

# Modellierung des Versorgungsgrads an öffentlicher Infrastruktur in der Steiermark als Grundlage für eine gemeindeübergreifende Ressourcenplanung

Roland GRILLMAYER, Manuela WEISSENBECK, Peter NOVOTNY, Brigitte RUDEL,  
Nicole VOJTECH, Mario WUNSCH und Martina DÜRAUER

## Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund der immer knapper werdenden finanziellen Ressourcen und der zunehmenden Verschuldung von Gemeinden wurde von Seiten der politischen Verantwortlichen eine Diskussion über freiwillige Gemeindegemeinschaften und somit eine gemeindeübergreifende und effizientere Nutzung und Planung an Einrichtungen zur öffentlichen Infrastruktur, angeregt. Vor diesem Hintergrund wurde durch die Abteilung 16, Landes- und Gemeindeentwicklung das Projekt „Modellierung des Versorgungsgrads an öffentlicher Infrastruktur in der Steiermark“ ins Leben gerufen. Im Rahmen des Projektes werden Konzepte für die Modellierung des Versorgungsgrads und die Kapazitätsplanung öffentlicher Infrastruktureinrichtungen entwickelt. Die Ergebnisse ermöglichen eine transparente Darstellung des Versorgungsgrads und der Kapazitätsauslastung von öffentlichen Infrastruktureinrichtungen und stellen somit eine wesentliche Entscheidungsgrundlage für die politischen Entscheidungsträger zur Verfügung.

## 1 Ausgangslage

„Die Steiermark hat die kleinste Gemeindestruktur Österreichs: Von 542 Gemeinden haben 76 weniger als 500 Einwohner, 196 weniger als 1000 und 407 weniger als 2000 Einwohner. Im Jahr 2009 hatten rund 200 Gemeinden einen negativen Jahresabschluss, dieses Minus musste durch Bedarfszuweisungen ausgeglichen werden, die Mehrheit davon waren Kleinstgemeinden“ (www.kleinezeitung.at vom 16.12.2010). Die zunehmende Verschuldung und die immer knapper werdenden finanziellen Ressourcen vieler, vor allem Kleinstgemeinden, führen zu einem Umdenken der politisch Verantwortlichen. Bereits 2006 wurde in der Steiermark mit dem Projekt Regionext und der Bildung von Kleinregionen eine gemeindeübergreifende Nutzung von öffentlichen Infrastruktureinrichtungen angestrebt. Am 16.12.2010 fand der Startschuss für die Verwaltungsreform 2011-2015 statt, die eine nachhaltige Kosten- und Ausgabensenkung in der Steirischen Landesverwaltung erzielen soll. Unter anderem wird im Rahmen dieser Verwaltungsreform über eine freiwillige Zusammenlegung von Gemeinden diskutiert. Erfolgte bisher die Planung zahlreicher öffentlicher Infrastruktureinrichtungen überwiegend auf der Gemeindeebene, soll in Zukunft eine von den Gemeindegrenzen losgelöste, und somit gemeindeübergreifende Planung und Nutzung zu einer Kostenreduktion und effizienteren Nutzung öffentlicher Infrastruktureinrichtungen führen. Einen wesentlichen Faktor für die erfolgreiche Umsetzung dieser Bestrebungen stellt die Miteinbeziehung der betroffenen Bevölkerung sowie aller politischen Entscheidungsträger dar. Durch die Schaffung einer nachvollziehbaren und transparenten Planungsgrundlage soll einerseits die Miteinbeziehung dieser Personengruppen ermöglicht und

andererseits eine breite Akzeptanz der geplanten Maßnahmen sichergestellt werden. Das entwickelte Modell und die daraus abgeleiteten Ergebnisse stellen eine wesentliche Planungsgrundlage für diese angestrebte Form der partizipativen Planung dar.

