

Die Verwendung der Google Earth API als Basis für ein bauklimatisches Informationssystem (GEKIS)

Müller-Siegert, Rebecca^a; Przybilla, Heinz-Jürgen^a; Isele, André^b und Gerrit Höfker^b

^aLabor für Photogrammetrie,

^b Institut für Bauphysik, Baustoffe und Konstruktion,
Hochschule Bochum

Kurzfassung: Die Google Earth API ist eine auf JavaScript basierende Schnittstelle zwischen der Software Google Earth und einer HTML-Oberfläche. Diese Schnittstelle ermöglicht das Einbinden von Google Earth als Plugin in eine Webanwendung. Im Zuge des Projektes GEKIS (Bauklimatisches Informationssystem auf Basis von Google Earth) wird erforscht, inwieweit sich dieses Plugin als Basis für ein bauklimatisches 3D-Informationssystem eignet.

1. Einleitung

In Zeiten, in denen erweiterte staatliche Auflagen Hauseigentümern zusätzliche Kosten verursachen [1], sind besonders Immobilienunternehmen von diesen betroffen [2]. Abhängig von der Gebäudenutzung und dem letzten Sanierungsstand sind hieraus resultierend umfassende Maßnahmen auf dem Bereich der energetischen Gebäudesanierung erforderlich. Eigentümer und Verwalter umfangreicher Immobilienbestände können durch die Verfügbarkeit geeigneter Informationssysteme planvoll ihren Gebäudebestand weiterentwickeln. Voraussetzung dafür sind umfangreiche Softwaretools, welche auf aktuellen Standards basierend den Sanierungsbedarf eines Gebäudes anzeigen.

Bisherige Informationssysteme orientieren sich im 2D Bereich, wodurch eine räumliche Visualisierung erschwert wird. Der Trend der letzten Jahre geht daher immer mehr in die Richtung von 3D-Informationssystemen. Die auf diesem Gebiet verbreiteten Modelle basieren weitestgehend auf Festkörpern [3] oder extrudierten Flächen. Diese sind dadurch vorwiegend für großflächige Untersuchungen ganzer Stadteile und weniger für hoch differentielle Analysen kleinerer Siedlungsgebiete geeignet.

Datenbankbasierte Abfragen dieser Modelle sind nur in geringem Maß möglich und weisen keine hohe Dynamik auf.

Aus dem Bedarf zu einem hochdynamischen energetischen Gebäudeinformationssystem wurde daher das GEKIS-Projekt (Bauklimatisches Informationssystem auf Basis von Google Earth) ins Leben gerufen.

Als Visualisierungsplattform für dieses Projekt dient das von Google zur Verfügung gestellte Earth Plugin. Google's Schnittstelle zwischen der Earth Software und einem Browser, die sogenannte API (Application Programming Interface) ist ein wesentlicher Bestandteil des GEKIS-Informationssystems. Ihre Anwendung wird anhand des bauklimatischen Informationssystems für eine immobilienwirtschaftliche Nutzung getestet und im Folgenden vorgestellt.

2. Das GEKIS-Projekt

Das GEKIS-Projekt erforscht die Entwicklung von Anwendungen und Analysemethoden für ein bauklimatisches Informationssystem. Der Begriff Bauklima bezeichnet dabei hier die äußeren und inneren Einflüsse die auf ein Gebäude einwirken können. Diese Einflüsse liegen teils in der Exposition, teils in der Gebäudekonstruktion und teils durch die Objekte in der Umgebung des Gebäudes begründet. Ein wesentlicher Einfluss übt darüber hinaus das verwendete Heizungssystem, die lokale Wärmedämmung und die örtlichen Witterungsverhältnisse aus.

Innerhalb des Informationssystems werden 3D-Gebäudemodelle mit bauphysikalischen Parametern verknüpft und auf Basis von Google Earth dargestellt. Die Erstellung dieses System erfordert die enge Zusammenarbeit von Geoinformatikern, Geodäten und Bauingenieuren. Das GEKIS-Projekt ist daher ein Produkt der interdisziplinären Zusammenarbeit der Labore Photogrammetrie und Bauphysik der Hochschule Bochum. Während das Labor für Bauphysik für die Berechnung und Analyse der relevanten Einflüsse auf das Mikroklima verantwortlich ist, erstellt und entwickelt das Labor für Photogrammetrie das Informationssystem. Ein weiterer wesentlicher Projektpartner ist ein Oberhausener Immobilienunternehmen. Für die notwendigen Untersuchungen stellt dieses dem Projekt ein Untersuchungsgebiet im Norden des Ruhrgebietes zur Verfügung. Dieses Untersuchungsgebiet zeichnet sich durch mehrere architektonisch und bauphysikalisch unterschiedliche Gebäudetypen aus. Insgesamt gibt es bis zu 10 Haupttypen, denen jeweils mehrere Untertypen angehören. Diese Haupttypen weisen eine hohe Heterogenität bezüglich der durchgeführten energetischen Sanierungsmaßnahmen auf und sind daher für die bauphysikalische Untersuchung besonders interessant.

