



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

„Kleinwindenergie“ Potentialabschätzung mit GIS-Methoden

[4. Oktober 2013]

[Daniel Latzer]

Kleinwindenergieanlagen

Wieso Kleinwindenergie?

- Regenerativer Energieträger
 - Unerschöpfliche Energiequelle
- Verringerung von (Treibhausgas-)Emissionen
- Dezentrale Energiebereitstellung
 - Autarkiebestrebungen
 - Infrastrukturmangel
- Demonstrationsobjekte (Akzeptanz)

- Geringere Umweltwirkungen?
- Ökonomische Effizienz?

Kleinwindenergieanlage

Wie groß ist eine kleine Windenergieanlage?

- Keine einheitliche Definition
 - Unterschiede nach Materiengesetzen / Länder
- IEC: 70kW installierte Leistung, Rotorfläche < 200m²
- BWE: < 100kW installierter Leistung
- NÖ: < 20kW maximaler Dauerleistung (Engpassleistung)



Windenergie im urbanen Raum

Rechtliche Rahmenbedingungen

- Wien: Bauordnung
 - Prinzipiell bewilligungspflichtig
 - Baugebiete (gemischte, Industrie, sonstige)
 - Sondergebiete
- NÖ: Bauordnung
 - Baubewilligung notwendig (1. Instanz BGM)
- NÖ: ROG
 - Bauland (nicht zwingend Sondergebiet)
 - Grünland
 - < 20kW: keine besondere Widmung
 - > 20kW: Grünland Windkraftanlagen

Windenergie im urbanen Raum

Rechtliche Rahmenbedingungen

- Wien: Elektrizitätswirtschaftsgesetz
 - Bewilligungspflicht
 - < 250 kW: vereinfachtes Verfahren
- NÖ: Elektrizitätswesengesetz
 - > 50 kW: Bewilligungspflicht
- NÖ: Naturschutzgesetz
 - Außerhalb Ortsbereich: Bewilligung durch Bezirksverwaltungsbehörde notwendig
- Ökostromgesetz
 - Anerkennung als Ökostromanlage
 - Kontrahierung und Einspeisetarif (dzt. 9,45€/kWh)

Windenergie im urbanen Raum

Technische Herausforderungen

- Gebäudegeometrie
- Statik / Dynamik
- Elektrotechnik

Sozialwissenschaftliche Aspekte

- Sozio-politische Akzeptanz
- Marktakzeptanz
- Lokale gesellschaftliche Akzeptanz

Windenergie im urbanen Raum

Planerische und umweltrelevante Aspekte

- Systembezogene Umweltverträglichkeit
- Standortbezogene Umweltverträglichkeit
 - Umgebungsgefahren
 - Schattenwurf/Reflexionen
 - Lärm
- Standortbezogene „Quartiersverträglichkeit“
 - Stadtbild

