

# Interaktiver 3D-Routenplaner für den Campus Röntgenring in Würzburg

## *Interactive 3D Route Planner for the Campus Röntgenring in Würzburg*

Jan Wilkening<sup>1</sup>, Rainer Schöffner<sup>2</sup>, Timo Staub<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Esri Deutschland GmbH · j.wilkening@esri.de

<sup>2</sup>Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt

**Zusammenfassung:** An vielen Hochschulen mangelt es an geeigneten interaktiven Raumfinde- und Routing-Systemen. Die Orientierung auf dem Campus wird somit zum Problem. Die Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt hat sich dieses Problems angenommen und ein browserbasiertes Campus-Informationssystem entwickelt, welches anschließend um eine Routing-Funktionalität ergänzt wurde. In diesem Beitrag werden der Ablauf von der Konzeption über die Campus-Grundkarte bis hin zur lauffähigen Webanwendung mit 3D-Routing dargestellt und weitere Ergänzungsmöglichkeiten aufgezeigt.

**Schlüsselwörter:** Campus-Informationssystem, Campus-Routing, 3D-Netzwerkanalysen, Netzwerkdienste, ArcGIS Plattform

**Abstract:** *Many universities lack suitable interactive location and routing systems for guests, students and staff. Hence, on-campus orientation is problematic. In order to tackle this problem, the University of Applied Sciences Würzburg-Schweinfurt (FHWS) has developed a browser-based campus information system. In a next step, this interactive information system was enhanced by routing functionality. This article describes the workflow from the conception via the campus basemap to the fully functional web app with 3D routing and shows potential for future work.*

**Keywords:** *Campus information system, Campus routing, 3D Network analysis, Network services, ArcGIS Platform*

## 1 Motivation und Problemstellung

Die Orientierung auf dem Campus einer Hochschule ist nicht immer einfach. Die Benennungen von Gebäuden und Räumen sind zum Teil wenig verständlich, und bei jeder Hochschule steckt eine andere Systematik hinter der Bezeichnung und Nummerierung. Es dauert oft mehrere Monate, bis man sich auf dem Campus seiner Hochschule zurechtgefunden hat. Die mangelhafte Orientierung kann wiederum zu Verspätungen bei Vorlesungen, Seminaren oder sonstigen Terminen führen. Noch größer ist das Problem bei Terminen mit externen Gästen, die in der Regel gar keine Ortskenntnis auf dem Campus haben.

Während es dank gängiger Routenplanungs-Anwendungen wie Google Maps relativ einfach ist, die schnellste Route von einer Adresse zur nächsten zu finden, stellt die Orientierung auf einem Campus für diese Programme ein unlösbares Problem dar: Hat man in einen Routenplaner über die Adresse den Haupteingang zu einem Campus gefunden, können mehrere Minuten vergehen, bis man das richtige Gebäude oder den richtigen Raum gefunden hat. Das Routing mit weltweit verfügbaren Netzwerkdaten liefert für den Hochschul-Campus keine

oder unbrauchbare Ergebnisse, da für so ein kleinräumiges Gebiet in der Regel gar keine routingfähigen Netzwerke existieren. Implementationen von routingfähigen Indoor-Netzwerken sind – auch aufgrund ihres 3D-Charakters – zeitaufwendig (Krisp et al., 2014; Dioni et al., 2017) und somit oft im Arbeitsalltag der Hochschule nicht zu bewerkstelligen. Einige Abschlussarbeiten an Hochschulen haben sich diesem Thema gewidmet (beispielsweise Petrenko, 2013; Martí, 2013; Schütte, 2017).

Während einige Hochschulen auf ihrer Website zumindest einen (meist statischen) Raumplan veröffentlicht haben, finden sich auf den Hochschul-Websites kaum interaktive routingfähige Anwendungen für Mitarbeiter, Studierende oder Gäste (siehe Diskussionen zum State of the Art im englischen und deutschen Sprachraum bei Mittlboeck et al., 2017 oder Schütte, 2017).

Der Studienbereich Geo der Hochschule für angewandte Wissenschaft Würzburg-Schweinfurt (im Folgenden FHWS) hat sich dieser Probleme angenommen und ein webbasiertes Campus-Informationssystem entwickelt. Im Rahmen einer Projektarbeit mit anschließender Bachelorarbeit wurde dieses Campus-Informationssystem um eine Routing-Funktionalität erweitert, welches in diesem Beitrag vorgestellt wird.

Eine besondere Herausforderung stellte hier die Implementierung des Routings dar, da die Erfassung des Routing-Netzwerks ohne automatisierte oder halbautomatisierte Erfassung durchgeführt wurde und somit für den Zeitrahmen einer Bachelorarbeit recht umfangreich war.

