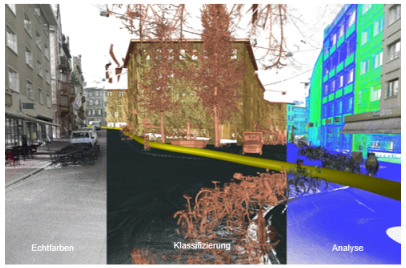
Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

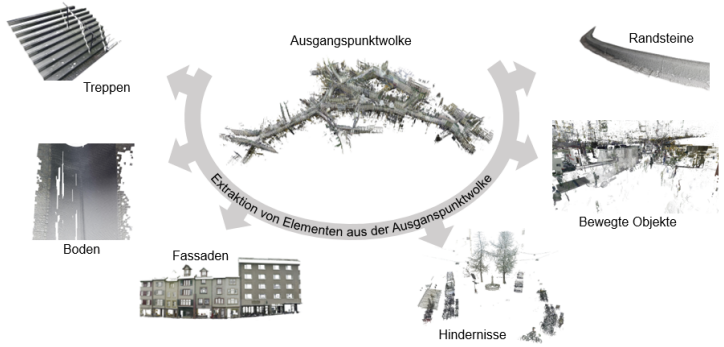
Hochaufgelöste 3D-Modelle für die Analyse der Accessibility

Mehr Accessibility dank der Analyse von Punktwolken



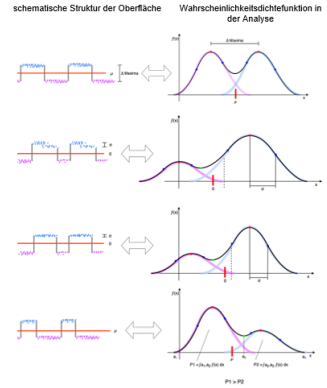
- Mangel an Lösungen zur Routenplanung für mobilitätseingeschränkte Personen (Balado et al., 2019)
- Hochaufgelöste 3D Punktwolken eignen sich, um Problemstellen für mobilitätseingeschränkte Personen sichtbar zu machen (López-Pazos u. a. 2017)
- Alle für das Pathfinding benötigten Informationen sind bereits in der Punktwolke vorhanden → Informationen nutzbar machen
- Zielgruppe:
  - Personen im Rollstuhl (mit und ohne Unterstützung)
  - Personen mit Rollatoren
  - Fussgänger mit erschwerter Mobilität

Von einer Aufnahme zur Punktwolke und dessen Segmentierung



Analyse der Gehflächen

- **Problem:**
  - Gehflächentypen haben grossen Einfluss auf Accessibility
  aber
  - Keine klassische Segmentierung sinnvoll
- **Lösungsansatz:**
  - Statistische Analysen grosser Punktmengen statt absolute Werte → *surface flatness*
  - Automatischer Export relevanter statistischer Werte (Min. / Max. / Wendepunkte)
- **Validierung:**
  Vergleich Resultat mit Normen und Einschätzung Fachexperte



Pathfinding-Netzwerk

- Umsetzung in Python
- Erstellung eines Netzwerks aus der segmentierten und dezimierten Punktwolke
- Berücksichtigung der Steigung, Begehbarkeit des Bodens und der Hindernisse mithilfe von Kostenfunktionen, unterschiedlich für jede Nutzergruppe
- Speicherung jedes Kostenwerts in den Netzwerkkanten
- Weganalyse sucht Route mit geringsten Kosten

Flussdiagramm des Ablaufs zur Erstellung des Pathfinding in Python



Resultate

- Verschieden Analysemethoden zur Beurteilung der Accessibility:
  - Segmentierung in Klassen
  - Neigungsanalyse der Punktwolke
  - Statistische Analyse der Bodentypen
- Kombination der Analysen:
  - In Pathfinding
  - In Erreichbarkeitsanalyse
- Modulares Python-Skript zur Routenplanung:
  - Variable Kostendefinition
  - Einfache Erstellung von Nutzerprofilen