Wind & Windenergie

Meteorologische Determinanten

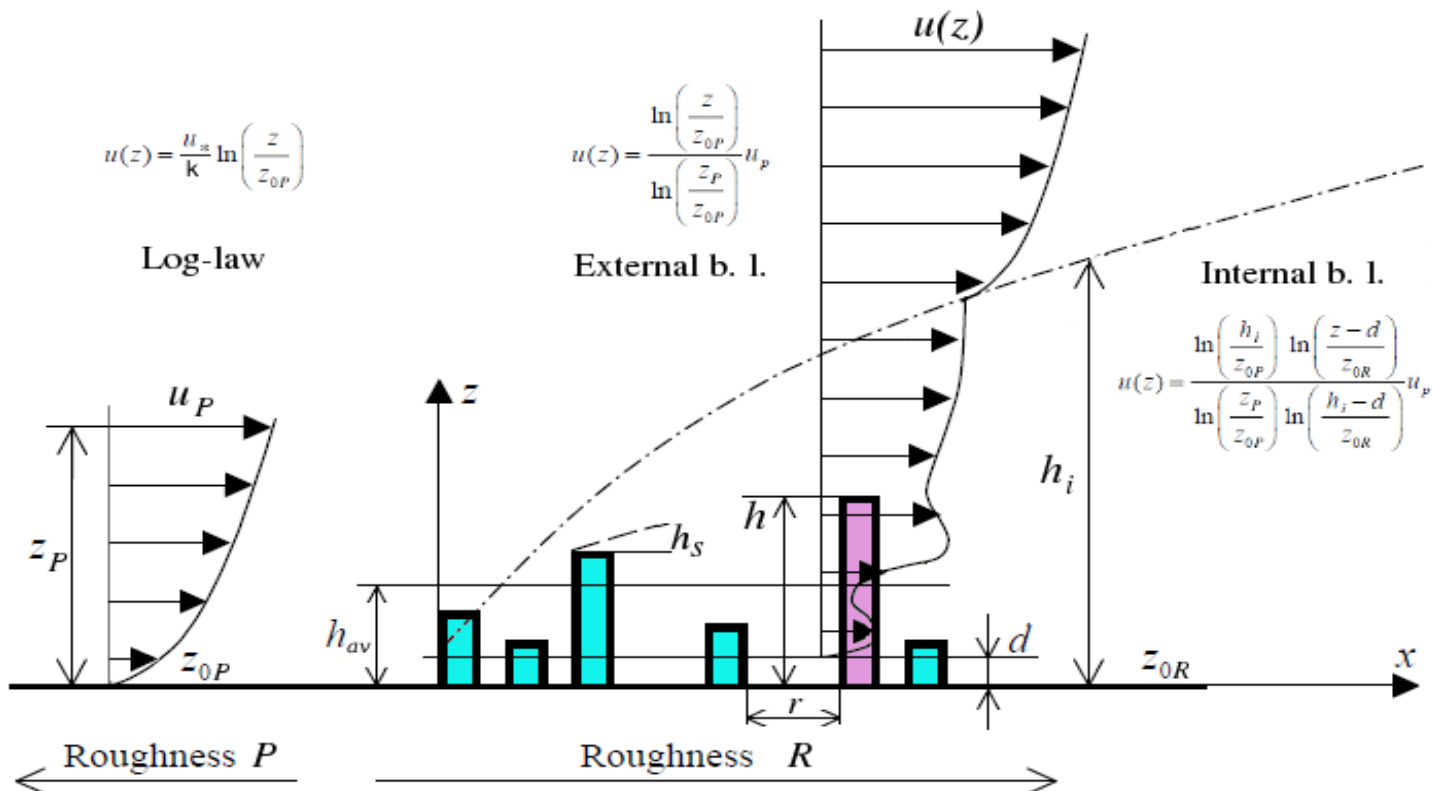
- Entstehung/Eigenschaften von Wind
 - Makro- und Mikrobetrachtung

Physikalische Determinanten

- $P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$
- Verteilung
- Rauigkeit

Potentialabschätzung mit GIS-Methoden

Methodik und Modellannahmen



Potentialabschätzung mit GIS-Methoden

Methodik und Modellannahmen

- Untersuchung Bebauung
 - Berechnung effektiver Breiten und Längen
 - Geschossanzahl
 - Überbaute Fläche
- Dynamische Nachbarschaftsanalyse
 - durchschnittliche Gebäudehöhe
 - Anteil der überbauten Fläche

