

### GIS-Bausteine für eine automatisierte Bewertung und Simulation der Siedlungsinneentwicklung

Gadocha, Sabine; Spitzer, Wolfgang; Deng, Yingwen; Prinz, Thomas

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerksbeitrag / collection article

#### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Gadocha, S., Spitzer, W., Deng, Y., & Prinz, T. (2021). GIS-Bausteine für eine automatisierte Bewertung und Simulation der Siedlungsinneentwicklung. In *Flächennutzungsmonitoring XIII: Flächenpolitik - Konzepte - Analysen - Tools* (S. 69-78). Berlin: Rhombos-Verlag. <https://doi.org/10.26084/13dfns-p007>

#### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY Lizenz (Namensnennung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

#### Terms of use:

This document is made available under a CC BY Licence (Attribution). For more information see:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



## Flächennutzungsmonitoring XIII Flächenpolitik – Konzepte – Analysen – Tools

IÖR Schriften Band 79 · 2021

ISBN: 978-3-944101-79-8

### **GIS-Bausteine für eine automatisierte Bewertung und Simulation der Siedlungsinnenentwicklung**

*Sabine Gadocha, Wolfgang Spitzer, Yingwen Deng,  
Thomas Prinz*

Gadocha, S.; Spitzer, W.; Deng, Y.; Prinz, T. (2021): GIS-Bausteine für eine automatisierte Bewertung und Simulation der Siedlungsinnenentwicklung. In: Meinel, G.; Krüger, T.; Behnisch, M.; Ehrhardt, D. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring XIII. Flächenpolitik – Konzepte – Analysen – Tools. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 79, S. 69-78.  
DOI: <https://doi.org/10.26084/13dfns-p007>

# GIS-Bausteine für eine automatisierte Bewertung und Simulation der Siedlungsinnenentwicklung

*Sabine Gadocha, Wolfgang Spitzer, Yingwen Deng, Thomas Prinz*

## Zusammenfassung

Gerade im alpinen Raum ist, bedingt durch die topographischen und klimatischen Gegebenheiten, eine effiziente und nachhaltige Nutzung vorhandener Ressourcen im Sinne von Flächen- und Energieeffizienz sowie Infrastrukturauslastung eine wesentliche Herausforderung. Im Zentrum Alpines Bauen – Forschungsschwerpunkt Simulation von Siedlungssystemen – werden mit Methoden der Geoinformatik neue Modelle und Planungswerkzeuge entwickelt, um Möglichkeiten der Siedlungsinnenentwicklung und Nachverdichtung aufzuzeigen, sowie Simulationsmodelle, um das Flächenmanagement für Gemeinden zu konkretisieren und zu objektivieren. Dazu wurden mehrere Modelle entwickelt, die modular implementiert werden und so flexibel für die Bearbeitung unterschiedlicher Fragestellungen (z. B. Identifikation und Quantifizierung von Nachverdichtungspotenzialen, Fragestellungen zum Flächenmanagement) kombiniert werden.

**Schlagwörter:** GIS, Innenentwicklung, Nachverdichtung, Simulation, Flächenmanagement

## 1 Einführung

Der alpine Raum steht vor einer großen planerischen Herausforderung: Die naturräumlichen Gegebenheiten schränken die Verfügbarkeit von Flächen stark ein; Urbanisierungs- und räumliche Konzentrationsprozesse ziehen einen hohen Siedlungsdruck nach sich. Im Zeitraum 2018-2020 wurden in Österreich durchschnittlich täglich 11,5 Hektar Flächen neu für Siedlung und Verkehr in Anspruch genommen. Der Verbrauch übersteigt damit noch deutlich das bis 2030 angestrebte Ziel von 2,5 Hektar pro Tag (Umweltbundesamt 2020). Der Flächenverbrauch ist dabei nicht nur absolut sehr hoch, sondern auch weitgehend von der Bevölkerungsentwicklung entkoppelt (Spitzer et al. 2015). Zersiedelung, Bodenverbrauch sowie vielfältige Nutzungsansprüche an die begrenzte Ressource Fläche gefährden die Standort- und Lebensqualität in Österreich und haben zahlreiche negative Auswirkungen auf Mobilität, Energie, Landwirtschaft und Klimaschutz.

