

---

# Versorgungsgradmodell Steiermark – Algorithmus für die Optimierung der Standorte öffentlicher Infrastruktur am Beispiel Steiermark

Brigitte RUDEL<sup>a</sup>, Nicole VOJTECH<sup>a</sup>, Mario WUNSCH<sup>a</sup>, Manuela WEISSENBECK<sup>b</sup>, Roland GRILLMAYER<sup>a</sup>, Martina DÜRAUER<sup>c</sup>

<sup>a</sup> FH Wiener Neustadt, AUSTRIA

<sup>b</sup> Amt der Steirischen Landesregierung, Abteilung 16, Referat für Regionalentwicklung, Regionalplanung und RaumIS, AUSTRIA

<sup>c</sup> FOTEC – Forschungs- und Technologietransfer GmbH, AUSTRIA

---

## KURZFASSUNG/ABSTRACT:

Vor dem Hintergrund der immer knapper werdenden finanziellen Ressourcen und der zunehmenden Verschuldung von Gemeinden, wurde von Seiten der politischen Verantwortlichen eine Diskussion über Gemeindegemeinschaften begonnen. Die gemeindeübergreifende Planung öffentlicher Infrastruktureinrichtungen ermöglicht effizientere Mobilitätsstrukturen, eine nachhaltige Kosten- und Ausgabensenkung und eine bessere räumliche Verteilung von öffentlichen Infrastruktureinrichtungen. 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. Das entwickelte Modell und die daraus abgeleiteten Ergebnisse ermöglichen eine transparente Darstellung des Versorgungsgrades und der Kapazitätsauslastung von öffentlichen Infrastruktureinrichtungen und stellen somit für die politischen Entscheidungsträger eine wesentliche Entscheidungsgrundlage dar. Durch die Umsetzung der Modellierung des Versorgungsgrades in ArcGIS® Desktop, haben die MitarbeiterInnen der einzelnen Fachabteilungen erstmals die Möglichkeit, Standortplanungen und Standortoptimierungen von öffentlichen Infrastruktureinrichtungen und deren Auswirkungen auf den Versorgungsgrad der jeweils betroffenen Bevölkerungsgruppe sowie die Kapazitätsauslastung der einzelnen Infrastruktureinrichtung eigenständig zu modellieren.

## 1 EINLEITUNG

Besonders die Kleinstgemeinden in Österreich haben mit zunehmender Verschuldung und immer knapper werdenden finanziellen Ressourcen zu kämpfen (vgl. GROSSMANN 2009). Die Tatsache, dass die Steiermark eine der kleinsten Gemeindestrukturen Österreichs aufweist (vgl. <http://www.gemeindebund.at/>, zuletzt besucht am 19.10.2011), sowie eine fehlende gemeindeübergreifende Planung öffentlicher Infrastruktureinrichtungen führen zu einer unregelmäßigen, nicht abgestimmten räumlichen Verteilung der Standorte öffentlicher Infrastruktureinrichtungen. Durch diese Situation müssen in ein und derselben Region sehr unterschiedliche Wegzeiten für den alltäglichen Weg zum Kindergarten, zur Schule oder für den wöchentlichen Besuch im Seniorenwohnheim in Kauf genommen werden. Durch eine gemeindeübergreifende Standortplanung öffentlichen Infrastruktureinrichtungen kann ein besserer Versorgungsgrad der Gesamtbevölkerung erreicht, eine nachhaltige Kosten- und Ausgabensenkung der Landesverwaltung erzielt und durch die bessere räumliche Verteilung der einzelnen Infrastruktureinrichtungen der motorisierte Individualverkehr gesenkt werden. 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. Die im Rahmen dieses Projektes gewonnenen Ergebnisse ermöglichen eine transparente Darstellung des Versorgungsgrades und der Kapazitätsauslastung von öffentlichen Infrastruktureinrichtungen und stellen somit eine wesentliche Entscheidungsgrundlage für die politischen Entscheidungsträger zur Verfügung.

---

## 2 DATENGRUNDLAGE

Die Modellierung des Versorgungsgrades an öffentlicher Infrastruktur in der Steiermark basiert einerseits auf Daten zur Kapazitätsabschätzung von öffentlichen Infrastruktureinrichtungen und andererseits auf Daten zur Demographie in der Steiermark. Für die Modellierung von Wegzeiten wird ein homogener, flächendeckender Straßengraph der Steiermark benötigt. Um auf die unterschiedliche Raumstruktur der Steiermark und den daraus resultierenden unterschiedlichen Wegzeiten Rücksicht nehmen zu können, wird die Raumgliederung der Steiermark miteinbezogen.

