

# GIS Grundzüge (HS 2019)

**Prof. Dr. Martin Raubal**

**Joram Schito, Dr. Kuno Kurzhals**

HiWi: Florian Fuchs, Fabian Achermann, Flores Gutierrez Lucas

**Übung: Donnerstag 08:00 – 11:00 – HIL E 15.2**

**Vorlesung: Freitag 13:00 – 15:00 – HIL E 7**

## Programm

Datum	Vorlesung/ Übung	Thema	Dozent	Raum
Donnerstag 19.09.19	Ü	Ü 1: Einstieg ins Projekt und Repetition von Python	J. Schito, Dr. Kurzhals	E 15.2
Freitag 20.09.19	V	Einführung GIS & GIScience	Prof. Dr. Raubal	E 7
Donnerstag 26.09.19	Ü	Ü 2: Einführung in ArcGIS Pro	J. Schito, Dr. Kurzhals	E 15.2
Freitag 27.09.19	V	Konzeptionelles Modell & Datenschema	Dr. Kiefer	E 7
Donnerstag 03.10.19	Ü	Ü 3: Modellierung	J. Schito, Dr. Kurzhals	E 15.2
Freitag 04.10.19	V	Vektorgeometrie und Topologie	Prof. Dr. Raubal	E 7
Donnerstag 10.10.19	Ü	Ü 4: Geoprocessing von Vektordaten	J. Schito, Dr. Kurzhals	E 15.2
Freitag 11.10.19	V	Rastergeometrie und - algebra	Prof. Dr. Raubal	E 7
Donnerstag 17.10.19	Ü	Ü 5: Geoprocessing von Rasterdaten	J. Schito, Dr. Kurzhals	E 15.2

Datum	Vorlesung/ Übung	Thema	Dozent	Raum
Freitag 18.10.19	V	Netzwerke	Dr. Buffat	E 7
Donnerstag 24.10.19	Ü	Ü 6: Geoprocessing mit Netzwerken	J. Schito, Dr. Kurzhals	E 15.2
Freitag 25.10.19	V	Geodatenbanken	Prof. Dr. Raubal	E 7
Donnerstag 31.10.19	Ü	Ü 7: Geodatenbanken	J. Schito, Dr. Kurzhals	E 15.2
Freitag 01.11.19	V	Geodatenbanken	Prof. Dr. Raubal	E 7
Donnerstag 07.11.19	Ü	Ü 8: Projektbericht	J. Schito, Dr. Kurzhals	E 15.2
Freitag 08.11.19	V	Thematische Daten	Prof. Dr. Raubal	E 7
Donnerstag 14.11.19	Ü	Ü 9: Thematische Karten	J. Schito, Dr. Kurzhals	E 15.2
Freitag 15.11.19	V	Räumliche Statistik	Prof. Dr. Raubal	E 7
Donnerstag 21.11.19	Ü	Ü 10: Datenanalyse I	J. Schito, Dr. Kurzhals	E 15.2
Freitag 22.11.19	V	Räumliche Statistik	Prof. Dr. Raubal	E 7
Donnerstag 28.11.19	Ü	Ü 11: Datenanalyse II	J. Schito, Dr. Kurzhals	E 15.2
Freitag 29.11.19	V	Räumliche Abfragen & Analysen	Dr. D. Rudi	E 7
Donnerstag 05.12.19	Ü	Ü 12: Visualisierung	J. Schito, Dr. Kurzhals	E 15.2
Freitag 06.12.19	V	Präsentation raumbezogener Daten	Dr. Kurzhals	E 7

Datum	Vorlesung/ Übung	Thema	Dozent	Raum
Donnerstag 12.12.19	Ü	Ü 13: Freies Arbeiten	J. Schito, Dr. Kurzhals	E 15.2
Freitag 13.12.19	V	Systemarchitekturen & Interoperabilität	Prof. Dr. Raubal	E 7
Donnerstag 19.12.19	Ü	Ü 14: Präsentation der Projekte	J. Schito, Dr. Kurzhals	E 15.2
Freitag 20.12.19	V	Datenqualität, Unsicherheiten & Metadaten	Prof. Dr. Raubal	E 7

# Konzept Übung GIS GZ HS 2019

## 1 Richtziel

Sie können grundlegende Konzepte und Werkzeuge der Geoinformationstechnologie anwenden, um Projekte im Zusammenhang mit Realisierung, Nutzung und Betrieb von raumbezogenen Informationssystemen ingenieurmässig planen, bearbeiten und leiten zu können. Insbesondere soll dabei die technische Umsetzung auf aktuellen Technologien und offenen Standards beruhen.