Um die vorhandenen Ressourcen effizienter und nachhaltiger zu nutzen, setzen Politik und Planung dabei zunehmend auf Strategien zur Innenentwicklung und Nachverdichtung im Bestand. Diese sind mittlerweile durchgängig in den Planungsinstrumenten von Ländern, Städten und Gemeinden etabliert, bspw. im Salzburger Raumordnungsgesetz (S-ROG 2009) mit den Grundsätzen und Zielen einer haushälterischen und nachhaltigen Nutzung von Grund und Boden, insbesondere dem sparsamen Umgang mit

Bauland sowie dem Vorrang für die Siedlungsentwicklung nach innen und Vermeidung von Zersiedelung. Im Räumlichen Entwicklungskonzept der Stadt Salzburg heißt es dazu: „Durch eine gezielte bauliche Innenentwicklung kann eine höhere Wirtschaftlichkeit der städtischen Infrastruktur erzielt und die prägenden Frei- und Landschaftsräume der Stadt gesichert werden.“ (Magistrat der Stadt Salzburg 2009).

Vor diesem Hintergrund werden im Projekt Zentrum Alpines Bauen (ZAB, *alpinesbauen.at*) als Kooperation zwischen Fachhochschule Salzburg und dem Studio iSPACE der Research Studios Austria Forschungsgesellschaft im Forschungsschwerpunkt Simulation von Siedlungssystemen neue Modelle und Planungswerkzeuge mit Methoden der Geoinformatik entwickelt, um Möglichkeiten der Siedlungsinnenentwicklung und Nachverdichtung aufzuzeigen.

## 2 Methodik GIS-Bausteine für die Siedlungsinnenentwicklung

Im Projekt Zentrum Alpines Bauen (ZAB) wird ein Raumsimulationsmodell, ausgestaltet als modulares GIS-Analysemodell, entwickelt, das die landesweite Identifikation und Quantifizierung von baulichen Potenzialen (Neubau, Nachverdichtung) im Widmungsbestand des Landes Salzburg ermöglicht und eine praxisorientierte Bewertung sowie ein Monitoring der baulichen Entwicklung unterstützt. Abbildung 1 zeigt eine Übersicht der bisher entwickelten GIS-Module.

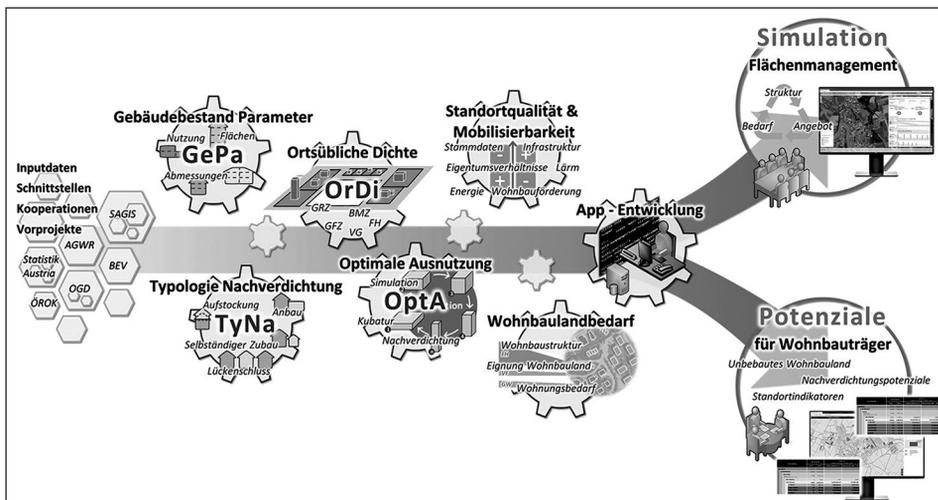


Abb. 1: Übersicht GIS-Bausteine (Quelle: RSA FG Research Studio iSPACE 2020)

## 2.1 Modul Gebäudeparameter (GePa)

Eine wesentliche Grundlage für die Identifikation und Quantifizierung von Nachverdichtungspotenzialen ist die Kenntnis des Gebäudebestands hinsichtlich Nutzung und Abmessungen. Mit dem Modul „Gebäudeparameter“ erfolgt eine automatisierte Ermittlung von raumplanungsrelevanten Parametern des Gebäudebestands. Diese basiert vor allem auf einer Kartierung von Gebäudeflächen aus Orthofotos des Landes Salzburg (2017-2018), welche mit weiteren Datensätzen (z. B. Adress-GWR) verknüpft wurde, um Bauperiode und Gebäudehauptnutzung zu integrieren (Götzlich et al. 2021).

