

Schlussbericht

Verkehrsmodellierung für die Stadt Regensburg

Entwurf

Karlsruhe, März 2011

Dokumentinformationen

Kurztitel	Schlussbericht Modellierung
Auftraggeber:	Stadt Regensburg
Auftragnehmer:	PTV AG
Bearbeiter:	PTV AG (Udo Heidl, Johannes Schlaich)
Version:	V0.5 (erste Abgabe an Stadt Regensburg)
Autor:	Johannes Schlaich
zuletzt gespeichert:	03.04.2012 von Johannes Schlaich

Inhalt

1	Einleitung	6
2	Modellarchitektur und Grundlagen	7
2.1	Aufgabenstellung und Grundlagen des Verkehrsmodells.....	7
2.2	Räumliche Abgrenzung und Bezugsjahr	8
2.3	Modellarchitektur	10
3	Netzmodell	11
3.1	Netzmodell IV	11
3.1.1	Auswahl der Datenquelle	11
3.1.2	Streckentypen	12
3.1.3	Knotentypen	12
3.2	Netzmodell ÖV	15
3.3	Netzmodell Fußgänger	18
3.4	Netzmodell Radfahrer.....	19
3.5	Verkehrszelleneinteilung.....	19
3.6	Anbindungen	21
3.6.1	MIV	21
3.6.2	ÖV	21
3.7	Zählraten	21
3.7.1	MIV	21
3.7.2	ÖV	24
3.7.3	Ausdünnung des Netzes	24
4	Verhaltensdaten	26
4.1	Verhaltensähnliche Gruppen	26
4.2	Verkehrszwecke	27
4.3	Verkehrserzeugung (Wegekette)	27
4.4	Ganglinien der Aktivitätenübergänge	29
4.5	Verkehrsverteilung.....	29
4.5.1	Auswertungen aus der Haushaltsbefragung	29
4.5.2	Modellierung der Verkehrsverteilung	31
4.5.3	Parameterschätzung	32
4.6	Verkehrsmittelwahl	34

4.6.1	Auswertungen aus der Haushaltsbefragung	34
4.6.2	Modellierung der Verkehrsmittelwahl	35
4.6.3	Variablen der Verkehrsmittelwahl	35
4.6.4	Parameterschätzung	37
4.6.5	Zellbinnenverkehr	38
5	Strukturdaten.....	40
5.1	Einwohner	40
5.1.1	Datenquellen	40
5.1.2	Aufbereitung	40
5.2	Arbeitsplätze („A“ und „B“)	42
5.3	Einkaufen („D“, „E“ und „F“)	43
5.3.1	Übersicht	43
5.3.2	Beschreibung der Einzelquellen	44
5.3.3	Zusammenfassung	47
5.4	Priv. Erl. / Freizeit („G“ bis „K“).....	47
5.4.1	Arzt, Bank, Post etc. („G“)	48
5.4.2	Besuche, Krankenhaus („H“)	49
5.4.3	Restaurant, Kultur („I“)	50
5.4.4	Sport, Grünanlagen („J“)	50
5.4.5	Bringen/Holen („K“)	51
5.5	Ausbildung („L“ bis „O“)	52
5.5.1	Grundschule „L“, Weiterführende Schule „M“, Berufsschule „O“	52
5.5.2	Universität „N“	52
5.6	Sonstiges „P“	52
6	Externe IV-Matrizen	53
6.1	Fernverkehr IV.....	53
6.2	Fernverkehr ÖV	53
6.3	Wirtschaftsverkehr	53
6.3.1	Befragung von Unternehmen	53
6.3.2	Wirtschaftsverkehrsmodellierung	54
7	Modellergebnisse	56
7.1	Verkehrserzeugung	56

7.2	Verkehrsverteilung.....	56
7.2.1	Wegelängen nach Aktivität	57
7.2.2	Verteilung im Vergleich zur Haushaltserhebung	58
7.3	Verkehrsaufteilung.....	59
7.4	Verkehrsumlegung IV	61
7.4.1	Matrixkorrektor	61
7.4.2	Screenlines	63
7.4.3	Zählstellen	64
7.5	Verkehrsumlegung ÖV	66
8	Fazit.....	68

1 Einleitung

Die PTV AG wurde beauftragt, für die die Stadt Regensburg die Erhebung von Mobilitätsdaten und Verkehrsmodellierung für die Region Regensburg für das Analysejahr 2011 durchzuführen. Dieser Bericht beschreibt die Erstellung des multimodalen Verkehrsmodells.

Die Erhebung des Verkehrsverhaltens und deren Ergebnisse sind im Schlussbericht „Haushaltsbefragung Regensburg 2011“ dargestellt.

Dieser Schlussbericht dokumentiert die Durchführung der Verkehrsmodellierung sowie alle Daten, die in das Modell einfließen. Dabei wird im folgenden Kapitel ‘Modellarchitektur und Grundlagen’ das Zusammenspiel der Modellkomponenten erklärt. Die daran anschließenden Kapitel befassen sich mit den einzelnen Modellkomponenten Netzmodell (Kap. 0), Verhaltensdaten (Kap. 4) und Strukturdaten (Kap. 5) und zeigen die Herkunft, Aufbereitung und Verwendung der jeweiligen Daten auf. Schließlich wird in Kapitel 0 die Herkunft und Berechnung der externen Matrizen (z.B. Wirtschaftsverkehr) beschrieben. Kapitel 7 beschreibt die Ergebnisse der Modellierung und Kalibrierung zusammen.