## 2 Umsetzung

Generell wenden Sie in den **Labs** alle Funktionen eines GIS an (Modellierung, Erfassung, Verarbeitung, Analysen, Präsentation) und erlernen dabei sowohl das Arbeiten mit einem Desktop-GIS als auch das Steuern von GIS-Befehlen mit der Programmiersprache **Python**. Die Grundlagen dazu erarbeiten Sie sich während den Übungen und in Online-Tutorials.

Das **Projekt** soll einen praxisorientierten Charakter haben. Es geht darum, für eine Fachstelle eine Expertise durchzuführen und die Frage zu beantworten, ob und wie ein Zustand eines raumbezogenen Phänomens verbessert werden kann. Sie erstellen dazu ein Konzept, organisieren selbstständig die Daten und arbeiten in **Dreiergruppen**<sup>1</sup>. Ihr Projekt schreiben Sie einen **Projektbericht** und präsentieren deren Inhalte. Die Bewertung des Projektberichts und der Projektpräsentation wird mit **30%** in die Endnote einfließen. **Seien Sie zu Ihren Teamkolleg\*innen fair und leisten Sie Ihren Beitrag zum Teamwork!**

Pro Woche stehen uns 3 Lektionen à 45 Minuten für die Übungen zur Verfügung. Wir widmen uns 1-2 Lektionen den Labs und den Rest dem Projekt (eigenständiges Arbeiten).



### 3.1 Zusammensetzung der Note

70% Prüfung	18% Projektbericht	12% Präsentation
----------------	-----------------------	---------------------

### 3.2 **Obligatorische Präsentation am 19.12.2019 (letzte Kurswoche)**

Am 19.12.2019 halten Sie **alle (!)** eine Präsentation und stellen die Ergebnisse Ihres Projekts vor. Bewertet werden:

- **Gruppennote:**

<sup>1</sup> Ausnahmefälle: Vierergruppen

- Inhalt: korrekt, sachlich, ausführlich
- Design, Layout, Bilder, Grafiken
- Struktur, roter Faden
- Gelungener Einstieg, spannender Abschluss
- Zeitmanagement (ca. 12 min +/- 1 min; wird noch bekanntgegeben)
- **Individuelle Note:**
  - Kommunikation: spannend, fokussiert, Präsentationsstil, verbale / nonverbale Kommunikation
  - Verständlichkeit (sowohl sprachlich als auch inhaltlich)

### **3.3 Projektbericht bis 20.12.2019 um 12:00 Uhr auf Moodle abgeben**

**Bis am 20.12.2019 um 12:00 Uhr geben Sie auf Moodle Ihren Projektbericht über das Projekt ab** (max. 5 Seiten + Code). Wenden Sie dabei die folgende Struktur an:

- **(Abstract):** Ihre Arbeit in max. 200 Wörtern zusammengefasst
- **Einleitung:** Einführung in das Problem und in die Fragestellung
- **Methode:** Ihr gewählter Ansatz, um das Problem zu beantworten
- **Resultate:** Ihre statistisch gestützten Resultate
- **Diskussion:** Eine Diskussion Ihrer Resultate, d.h., ob Ihre Resultate glaubwürdig sind, warum Sie das glauben und wo allfällige Probleme lagen.
- **Abschluss:** Zusammenfassung, Ausblick auf zukünftige Fragestellungen