## 2 Datengrundlage für die Modellierung

Basierend auf der in der Steiermark in Aufbau befindlichen Infrastrukturdatenbank (IDA) als Teil des RaumInformationssystem Steiermark (RaumIS), in der öffentliche Infrastruktureinrichtungen gesammelt und verwaltet werden, können die Kapazitäten für unterschiedliche Infrastruktureinrichtungen abgeleitet werden. Diese Informationen werden für die Modellbildung in Form eines Punktdatensatzes zur Verfügung gestellt. Neben diesem Eingangsdatensatz wird ein für das gesamte Landesgebiet der Steiermark verfügbarer homogener Straßengraph mit Informationen zum motorisierten und nichtmotorisierten Individualverkehr (IV) benötigt. Für die Steiermark steht dieser Datensatz in Form des Integrierten Wegenetzes, der in der GIP (Graphenintegrationsplattform) homogenisiert wurde, zur Verfügung (weiterführende Informationen siehe GRÖSSL 2009).

Des Weiteren werden für die Modellbildung Daten zur Demographie in der Steiermark benötigt. Dieser Datensatz muss aufgrund der geltenden Datenschutzbestimmungen in Österreich aus zwei Informationsquellen erstellt werden. Um eine gemeindeübergreifende Aussage über den Versorgungsgrad an öffentlicher Infrastruktur und eine gemeindeunabhängige Kapazitätsplanung gewährleisten zu können, wird auf die aktuellen Daten aus der Registerzählung der Statistik Austria zurückgegriffen, die einerseits in Form von Rasterzellen (Microzellen) mit einer räumlichen Auflösung von 250 Metern und andererseits mit dem Raumbezug auf Gemeindeniveau zur Verfügung stehen. Für die Modellbildung wurden 11 Altersklassen, die für manche Themenbereiche wiederum in sinnvolle Altersgruppen zusammengefasst werden müssen, als themenrelevant identifiziert. Diese demographischen Kenngrößen werden erst ab einer Anzahl von  $\geq 31$  Hauptwohnsitzen pro Rasterzelle zur Verfügung gestellt. Dadurch weist ein Großteil der Rasterzellen die gerade in den für die Raumplanung interessanten Gebieten liegen, wie z. B. dem Südsteirischen Hügelland, keine Informationen auf und stellen somit in diesen Gebieten nicht die benötigten Informationen für die Modellberechnung zur Verfügung.

Um dieser Tatsache entgegen zu wirken, wurde basierend auf den 250 Meter Rasterdaten und den Daten auf Gemeindeniveau ein Hybriddatensatz erstellt. Die Berechnung der Anzahl der Personen pro Altersklassen und Rasterzelle ist in Formel 1 dargestellt.

Formel 1: Berechnung der Anzahl der Personen pro Altersklasse in einer Rasterzelle mit weniger als 31 Hauptwohnsitzen

$$A_{i,k_y} = \left( \frac{A_{i,y} - \sum_{l_y=1}^n A_{i,l_y}}{\sum_{k_y=1}^m H_{k_y}} \right) * H_{k_y}$$

$A_i$  ... Personenanzahl pro Altersklasse  $i$   
 $k_y$  ... Rasterzellen < 31 Hauptwohnsitze in Gemeinde  $y$   
 $l_y$  ... Rasterzellen  $\geq 31$  Hauptwohnsitze in Gemeinde  $y$   
 $H$  ... Hauptwohnsitze

Neben diesen Datensätzen wird des Weiteren eine Raumgliederung der Steiermark in die Modellbildung mit einbezogen. Anhand dieser Raumgliederungen soll die dem Versorgungsgrad und der Kapazitätsplanung zugrunde liegende Berechnung der Erreichbarkeit von Einrichtungen regionalisiert werden. Durch diese Regionalisierung wird der Tatsache Rechnung getragen, dass ländliche, spärlich besiedelte Gebiete im Gegensatz zu städtischen Gebieten einen schlechteren Erschließungsgrad aufweisen. Die dadurch resultierenden längeren Wegzeiten für die Erreichbarkeit von öffentlichen Infrastruktureinrichtungen können durch diese Vorgehensweise im Rahmen der Modellbildung Berücksichtigung finden.