3. Die Google Earth API

Google Earth ist ein virtueller Globus, welcher sich aus der 2004 von Google erworbene Software Keyhole entwickelte [4]. Ähnlich wie das verwandte Produkt Google Maps dient dieses Tool zur Visualisierung von Geodaten in Raster- und Vektorformat. Ein großer Schwerpunkt liegt hier aber auf der Visualisierung von 3D-Daten.

Als proprietäre Software bietet Google Earth allerdings wenig Möglichkeit Benutzer-Programme mit dem Earth Globus zu verbinden. Eine Alternative bietet die Earth API, eine auf JavaScript basierende Schnittstelle, welche es ermöglicht, Google Earth als Plugin in eine HTML-Oberfläche einzubinden. Darüber hinaus beschreibt die API Reference [5] die Interaktion mit Browser Plugin spezifischen und KML-basierenden Interfaces.

Die Keyhole Markup Language (KML) ist eine OGC konforme Auszeichnungssprache [6] im XML-Format, welche von Google dazu verwendet wird, Geodaten in die Anwendungen Maps und Earth einzubinden. Diese Geodaten werden an der geographischen Position der jeweiligen Original-Objekte in Google Earth platziert. Die geographischen Koordinaten dieser Platzierung, sowie der Verweis auf das 3D-Modell, erfolgt anhand von räumlichen Informationen innerhalb der Tags einer KML.

```
<Placemark>
  <name>Beispiel</name>
  <description>Ich bin ein Polygon </description>
  <styleUrl>#grau</styleUrl>
  <gx:balloonVisibility>1</gx:balloonVisibility>
  <Polygon>
    <extrude>1</extrude>
    <tessellate>1</tessellate>
    <altitudeMode>relativeToGround</altitudeMode>
    <outerBoundaryIs>
      <LinearRing>
        <coordinates>
          6.877471570866445,51.47995091763093,25
          6.877287758257211, 51.47980861956449,25
          6.877539778521689,51.47968255069205,25
          6.877729323032136,51.47982552458285,25
          6.877471570866445,51.47995091763093,25
        </coordinates>
      </LinearRing>
    </outerBoundaryIs>
  </Polygon>
</Placemark>
```

Abb. 1: KML-Struktur eines Polygons

Neben Vektordaten in Form von Koordinatenstrings (Abb. 1) können KML-Dateien Verweise auf 3D-Modelle im Collada-Format enthalten. Eine KML, im komprimierten Format auch als KMZ bezeichnet, kann als Datei in der Stand-Alone Anwendung von Google Earth geladen oder in das Plugin integriert werden. Die Integration erfolgt über einen Netzwerklink bzw. mittels einer JavaScript-basierten fetchkml()- oder

parseKML()-Anweisung. Ebenfalls können PHP-Output-Streams im KML-Format eingebunden werden.

Die API ist nicht nur die Schnittstelle zwischen dem Plugin und der Benutzeroberfläche, sondern kann selber Objekte erstellen oder verändern. Der folgende Quellcodeausschnitt zeigt exemplarisch (vgl. Google Earth API Reference 2011 [5]), wie eine einfache Ortsmarke, ein sogenanntes Placemark erstellt wird:

```
var placemark = ge.createPlacemark('');
var point = ge.createPoint('');
point.setLatLng(52.512624, 13.3218505);
placemark.setName('API generierte Placemark');
placemark.setGeometry(point);
ge.getFeatures().appendChild(placemark);
```