Die Ableitung der Gebäudeparameter umfasst vier grundlegende Schritte (vgl. dazu Spitzer et al. 2021): Da die Kartierung von Gebäuden aus Orthofotos etwaige Dachvorsprünge inkludiert, wird im ersten Schritt die Gebäudefläche aus der Dachfläche abgeschätzt. Dabei werden bei Annahme eines Dachvorsprungs (Dachneigungs- und -flächenstatistik) 0,5 m abgezogen. Anschließend werden Firsthöhe und Volumen der Gebäude ermittelt, indem die Gebäudefläche mit einem Differenzhöhenmodell verschnitten wird. Zur exakteren Abbildung der Gebäudefläche wird das normalisierte digitale Oberflächenmodell (nDOM) zuvor auf ein feineres Punktraster umgerechnet. Dieser Punktraster weist die nDOM-Höhenwerte jedes Gebäudes auf, deren Maximalwert die Giebelhöhe (m) und deren Summe das Gebäudevolumen ( $m^3$ ) repräsentieren. Im dritten Schritt erfolgt die Abschätzung der Anzahl der Vollgeschosse (VG) und der Bruttogeschossfläche (BGF) für jedes Gebäude über typische Geschosshöhen, in Abhängigkeit von Gebäudenutzung und Gebäudealter, über eine statistische Auswertung des nDOM-Punktrasters. Im letzten Schritt werden schließlich Gebäudehüllflächen für jedes Gebäude ermittelt (Außenwandflächen nach Orientierung sowie Dachfläche).

## 2.2 Modul Ortsübliche Dichte (OrDi)

Da für Gemeinden im Land Salzburg in der Regel keine digitalen Bebauungspläne zur Verfügung stehen, aus denen die bauliche Höchstdichte automatisiert ausgelesen werden kann, wurde das GIS-Modul „Ortsübliche Dichte“ entwickelt (Abb. 2). Mit dem Modell wird in einem ersten Schritt für jede bebaute Parzelle, differenziert nach Betriebs- und Wohnbauland, die Bestandsdichte aus dem Modul Gebäudeparameter ermittelt.

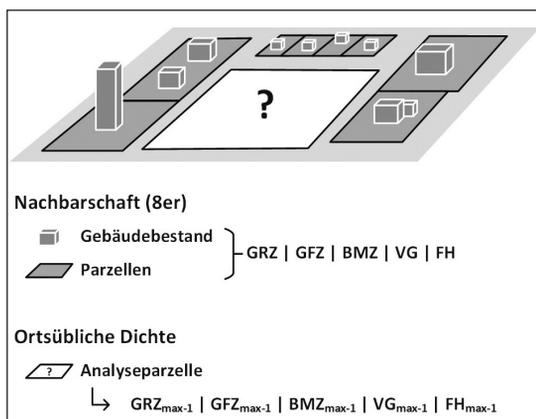


Abb. 2: Ableitung der ortsüblichen Dichte in der 8er-Nachbarschaft (Quelle: RSA FG Research Studio iSPACE 2020)

Anschließend wird für jede Analyseparzelle aus den acht ihr nächstliegenden bebauten Parzellen jeweils ein Wert der Bestandsdichtekennzahlen zu Grundflächenzahl (GRZ), Geschossflächenzahl (GFZ), Baumassenzahl (BMZ), Vollgeschosse (VG) und Firsthöhe (FH) abgeleitet und für das betreffende Grundstück als ortsübliche Dichte gespeichert. Dabei wird stets die zweithöchste Ausprägung der jeweiligen Dichtekennzahl verwendet, um außerordentliche Gebäude als Ausreißer zu vermeiden (z. B. Lagerhallen) und die ortsübliche Dichte dadurch nicht zu überschätzen. Die einzelnen Werte zur ortsüblichen Dichte können aus einer oder mehreren der acht Nachbarparzellen stammen.