### 2.1 Infrastrukturdaten

Die Daten zur Kapazitätsabschätzung der Infrastruktureinrichtungen werden aus der zurzeit in Aufbau befindlichen Infrastrukturdatenbank (IDA), die eine Komponente des RaumInformationSystems der Steiermark (RaumIS) darstellt, abgeleitet. Diese Informationen werden für die Modellbildung in Form eines Punktdatensatzes zur Verfügung gestellt.

### 2.2 Demographische Daten

Eine weitere wesentliche Eingangsgröße für die Modellierung stellen die Daten zur Demographie in der Steiermark dar. Die Ergebnisse der Modellierung müssen, laut Vorgabe der Landesregierung Steiermark, eine räumliche Auflösung von 250 Metern aufweisen. Informationen zur Demographie werden einerseits in Form von Rasterzellen (Microzellen) mit einer räumlichen Auflösung von 250 Metern und andererseits mit dem Raumbezug auf Gemeindeneiveau aus der aktuellen Registerzählung der Statistik Austria zur Verfügung gestellt. Personenmerkmale werden allerdings erst ab einer Anzahl von  $\geq 31$  Hauptwohnsitzen pro Rasterzelle zur Verfügung gestellt. Dadurch weist ein Großteil der Rasterzellen keine Informationen auf und stellt somit in diesen Gebieten nicht die benötigten Informationen für die Modellberechnung zur Verfügung.

Um dieser Tatsache entgegen zu wirken, wird basierend auf den 250 Meter Rasterdaten und den Daten auf Gemeindeneiveau ein Hybriddatensatz erstellt. Die Berechnung der Anzahl der Personen pro Altersklassen und Rasterzelle mit weniger als 31 Hauptwohnsitzen ist in Formel (1) dargestellt.

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

$A_i$  ... Personenanzahl pro Altersklasse  $i$

$k_y$  ... Rasterzellen < 31 Hauptwohnsitze in Gemeinde  $y$

$l_y$  ... Rasterzellen  $\geq 31$  Hauptwohnsitze in Gemeinde  $y$

$H$  ... Hauptwohnsitze

### 2.3 Straßengraph

Für die Berechnung von Wegzeiten wird ein flächendeckender, homogener Straßengraph für das gesamte Landesgebiet der Steiermark mit Informationen zum motorisierten und nichtmotorisierten Individualverkehr 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).

### 2.4 Raumgliederungsdaten

Ländliche, spärlich besiedelte Gebiete weisen im Gegensatz zu städtischen Regionen einen schlechteren Erschließungsgrad auf. Damit auf die dadurch resultierenden zumutbaren Wegzeiten Rücksicht genommen werden kann, wird die Raumgliederung der Steiermark in die Modellbildung mit einbezogen und die Berechnung der Erreichbarkeiten und der Versorgungsgebiete regionalisiert.

## 3 VERSORGUNGSGRADMODELL

Für die Modellierung des Versorgungsgrades 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 ArcGIS® 10 als Add-in implementiert. Die Details zur technischen Umsetzung sind im Kapitel 3.2 dargestellt.

### 3.1 Algorithmus

In Abhängigkeit des Themenkomplexes muss zwischen der Erreichbarkeit und dem Versorgungsgebiet von öffentlichen Infrastruktureinrichtungen unterschieden werden. So spielen z.B. für den The-

menkomplex „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 die Fragestellung adaptierten multimodalen Straßengraphen werden für die jeweiligen Infrastruktureinrichtungen einerseits Einzugs- bzw. Versorgungsgebiete und andererseits Start-Ziel-Kostenmatrizen basierend auf dem Dijkstra-Algorithmus (DIJKSTRA 1958) berechnet. Die Kosten stellen in diesem Fall die anfallenden Wegzeiten dar. Als Start bzw. Zielpunkt für die Berechnung der Kostenmatrizen werden die Mittelpunkte der 250 Meter Rasterzelle des demographischen Datensatzes (Microzellen Statistik Austria) herangezogen.