Erreichbarkeit je nach Nutzergruppen



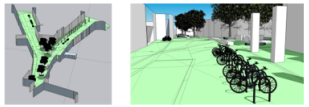
Fazit

- Workflow für die Analyse der Accessibility wurde erarbeitet und getestet
- Kostenmodelle für die Routenplanung sind für die Nutzergruppen anpassbar
- Mit einer Accessibility-Analyse können problematische Stellen detektiert werden
- Die erarbeiteten Analysen sind in der Planung (a priori) nutzbar

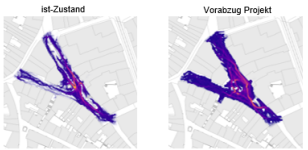
Ausblick

- Nutzbarmachung des Python-Skripts als Tool

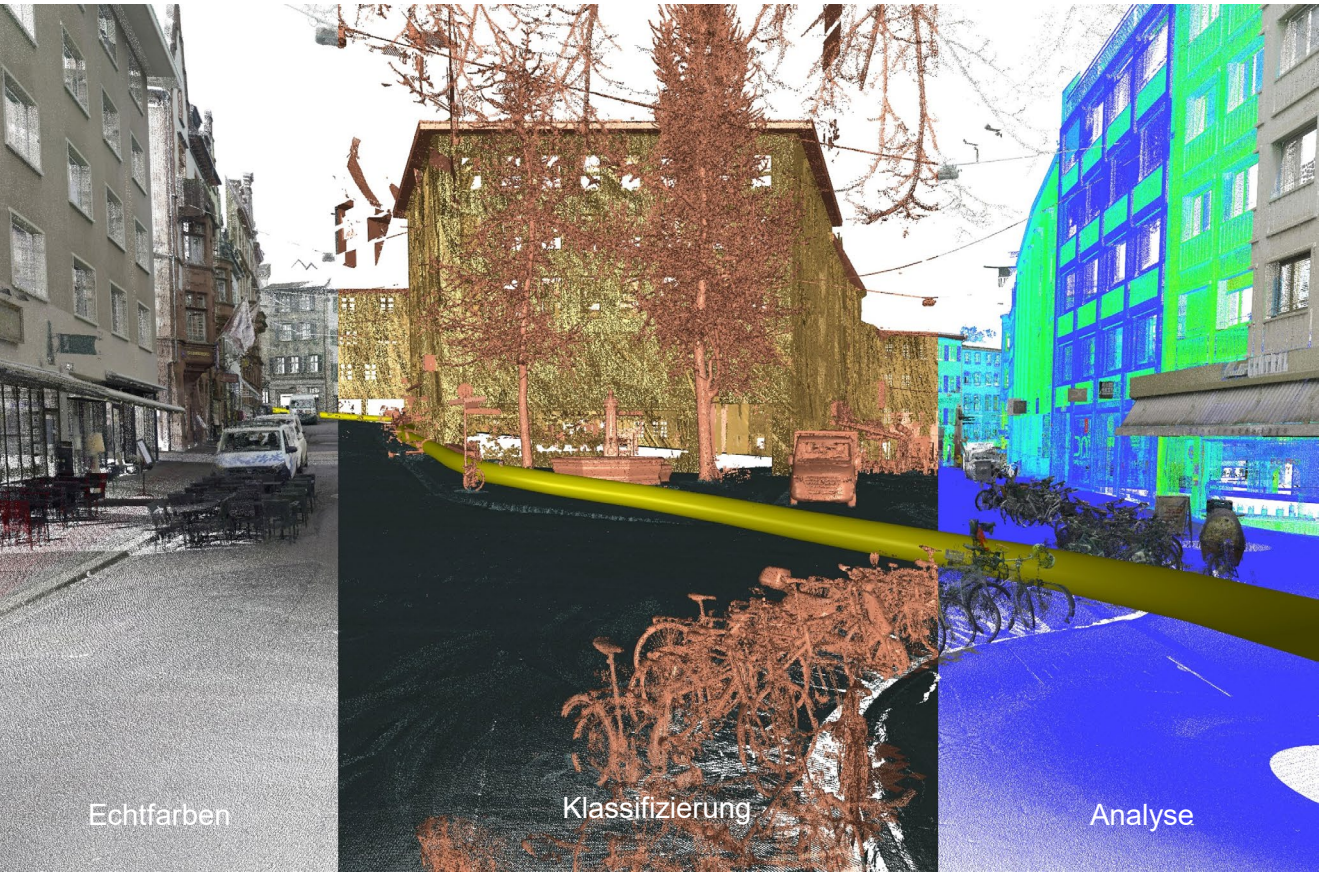
3D Modell aus Vorabzug des Projekts Umbau Rümelinsplatz