### 3 Modellierung des Versorgungsgrads

Für die Modellierung des Versorgungsgrads an öffentlicher Infrastruktur wurden die Eingangsgrößen definiert und ein Zuordnungsalgorithmus entwickelt, der im Kapitel 3.1 näher erörtert wird. Da für die verschiedenen Infrastruktureinrichtungen unterschiedliche Fachabteilungen der Landesregierung zuständig sind, wurden die Algorithmen und die für die Berechnung der unterschiedlichen Modellvarianten frei wählbaren Eingangsparameter in Form einer benutzerfreundlichen Oberfläche im ArcGIS10 als Add-in implementiert. Die Details zur technischen Umsetzung sind im Kapitel 3.2 dargestellt.

#### 3.1 Modellalgorithmus

In Abhängigkeit des Themenkomplexes muss zwischen der Erreichbarkeit und dem Versorgungsgebiet von öffentlichen Infrastruktureinrichtungen unterschieden werden. So spielen z. B. für den Themenkomplex „Bildung und Schule“ die Erreichbarkeit, hingegen für den Themenkomplex „Öffentliche Ordnung“ der die Themenbereiche „Rettung“, „Feuerwehr“ und „Polizei“ abdeckt, das Versorgungsgebiet eine wesentliche Rolle. Basierend auf den für den Network Analyst und die Fragestellung adaptierten multimodalen Straßengraphen werden für die Infrastruktureinrichtungen eines Themenbereiches einerseits Einzugs- bzw. Versorgungsgebiete und andererseits Start-Ziel-Kostenmatrizen basierend auf dem Dijkstra-Algorithmus (DIJKSTRA 1958) berechnet. Als Start bzw. Zielpunkt für die Berechnung der Kostenmatrizen werden die Mittelpunkte der 250 Meter Rasterzelle des demographischen Datensatzes herangezogen.

Der Algorithmus für die Berechnung des Versorgungsgrads setzt direkt auf diese zuvor berechnete Start-Ziel-Kostenmatrix auf. Basierend auf der nach aufsteigenden Wegzeiten sortierten Kostenmatrix wird jede Rasterzelle einer Infrastruktureinrichtung zugeordnet. Dabei spielen zwei Attribute eine entscheidende Rolle, einerseits die Kapazität der Infrastruktureinrichtung, andererseits die zu versorgenden Einheiten (Personen einer Altersgruppe, Gesamtzahl der Einwohner bzw. Haushalte) der Rasterzelle.

Der Programmablauf geschieht iterativ. Jene Rasterzelle, welche die geringste Wegzeit zu einer Infrastruktureinrichtung aufweist, wird ausgewählt. Die zu versorgenden Einheiten der Rasterzelle werden von der Gesamtkapazität der zugeordneten Infrastruktureinrichtung abgezogen und die Restkapazität dieser Einrichtung temporär gespeichert. Die Rasterzelle bekommt das Attribut des Versorgungsgrades zugewiesen (siehe Algorithmus 1).

Algorithmus 1: Zuweisung des Versorgungsgrads pro Rasterzelle

*Rasterzellen außerhalb Einzugsgebiet: Versorgungsgrad = nicht versorgt*

*Sortiere Kostenmatrix aufsteigend nach Wegzeiten*

*Für Wegzeit  $w=1$  bis  $n$  der Rasterzellen  $R$  zu Infrastruktureinrichtungen  $I_y$*

*Falls Kapazität von  $I_y \geq$  zu Versorgungende in  $R$ : Versorgungsgrad = versorgt*

*Falls Kapazität von  $I_y = 0$ : Versorgungsgrad = unter versorgt*

*Sonst: Versorgungsgrad = teilweise unterversorgt*

Es werden insgesamt vier Fälle des Versorgungsgrades unterschieden. Eine Rasterzelle ist „versorgt“, wenn in der zugehörigen Infrastruktureinrichtung genügend Kapazitäten für die Versorgung dieser Zelle vorhanden sind. Eine Rasterzelle ist „teilweise unterversorgt“, wenn für einen Teil der zu versorgenden Einheiten Kapazitäten in der zugewiesenen Infrastruktureinrichtung vorhanden sind, jedoch nicht die gesamte Zelle versorgt werden kann. Eine Rasterzelle ist „unterversorgt“, wenn sie zwar einerseits in einem Einzugsgebiet einer Infrastruktureinrichtung liegt, aber andererseits diese Einrichtung keine freien Kapazitäten zur Versorgung aufweist. Eine Rasterzelle ist „nicht versorgt“, wenn sie nicht in einem Einzugsgebiet einer Infrastruktureinrichtung enthalten ist.

