



Wissenschaftlich-technologischer Transfer
im Transformationsprozess des Strukturwandels in Sachsen-Anhalt

WIP-Workshop | 24.04.2025

*Digitale Technologie zur Planung
energieeffizienter Maßnahmen-Pilotprojekt Quedlinburg*

Dr.-Ing. Pio Alessandro Lombardi



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



WIP

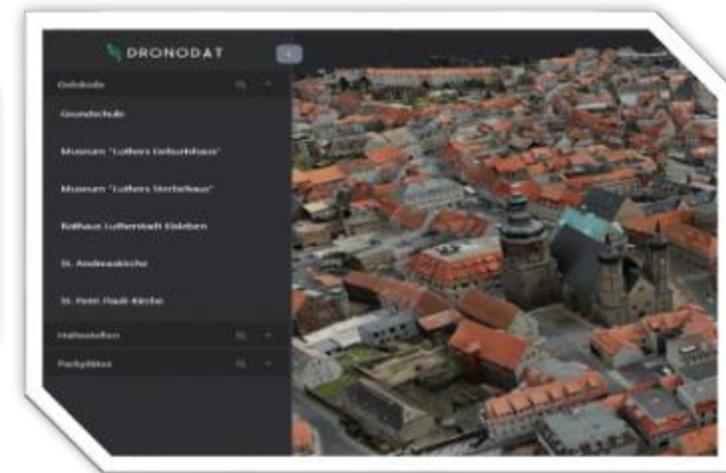
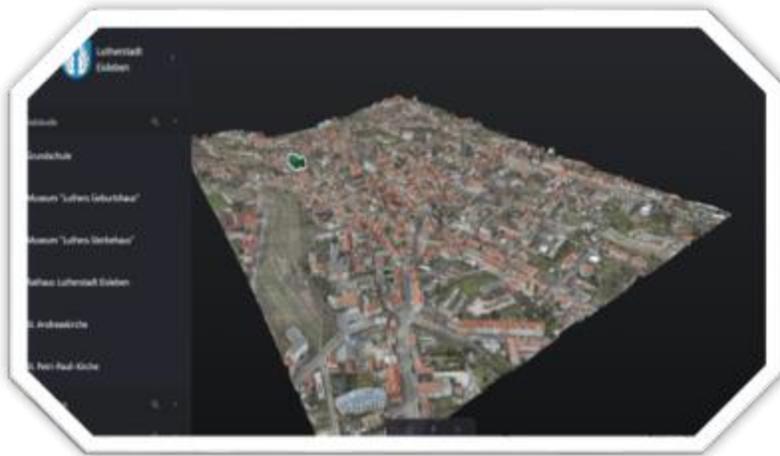
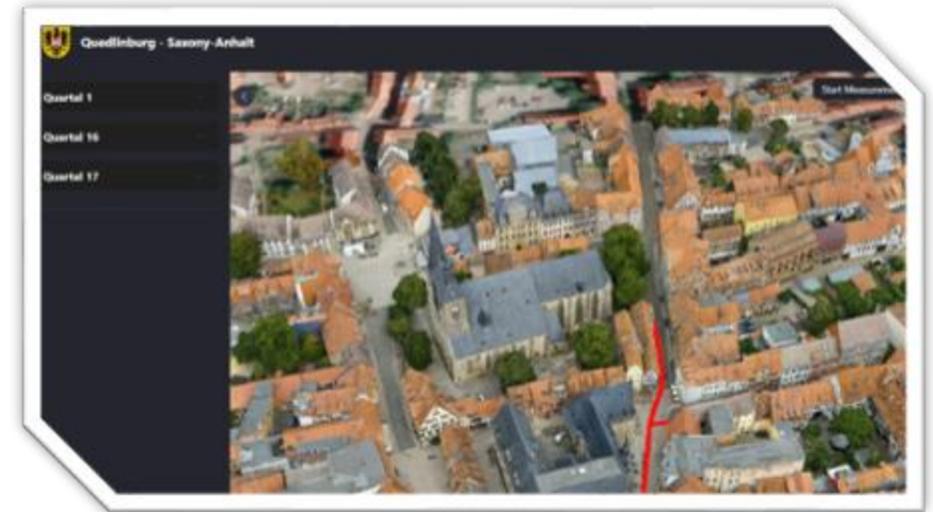