Potentialabschätzung mit GIS-Methoden

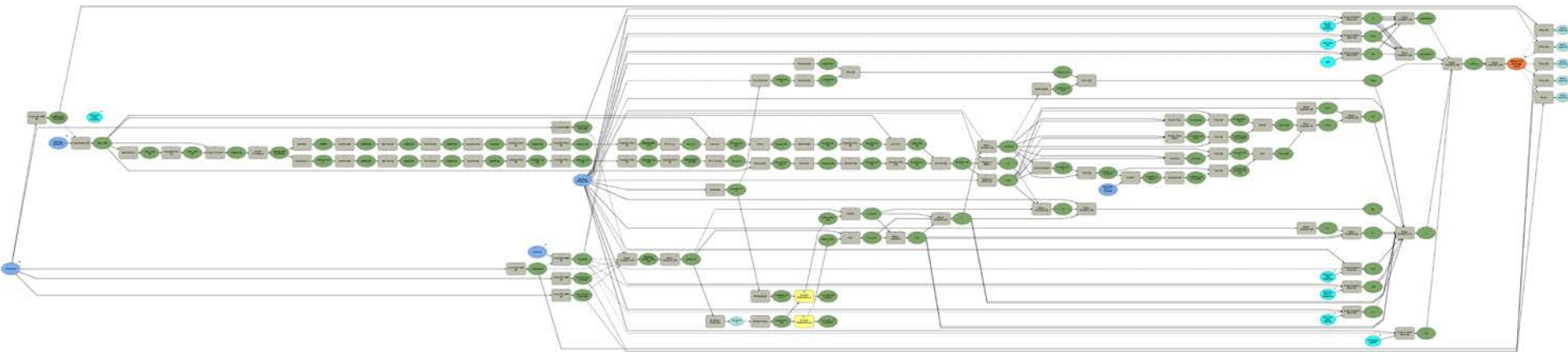
Methodik und Modellannahmen

- Berechnung der Separationshöhe, Rauigkeitslänge, Versatzhöhe und Profilkorrekturfaktor
- Erstellung „Analysemaske“
 - Definition von Ausschlussgebieten
 - kleiner oder gleich 3m Höhe (Nebengebäude oder sehr kleine Häuschen)
 - weniger als 9m² zusammenhängende Dachfläche
 - direkt an einer Gebäudekante
 - Gebäudehöhen kleiner als die Versatzhöhe („Nachbarn zu hoch“)
- Berechnung der effektiven Windgeschwindigkeit
- Berechnung der effektiven Energiedichte

Potentialabschätzung mit GIS-Methoden

Modellierung

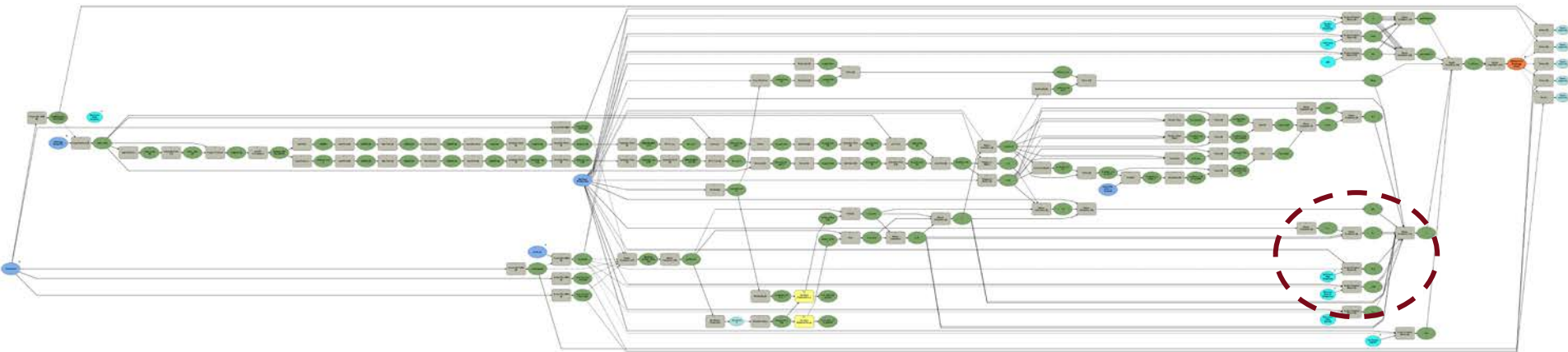
- Demonstration mittels Flussdiagramm („ModelBuilder-Flowchart“)