### 2.3 Modul Optimale Ausnutzung (OptA)

Im Modul „Optimale Ausnutzung“ wird für jede Analyseparzelle die optimale (maximale) Ausnutzung in Quadratmetern BGF ermittelt. Dafür werden für jede Analyseparzelle mögliche Kubaturen simuliert (Abb. 3). Die räumliche Auflösung der Simulation wird über den Mindestabstand zu den Bauplatzgrenzen gesteuert. Dies erfolgt aus Performanzgründen degressiv; d. h., beginnend bei 0,5 m wird die Auflösung mit zunehmendem Abstand schrittweise adaptiv auf 5 m erhöht. Unter kombinierter Berücksichtigung der ortsüblichen Dichte und gesetzlicher Abstandsvorgaben zu den Bauplatzgrenzen (Mindestabstand: 4 m bzw. drei Viertel der Traufhöhe) wird für jede Analyseparzelle die optimale (maximale) Ausnutzung in m<sup>2</sup> BGF aus der Simulation ausgewählt. Die Kubatur mit der optimalen Ausnutzung darf dabei keinen der Grenzwerte der jeweiligen ortsüblichen Dichte überschreiten.

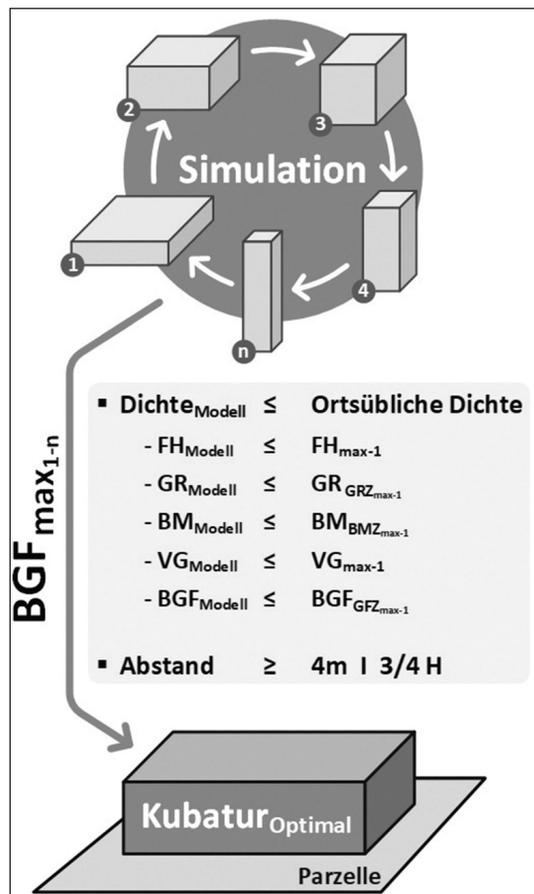


Abb. 3: Simulation der optimalen Ausnutzung  
(Quelle: RSA FG Research Studio iSPACE 2020)

## 2.4 Modul Wohnbaulandbedarf

In diesem Modul werden Daten erarbeitet, die als Eingangsdaten für eine Simulation des Flächenmanagements auf Gemeindeebene dienen. Dazu zählen die Wohnbaustruktur, das unbebaute Wohnbauland und die Prognose des Haushaltsbedarfs.

Zur Ermittlung der Wohnbaustruktur des Gebäudebestands einer Gemeinde werden in einem ersten Schritt die Gebäude anhand ihrer BGF (m<sup>2</sup>), Vollgeschosse und Grundstücksgröße in die drei Kategorien „freistehendes Haus“, „verdichteter Flachbau“ und „Geschosswohnbau“ klassifiziert. Für Gebäude  $\geq 500$  m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche (BGF) und  $\geq 3$  Vollgeschossen (VG) wird die Klasse Geschosswohnbau angenommen. Gebäuden  $< 500$  m<sup>2</sup> BGF oder  $< 3$  VG wird die Klasse verdichteter Flachbau zugewiesen, wenn die Grundstücksfläche  $< 400$  m<sup>2</sup> ist und mindestens eine gemeinsame Gebäudegrenze an der Grundstücksgrenze vorhanden ist. Die verbleibenden Gebäude werden als freistehendes Haus klassifiziert. Zusätzlich wird auch die zugehörige Haushaltsstruktur abgeschätzt. Dazu wird der regionalstatistische 100-m-Raster zur Anzahl an Wohnungen (Statistik Austria) mit den klassifizierten Wohngebäuden (siehe Schritt 1) verschnitten und folgendermaßen zugewiesen: jedem Freistehenden Haus mit 50 bis 180 m<sup>2</sup> BGF wird eine Wohnung, bei mehr als 180 m<sup>2</sup> BGF zwei Wohnungen zugeordnet. Von der verbleibenden Anzahl an Wohnungen wird jedem Gebäude der Klasse verdichteter Flachbau eine Wohnung zugeordnet. Die restliche Anzahl an Wohnungen wird der Klasse Geschosswohnbau zugeordnet. Ist dieser Rest allerdings  $< 3$ , so wird er der Klasse freistehendes Haus zugewiesen.