Research Area
Technology,
Innovation, Marketing,
Entrepreneurship



AGENDA

- Einleitung und Zielsetzung des Projektes „Interreg ZEB4ZEN“
- Stand der Technik digitaler Plattformen in der Stadtplanung
- Digitale Plattform zur Planung von Dekarbonisierungsmaßnahmen in historischen Zentren
 - Fallstudie Quedlinburg
- Fazit und Ausblick



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Einleitung und Zielsetzung des Projektes „Interreg ZEB4ZEN“

- **Dringlichkeit im Umweltschutz:** Historische Stadtzentren tragen aufgrund ineffizienter und veralteter Infrastrukturen erheblich zu den CO₂-Emissionen bei.
- **Kulturelle Bedeutung:** Diese Zentren beherbergen UNESCO-Welterbestätten, deren Erhalt der architektonischen und historischen Integrität besondere Sorgfalt erfordert.
- **Lücken bestehender Lösungen:** Aktuelle Werkzeuge zur Dekarbonisierung sind oft nicht skalierbar oder berücksichtigen nicht die besonderen Einschränkungen von Kulturerbestätten.
- Entwicklung einer **digitalen Plattform**, die modernste Digital-Twin-Technologie integriert.
 - Bereitstellung von Werkzeugen für:
 - Stadtmodellierung und Szenariosimulationen
 - Echtzeit-Visualisierung und Zusammenarbeit mit Interessengruppen
 - Entscheidungsfindung, die **Dekarbonisierungsziele** mit dem **Denkmalschutz** in Einklang bringt
- Demonstration der Leistungsfähigkeit der Plattform **anhand praxisnaher Fallstudien** in deutschen UNESCO-Welterbestätten (Quedlinburg)



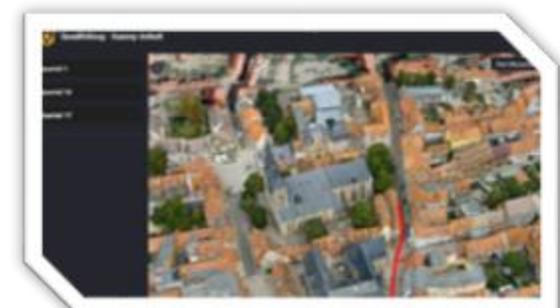
Stand der Technik digitaler Plattformen

Bestehende Plattformen zur Dekarbonisierung historischer Gebäude

- Werkzeuge wie **TRNYSY**, **GENOpt®** und **EnergyPlus** werden zur Simulation energieeffizienter Lösungen verwendet
- **Einschränkungen:**
 - Fehlende Integration von Erhaltungsrichtlinien, die speziell für UNESCO-Welterbestätten gelten

Digitale Zwillinge in der Stadtplanung

- **3D-Scanning:** Hochauflösende Gebäudemodelle zur Planung und Erhaltung
- **Virtuelle Realität (VR):** Immersive Simulationen zur Einbindung und Schulung von Interessengruppen
- **Heritage Building Information Modeling (HBIM):** Integration von BIM mit historischen Daten zur Verwaltung des Lebenszyklus und zur Sanierung von Kulturerbestätten
- **IoT-Integration:** Echtzeitüberwachung von Umweltbedingungen zur Vermeidung von strukturellen Schäden



Entwickelte digitale Plattform zur Dekarbonisierung und zum Erhalt des Kulturerbes