Potentialabschätzung mit GIS-Methoden

Modellierung

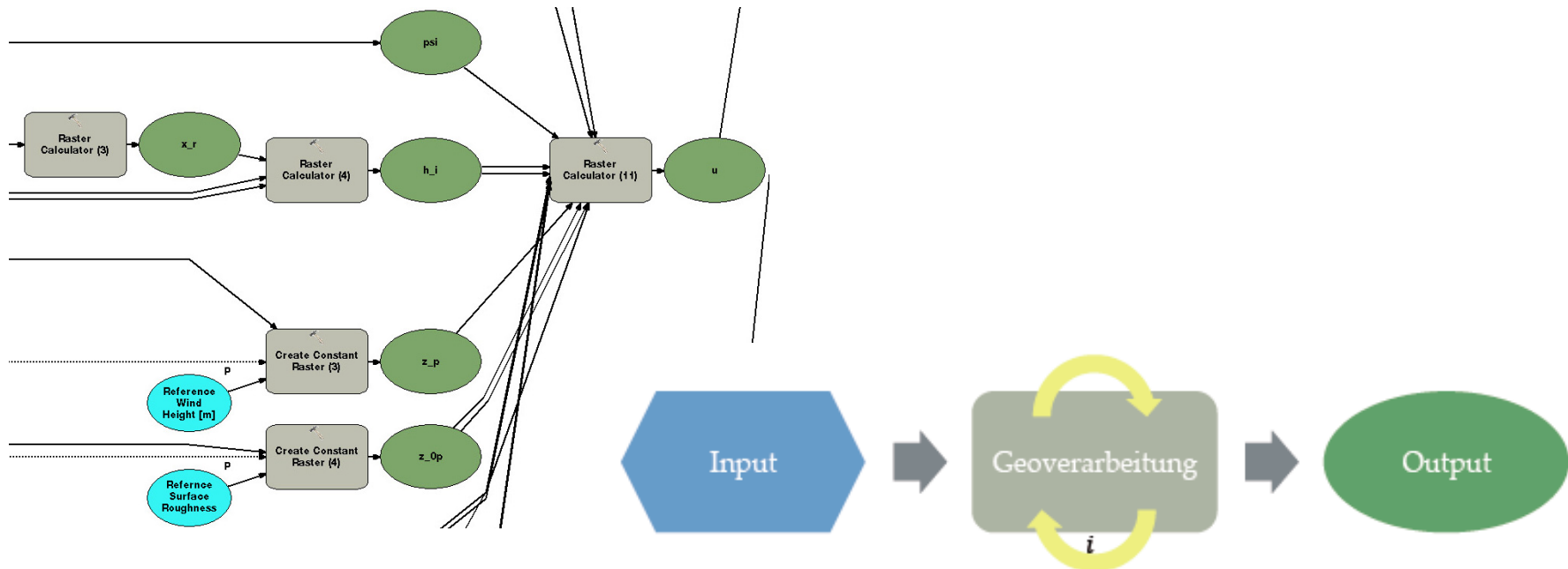
- Demonstration mittels Flussdiagramm („ModelBuilder-Flowchart“)