Generelle Accessibility mit Rollstuhl



Mehr Accessibility dank der Analyse von Punktwolken



- Mangel an Lösungen zur Routenplanung für mobilitätseingeschränkte Personen (Balado et al., 2019)
- Hochaufgelöste 3D Punktwolken eignen sich, um Problemstellen für mobilitätseingeschränkte Personen sichtbar zu machen (López-Pazos u. a. 2017)
- Alle für das Pathfinding benötigten Informationen sind bereits in der Punktwolke vorhanden
  → Informationen nutzbar machen
- Zielgruppe:
  - Personen im Rollstuhl (mit und ohne Unterstützung)
  - Personen mit Rollatoren
  - Fussgänger mit erschwerter Mobilität

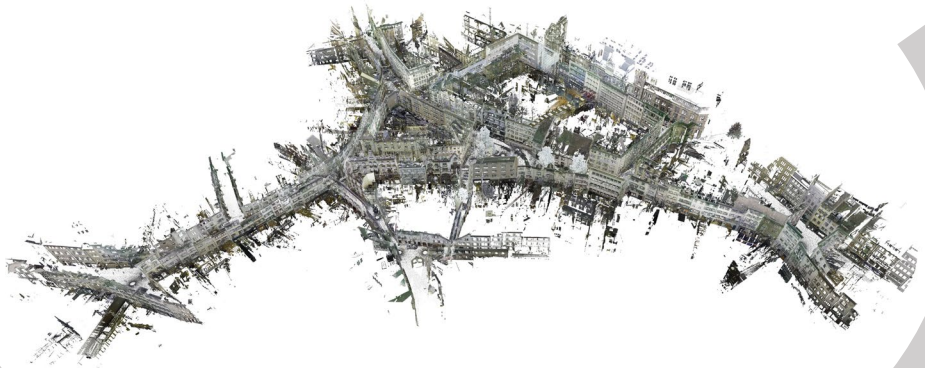
© IGEO FHNW

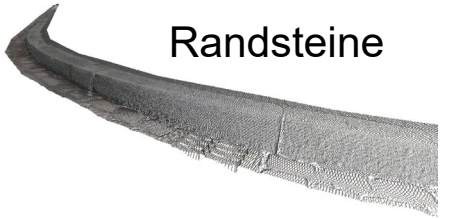
Von einer Aufnahme zur Punktwolke und dessen Segmentierung



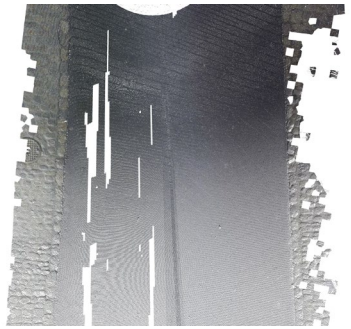
Treppen

Ausgangspunktwolke





Randsteine



Boden

Extraktion von Elementen aus der Ausganspunktwolke



Bewegte Objekte

Fassaden





Hindernisse

Autoren: Livio Cadotsch & Emre Karabasoglu, Betreuende: Susanne Bleisch & Wissam Wahbeh, Experte: Guido Schnegg
© IGEO FHNW