## 2 Der Campus Röntgenring

Die FHWS besteht aus mehreren Standorten in Würzburg und Schweinfurt. Für die Entwicklung des Routenplaners wurde zunächst der Campus am Röntgenring in Würzburg ausgewählt, an dem die Fakultät für Kunststofftechnik und Vermessung angesiedelt ist. Am Campus Röntgenring studieren derzeit 1100 der insgesamt 9100 Studierenden der Hochschule. Der Campus hat eine Nutzfläche von 7900 m<sup>2</sup> und eine Verkehrsfläche von 3100 m<sup>2</sup>. Eine Erweiterung des Campus-Informationssystems auf weitere Hochschulstandorte ist derzeit in Planung.

Der Campus besteht aus fünf Gebäudeteilen, die baulich miteinander verknüpft sind und über eine unterschiedliche Anzahl an Stockwerken verfügen. Jedes Gebäude hat eine unterschiedliche Stockwerkzahl. Weiterhin verfügt nicht jeder Gebäudeteil über einen Zugang zu einem Aufzug (siehe Tabelle 1). Darüber hinaus gibt es öffentliche und nicht öffentliche Zugänge zum Campus, für die besondere Schließberechtigungen erforderlich sind.

**Tabelle 1:** Übersicht über die Gebäude am Campus Röntgenring

Gebäudeteil	Geschosszahl	Aufzug vorhanden
A	4	Ja
B	3	Nein
C	4	Ja
D	8	Ja
E	3	Nein

### 3 Das Campus-Informationssystem

Um das Problem der Orientierung auf dem Campus zu lösen, hat die Hochschule zunächst auf Grundlage von ArcGIS Desktop, ArcGIS Server sowie der ArcGIS API for JavaScript ein browserbasiertes Campus-Informationssystem entwickelt ([http://gis.fhws.de/campus/campus\\_roeri.html](http://gis.fhws.de/campus/campus_roeri.html) in 2D bzw. [http://gis.fhws.de/campus/campus\\_roeri\\_3D.html](http://gis.fhws.de/campus/campus_roeri_3D.html) in 3D, siehe Abb. 1), welches frei zugänglich ist.

Dieses Informationssystem enthält neben Gebäudegrundrissen eine farbliche Klassifizierung von Räumen (z. B. Hörsäle, Büros, Labore), Gebäudeeingänge und POIs (z. B. Toiletten, Drucker, Cafeteria). Dieses Campus-Informationssystem bildet die Grundlage für den 3D-Routenplaner, der im Folgenden vorgestellt wird.

Für die Umsetzung wurde die ArcGIS-Plattform gewählt, da mit den Plattform-Komponenten wie ArcGIS Desktop (mit den Erweiterungen Network Analyst und 3D Analyst), ArcGIS Server, ArcGIS Online und der ArcGIS-API for JavaScript recht effizient eine vorzeigbare Lösung entstehen konnte. Im Rahmen der Landeslizenz Bayern standen der Hochschule alle oben genannten Komponenten der ArcGIS-Plattform zur Verfügung.



Abb. 1: 3D-Campus-Informationssystem (ohne Routing)

## 4 Campus-Routing

### 4.1 Konzeption

Ausgehend von den Daten und Funktionen des Campus-Informationssystems sollte es einem Nutzer möglich sein, Start- und Endpunkt einer Route in Form einer Raumbezeichnung oder eines beliebigen anderen Punkts anzugeben.

Zudem sollte der Nutzer seine Route spezifizieren können, je nachdem, ob Aufzüge oder Treppen vermieden werden sollten, besondere Schließberechtigungen erforderlich sind oder Wege innerhalb des Gebäudes bevorzugt werden.

### 4.2 Umsetzung mit ArcGIS

Für die Erstellung des routingfähigen Netzwerks wurde ArcGIS Desktop in der Version 10.4.1 verwendet. Hierbei kamen zwei Erweiterungen zum Einsatz: Zum einen 3D Analyst für die Erfassung, Bearbeitung und Visualisierung der GIS-Daten im dreidimensionalen Raum, zum anderen Network Analyst für das Erstellen und Analysieren von eigenen routingfähigen Netzwerkdaten.

Als Grundlage fürs Routing wurde die bestehende Geodatabase des Campus-Informationssystems um eine Feature-Class mit dreidimensionalen Transportwegen erweitert. Die Transportwege enthalten nicht nur Wege innerhalb eines Stockwerks oder außerhalb der Gebäude, sondern auch Etagenverbindungen wie Aufzüge oder Treppen.

Um die Routing-Funktionalität zu gewährleisten, wurde aus diesen Transportwegen mit Network Analyst ein Netzwerk erstellt, welches auch die in 4.1 beschriebene Routenspezifizierung ermöglicht.

Anschließend wurde das Netzwerk mit ArcGIS Server und ArcGIS Online als Webdienst veröffentlicht. Die so erstellten Webdienste wurden schließlich in den bestehenden HTML- und JavaScript-Code des Campus-Informationssystems integriert, und das Frontend um die Funktionalität des Routings erweitert (Abb. 2).