## 4 Wochenübersicht der Übungen

Thema	Grobziele	Inhalte	Aufgaben auf heute (im Voraus lösen)	Projektarbeit heute
Einstieg ins Projekt und Repetition von Python	Sie können ein Python-Script erstellen und dabei grundlegende Konzepte des Programmierens unter Einbezug unterschiedlicher Datenstrukturen anwenden.	Einstieg ins Projekt und Repetition von Python.	<b>Einzelarbeit:</b> <a href="#">Online Python Tutorial</a>	Projektgruppe zusammenstellen, Thema auswählen, Fragestellungen definieren, Python-Umgebung und IDE einrichten.
Einführung in ArcGIS Pro	Sie können mithilfe eines GIS einfache Datenanalysen durchführen, indem Sie Daten verarbeiten, miteinander verbinden und daraus neue Informationen ableiten. Sie können Geodaten nach elementaren kartografischen Gestaltungsregeln in einem Druckkartenlayout darstellen.	Geodatenätze importieren, Daten joinen, Datensätze nach gemeinsamen Attributen dissolvern, geometrische Attribute erstellen, statistische Daten normalisieren. Resultate als ansprechende Choroplethenkarte gestalten.	<b>Teamarbeit:</b> Projektgruppe zusammenstellen, einschreiben, Thema auswählen, Fragestellungen definieren. First come, first serve!	Projektgruppe zusammenstellen, einschreiben, Thema wählen, 2 Fragestellungen definieren.
Modellierung	Sie können ein konzeptionelles Modell erstellen und es in ein logisches Datenmodell und in ein UML-Diagramm überführen.	Konzeptionelles Modell erstellen, UML-Diagramm erstellen.	<b>Einzelarbeit:</b> <a href="#">Online Python Tutorial</a>	Konzeptionelles Modell anhand Ihrer Fragestellungen erarbeiten (draw.io, Powerpoint oder Visio)
Geoprocessing von Vektordaten	Sie können Python einsetzen, um mehrere Datensätze gleichzeitig zu verarbeiten. Sie können Outputs korrekt interpretieren und eigenständig nach Quellen suchen, die das Lösen eines Problems unterstützen. Sie können geometrische Objektklassen erstellen, abrufen und darstellen.	Datensätze mit Fiona laden und speichern. Vektordaten in ein anderes Koordinatensystem projizieren. Polygone unterschiedlicher Datensätze miteinander verschneiden und als separate Datei ausgeben. Fläche von Polygonen bestimmen.	<b>Teamarbeit:</b> Daten gemäss Vorgaben sammeln + Abgabe auf Moodle. Sie erhalten ein Feedback.	Feedback zum Konzept mit der Übungsleitung besprechen

Geoprocessing von Rasterdaten	Sie können unterschiedliche Funktionen auf Rasterdaten anwenden, um somit den Nutzen zellbasierter Operationen auszuschöpfen.	Datensätze mit Rasterio laden, mit mathematischen Operationen verarbeiten, maskieren und speichern. Sie können extrahierte Daten an einen Vektordatensatz hängen und diesen darstellen. Funktionsweise von *args und **kwargs erklären und in der Praxis anwenden    Weiterführend: Mit Rasterio Vektoren rastern, Raster Algebra einsetzen, mit NoData-Werten umgehen, Resamplen.	<b>Teamarbeit:</b> Vektordaten analysieren: Sind alle nötigen Attribute zur Beantwortung der Fragestellungen vorhanden? Wie können sie gegebenenfalls ergänzt werden?	Erkenntnisse der Aufgaben auf heute: Kurzpräsentation über Ihr bisheriges Vorgehen und über Ihren aktuellen Stand. Weitere Werkzeuge von Rasterio auf Ihr Projekt anwenden (z.B. Vektordaten rastern, Raster Algebra-Operationen anwenden, Resamplen und Profil-Einstellungen korrekt setzen).
Geoprocessing mit Netzwerken	Sie können Daten in Netzwerken speichern und Netzwerkoperationen durchführen.	Least cost path-Analyse mit open libraries durchführen. Bewegungsmatrix für eine 5x5-Matrix im zweidimensionalen Fall erstellen und mathematisch erklären. Erklären, wie die Findung des least cost paths algorithmisch funktioniert und was es dazu braucht.		Arbeitsfortschritt mündlich vorstellen und Probleme diskutieren. Weitere Werkzeuge von NetworkX auf Ihr Projekt anwenden (z.B. anderen Netzwerktyp definieren oder `maximum_flow` anwenden).
Geodatenbanken	Sie können ein Geodatenbanktool einsetzen, um Geodaten zu speichern, abzufragen und zu verwalten. Sie in der Datenbank Geooperationen ausführen.	Schemas und Tabellen erstellen und interpretieren, räumliche Spalten anlegen. Daten in Geodatenbank laden, Referenzsystem der Daten festlegen. Datenbankoperationen auf Geodaten ausführen. Tabellen in Normalformen umwandeln. SQL-Anfragen formulieren.	<b>Einzelarbeit:</b> Einlesen in PostgreSQL und in die Möglichkeiten, die PostGIS bietet	Inwiefern können Datenbankoperationen (Abfragen, Speichern) für das Projekt nützlich sein? Welche Operationen sind von Interesse?   Tabellen erstellen, Daten in Geodatenbank laden
Projektbericht	Sie können einen Projektbericht nach wissenschaftlichen Standards formulieren.	Einleitung für den Projektbericht verfassen und dabei den Fokus auf die Motivation, die Erklärung des Projekts und auf die Fragestellungen legen.		Freies Arbeiten