Mittels der API können darüber hinaus Linienobjekte generiert werden. Das nachfolgende Beispiel zeigt einen solchen LineString, dessen Vertices einen jeweils um 10 m höheren z-Wert besitzen als deren Vorgänger:

```
lineString.getCoordinates().pushLatLngAlt(52.513051, 13.321210, 0);
lineString.getCoordinates().pushLatLngAlt(52.513246, 13.321896, 10);
lineString.getCoordinates().pushLatLngAlt(52.513155, 13.322520, 20);
...
lineStringPlacemark.setStyleSelector(ge.createStyle(''));
var lineStyle = lineStringPlacemark.getStyleSelector().getLineStyle();
lineStyle.setWidth(5);
lineStyle.getColor().set('ff0000ff');
```

4. Datengrundlagen und Erhebung

Das GEKIS-Projekt erfordert einen Detaillierungsgrad, welcher dem bei einer CityGML verwendeten LOD3 entspricht. Dies bedeutet im aktuellen Fall die Erstellung eines Architekturmodells unter Verwendung von Farbsignaturen anstelle von Texturen. Das Objekt wird dabei in mehrere Gebäudeabschnitte unterteilt. Die Default-Maximalgröße der Bestandteile liegt bei einer Wohnung. Die Daten sind zudem derart aufgearbeitet, dass das Potential für die Abfrage kleinerer Bestandteile latent vorhanden ist.

4.1 Datengrundlagen

Für das Untersuchungsgebiet stehen eine Vielzahl von Gebäudedaten, vorwiegend in Form von Bauplänen und Sanierungsdokumentationen, zur Verfügung. Auf diesen Unterlagen basierend erfolgt die 3D-Modellierung der Gebäude. Noch fehlende Da-

ten werden durch photogrammetrische Analysen von Gebäudefotos sowie durch Aufnahmen im Gelände ergänzt. Zusätzlich werden ALS- wie auch TLS-Daten zur Modellierung verwendet. Die Aufnahme der TLS-Daten erfolgt unter Verwendung des Z&F 5600i, während die mit einem mittleren Punktabstand von 1m vorliegenden ALS-Daten von dem zuständigen Landesamt zur Verfügung gestellt wurden.

Als weiteren Teil des Systems werden thermografische Aufnahmen der Fassaden und der Dächer als Darstellungsvariante integriert. Dazu ist die Aufnahme geeigneter Bilder mit einer Infrarotkamera bei angemessener Witterung und ausreichend großen Temperaturunterschieden zwischen Raum- und Außenluft erforderlich. Die Aufnahme erfolgt unter Verwendung eines Mikroopters mit acht Rotoren, einem sogenannten Oktokopter [7]. Neben der Darstellung von Wärmebrücken soll hiermit innerhalb des Projektes untersucht werden, inwieweit es Thermografieaufnahmen ermöglichen auf die energetische Qualität eines Bauteils schließen zu können.

Zusätzlich zu den Bauzeichnungen der Gebäude stehen weitere Informationen zu bereits durchgeführten Instandsetzungsmaßnahmen, dem Stand der Anlagentechnik oder auch der gemessene Energieverbrauch für das Beheizen einzelner Wohnungen zur Verfügung. Auf der Grundlage dieser Datenbasis können bereits die wesentlichen Kennwerte der Baukonstruktion sowie das Bauwerksalter herausgefiltert werden. Auch ist es möglich die energetische Qualität der Fenster, der Außenwände, der Bodenplatte oder der untersten Geschosdecke zu unbeheizten Kellerräumen sowie der Dachdecke zu beurteilen und Wärmedurchgangskoeffizienten einzelner wärmeübertragender Umfassungsbauteile zu bestimmen.

Als wesentliche Kenngröße, die sich aus der Gesamtheit dieser Gebäudedaten ergibt, fließt der Endenergiebedarf der Wohnungen in das Informationssystem ein. Für eine Reihe der betrachteten Wohnungen des Untersuchungsgebietes existieren verbrauchsorientierte Energieausweise [8]. Diese werden auf der Grundlage des Energieverbrauchs über einen Zeitraum von drei Jahren erstellt.

Neben dem Nutzerverhalten spielt besonders das vorherrschende Klima beim tatsächlichen Energieverbrauch von Wohnungen eine entscheidende Rolle. Dabei ist über den Einfluss des durch urbane Lebensräume entstehenden Mikroklimas in unmittelbarer Umgebung eines Bauwerks auf den Energieverbrauch vergleichsweise wenig bekannt. Santamouris et al. 2001 [9] zeigten, dass in dicht besiedelten Gebieten im Vergleich zu außerorts gelegenen Gebäuden der Heizenergieverbrauch bis zu 30% differiert. Bruse und Schuster 2008 [10] oder Williamson und Erell 2001 [11] zeigen Möglichkeiten zur Berücksichtigung des Mikroklimas bei energetischen Bewertungen von Gebäuden auf. Darauf aufbauend sollen die klimatischen Besonderheiten im Untersuchungsgebiet mittels thermischer Gebäudesimulation und weiterer Rechenmodelle, wie etwa der dynamischen Strömungssimulation, untersucht werden.