Die Entwicklung an dem Campus-Informationssystem geht stetig weiter und auch die Routing-Funktionalität der Bachelorarbeit ist mittlerweile um einige Funktionen erweitert worden: Es können nun auch Start- und Zielpunkte gesetzt werden, die nicht an einen Raum gebunden sind.

Das Ergebnis ist unter [http://gis.fhws.de/campus/campus\\_roeri\\_3d\\_routing.html](http://gis.fhws.de/campus/campus_roeri_3d_routing.html) ebenfalls frei zugänglich.

Tabelle 2 zeigt die verwendeten Software-Komponenten für die einzelnen Anforderungen im Überblick.



**Abb. 2:** 3D-Campus-Informationssystem, ergänzt um einen 3D-Routenplaner

**Tabelle 2:** Anforderungen und verwendete Software-Komponenten

Anforderung	Software-Komponente
Erfassung, Bearbeitung und Visualisierung der Daten in 3D	ArcGIS Desktop: Erweiterung 3D Analyst
Erstellung des routingfähigen Netzwerks	ArcGIS Desktop: Erweiterung Network Analyst
Veröffentlichung des Netzwerks als Webdienst (Network Service)	ArcGIS Server
Veröffentlichung der Webkarten (2D) und Web-szenen (3D)	ArcGIS Online
Erstellung einer interaktiven Webanwendung	ArcGIS API for JavaScript

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Umsetzung des 3D-Routenplaners hat die FHWS ein browserbasiertes Campus-Informationssystem geschaffen, welches Mitarbeitern, Gästen und Studierenden die Orientierung und Navigation auf dem Campus wesentlich erleichtert. Mithilfe des 3D-Routenplaners finden Studierende, Mitarbeiter und Gäste schnell die besten Routen auf dem Campus.

Da der Quellcode der Anwendung öffentlich einsehbar ist, können interessierte Hochschulen ähnlich vorgehen und beispielsweise im Rahmen von Studentenprojekten oder Abschlussarbeiten Anwendungen erstellen, die einen großen Mehrwert für das alltägliche Leben auf dem Campus darstellen. Die Motivation für die Beschäftigung mit Netzwerken und Webanwendungen dürfte für die Studierenden dadurch, dass es sich um die eigene Lebenswelt handelt, deutlich steigen.

Im Gesamtkonzept des „Smart Campus“ stellt ein interaktiver 3D-Routenplaner einen wichtigen Schritt dar. Die Anwendung lässt sich in Zukunft beispielsweise mit weiteren Standorten, Funktionalitäten, detaillierten Raumplänen, Meldesystemen, Sensoren oder Echtzeitdaten erweitern. Ein besonders spannendes Themenfeld ist hier Indoor-Positionierung und Navigation, zumal dies als ein zentrales Zukunftsfeld für die Geoinformatik angesehen wird (vgl. Worboys, 2011; Cho & Choi, 2015; Winter et al., 2017).

Weiterhin finden sich Erweiterungsmöglichkeiten im Bereich der barrierefreien Mobilität, die in diesem Beispiel durch die Vermeidung von Treppen bereits berücksichtigt ist.

## Literatur

- Cho, Y. C., & Choi, J. F. (2015). Spatial Information-Based 3D GIS for Indoor & Outdoor Integrated Platform Development from CRETA Platform. *International Journal of Computer and Communication Engineering*, 4(6).
- Dionti, T., Adhinugraha, K. M., & Alamri, S. (2017). Indoor routing in three dimensional spaces. *5th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*.
- Krisp, J., Jahnke, M., Lyu, H., & Fackler, F. (2014). Visualization and Communication of Indoor Routing Information. In: G. Gartne, & H. Huang (Eds.), *Progress in Location-Based Services 2014*. Cham: Springer.
- Martí, R. M. (2013). *UJI Spatial Network. Development of a pedestrian spatial network within the University Jaume I of Castellón (Spain)* (Master's Thesis). Universidad Jaime I, Castellón (Spanien).
- Mittlboeck, M., Knoth, L., & Vockner, B. (2017). Universitäre Campus Maps – Beispiele aus Österreich und Nordamerika: Status quo & quo vadis? *AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik*, 3-2017, 374–382. Berlin/Offenbach: Wichmann Verlag.
- Petrenko, A. (2013). *Generation of an Indoor Network for the University of Saskatchewan* (Master's Thesis). University of Saskatchewan, Saskatoon (Canada).
- Schütte, S. (2017). *Integrationsmöglichkeiten von Informationen auf Gebäude-, Etagen- und Raumebene in das Campus-Informationssystem der Martin-Luther-Universität Halle* (Bachelor's Thesis). Universität Halle-Wittenberg.
- Winter, S., Tomko, M., Vasardani, M., Richter, K.-F., & Khoshelham, K. (2017). Indoor Localization and Navigation Independent of Sensor Based Technologies. *SIGSPATIAL Special*, 9, 19–26.
- Worboys, M. (2011). Modelling indoor space. *Proceedings of the 3rd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Indoor Spatial Awareness* (pp. 1–6).