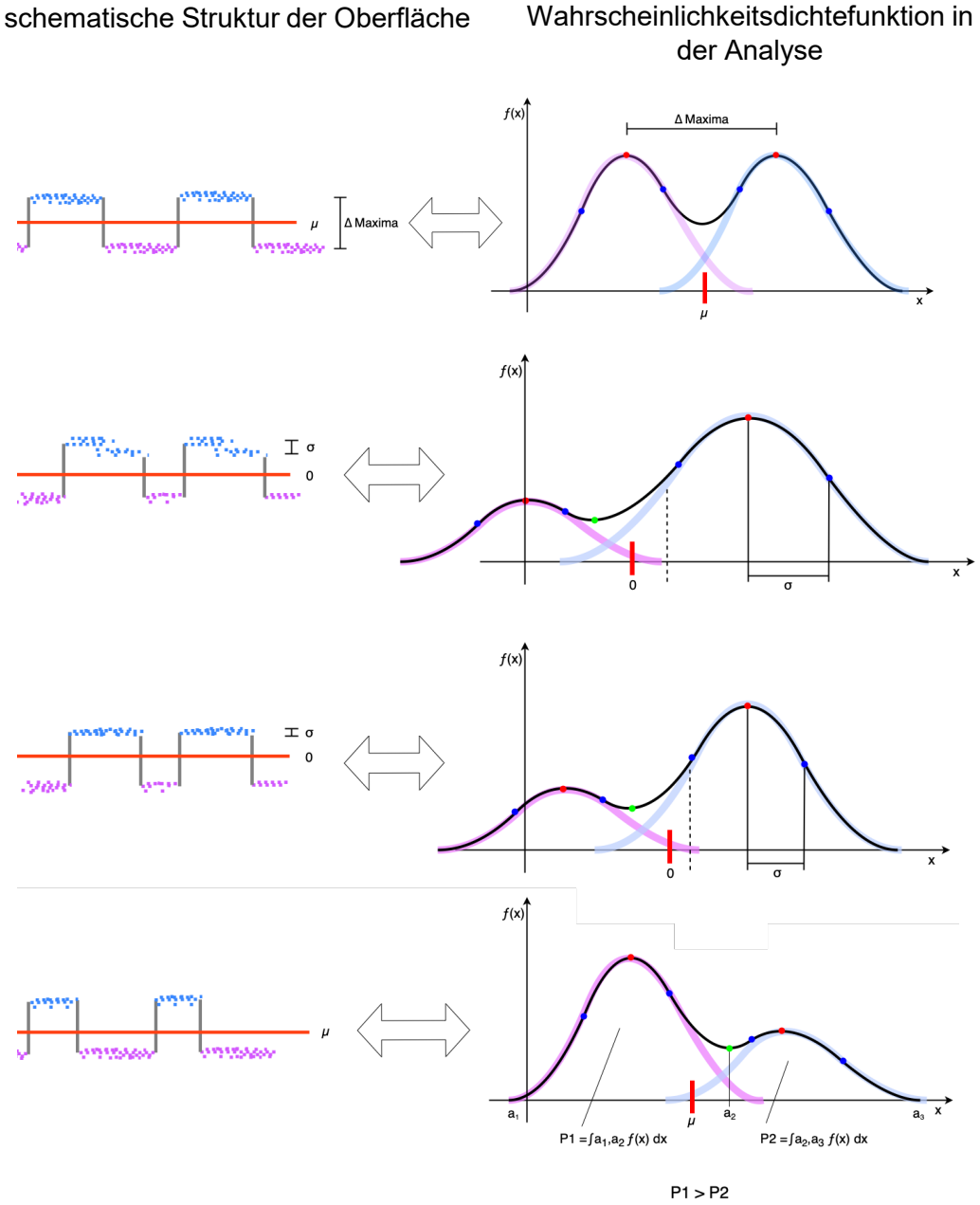
Analyse der Gehflächen

- **Problem:**
  - Gehflächentypen haben grossen Einfluss auf Accessibility
    aber
  - Keine klassische Segmentierung sinnvoll