Der Algorithmus für die Berechnung des Versorgungsgrades 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 Versorgungsgrades pro Rasterzelle

*Rasterzellen außerhalb Einzugsgebiet: Versorgungsgrad = nicht versorgt*  
*Sortiere Kostenmatrix aufsteigend nach Wegzeiten*  
*Für Wegzeit  $w=1$  bis  $n$  der Rasterzellen  $R$  zu Infrastruktureinrichtungen  $ly$*   
*Falls Kapazität von  $ly \geq$  zu Versorgende in  $R$ : Versorgungsgrad = versorgt*  
*Falls Kapazität von  $ly = 0$ : Versorgungsgrad = unterversorgt*  
*Sonst: Versorgungsgrad = teilweise unterversorgt.*

Insgesamt werden vier Fälle des Versorgungsgrades unterschieden. Eine Rasterzelle gilt als „nicht versorgt“, wenn sie sich in keinem Einzugsgebiet einer Infrastruktureinrichtung befindet. Eine „versorgte“ Rasterzelle befindet sich innerhalb eines Einzugsgebiets und die dazugehörige Infrastruktureinrichtung weist genügend freie Kapazitäten für die Versorgung der Zelle auf. Wenn die Rasterzelle zwar innerhalb eines Einzugsgebietes liegt, bei der dazugehörigen Infrastruktureinrichtung jedoch nicht mehr genügend freie Kapazitäten für die Versorgung der Zelle vorhanden sind, gilt diese Zelle als „teilweise unterversorgt“. „Unterversorgte“ Rasterzellen liegen zwar innerhalb eines Einzugsgebietes, allerdings sind in der dazugehörigen Infrastruktureinrichtung keine Kapazitäten mehr vorhanden.

### 3.2 Umsetzung

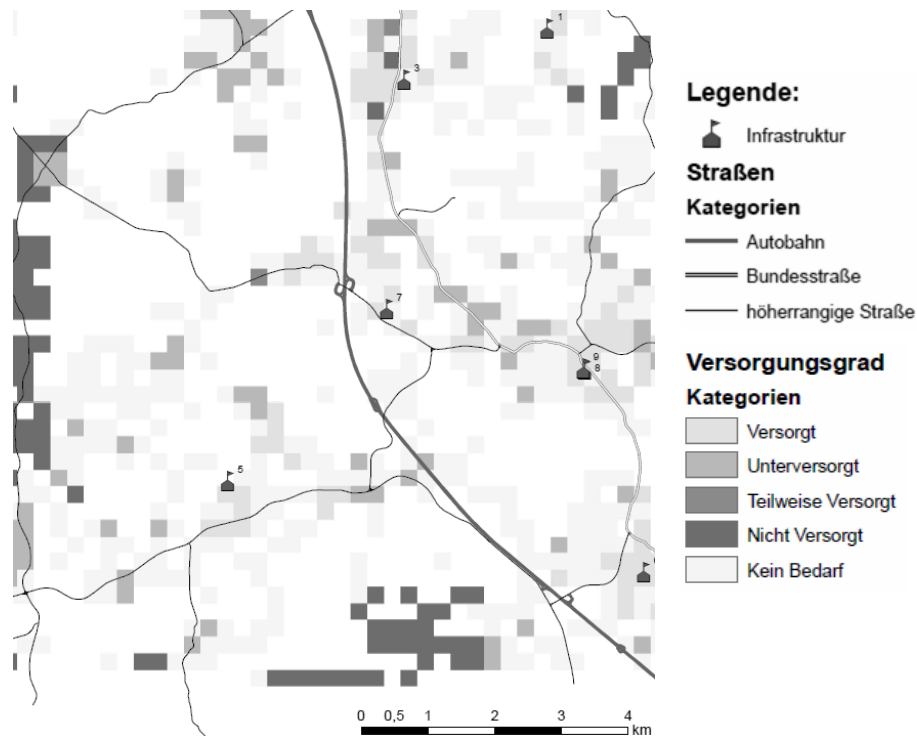
Die Umsetzung der Modellierung des Versorgungsgrades erfolgt im ArcGIS®10 in Form einer Add-in Implementierung. Das Add-in Konzept wurde mit ArcGIS® Desktop 10 eingeführt und ermöglicht die installationsfreie Verteilung über eine Netzwerkfreigabe. Die Implementierung erfolgt auf Basis des .NET Framework 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 erfolgen 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.

Die in der ArcGIS® Bibliothek „NetworkAnalyst“ zur Verfügung gestellten Methoden und Funktionen wurden für die Berechnung des, dem Versorgungsgrad zugrunde liegendem, Analysenetzes und der Ziel-Kostenmatrix herangezogen. Auf den GIP Straßendaten basierend, werden vorkonfigurierte Analysenetze erstellt und periodisch automatisiert aktualisiert.