Potentialabschätzung mit GIS-Methoden

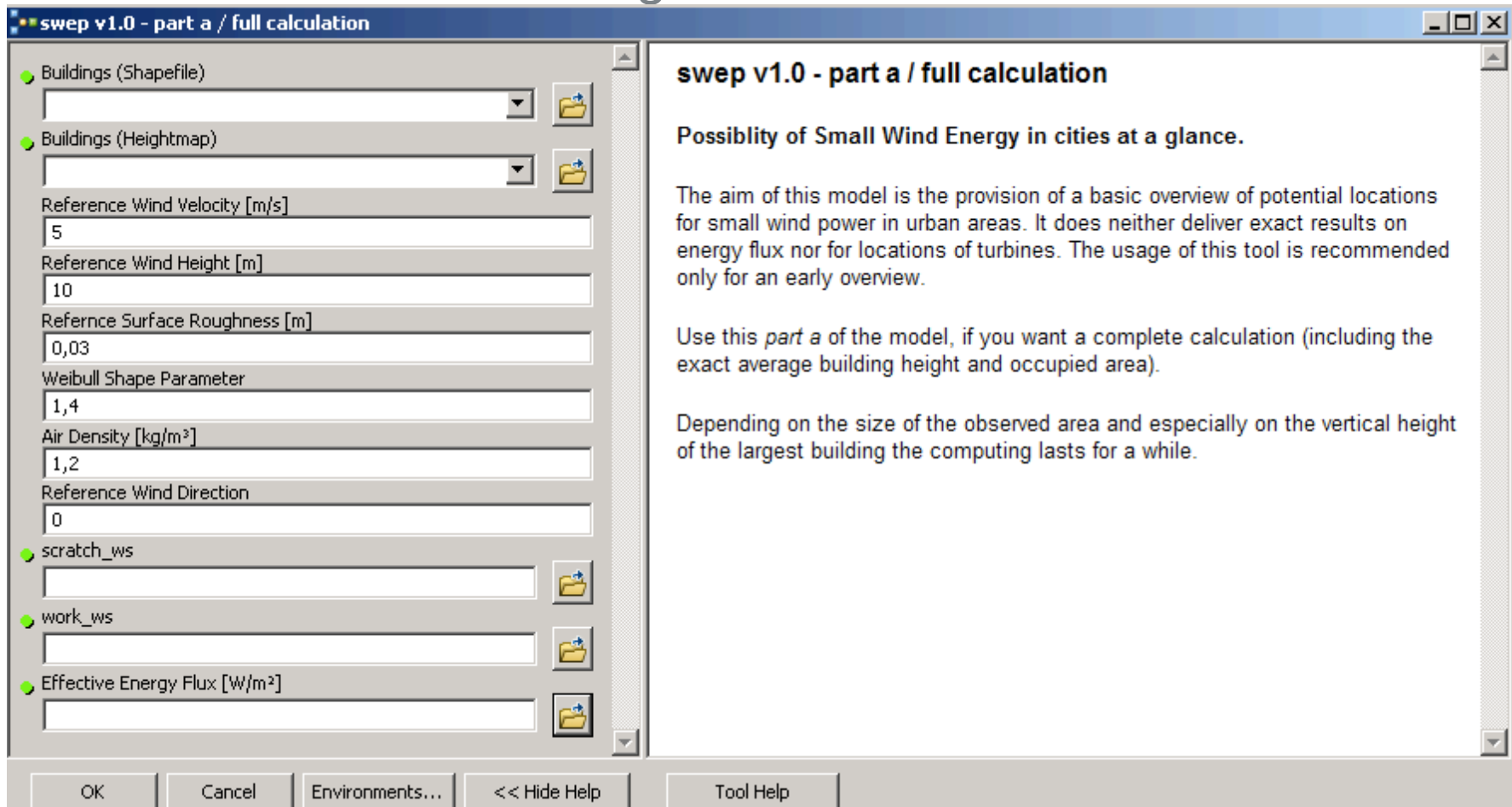
Modellierung

- „Knoten“ stellen Geoverarbeitungsschritte (Berechnungsalgorithmen) dar



Potentialabschätzung mit GIS-Methoden

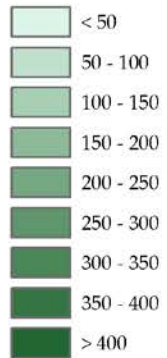
Oberfläche des Werkzeugs



Kagran | Vienna

Small Wind Energy Potential Map

Effektive Energy Flux
[W/m²]