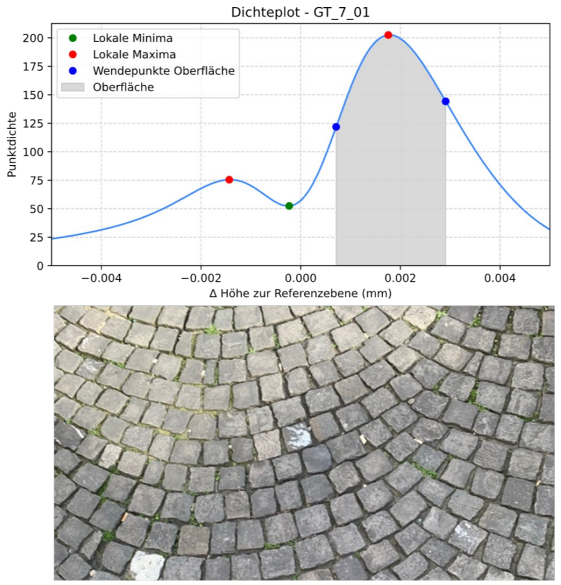
- **Lösungsansatz:**
  - Statistische Analysen grosser Punktmengen statt absolute Werte → *surface flatness*
  - Automatischer Export relevanter statistischer Werte (Min. / Max. / Wendepunkte)

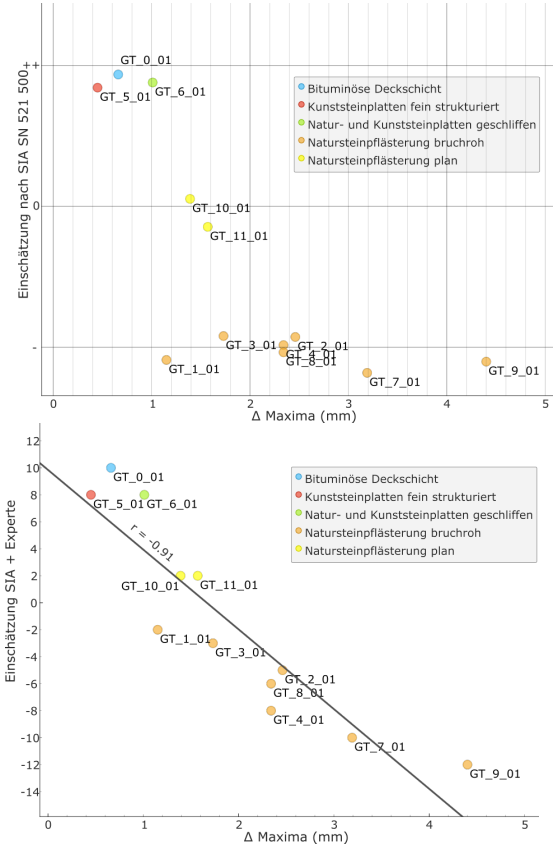
- **Validierung:**
  Vergleich Resultat mit Normen und Einschätzung Fachexperte



Arbeitsablauf Analyse der Gehflächen







- Definition der Gehflächentypen
- Statistische Analyse von Stichproben
- Validierung und Vergleich der Analyse anhand Einschätzung der SIA SN 521 500 Normen und Expertenmeinung

Pathfinding-Netzwerk

- Umsetzung in Python
- Erstellung eines Netzwerks aus der segmentierten und dezimierten Punktwolke
- Berücksichtigung der Steigung, Begehbarkeit des Bodens und der Hindernisse mithilfe von Kostenfunktionen, unterschiedlich für jede Nutzergruppe
- Speicherung jedes Kostenwerts in den Netzwerkkanten
- Weganalyse sucht Route mit geringsten Kosten

Flussdiagramm des Ablaufs zur Erstellung des Pathfinding in Python

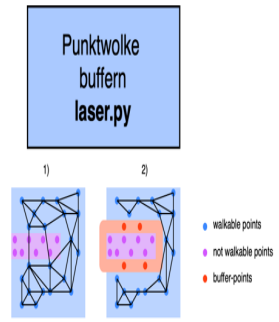


Abb. 1: Netzwerk ohne (1) und mit Buffer (2)

laser.py

- Buffern, um 'Mauersprünge' zu verhindern

grapher.py

- Punkte zu Netzwerk-Graph verbinden
- Kosten festlegen

pathfinder.py

- Berechnet die kostengünstigste Route mithilfe des erstellten Netzwerk-Graphen

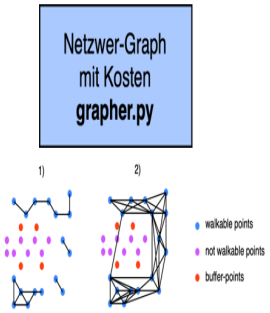


Abb. 2: Zu geringe (1) und zu hohe Konnektivität der Punkte (2)