4.2 Datenauswertung

Die durch die Erhebung gewonnenen Daten über das untersuchte Siedlungsgebiet müssen zur sinnvollen Analyse und Präsentation der Ergebnisse mit dem Informationssystem entsprechend aufbereitet werden. Für eine schnelle und aussagekräftige Abfrage von Informationen soll die Vielzahl der erfassten Parameter kategorisiert werden. Dies kann beim Baujahr der Gebäude etwa eine Einteilung in Baualterklassen sein. Bei der Klassenbildung zum Energiebedarf oder zur thermischen Qualität der Bauteile eignen sich die Standards von vorangegangenen Novellierungen der Wärmeschutzverordnung und der Energieeinsparverordnung. Ebenfalls lässt sich die Anlagentechnik nach deren Baujahr und somit nach entsprechender Effizienz klassifizieren.

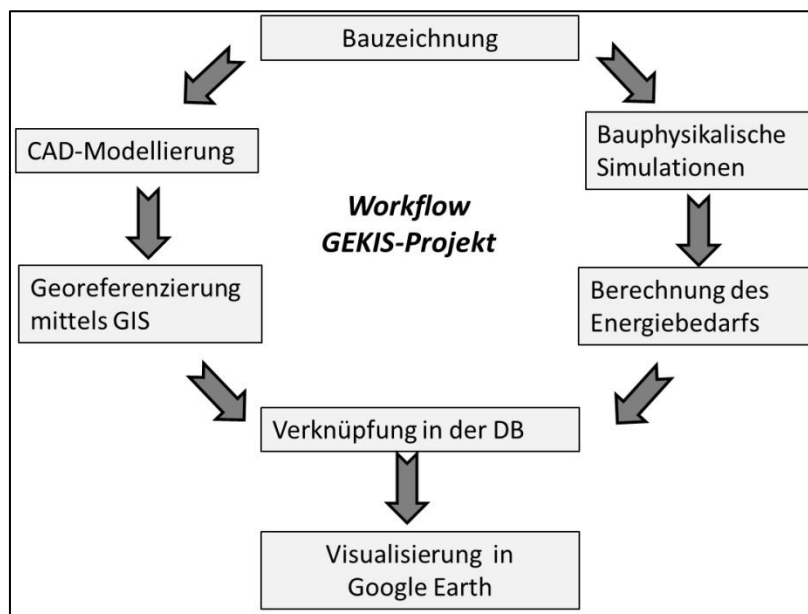


Abb. 2: Arbeitsablauf Datenaufbereitung

Zur Visualisierung dieses hohen Informationsgehaltes werden die Sachinformationen innerhalb einer Datenbank mit den 3D-Gebäudegeometrien verknüpft (Abb. 2). Die Geometrien wurden vorab mittels eines CAD-Programmes erstellt und in einem GIS-System georeferenziert. Die georeferenzierten Geometrien bestehen hauptsächlich aus Polygonen, die attributiv mit den entsprechenden Informationen zur Bauqualität verbunden sind.

Auf diese Weise ist es mit Hilfe des Informationssystems möglich einen schnellen und aufschlussreichen Überblick über ganze Wohnsiedlungen und deren energetischer Qualität zu erhalten. Genauere Informationen zu einzelnen Gebäude wiederum können durch entsprechend detaillierte Abfragen analysiert werden.

5. Systemarchitektur

Das GEKIS-System ist ein komplexes Zusammenspiel server- und clientseitiger Interaktion: serverseitig erfolgt die Datenverwaltung, während clientseitig multiple Funktionen und Abfragen sowie die Visualisierungsplattform zur Verfügung stehen. Die Datenverwaltung in GEKIS erfolgt in einer PostgreSQL Datenbank (Abb. 3). Über einen PostGIS-Aufsatz ist diese objektrelationale Datenbank in der Lage räumliche Abfragen und Operationen durchzuführen.