Um die Simulation mit abänderbaren Orientierungswerten zu befüllen, werden dem unbebauten Wohnbauland auf Grundstücksebene eine geeignete Wohnbaustruktur sowie eine Anzahl an realisierbaren Haushalten zugeordnet. Für ein freistehendes Haus bis 700 m<sup>2</sup> Grundstücksgröße werden ein, darüber (700 m<sup>2</sup>-900 m<sup>2</sup>) zwei Haushalte angenommen. Für die Wohnbaustruktur verdichteter Flachbau (Grundstücksgröße 900 m<sup>2</sup>-1 800 m<sup>2</sup>) werden 350 m<sup>2</sup> Grundstücksfläche je Haushalt, für Geschosswohnbau (Grundstücksgröße  $> 1\ 800$  m<sup>2</sup>) 185 m<sup>2</sup> je Haushalt veranschlagt. Da aus fachlicher Sicht infrastrukturelle Gunstlagen und flächensparende Bauweisen zu bevorzugen sind, werden die Grundstücke nach Standortqualitätskriterien sowie der realisierbaren Haushaltsanzahl sortiert und ihnen theoretische Nutzungsjahre in den nächsten 25 Jahren zugewiesen, was dem Planungshorizont eines räumlichen Entwicklungskonzepts (REK) entspricht.

Der zukünftige Gesamtbedarf an Wohnraum setzt sich aus der Entwicklung der Bevölkerungszahl und der Entwicklung der Haushaltsgrößen zusammen und wird in der Einheit „Haushalte“ abgeschätzt. Prognosen werden in der Regel nicht auf Gemeinde-, sondern bestenfalls auf Bezirksebene erstellt. Um bei der Abschätzung des zukünftigen Bedarfs auch die verhältnismäßig große Variabilität innerhalb eines Bezirks zu berücksichtigen, wird die vergangene Bevölkerungsentwicklung auf Gemeindeebene herangezogen (Abb. 4).

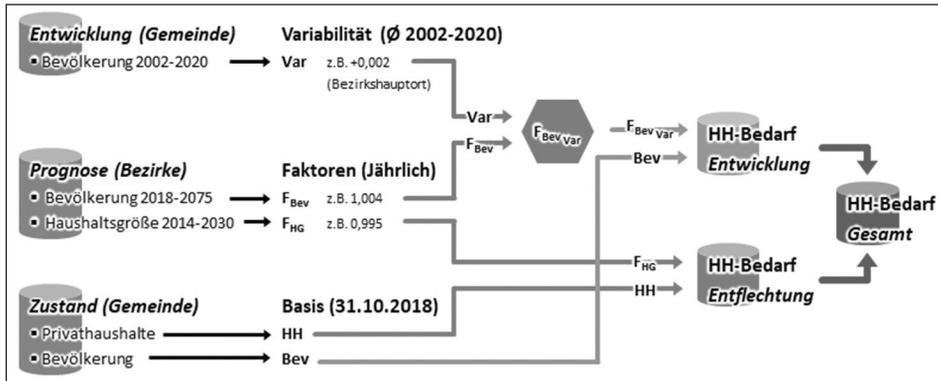


Abb. 4: Abschätzung des zukünftigen Bedarfs an Haushalten auf Gemeindeebene (Quelle: RSA FG Research Studio iSPACE 2021)

### 3 Anwendungsbeispiele der GIS-Bausteine

Die im vorliegenden Beitrag vorgestellten GIS-Bausteine wurden im Projekt „Zentrum Alpines Bauen“ für das Land Salzburg implementiert und für die zwei Anwendungsfelder „Gemeinnützige Wohnbauträger“ und „Flächenmanagement von Gemeinden“ angewendet.

Für die Zielgruppe „Gemeinnützige Wohnbauträger“ lassen sich durch kombinierte Anwendung der Module „Ortsübliche Dichte“, „Optimale Ausnutzung“ und „Gebäudebestand“ bauliche Potenziale parzellenscharf ermitteln. Dazu wurden in Abstimmung mit Vertretern gemeinnütziger Wohnbauträger folgende Fragestellungen formuliert:

- Wie groß ist das bauliche Potenzial im nicht bebauten Wohnbauland ab einer Größe von mindestens 1 500 m<sup>2</sup> Grundfläche?
- Wie groß ist das Nachverdichtungspotenzial im bebauten Wohnbauland ab einer Größe von zusätzlich mindestens 10 Wohneinheiten?