Überblick

- **Ziel:** Unterstützung einer nachhaltigen Stadtplanung unter Berücksichtigung der Erhaltungsvorgaben von UNESCO-Welterbestätten
- **Hauptmerkmale:**
 - Stadtmodellierung: Erstellung detaillierte 3D-Darstellung historischer Stadtviertel
 - Szenarien-Simulationen: Bewertung der Auswirkungen verschiedener Dekarbonisierungsstrategien in Echtzeit
 - Mehrkriterielle Entscheidungsfindung: Ausgleich zwischen Energieeffizienz, Kosten, visueller Wirkung und Einhaltung von Vorschriften

DronoDat-Integration

Verwendeten Plattform: *DronoDat DronoViewer*

- **Fähigkeiten:**
 - Verarbeitung großer Datensätze: Effizientes Management und Visualisierung komplexer 3D-Modelle
 - GIS-Dateintegration: Einbindung von Orthofotos, CAD- und topographischen Daten für räumlichen Analysen
 - Cloud-basierte Zugriff: Zugriff über mehrere Geräte hinweg-ohne Hochleistungs-Hardware erforderlich
 - Modellkomprimierung: Reduzierung der Größe von 3D Modellen um bis zu 95% bei gleichbleibender Detailgenauigkeit (z.B. von 25 GB auf 60 MB)

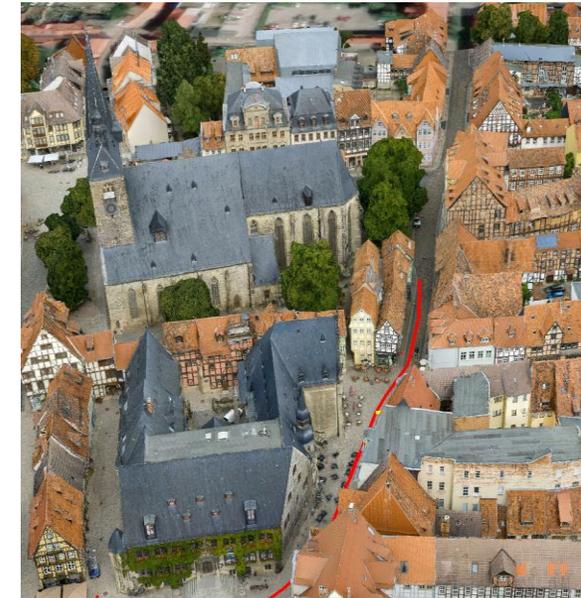
Fallstudie: Quedlinburg (ZEB4ZEN Projekt)

[https://dronodat.com/dvqdb-beta /](https://dronodat.com/dvqdb-beta/)

Fallstudie: Quedlinburg (ZEB4ZEN Projekt)

Identifizierte Maßnahmen

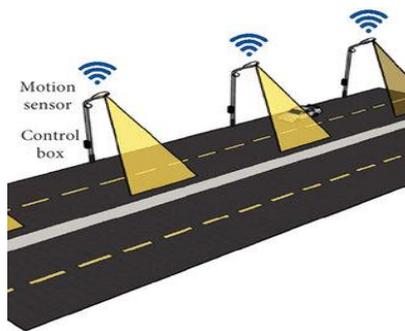
Quartiere	Bewohner	Stromverbrauch in kWh	Strom für Straßenbeleuchtung in kWh	Gasverbrauch in kWh	CO2 Strom in kg	CO2 Gas in kg
1	60	450.954		1.392.933	147.462	279.980
16	61	348.289		1.591.108	113.891	319.813
17	66	348.400		1.291.637	113.927	259.619
	187	1.147.643	25.347	4.275.678	383.568	859.411



Perovskite PV Module



Disruptive Technologie für Straßenbeleuchtung



Mikro E-Mobilität



Innenhofe-Wärmepumpe



Wärmepumpe für Fernwärmesysteme



Fallstudie: Quedlinburg (ZEB4ZEN Projekt)