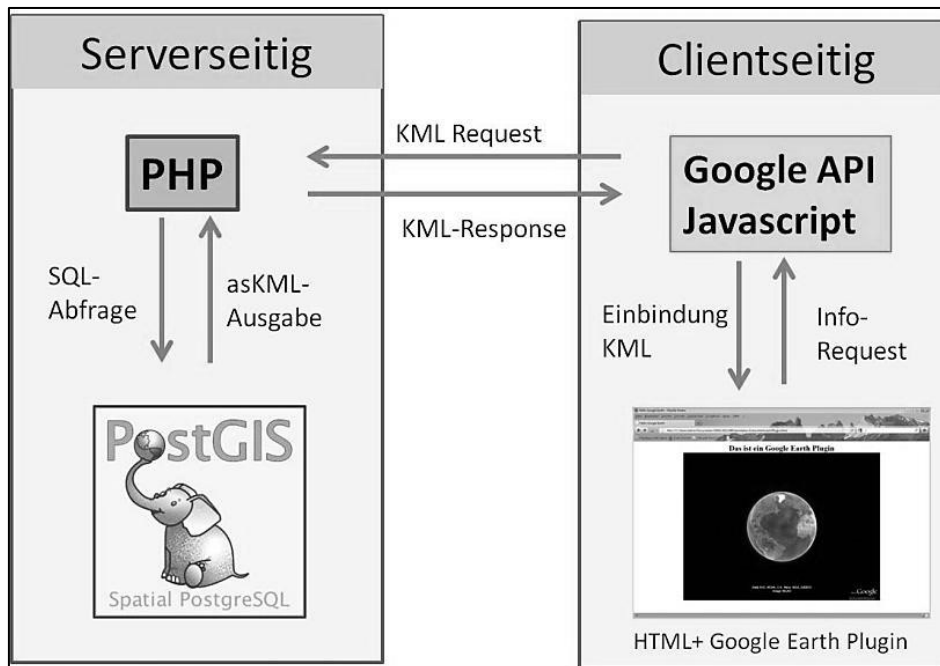


Abb. 3: Systemarchitektur GEKIS-Projekt

Die Geometriedaten der Modelle liegen in der Datenbank als Tabellen vor. Neben der Geometrie-Spalte mit den geographischen Koordinaten der Polygon-Vertices enthält jedes Polygon Informationen über seine Adresse, seine Eigenschaften sowie die Art seiner Zugehörigkeit zum Gebäude oder zu einer Wohnung. Dabei wird zwischen Daten unterschieden, welche das komplette Gebäude betreffen und Daten, welche an ein bestimmtes Bauteil gebunden sind. Eine weitere Spalte enthält die Default-Farbinformation, d.h. die Farbe, welche die Initialdarstellung der Objekte in Google Earth angibt. In der Grundeinstellung ist das Erscheinungsbild eines Gebäudes den Farben des Originals nachempfunden.

Diese Daten werden mittels der in der HTML-Seite integrierten Tools visualisiert. Über das API wird dabei ein Request an ein PHP Script gesendet, welches diesen in eine Datenbankabfrage umwandelt. Der Output der Datenbank erfolgt als XML-Code, welcher die Geometrie als ein Koordinaten-String ausgibt. Über einen PHP-Wrapper wird dieser soweit ergänzt, dass ein Ausgabe-Stream im KML-Format entsteht. Die API interpretiert die PHP-Ausgabe als KML-Datei und visualisiert diese innerhalb des Plugins als 3D-Modell.

6. Projektstand und Ausblick

Nach 8-monatiger Projektdauer zeigt sich, dass die Verwendung der API wesentlich zur Entwicklung des bauklimatischen Informationssystems beiträgt. So ist diese nicht nur ein wichtiger Bestandteil der Visualisierungsplattform, sondern ermöglicht darüber hinaus das Einbinden von diversen Funktionen und Abfragetools.



Abb. 4: Gebäudemodell mit Default-Farbinformationen



Abb. 5: Anhand des Wohnungsattributs durch einen anderen Farbcode speziell hervorgehobener Gebäudeabschnitt

Das GEKIS-System selber ist dadurch mittlerweile so weit entwickelt, dass neben der fast vollständigen Modellierung der 3D-Modelle (Abb. 4), grundlegende Abfragemodalitäten existieren. Dadurch können nicht nur einzelne Bestandteile des Gesamtmodelles separat, sondern je nach ausgewählten Attribut in unterschiedlichen Farbcodes dargestellt werden (Abb. 5).