Die Ergebnisse wurden tabellarisch, kartographisch sowie als Web-Dienst aufbereitet und hinsichtlich der Parametrisierung und der planerischen Belastbarkeit evaluiert: Abbildung 5 zeigt dazu einen Web-Kartendienst (Ausschnitt Altenmarkt im Pongau), der eine Abfrage der Nachverdichtungspotenziale im bebauten Wohnbauland ermöglicht sowie ergänzend mobilisierungsrelevante Indikatoren zu den Potenzialen liefert (bspw. zur Wohnbauförderung, zu Eigentumsverhältnissen oder zur infrastrukturellen Qualität).

**Wohnbauland Bebaut**

Wohnbauland Bebaut  $\geq 10$  WE

**Stammdaten**

- Gemeinde: **Altenmarkt (50401)**
- Grundbuch\_Einlagezahl:
- Typ: **3: Nachverdichtungsfläche**
- Parzellengröße: **4675m<sup>2</sup>**
- Anzahl Eigentümer / Rechtsperson: **1 / nein**

**Flächenwidmung**

- Typ (überwiegend): **BALK (Ländliche Kerngebiete)**
- Kategorie / überwiegend seit wann: **Wohnbauland / seit 2006**

**Potenzial**

- Ortsübliche Dichte: GRZ = **0,4** / GFZ = **0,7** / BMZ = **2,6** / VG = **3** / FH = **10,2**
- BGF Optimale Ausnutzung: **3023m<sup>2</sup>**
- BGF Gebäudebestand: **996m<sup>2</sup>**
- BGF Nachverdichtungspotenzial: **2028m<sup>2</sup>**
- Anzahl Wohneinheiten (85m<sup>2</sup>): **23**

**Wohnbauförderung**

- Standortqualität C + D + E: **3 + 3 + 3 = 9 Zuschlagspunkte**

**Infrastruktur**

- ÖV-Güteklasse: **D: Gute ÖV-Erschließung**
- Kinderbetreuungseinrichtung (fußläufig): **751  $\leq$  1000m**
- Volksschule (fußläufig): **> 1000m**
- Gemeindeamt (fußläufig): **751  $\leq$  1000m**
- Vollversorger (fußläufig):  **$\leq$  250m**
- Teilversorger (fußläufig): **> 1000m**
- Apotheke (fußläufig): **251  $\leq$  500m**
- Praktischer Arzt (fußläufig): **251  $\leq$  500m**
- Weitere Schulen (fußläufig): **> 1000m**
- Seniorenpflegeheim / Tageszentrum (fußläufig): **> 1000m**

**Energie**

- Sonnenscheindauer Dezember: **5 - 6**
- Fernwärme (Anschluss): **Strasse (<25m)**
- Gasleitung (Anschluss): **> 25m**

**Legend**

**Auswahl**

- Gemeindestatistik  $\geq 10$  WE (n)
- Gemeindegrenzen
- Grundstücksgrenzen
- Wohnbauland Bebaut  $\geq 10$  WE
- Wohnbauland Bebaut 1-9 WE

**Wohnbauland Bebaut**

- Gemeindegrenzen
- Grundstücksgrenzen
- Wohnbauland Bebaut  $\geq 10$  WE
- Wohnbauland Bebaut 1-9 WE

**Project** Zentrum Alpines Bauen  
**Partner** Research Studios Austria  
Forschungsgesellschaft mbH,  
Research Studio iSPACE  
**Updated** 2.11.2020  
**Source** intern

Abb. 5: Web-Kartendienst „Wohnbauland Bebaut“ (Quelle: RSA FG Research Studio iSPACE 2021)

Für die Anwendung „Flächenmanagement von Gemeinden“ wurde ein Funktionsmuster einer prototypischen Simulationsanwendung in Anlehnung an den Leitfaden REK (Land Salzburg 2019) entwickelt. Die interaktive WebMap koppelt die Komponenten Wohnungsbedarf (basierend auf zukünftiger demographischer Entwicklung und Änderungen der Haushaltsgrößen), Wohnbaustruktur und Wohnbauland. Dadurch kann der jährliche Wohnungsbedarf den verfügbaren, bereits gewidmeten Wohnbaulandpotenzialen gegenübergestellt und der Deckungsgrad über einen Planungshorizont von 25 Jahren simuliert werden. Der Anwender kann Annahmen zur zukünftigen Wohnbaustruktur und zum Anteil des über Nachverdichtung zu deckenden Wohnungsbedarfs simulieren und zudem einzelne Flächen des unbebauten Wohnbaulands editieren (Wohnbaustruktur, realisierbare Haushalte, Mobilisierungsjahr). Somit lassen sich Zukunftsszenarien simulieren und bewerten und Strategien für das Flächenmanagement ableiten (Abb. 6).