Thematische Karten	Sie können eine thematische Karte nach wissenschaftlichen Kriterien und kartografischen Prinzipien erstellen.	Tabellarische Daten an Geodaten joinen, relative Daten berechnen und in neuen Spalten ablegen, mit unterschiedlichen Methoden klassifizieren und darstellen.		Umsetzung auf Projekt, sonst freies Arbeiten
Datenanalyse I	Sie können Dichtekarten mit KDE und Interpolationskarten mit IDW erstellen und diese miteinander vergleichen. Sie können ein Voronoi-Diagramm erstellen.	Kernel Density Estimation (KDE) und Inverse Distance Weighting (IDW) implementieren und Unterschiede beschreiben. Untersuchen, wie sich die Resultate durch Ändern der Eingangsparameter ändern.	—	Umsetzung auf Projekt, sonst freies Arbeiten
Datenanalyse II	Sie können überprüfen, ob ein Phänomen zufällig im Raum verteilt ist oder nicht.	Moran's I und Average Nearest Neighbor implementieren und zur Analyse von Punktdaten verwenden. Funktionsweise und Aussagekraft von Moran's I und Average Nearest Neighbor beschreiben und erklären.	<b>Teamarbeit:</b> Alle Auswertungen festlegen und bei Unklarheiten die Assistenten fragen.	Umsetzung auf Projekt, sonst freies Arbeiten
Visualisierung	Sie können unterschiedliche Techniken anwenden und begründen, um eine Karte möglichst ansprechend zu gestalten.	Darstellungsregeln anwenden. Beste Diagrammart aufgrund der Daten auswählen. Unterschiedliche Diagrammart mit Matplotlib darstellen. Zeitliche Daten mit Matplotlib visualisieren.	<b>Einzelarbeit:</b> 4-color map problem auf Youtube (Numberphile) anschauen.  Offene Fragen für das Projekt notieren	Umsetzung auf Projekt, sonst freies Arbeiten
Freies Arbeiten	—	—	Offene Fragen für das Projekt notieren	Freies Arbeiten



Präsentation der Projekte	Sie können Ihre Ergebnisse kurz und anschaulich präsentieren.	Präsentation der Ergebnisse	Präsentation und Report vorbereiten.	—
---------------------------	---	-----------------------------	--------------------------------------	---

## 5 Projekt

Sie als werdende Ingenieur\*innen sollen das Projekt programmierbasiert lösen. Es soll sich um eine Aufgabe handeln, die mit manuellem Arbeiten aus Effizienzgründen gar nicht möglich wäre. Alle Gruppen beantworten dabei unterschiedliche Fragestellungen und wenden individuelle Lösungsansätze an. Die verwendeten Daten müssen Sie selbstständig bei den zuständigen Stellen anfragen und verwalten.