Wärmeversorgung

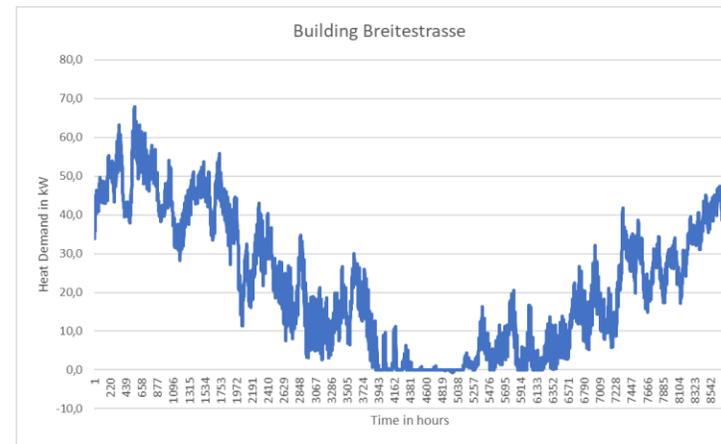
Quartiere	Gasverbrauch in kWh	CO2 Gas in kg
1	1.392.933	279.980
16	1.591.108	319.813
17	1.291.637	259.619
	4.275.678	859.411



Innenhofe Wärmepumpe



- Wetterdaten 2006
- Gebäudenergiemodell



COP_{av}: 2,6
P_{el}: 33 kW
E_{el}: 68 MWh
PV-Fläche: zirka 220-440 m²

Fallstudie: Quedlinburg (ZEB4ZEN Projekt)

Wärmeversorgung

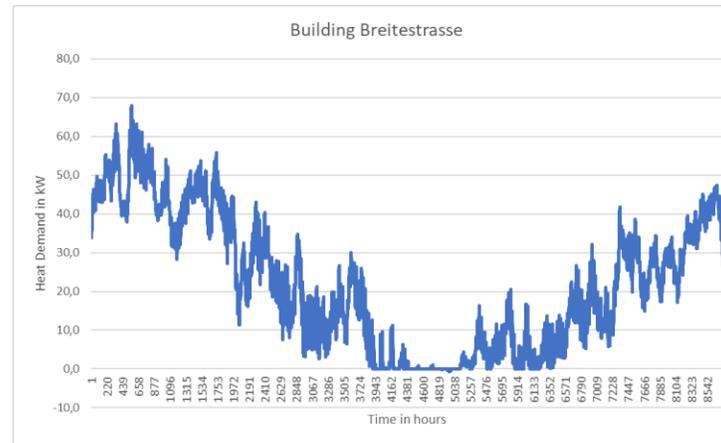
Quartiere	Gasverbrauch in kWh	CO2 Gas in kg
1	1.392.933	279.980
16	1.591.108	319.813
17	1.291.637	259.619
	4.275.678	859.411



Wärmepumpe für Fernwärmesysteme



- Wetterdaten 2006
- Gebäudenenergiemodell



COP_{av} : 2,6
 P_{el} : 1508 kW
 E_{el} : 1.652 MWh
 PV-Fläche: zirka 8.100 m²

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Das WIP-Team



Dr.-Ing. Andreas Höpfner

Projektleitung

- Architektur, Hochschule Magdeburg-Stendal & Computervisualistik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Promotion im Bereich Industrieparkplanung an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- andreas.hoepfner@iff.fraunhofer.de



Dr.-Ing. Pio A. Lombardi

Experte Energieplanung

- Maschinenbau, Politecnico di Bari
- Promotion im Bereich der Elektrotechnik an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Energiesysteme, nachhaltigen urbanen und industriellen Systeme
- pio.lombardi@iff.fraunhofer.de



Roxane Grüne, M.Sc.

Expertin Strukturwandel

- Wirtschaftsingenieurwesen, RWTH Aachen
- Promotion zu nachhaltigen Energiestrategien im Kontext regionaler Innovationsprozesse an der RWTH Aachen
- gruene@time.rwth-aachen.de



Valerie Michaux, M.A.

Expertin Strukturwandel

- Kommunikationswissenschaften, RWTH Aachen
- Promotion zu Wahrnehmung und Management von Nachhaltigkeitstransformationen an der RWTH Aachen
- michaux@time.rwth-aachen.de