tageslichtunabhängigkeit
- Jährliche Sonneneinstrahlung
- Nützliches Tageslicht

Die oben genannten Funktionen basieren auf Forschung im Physik Bereich auf den noch zu entwickelnden Tageslicht- und Ventilations-Simulationspipelines.

Der LLM-KI-Assistent wird erweitert, um die Erstellung interaktiver Berichte und Empfehlungen zu ermöglichen, die auch visuelle Daten analysieren können. Das resultierende Infrared.city 1.1 wird zusätzlich in der Lage sein, einen KI-basierten Innenraumkomfort-Index, einen interaktiven Bericht zur Klimaresilienz und interaktive Empfehlungen auf der Grundlage des KI-Design-Assistenten zu erstellen.

3. Horizont (FFG-Projektjahre 2-3)

In der letzten Phase des Projektzeitplans wird das KI-Modell erweitert, um eine prädiktive mittel-/langfristige Simulation auf der Mesoskala einzubeziehen. Ziel ist es, die dauerhaften Auswirkungen der Umwelt auf die Gebäude, Infrastruktur und die Stadtentwicklung (und umgekehrt) im Zusammenhang mit dem Klimawandel zu prognostizieren. Dies beinhaltet:

- Eine Analyse der urbanen Accesibility,

- Eine urbane Lärmanalyse
- Prädiktive Klimasimulationen.
- all das unterstützt von einer Design-Analyse-Pipeline, die in der Lage ist, Trainingsdaten auf der Mesoebene der Analyse zu generieren.

Die multimodulare LLM-Unterstützung wird durch die Einbeziehung einer explorativen Komponente erweitert. Der KI-Assistent von Infrared.city 2.0 wird in der Lage sein, alle notwendigen Interaktionen mit der Analysepipeline auszuführen, um komplexe Nutzungs- und Klimaszenarien zu untersuchen und Ansätze zur Milderung/Entschärfung negativer Klima-Effekte und resultierender Zustände im Meso-Kontext zu empfehlen.

Endberichtkurzfassung

infrared.city developed an intelligent, open-ended AI-driven environmental simulation platform for the built environment, enabling fast and accurate analysis of indoor and outdoor climate conditions for architects, urban planners, and real estate.

The project delivered a complete, interoperable cloud-based framework integrating Building Information Modelling (BIM), Geographic Information System (GIS), and climate data into the infrared.city schema, alongside a scalable back-end hosting AI simulation models in production. For indoor climate analysis, three simulation models were developed and deployed: Daylight Factor, Energy Use Intensity, and Embodied Carbon; each supporting compliance with internationally recognized building certification standards including LEED, BREEAM, DGNB, WELL, and GREEN STAR. An exterior 3D CFD model was additionally developed and deployed, providing the AI-driven facade pressure analysis that underpins natural ventilation simulation. A multi-modal AI design assistant framework was developed and deployed, enabling automated simulation workflows, layer-by-layer and cross-layer result interpretation, and interactive reporting with spatial highlighting of areas for design improvement. The indoor simulation pipeline was validated in a real estate portfolio prototype, processing multiple building models simultaneously and generating performance metrics across entire building datasets.

During the project, we established a physical R&D office in Vienna and created 5 new R&D positions in Austria. Results were presented at the Osaka World Expo, at the ISOCARP World Planning Congress in Riyadh, and at Smart City World Expo Congress in Barcelona, where a prototype built in collaboration with AVES Reality and supported by NVIDIA Omniverse demonstrated infrared.city's AI simulation engine integrated into a high-fidelity urban digital twin of San Francisco, showcasing real-time microclimate analysis, climate scenario projections, and agentic AI workflows for policy-informed urban planning

Projektpartner

- Infrared City GmbH