Falls eine Rasterzelle in mehreren Einzugsgebieten enthalten ist, somit laut Start-Ziel-Kostenmatrix mehreren Infrastruktureinrichtungen zugeordnet werden kann, werden im Fall des Versorgungsgrads „versorgt“ alle weiteren verbleibenden Verbindungen dieser Zelle zu Infrastruktureinrichtungen aus der Start-Ziel-Kostenmatrix gelöscht. Einen Sonderfall stellen Rasterzellen dar, die in mehreren Einzugsgebieten enthalten sind und nur „teilweise versorgt“ bzw. „unterversorgt“ wären. Ist dies der Fall, wird noch kein Versorgungsgrad zugewiesen und der verbleibende Wert der zu versorgenden Einheiten temporär gespeichert. Die weiteren Verbindungen der Zelle zu Infrastruktureinrichtungen bleiben erhalten und werden im weiteren Programmablauf, wie oben beschrieben, abgearbeitet.

Der Programmablauf geschieht solange, bis alle vorhandenen Rasterzellen den für sie jeweils gültigen Versorgungsgrad zugewiesen bekommen haben. Zu jeder Infrastruktureinrichtung wird außerdem gespeichert, wie viel freie Kapazitäten noch vorhanden sind.

### 3.2 Softwaretechnische Umsetzung

Die Umsetzung der Modellierung des Versorgungsgrades erfolgt im ArcGIS10® in Form einer Add-in Implementierung. Das Add-in Konzept wurde mit ArcGIS® Desktop 10 eingeführt und ermöglicht die installationsfreie Verteilung über eine Netzwerkfreigabe. Die Implementierung erfolgt auf Basis des .NET Framework in C#. Die graphische Benutzeroberfläche stützt sich auf WPF Steuerelemente.

Die Berechnung des Versorgungsgrades basiert vorwiegend auf Funktionalitäten, die in der „Geoprocessing“ Bibliothek zur Verfügung gestellt werden. Im Gegensatz dazu erfolgt die Berechnung der Auslastung der Infrastrukturen sowie die Zuweisung des Versorgungsgrads der einzelnen demographischen Mikrozellen auf den eigens implementierten und in Algorithmus 1 dargestellten Versorgungsgrad-Algorithmus.

Das für die Berechnung des Versorgungsgrads grundlegende Analyse Netzwerk verwendet die ArcGIS® Extension Bibliothek „NetworkAnalyst“. Basierend auf den GIP Straßen-

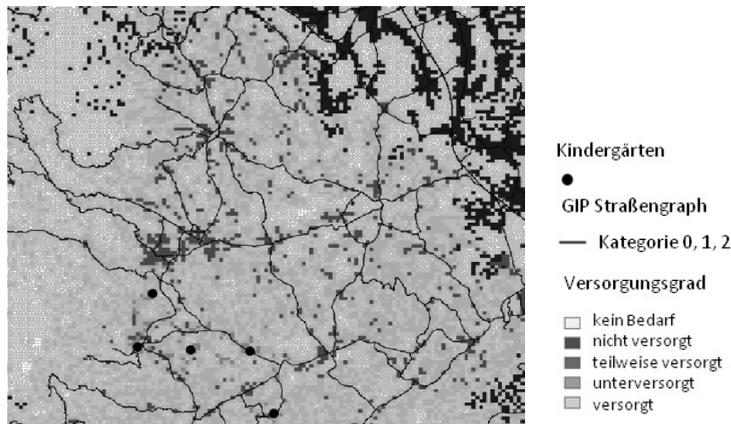
daten werden vorkonfigurierte Analyse Netzwerke erstellt. Die Analyse Netzwerke werden periodisch in automatisierter Form aktualisiert.