Buildings

Background:
Hillshade



Austrian Institute of Technology

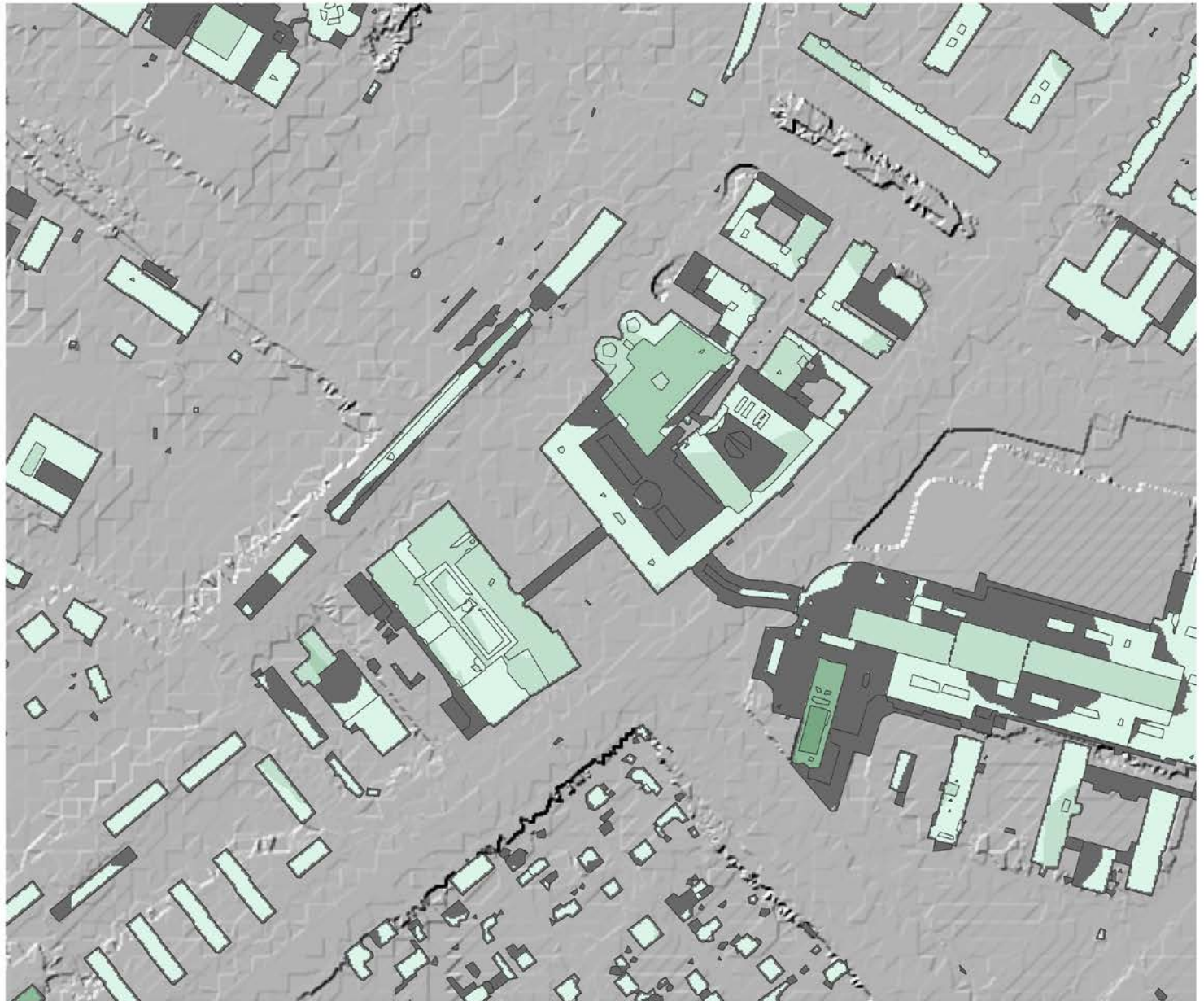
Daniel Latzer

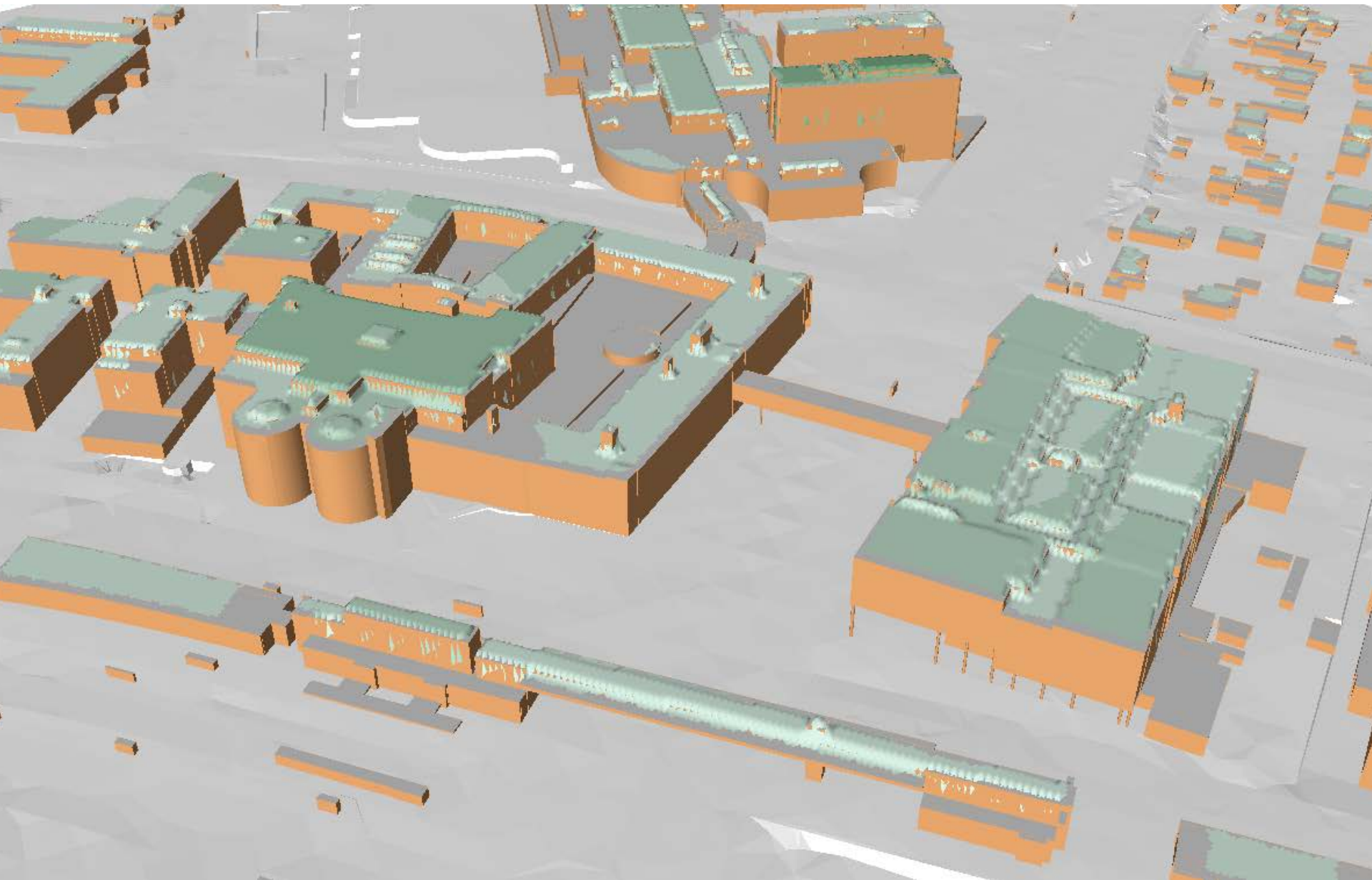
May 2013

Source: City of Vienna, MA41;

AuWiPot

evaluated by the author





Modellierungsergebnisse

Fallbeispiel Kagran / Modifikationen der Bebauungsstruktur

- Ergebnisvalidierung durch Vergleich mit numerischem Strömungsmodell
- Energiedichte bis 230 W / m^2 – gut geeigneter Standort
- Modifikationen (Varianten):
 - Einfluss der Umgebungen untergeordnet
 - Ausschlaggebend: Gebäudehöhe
 - Ausschlaggebend: mittlere Windgeschwindigkeit