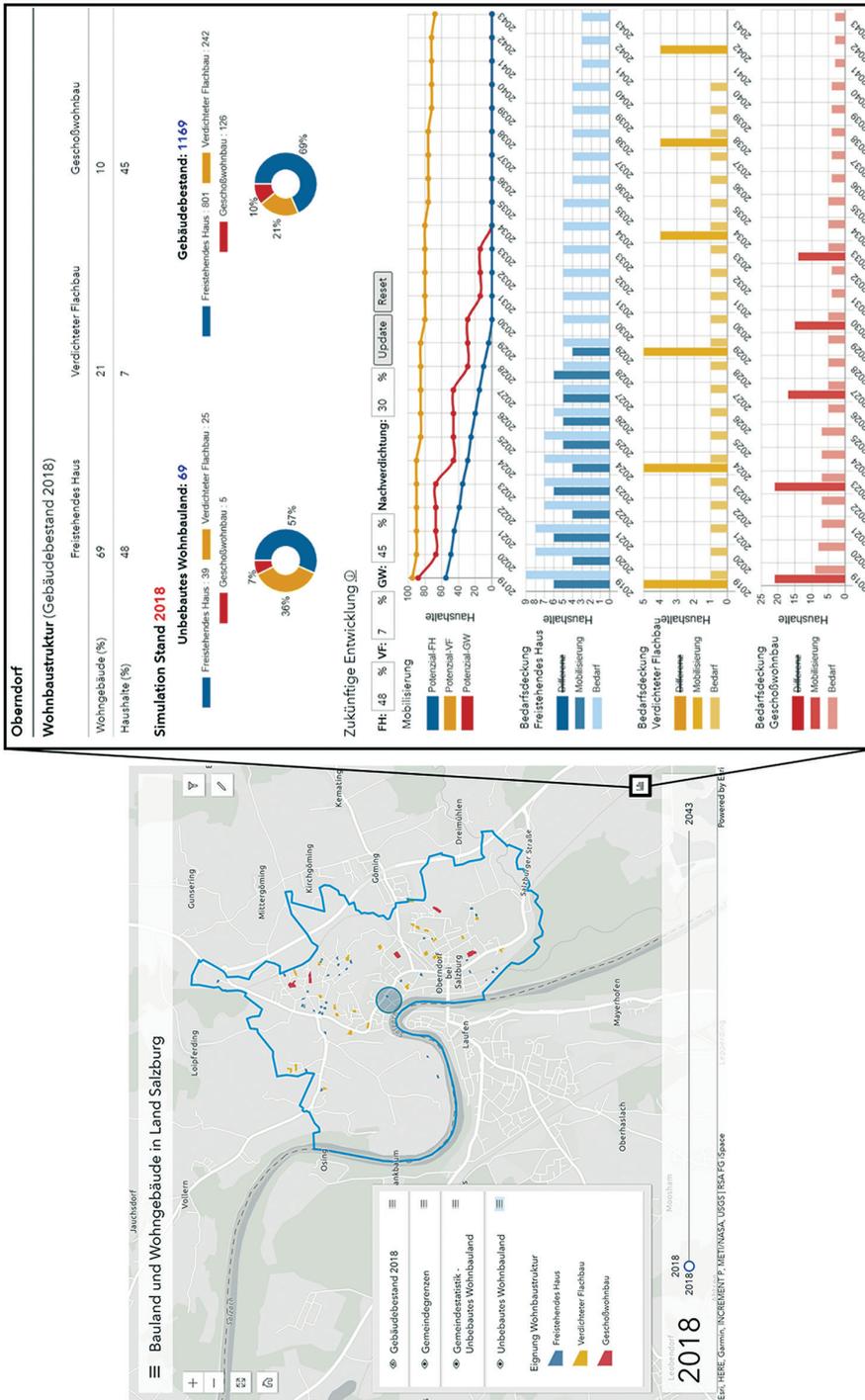


Abb. 6: Prototyp Simulationsanwendung „Flächenmanagement von Gemeinden“ (Quelle: RSA FG Research Studio iSPACE 2021)

