



Das Streckennetz der Schweiz mit Autobahnen (dunkelrot), Autostrassen (rot) sowie Hauptverkehrs- und anderen Strassen (orange/gelb).

Grundlagenarbeit im Schweizer Personenverkehr

Das Nationale Personenverkehrsmodell (NPVM) des Schweizer Bundesamts für Raumentwicklung simuliert, wie Menschen in der Schweiz auf öffentlichen Routen unterwegs sind. Massnahmen und Eingriffe in die Verkehrsinfrastruktur können so vorab analysiert werden. Das Unternehmen EBP stellt dafür zentrale Grundlagen bereit.

Verkehrsmodelle helfen in der Verkehrsplanung, die komplexen Wechselwirkungen zwischen Siedlung, Landschaft, Umwelt, Wirtschaft, Gesellschaft und Verkehrsinfrastruktur abzubilden und Auswirkungen zukünftiger Veränderungen zu untersuchen. In der Schweiz existieren zahlreiche regionale, kantonale und städtische Modelle, die je nach Fragestellung und Betrachtungsperimeter eingesetzt werden. Auf nationaler Ebene bildet das NPVM des Bundes die Grundlage für verkehrsplanerische Analysen von Massnahmen.

EBP unterstützte das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) bei der Erstellung des neuen NPVM 2016. Unser Ziel war es, Grundlagen im Bereich von Verkehrsnetzen und Verkehrszonen für die Modellierung des nationalen Personenverkehrs zu schaffen. Für den öffentlichen Verkehr (ÖV) führten wir verschiedene ÖV-Netze zusammen und integrierten ihre Fahrplanangebote. Für den Strassenverkehr sicherten wir die Qualität des Navigationsnetzes der Firma TomTom, reicherten es mit zusätzlichen Attributen an und bereiteten es für Zwecke der Verkehrsmodellierung auf. Gleichzeitig erstellten wir die dem NPVM zugrunde liegende Zonenstruktur neu mit der Vorgabe, dass sie verlustfrei auf die bisherige (gröbere) Zonenstruktur gemappt werden kann.

Mit unserem Projekt liegt ein integriertes ÖV-Angebotsmodell auf Basis des Jahres 2015 vor: Als Infrastruktur haben wir das Schienennetz des Bundesamts für Verkehr (BAV) zugrunde gelegt und erweitert, um die Routing-Fähigkeit der Schienenverkehrsangebote zu gewährleisten. Das Modell bildet nicht nur für den Schienenfernverkehr im In- und Ausland das Angebot des SBB-Systemfahrplans ab, sondern beinhaltet zusätzlich alle städtischen und regionalen ÖV-Angebote auf Basis des HaCon Fahrplan-Auskunfts-Systems (HAFAS). Übergänge zwischen den ÖV-Angeboten hat EBP im Netzmodell mittels Einfügen entsprechender Netzelemente physisch hergestellt und die Zeitangaben für sie validiert. Ergänzend integrierten wir einen Prognosezustand des SBB-Systemfahrplans mit Horizont 2030 und nahmen ein Routing der Busangebote auf dem Strassennetz vor.

Die Aufbereitung des Strassennetzes auf Basis des Jahres 2016 sollte auch ein für die Verkehrsmodellierung routingfähiges Netz bereitstellen. Dazu hat EBP unter anderem Verkehrssysteme des Personenverkehrs und Streckentypen definiert, die Anzahl vorhandener Fahrstreifen und Streckenkapazitäten bestimmt beziehungsweise

korrigiert, Modellgeschwindigkeiten unter Verwendung von TomTom-Speed-Profile-Daten ermittelt und Abbiegebeziehungen festgelegt. Abschliessend haben wir etwa mittels ArcPy Skripts eine Ausdünnung und Vereinfachung des Strassennetzes unter Wahrung aller relevanten topologischen Beziehungen vorgenommen. Das ARE verfügt so nun über ein schweizweites, validiertes und routingfähiges Strassennetz für die zukünftige Modellierung im neuen NPVM.

Das Projekt stellt auch eine neue, deutlich verfeinerte Zonenstruktur zur Verfügung. Für ihre Herleitung hat EBP einen komplexen GIS-Workflow implementiert. Mit Eingangsdaten zu Zäsuren (etwa bestehende NPVM-Zonengrenzen, Schienennetz, Fliessgewässer) und zur Raumstruktur (Bauzonen und Strukturdaten von Bevölkerung und Beschäftigten) wurde zu Anfang mittels ArcGIS Desktop und FME ein umfangreicher Datensatz von 171.328 teils sehr kleinen Ausgangszonen abgeleitet. Sie wurden mit Angaben zur Bevölkerung und Beschäftigten versehen. Im nächsten Schritt wurden sie zu rund 8.000 NPVM-Zonen aggregiert. Dazu wurde ein Regelwerk eingesetzt: Neue Zonen liegen stets innerhalb der Grenzen einer bestehenden NPVM-Zone und sind möglichst homogen bezüglich ihrer Strukturdaten und der Erreichbarkeit mit Verkehrsmitteln. Um diese Regeln möglichst gut in einem automatischen Prozess abzubilden, hat EBP basierend auf ArcPy ein Verfahren entwickelt, das Ausgangszonen iterativ zu grösseren Zonen zusammenfasst. Die Kriterien für zu aggregierende Ausgangszonen und von der Aggregation ausgeschlossene Zonen wurden über jeden der insgesamt 56 Iterationsschritte variiert, um das beste Ergebnis zu erhalten.

Die resultierenden Kandidatenzonen wurden in einem letzten Schritt manuell qualitätsgesichert, zum Teil noch verbessert, topologiegeprüft und mit dedizierten Zonen für besonders verkehr-intensive Einrichtungen wie Flughäfen und Einkaufszentren ergänzt. Die resultierenden 7.970 Verkehrszonen verfügen über jeweils 1.552 ± 744 Struktureinheiten (Bevölkerung und Vollzeitäquivalente). Pro Zone im alten NPVM verfügt der neue Datensatz über im Mittel $2,7 \pm 4,2$ und maximal bis zu 48 neue Zonen. Die neuen Verkehrszonen wurden in die Angebotsmodelle für Strasse und ÖV integriert und mittels strukturdatengewichteter Zentroide angebunden. Schliesslich prüften wir den Netzzusammenhang und wiesen die Validität der Angebotsmodelle über die Erstellung von verschiedenen Kenngrössenmatrizen nach. Das ARE verfügt damit über eine sehr gute Datengrundlage für die neue Version des NPVM.

EBP

Dr. Ralph Straumann, Dr. Nadine Rieser
ralph.straumann@ebp.ch, nadine.rieser@ebp.ch
www.ebp.ch