Die Erstellung eines bauklimatischen Informationstool mit den Methoden der Geodäsie und der Geoinformatik stellt die Systementwicklung vor große Herausforderungen, da nicht nur ein Schwerpunkt auf der Visualisierung, sondern auch in der Analyse und Auswertung von Prozessen gelegt werden soll. Darüber hinaus soll der bisherige Datenbestand mit den Ergebnissen einer Oktokopter-basierenden Thermografiebefliegung und weiteren bauklimatischen Simulationen verbunden werden. Ergänzend fließen die Ergebnisse aus einem Baumkataster sowie die Ergebnisse einer Klimamessstation in das System ein.

Als Endergebnis entsteht ein dynamisches Web-Tool, welches den beteiligten Fachanwendern Überblicke und Analysen über die energetische Gebäudequalität eines Siedlungsgebietes gibt. Einzelne Gebäudeobjekte können so anhand eines bestimmten Merkmales selektiert werden, wie Abb. 6 zeigt:



Abb. 6: Anhand des Wohnungsattributes selektiv aus der Datenbank erzeugtes Objekt. Die restliche Geometrie wird nicht angezeigt.

Wünschenswerte Attribute oder gesuchte Informationen liest das System selektiv aus der Datenbank aus und wandelt diese in eine 3D-Informationseinheit um. Die Kombination flexibel manipulierbarer Gebäudemodelle mit der Google Earth API zeigt ein hohes Potential und wird daher bereits für vergleichbare Informationssysteme im Bereich der Solarpotentialsanalyse und der Denkmalpflege genutzt.

Literatur

- [1] S. Kosch: Hausbesitzer schlagen Alarm-Dämmung ohne Hemmung. In: taz.de, Ausgabe 16.09.2010, <http://www.taz.de/!58461/> (letzter Zugriff: 17.10.2011)
- [2] U. Meyer-Timpe: Wärmedämmung - Wer soll das bezahlen? In: Zeit Online, Ausgabe 14.09.2007, <http://www.zeit.de/2007/38/Immobilien> (letzter Zugriff: 17.10.2011)
- [3] C.T. Khuan, A. Abdul-Rahman, S. Zlatanova: 3D Solids and Their Management In DBMS. In: P. van Oosterom, S. Zlatanove, F. Penninga (Hrsg.): Advances in 3D Geoinformation Systems, S.279-312, Springer Verlag, Berlin, 2008.
- [4] C. Gunkel: Google Earth: Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung für geographische Anwendungen. Studienarbeit, °S. 32, GRIN Verlag, Norderstedt, 2010.
- [5] Google Earth API Reference 2011: <http://code.google.com/intl/de-DE/apis/earth/documentation/reference/index.html> (letzter Zugriff: 17.10.2011).

- [6] Open Geospatial Consortium Inc. 2008: <http://www.opengeospatial.org/> (letzter Zugriff: 17.10.2011)
- [7] H.-J. Przybilla: Das UAV-Projekt „MikroKopter“ – System und erste Erfahrungen im Einsatz. In: Luhmann/Müller (Hrsg.): Photogrammetrie, Laserscanning, Optische 3D-Messtechnik – Beiträge der 10. Oldenburger 3D-Tage, °328, Wichmann-Verlag, Heidelberg, 2011
- [8] DENA – Deutsche Energie Agentur (2011): <http://www.dena.de/themen/thema-bau/projekte/projekt/energieausweis/> (letzter Zugriff: 26.9.2011)
- [9] M. Santamouris, N. Papanikolaou, L. Livada, L. Koronakis, C. Georgakis, A. Argiriou, D.N. Assimakopoulos: On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings. In: Solar Energy 70(3), S. 201-216, 2001
- [10] M. Bruse, H. Schuster: Mikroklimasimulation ergänzend zur Gebäudesimulation. Zweite österreichische IBSPA Konferenz, Kassel, Deutschland, September 8-10, 2008
- [11] T.J. Williamson, E. Erell: Thermal performance simulation and the urban microclimate: measurement and prediction. Seventh International IBPSA Conference, Rio de Janeiro, Brazil, August 13-15, 2001

Kontakt

Rebecca Müller-Siegert
Hochschule Bochum
Labor für Photogrammetrie
Lennershofstraße 140
44801 Bochum

rebecca.mueller-siegert@hs-bochum.de

André Isele
Hochschule Bochum
Institut für Bauphysik, Baustoffe und Konstruktion
Lennershofstraße 140
44801 Bochum

andre.isele@hs-bochum.de