Tabelle 1: Visualisierung der gesetzten Kostenparameter für die Neigung

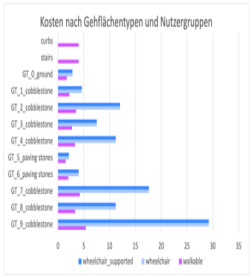


Tabelle 2: Visualisierung der gesetzten Kostenparameter für die Gehflächentypen





Abb. 3: Routenwahl bei Weganalyse *wheelchair_supported*



Abb. 4: Routenwahl bei Weganalyse *walkable*

13. Juni 2023 Autoren: Livio Cadotsch & Emre Karabasoglu, Betreuende: Susanne Bleisch & Wissam Wahbeh, Experte: Guido Schnegg © IGEO FHNW

Punktwolke buffern **laser.py**

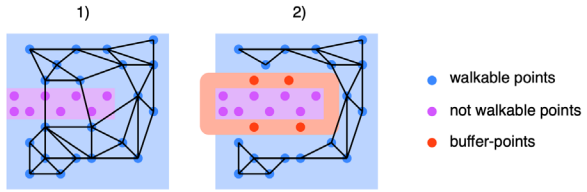


Abb. 1: Netzwerk ohne (1) und mit Buffer (2)

Netzwer-Graph mit Kosten **grapher.py**

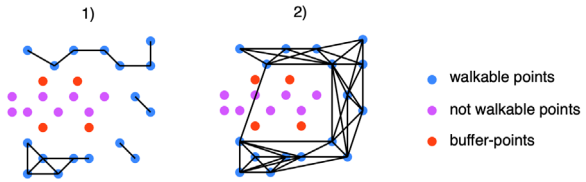


Abb. 2: Zu geringe (1) und zu hohe Konnektivität der Punkte (2)

Weganalyse **pathfinder.py**



Abb. 3: Routenwahl bei Weganalyse *wheelchair_supported*

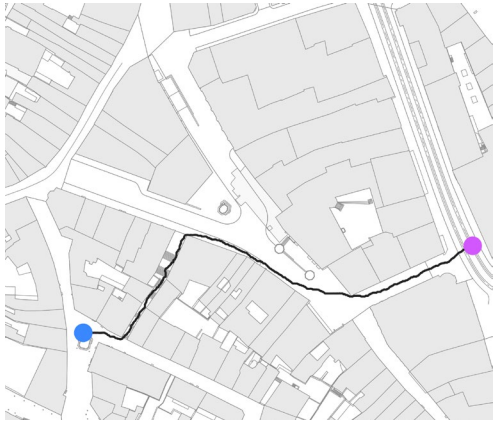


Abb. 4: Routenwahl bei Weganalyse *walkable*

laser.py

- Buffern, um ‘Mauersprünge’ zu verhindern

grapher.py

- Punkte zu Netzwerk-Graph verbinden
- Kosten festlegen

pathfinder.py

- Berechnet die kostengünstigste Route mithilfe des erstellten Netzwerk-Graphen

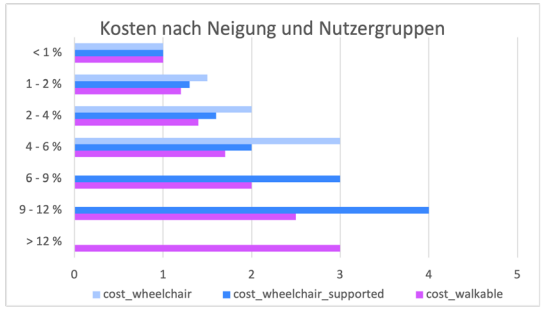


Tabelle 1: Visualisierung der gesetzten Kostenparameter für die Neigung

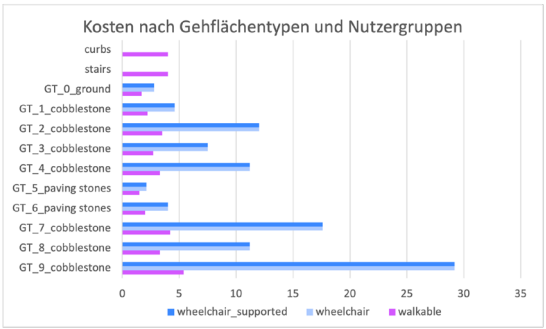


Tabelle 2: Visualisierung der gesetzten Kostenparameter für die Gehflächentypen

 © IGEO FHNW

Resultate

- Verschieden Analysemethoden zur Beurteilung der Accessibility:
  - Segmentierung in Klassen
  - Neigungsanalyse der Punktwolke
  - Statistische Analyse der Bodentypen