Wir verwenden dabei entweder auf GDAL/OGR basierende open libraries in **Python** oder Datenbankoperationen mit Postgre**SQL** + PostGIS. Die Übungen sind so aufgebaut, dass Sie schon in der ersten Woche ein Team bilden und sich für ein Thema entscheiden müssen. Danach lernen Sie in den Labs neue Techniken, die Sie bei Bedarf im Projekt implementieren.

### 5.1 Erwartungen

- Entweder Auswahl aus der folgenden Themenliste oder eine ähnliche Fragestellung
- Komplexe Fragestellung, die sich nur durch Computing effizient lösen lässt
- Tiefgründige Auseinandersetzung mit dem Problem inkl. eigenständige Recherche der Informationen und der Daten
- Lösung wird durch Programmieren erreicht. **Sie müssen in Python sattelfest sein.**
- Alle Teammitglieder tragen zu gleichen Teilen zum Projekt bei
- Fragestellung wurde nicht bereits in anderen Kursen behandelt
- Algorithmen werden selbstständig implementiert
- Analyse basierend auf wissenschaftlichen und statistischen Kriterien

### 5.2 Mögliche Themen

#### 5.2.1 Optimierung der Standorte von Mobilfunk-Sendemasten

Sind die existierenden Mobilfunk-Sendemasten optimal platziert? Implementieren Sie einen Algorithmus, der die Sichtbarkeit der Sendetürme berechnet und daraus abschätzt, welcher Anteil an Nutzer\*innen erreicht werden kann. Ermitteln Sie neue geeignete Standorte, an denen neue Mobilfunkmasten aufgrund der aktuellen Bevölkerungsentwicklung aufgestellt werden müssten.

#### 5.2.2 Verbesserung von NO<sub>2</sub>-belasteten Strassen

Welche stark mit NO<sub>2</sub> belasteten Gebiete lassen sich nicht ausschliesslich mit einem hohen Transitverkehr erklären? Worin liegen andere Gründe hierfür? Erklären Sie u.a. mithilfe eines eigenen, wissenschaftlich basierten Modells zur Erzeugung/Emission von NO<sub>2</sub> und vergleichen sie es durch Geostatistik mit der bestehenden Karte des Kantons Zürich. Schlagen Sie schliesslich konkrete Verbesserungsmassnahmen vor.

#### 5.2.3 Verteilung der Notfallbrunnen/Zivilschutzanlagen in Zürich

Ist die Verteilung der Brunnen für den Notfall noch zeitgemäss? Untersuchen Sie diese Frage unter unterschiedlichen Aspekten, z.B. durch die selbstständige Implementierung von Moran's

I und unter Einbezug von Bevölkerungsdaten für verschiedene Zeitstände. Berücksichtigen Sie in Ihrem Modell auch unzugängliche, nicht-urbane Gebiete sowie allfällige Randeffekte.

#### 5.2.4 Aktivitäten von Pendlern voraussagen

Finden Sie aufgrund eines Trajektoriendatensatzes von Pendlern heraus, welcher Aktivität die Probanden nachgegangen sind. Implementieren Sie dazu unterschiedliche Ähnlichkeitsmasse aufgrund der Bewegungsmuster und modellieren Sie damit die vorausgesagte Aktivität. Validieren Sie Ihr Modell schliesslich durch eine Kreuzvalidierung.

#### 5.2.5 Auswirkungen von Quartieraufwertungen modellieren

Zürich-Schwamendingen galt lange als Tor zur Agglomeration von Zürich, in der die Lebensqualität im Vergleich zu anderen Stadtkreisen geringer ist. Bei genauerer Betrachtung sieht man aber, dass Schwamendingen seit einigen Jahren massiv aufgewertet wird. Was haben diese Massnahmen bezüglich der Bevölkerungsstruktur (Demografie, Ausländeranteil, Bildungsniveau, etc.) bisher bewirkt? Welche Entwicklungen sind aufgrund weiterer Aufwertungen (z.B. der aktuellen Einhausung) anzunehmen? Modellieren Sie dies aufgrund von Recherchen und basierend auf einer Vorher-Nachher-Analyse Vergleich ähnlicher Projekte. **Die Stadt Zürich stellt die nötigen Daten auf ein Gesuch hin gerne zur Verfügung – melden Sie sich bitte frühzeitig!**