Bemerkung zum GIS-Werkzeug

Mathematische Systemgrenzen

- Empirisch entwickelte Schätzfunktion
 - Generelle Potentialflächen bzw. Größenordnungen
 - Modell kein (vollwertiger) Ersatz für Messungen

Abhängigkeit von Datengüte

- Gebäudeinformationen (3D-Daten)
- Windinformationen (Geschwindigkeit, Verteilung)

Dennoch:

- Werkzeug als Hilfestellungen für die Identifikation allgemeiner Potentialbereiche
- Hilfestellung in frühen Stadien (strategischer) Planungsentscheidungen

Bemerkung zum GIS-Werkzeug

Klassische Standortbewertung

- Lage / Mindestentfernung / Maximalentfernung
 - Infrastruktur
 - Siedlung / Wald / Schutzgebiet
 - Einspeisepunkte
 - Topographie / naturräumliche Gegebenheiten
 - Flächenwidmung / Nutzung
 - Windgeschwindigkeit / -richtung
-
- Werkzeug zur Identifikation konkreter Eignungsgebiete

Literatur / Links

- AEE (2013): Kleinwindkraft. Ein Leitfaden zur Planung und Umsetzung, Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie NÖ-Wien, URL: <http://www.aee-now.at/cms/fileadmin/downloads/allgemein/Kleinwind/Kleinwindkraft%20Leitfaden.pdf>
- BMWFJ (2012): Anforderungskatalog für die Beurteilung von kleinen Windenergieanlagen samt Erläuterungen, Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Wien, URL: <http://www.bmwfj.gv.at/Unternehmen/gewerbetchnik/Documents/Windenergieanlagen.pdf>
- Halbhuber, W. (2009): Betrieb von Kleinwindkraftanlagen. Ein Überblick über Markt, Technik und Wirtschaftlichkeit, Diplomarbeit an der Technischen Universität Wien, URL: <http://www.ub.tuwien.ac.at/dipl/2009/AC07806512.pdf>
- HTW (2013): Empfehlungen zum Einsatz kleiner Windenergieanlagen im urbanen Raum. Ein Leitfaden, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Berlin, URL: http://kleinwind.htwberlin.de/website/fileadmin/data/Download/Kleinwind_Handlungsempfehlungen_HTW-Berlin.pdf

Literatur / Links

- Latzer, D. (2013): Potentialabschätzung von Kleinwindenergie im urbanen Raum. Strategische Standortsuche mit GIS Methoden, Diplomarbeit an der Technischen Universität Wien, URL: <http://www.ub.tuwien.ac.at/dipl/2013/AC10774871.pdf>
- Mertens, S. (2006): Wind Energy in the Built Environment. Concentrator Effects of Buildings, Dissertation an der Technischen Universität Delft, URL: http://repository.tudelft.nl/assets/uuid:959694f4-6666-488a-8754-6c58124f4a10/ae_mertens_20060905.pdf
- Quaschnig, V. (2013): Regenerative Energiesysteme. Technologie - Berechnung - Simulation, 8. Auflage, München: Hanser
- AuWiPot (2013): Austrian Wind Potential. Windatlas und Windpotentialstudie Österreich, URL: http://ispacevm11.researchstudio.at/index_v.html
- KWK (2013): Kleinwindkraft in Wien, URL: <https://kleinwindkraft.wordpress.com/kleinwindkraft-in-wien/>
- Stadt Wien (2013): Genehmigung einer Windkraftanlage und Anerkennung als Ökostromanlage – Antrag, URL: <http://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauenwohnen/baurecht/elektrizitaet/windkraftanlage.html>

„Kleinwindenergie“ Potentialabschätzung mit GIS-Methoden

[4. Oktober 2013]

[Daniel Latzer]