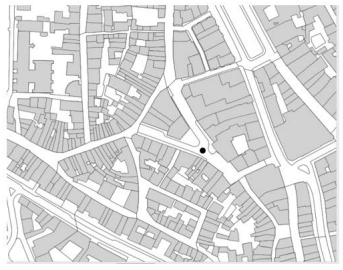
- Kombination der Analysen:
  - In Pathfinding
  - In Erreichbarkeitsanalyse

- Modulares Python-Skript zur Routenplanung:
  - Variable Kostendefinition
  - Einfache Erstellung von Nutzerprofilen

Erreichbarkeit je nach Nutzergruppen



Visualisierung der Erreichbarkeit zu Fuss – entspricht Aufnahmeperimeter

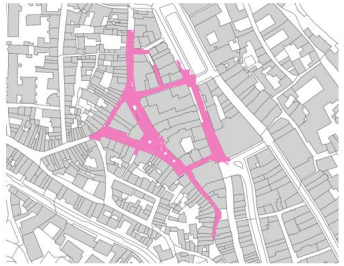


Erreichbarkeit mit dem Rollstuhl



Erreichbarkeit mit dem Rollstuhl mit Unterstützung



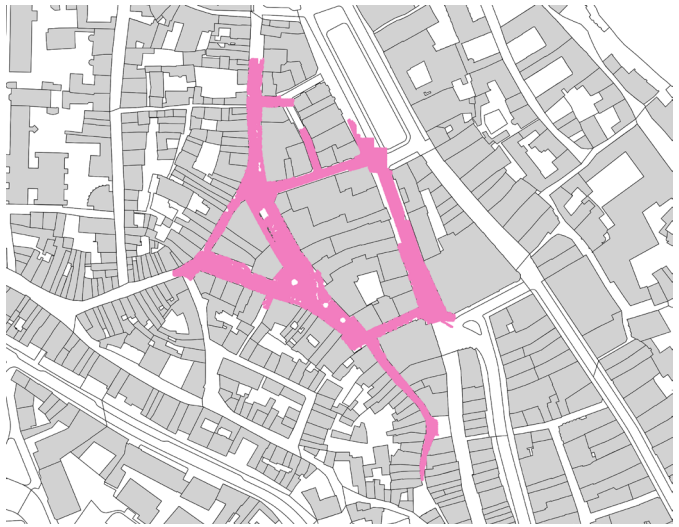




Visualisierung der Erreichbarkeit zu Fuss – entspricht Aufnahmeperimeter



Erreichbarkeit mit dem Rollstuhl



Erreichbarkeit mit dem Rollstuhl mit Unterstützung



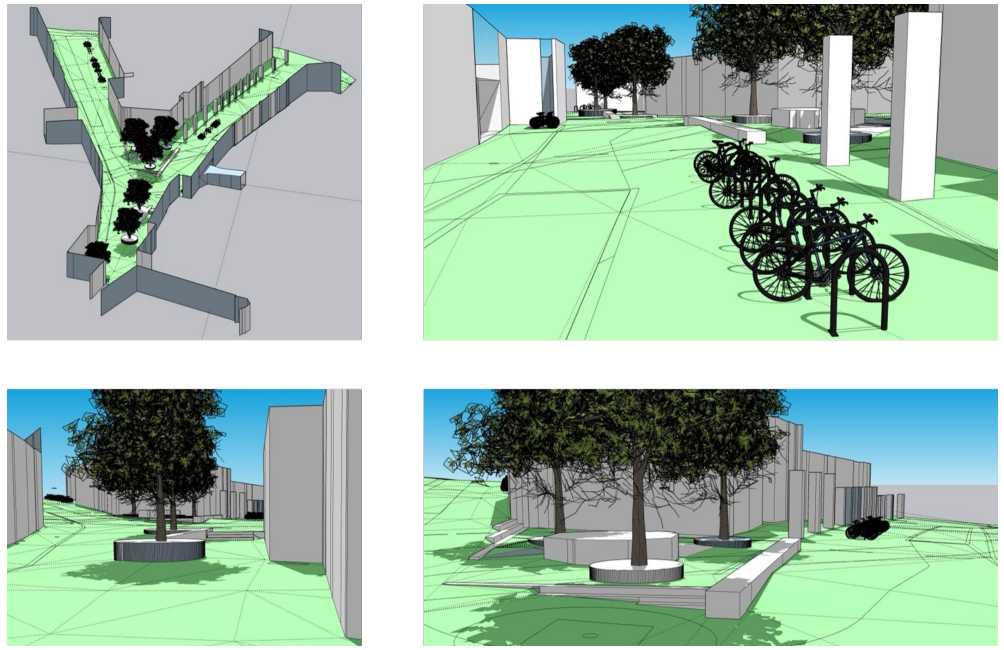
Fazit

- Workflow für die Analyse der Accessibility wurde erarbeitet und getestet
- Kostenmodelle für die Routenplanung sind für die Nutzergruppen anpassbar
- Mit einer Accessibility-Analyse können problematische Stellen detektiert werden
- Die erarbeiteten Analysen sind in der Planung (a priori) nutzbar

Ausblick