## 4 Fazit

Durch verstärkte Innenentwicklung von Siedlungsflächen können begrenzte Flächenressourcen effizienter genutzt werden, um die Flächeninanspruchnahme zu reduzieren, den Wohnraumbedarf bei gleichzeitiger Vermeidung weiterer Zersiedelung zu decken und vorhandene Infrastruktur besser auszulasten. Um zukunftsfähige Raumstrukturen zu ermöglichen, ist es wichtig, die vorhandenen Potenziale im bebauten und unbebauten Bauland detailliert zu kennen, ebenso wie deren Eigenschaften in Bezug auf Standortqualität oder Mobilisierbarkeit. Auch zukünftige Entwicklungen des Bedarfs an Wohnraum müssen frühzeitig mitgedacht und in Strategien und Planungsentscheidungen berücksichtigt werden. Diese zentralen Fragestellungen werden im Zentrum Alpines Bauen bearbeitet.

Mit den vorgestellten GIS-Bausteinen können eine geeignete flächendeckende Datenbasis erstellt bzw. die Ergebnisse daraus für Simulationsanwendungen hinsichtlich künftiger Siedlungsentwicklungen herangezogen werden. Um die Praxisrelevanz und den Anwendungsnutzen der GIS-Bausteine zu gewährleisten, wurden laufend Abstimmungen mit relevanten Stakeholdern durchgeführt und die Modelle entsprechend weiterentwickelt. Die GIS-Bausteine stellen eine innovative Datenbasis und Planungswerkzeuge für die öffentliche Verwaltung, Gemeinden, Wohnbauträger und Planer dar und bieten dadurch eine wichtige Voraussetzung für eine zielgerichtete, effiziente und zukunftsfähige Siedlungsentwicklung.

## 5 Danksagung

Die vorgestellten GIS-Bausteine wurden vom Research Studio iSPACE im Rahmen des Forschungs- und Transferzentrums Alpines Bauen im Forschungsschwerpunkt Simulation von Siedlungssystemen entwickelt. Das Zentrum Alpines Bauen ist eine Kooperation der RSA FG Research Studio iSPACE und der FH Salzburg und wird mit Mitteln des Landes Salzburg und IWB EFRE gefördert.

Der Mitautor Dr. Thomas Prinz bedankt sich für die Unterstützung bei der Universität Salzburg (PLUS) – IDA Lab (20204-WISS/225/197-2019 und 0102-F1901166-KZP).

## 6 Literatur

Götzlich, L.; Schardinger, I.; Spitzer W.; Gadocha, S.; Mauthner, F.; Biberacher M. (2021): Gebäudemodell für die räumliche Energieplanung. In: AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik 2021 (7): 88-96.

Land Salzburg – Abteilung Wohnen und Raumplanung (Hrsg.) (2019): Leitfaden. Räumliches Entwicklungskonzept. Salzburg.

- Magistrat der Stadt Salzburg – Amt für Stadtplanung und Verkehr (Hrsg.) (2009): Die zukünftige Entwicklung der Stadt Salzburg. Räumliches Entwicklungskonzept der Stadt Salzburg. REK 2007. Salzburg. Schriftenreihe zur Salzburger Stadtplanung, Heft 35.
- S-ROG – Salzburger Raumordnungsgesetz (2009): Salzburger Raumordnungsgesetz. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrSbg&Gesetzesnummer=20000615> (Zugriff: 05.07.2021).
- Spitzer, W.; Gadocha, S.; Prinz, T.; Youssef, D.; Götzlich, L.; Schardinger, I. (2021): Automatisierte Ableitung raumplanungsrelevanter Parameter des Gebäudebestands. In: AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik 2021 (7): 262-270.
- Spitzer, W.; Kerschbaumer, M.; Preissler, H.; Prinz, T. (2015): Grenzübergreifendes Flächenmanagement. Voraussetzung für eine nachhaltige Siedlungsentwicklung im Raum Salzburg. <http://giplus.de/downloadpubikationen> (Zugriff: 13.07.2021).
- Umweltbundesamt (2021): <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/boden/flaecheninanspruchnahme> (Zugriff: 28.06.2021).