## 4 RESULTATE

Das folgende Beispiel stellt die Ergebnisse der Modellberechnung für den Themenbereich „Kindergärten“ dar. In Abbildung 1 sind die Ergebnisse der Modellierung des Versorgungsgrades der Bevölkerung mit den Infrastruktureinrichtungen „Kindergärten“ in einer Region der Steiermark dargestellt. Als Eingangsparameter wurden eine Erreichbarkeit der Kindergärten in fünf Minuten (motorisierter Individualverkehr) und keine Regionalisierung der Erreichbarkeit gewählt.



**Abbildung 1.** Ergebnisse der Versorgungsgradmodellierung für Kindergärten in einer Region in der Steiermark.

In der Abbildung 1 ist zu erkennen, dass viele Zellen keinen Bedarf an der Versorgung mit Kindergärten als Infrastruktureinrichtung aufweisen. Diesen Zellen sind keine Kinder im Kindergartenalter zugewiesen. Zellen, die Bedarf haben und nahe einem Kindergarten liegen sind versorgt bzw. teilweise versorgt. Man kann jedoch auch erkennen, dass Rasterzellen, die zwar durch Einzugsgebiete abgedeckt sind, unterversorgt sind. Das bedeutet, dass, in diesem Beispiel, nicht genügend Kapazitäten in den einzelnen Kindergärten vorhanden sind, um alle Kleinkinder dieser Rasterzellen zu versorgen. Rasterzellen außerhalb der Einzugsgebiete sind nicht versorgt.

## 5 AUSBLICK

Nach ersten Einschätzungen und Evaluierungen des praktischen Nutzens und der Anwendbarkeit des Modells von einigen ausgewählten MitarbeiterInnen der Abteilung 16 der Landesregierung Steiermark, wurde das entwickelte Modell bereits als praxistauglich bewertet. Mit großer Wahrscheinlichkeit wird das Modell im Laufe des Prozesses zur Gemeindegemeinschaft in der Steiermark zum Einsatz kommen. Vor allem bei der Fragestellung, ob bei den neuen Gemeinden gewisse Infrastruktureinrichtungen erhalten werden sollen oder nicht, wird das entwickelte Modell als Planungsmodul zur Entscheidungsfindung herangezogen werden.

Durch das entwickelte Modell und die Umsetzung im ArcGIS® 10, wird es den MitarbeiterInnen der einzelnen Fachabteilungen der Landesregierung Steiermark erstmals ermöglicht, eigenständig Modellszenarien für die unterschiedlichen Themengebiete, die in die Zuständigkeit der jeweiligen Fachabteilungen fallen, zu berechnen.

Da sich die Infrastrukturdatenbank (IDA) des Landes Steiermark gerade im Aufbau befindet, handelt es sich bei den Abschätzungen der Kapazitäten der Infrastruktureinrichtungen um die zurzeit tatsächlich genutzten und nicht um die potenziell möglichen Kapazitäten. Des Weiteren stellt der erstellte Hybriddatensatz zur Demographie nicht die tatsächliche demographische Verteilung der Bevölkerung dar. Auf Grund dieser Faktoren sind die Ergebnisse der Modellierung kritisch zu hinterfragen.

Dennoch stellen die Modellierungsergebnisse für eine gemeindeübergreifende Ressourcenplanung eine wichtige erste Diskussionsgrundlage für die politischen Entscheidungsträger dar und können somit zu einer Kostenreduktion und effizienteren Nutzung der öffentlichen Infrastruktureinrichtung in der Steiermark beitragen.

## LITERATURVERWEISE

- [1] DIJKSTRA E. W (1958): A Note on Two Problems in Connexion with Graphs  
In: Numerische Mathematik, Ausgabe 1, Seiten 269-271, 1959.
  - [2] B. GROSSMANN, E. HAUTH (2009): Kommunales Risikomanagement und Aufsichtsbehördliche Kontrolle in Österreich,  
[http://www.staatsschuldenausschuss.at/de/img/studienteil\\_gemeindefinanzierung\\_final\\_tcm163-139826.pdf](http://www.staatsschuldenausschuss.at/de/img/studienteil_gemeindefinanzierung_final_tcm163-139826.pdf), zuletzt besucht am 10.11.2011.
  - [3] GRÖSSL, S.(2009): „Integriertes Wegenetz“: Online Präsentation; PDF; Verfügbar unter:  
[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
-