#### 5.2.6 Umbau des ASVZ Sport Center Polyterrasse

Das besucherreiche ASVZ Sport Center Polyterrasse schliesst für vier Jahre und muss während dieser Zeit die Besucher\*innen auf andere Anlagen umverteilen, insbesondere auf eine provisorische Anlage, die im Irchel geplant ist. Zusätzliche Kapazitäten nahe gelegener Anlagen sind zwar vorhanden, aber limitiert. Ermitteln Sie, wie viele zusätzliche Besucher\*innen die umliegenden Anlagen auffangen können und erörtern Sie Strategien, wie die Besucherströme während dieser Zeit in diese Anlagen umgeleitet werden können (z.B. durch zusätzliche Shuttle-Busse oder durch E-Trottinets etc.). **Der ASVZ stellt die nötigen Daten gerne zur Verfügung.**

#### 5.2.7 Pendlerströme im VBZ-Netz

Modellieren Sie die Pendlerströme im VBZ-Netz, indem Sie eine App oder eine Webpage entwickeln, in der Sie die Linien einzeln auswählen und ihre Auslastung in Abhängigkeit der Zeit darstellen können. Untersuchen Sie, welche Zeiten / Tage / Orte besonders kritisch sind und wie sich die Pendlerströme bewegen.

#### 5.2.8 Lärmbelastung

Lärm belastet die Menschen sehr. Aus diesem Grund soll eine Lärmbelastungskarte erstellt werden, die auf technischen bzw. physikalischen Voraussetzungen beruhen und mithilfe unterschiedlicher Daten und Modellannahmen für den Kanton Zürich berechnet werden soll. Modellieren Sie eine Lärmkarte zudem für unterschiedliche Szenarien, z.B. in Abhängigkeit des Wochentags oder ob es regnet oder aufgrund unterschiedlicher Abflugregimes oder ob gerade das WEF stattfindet.

### 5.2.9 Einzugsgebiete und Entwicklung von Zürcher Mittelschulen

Zurzeit gibt es 22 öffentliche kantonale Mittelschule im Kanton Zürich. Ab dem Schuljahr 2020/21 wird eine weitere Mittelschule eröffnet. Die Kantonsschule Uster wurde 2019 neu eröffnet und man sagte schon damals, dass sie zu klein dimensioniert wurde – und dies inmitten einer Zeit, in der immer mehr Schüler\*innen die öffentlichen Schulen besuchen und immer mehr ans Gymnasium wollen. Ermitteln Sie die Einzugsgebiete der Zürcher Kantonsschulen sowie zukünftige Brandherde, wo es für die Schüler\*innen eng werden könnte. Vergleichen Sie dabei unterschiedliche Szenarien und ermitteln Sie auch Potentiale für Schulerweiterungen oder für Neubauten. **Die Bildungsstatistik stellt die nötigen Daten gerne zur Verfügung – melden Sie sich bitte frühzeitig!**

## 6 Hausaufgaben

Die Einzel-Hausaufgaben sind zwar nicht zwingend, sollten Sie aber beim Verständnis des Problems unterstützen und Ihre Fertigkeiten verbessern. Bei den Team-Hausaufgaben erwarten wir Ihren Teamkolleg\*innen zuliebe, dass Sie Ihren Pflichten nachkommen.

## 7 Zusatzaufgaben

Unser Ziel ist es, Ihre Kompetenzen in der Handhabung von GIS zu fördern. Möchten Sie Ihre Kenntnisse und Fertigkeiten zusätzlich vertiefen, so kommen Sie bitte auf die Übungsleitung zu und fragen Sie nach Zusatzaufgaben oder weiteren Ansätzen.

## 8 Anwesenheitspflicht

Ausser bei der Präsentation keine Anwesenheitspflicht.

## 9 Tutoren

- Florian Fuchs ([flfuchs@student.ethz.ch](mailto:flfuchs@student.ethz.ch))
- Fabian Achermann ([fabianac@student.ethz.ch](mailto:fabianac@student.ethz.ch))
- Lucas Flores Gutierrez ([lucasf@student.ethz.ch](mailto:lucasf@student.ethz.ch))