### 3.3 Ergebnisse der Modellierung

Das folgende Beispiel stellt die Ergebnisse der Modellberechnung für den Themenbereich „Kindergärten“ dar. In Abbildung 1 sind die Einzugsgebiete der Kindergärten, in Abbildung 2 der Versorgungsgrad dargestellt.



**Abb. 1:** Berechnete Einzugsgebiete für Kindergärten in der Südsteiermark (Region Sulmtal)



**Abb. 2:** Ergebnisse der Modellierung des Versorgungsgrads für Kindergärten in der Südsteiermark (Region Sulmtal)

Als Eingangsparameter, die frei gewählt bzw. modifiziert werden können, wurden folgende Parameter gewählt:

- Erreichbarkeit der Kindergärten in 20 Minuten (motorisierter Individualverkehr)
- Keine Regionalisierung der Erreichbarkeit (Einzugsgebiete)

Die Einzugsgebiete für Kindergärten der Region Sulmtal (Südsteiermark) sind in Abbildung 1 dargestellt. Festgestellt werden kann, dass es bei den Einzugsgebieten mit einer maximalen Fahrzeit (motorisierter Individualverkehr) von 20 Minuten häufig zu Überlappungen der einzelnen Bereiche kommt. Daraus resultiert im ersten Schritt eine gute Abdeckung der Region durch die Infrastruktureinrichtungen.

Die Modellierung des Versorgungsgrads ist in Abbildung 2 visualisiert. Hier ist zu erkennen, dass jene Rasterzellen, die nahe zu einem Kindergarten liegen, versorgt bzw. teilweise versorgt sind. Man kann jedoch auch erkennen, dass Rasterzellen, die zwar durch Einzugsgebiete abgedeckt wären, unterversorgt sind. Das bedeutet, dass, in diesem Beispiel, nicht genügend Kapazitäten in den einzelnen Kindergärten vorhanden sind, um alle Kleinkinder dieser Rasterzellen zu versorgen.

## 4 Ausblick

Das entwickelte Modell und die Umsetzung im ArcGIS10 ermöglichen es den unterschiedlichen Fachabteilungen der Landesregierung, eigenständige Modellszenarien zu berechnen. Die Ergebnisse geben einen ersten Aufschluss über den aktuellen Versorgungsgrad an öffentlicher Infrastruktur für die unterschiedlichsten Themenbereiche wie z. B. Schulwesen, Kinderbetreuung, Einrichtungen zur Altenbetreuung usw. Anhand von Prognosedaten können auch erste Zukunftsprognosen zur Entwicklung der Versorgung an öffentlicher Infrastruktur abgeleitet werden. Die Ergebnisse der Modellierung sind aber aufgrund folgender Faktoren kritisch zu hinterfragen. Einerseits repräsentiert der erstellte Hybriddatensatz zur Demographie nicht die tatsächliche demographische Verteilung der Bevölkerung wieder und andererseits handelt es sich bei den Informationen aus der Infrastrukturdatenbank (IDA) für die Abschätzung der Kapazitäten um die tatsächlichen zur Zeit genutzten und nicht potenziell möglichen Kapazitäten. Dennoch stellen die Ergebnisse der Modellierung eine wichtige erste Diskussionsgrundlage für die politischen Entscheidungsträger für eine gemeindeübergreifende Planung dar, die zu einer Kostenreduktion und effizienteren Nutzung öffentlicher Infrastruktureinrichtungen führen kann.

## Literatur

- Dijkstra, E. W. (1958): A Note on Two Problems in Connexion with Graphs. In: Numerische Mathematik, Ausgabe 1, S. 269-271, 1959. <http://www.cs.yale.edu/homes/lans/readings/routing/dijkstra-routing-1959.pdf> (zuletzt besucht am 01.01.2011).
- GRÖSSL, S. (2009): Integriertes Wegenetz: Online Präsentation (PDF). [http://www.bmvit.gv.at/innovation/aktuell/downloadsaktuell/4\\_integriertes\\_wegenetz.pdf](http://www.bmvit.gv.at/innovation/aktuell/downloadsaktuell/4_integriertes_wegenetz.pdf) (zuletzt besucht am 20.01.2011).