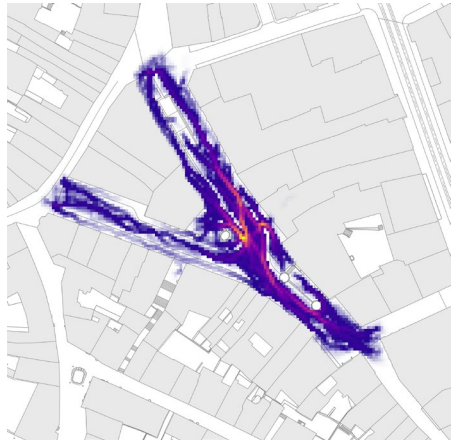
- Nutzbarmachung des Python-Skripts als Tool

3D Modell aus Vorabzug des Projekts Umbau Rümelinsplatz

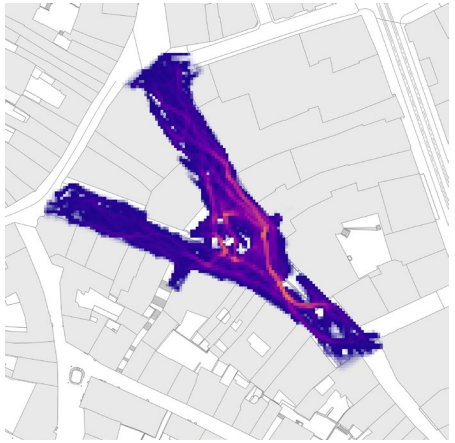


Generelle Accessibility mit Rollstuhl

ist-Zustand



Vorabzug Projekt



Literatur

- Balado, Jesús; Díaz-Vilariño, Lucía; Arias, Pedro; u. a. (2019): Point clouds for direct pedestrian pathfinding in urban environments, in: *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Jg. 148, S. 184–196, doi: 10.1016/j.isprsjprs.2019.01.004.

- López-Pazos, G.; Balado, J.; Díaz-Vilariño, L.; u. a. (2017): PEDESTRIAN PATHFINDING IN URBAN ENVIRONMENTS: PRELIMINARY RESULTS, in: *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Copernicus GmbH, S. 35–41, doi: 10.5194/isprs-annals-IV-5-W1-35-2017.

- Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) (Hrsg.) (2014): SN 640 075 «Hindernisfreier Verkehrsraum» | Hindernisfreie Architektur.

- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA) (Hrsg.) (2009): SN 521 500 Hindernisfreie Bauten, SIA 500.

 © IGEO FHNW