Ergänzend zu diesem Modellbericht wurde ein Modellhandbuch erstellt, das die Bearbeitung des Modells mit der Software PTV VISUM erläutert.

Analysen und beschreibende Aussagen zum Verkehrsgeschehen in der Stadt und Region Regensburg im Analysejahr 2011 sind nicht Gegenstand des vorliegenden Berichts. Die entsprechenden Auswertungen und Analysen können anschließend im Rahmen der geplanten Erstellung des Verkehrsentwicklungsplans mit Hilfe des Modells durchgeführt werden.

2 Modellarchitektur und Grundlagen

2.1 Aufgabenstellung und Grundlagen des Verkehrsmodells

Ein Verkehrsmodell soll die Nachfragestruktur der Verkehrssysteme eines Planungsgebietes wiedergeben und zukünftige Entwicklungen aufgrund der Veränderung von Rahmenbedingungen mit ausreichender Genauigkeit abschätzen. Ein makroskopisches Verkehrsmodell kann in vier Teilschritte gegliedert werden:

- ▶ Modellierung des Verkehrsaufkommens: Wie viele Wege oder Fahrten werden von den sich im untersuchten Gebiet befindenden Personen unternommen?
- ▶ Modellierung der Zielwahl: Welche Ziele werden von den Verkehrsteilnehmern zur Ausführung ihrer Aktivitäten ausgewählt?
- ▶ Modellierung der Verkehrsmittelwahl: Mit welchen Verkehrsmitteln werden die Wege durchgeführt?
- ▶ Modellierung der Wegewahl: Welche Verkehrswege oder Linien werden bei der Durchführung des Weges in Anspruch genommen?

Grundlagen des Modells sind Daten zur Beschreibung des Untersuchungsgebiets und der in ihm agierenden Verkehrsteilnehmer:

- ▶ Beschreibung des Verkehrsnetzes: Daten zur Beschreibung der Verkehrsnetze, Lage der Straßen und ihre Leistungsfähigkeiten, Linien und Fahrpläne der öffentlichen Verkehrsmittel, ...
- ▶ Struktur der Einwohner und des Untersuchungsgebiets: Einwohnerzahlen, Altersstruktur, Erwerbstätigkeit, Pkw-Verfügbarkeit, Anzahl und Art der Arbeitsplätze, Einkaufsmöglichkeiten, Freizeiteinrichtungen, ...
- ▶ Verhaltensdaten der Einwohner: Mobilitätsraten, Ganglinien, Bewertungsparameter,...

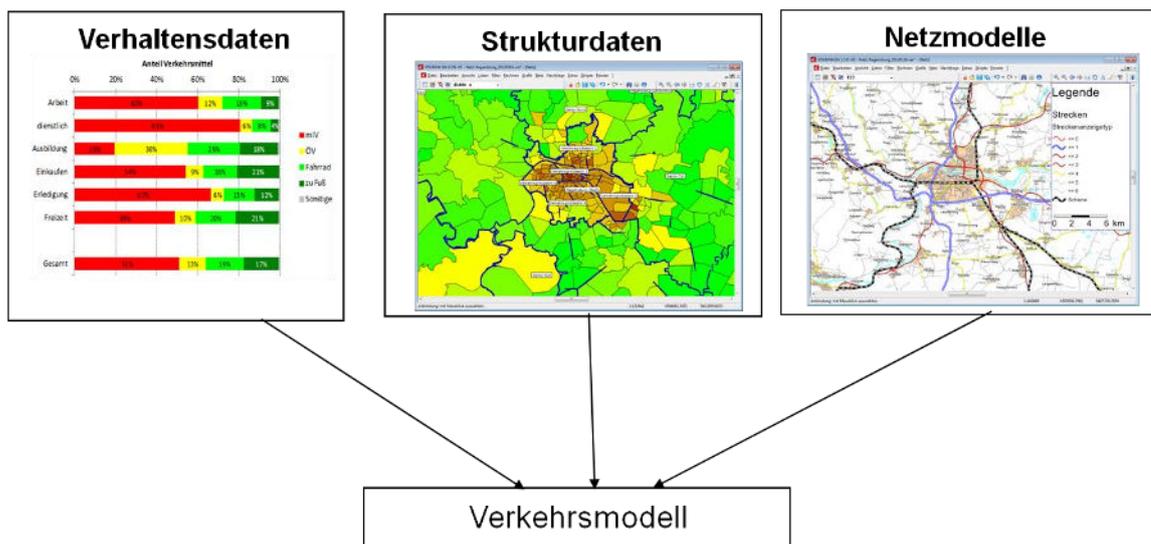


Abbildung 1: Modellkomponenten

2.2 Räumliche Abgrenzung und Bezugsjahr

Der Planungsraum für das Verkehrsmodell Regensburg besteht aus der Stadt Regensburgs sowie dem Landkreisen Regensburg (inkl. Bad Abbach).

Das Verkehrsmodell wird jedoch weiter gefasst, um die relevanten Verkehrsströme bezogen auf den Planungsraum weitgehend durch das Verkehrsmodell erfassen zu können. Der erweiterte Modellraum wird daher durch die folgenden umliegenden Landkreise bzw. kreisfreie Städte gebildet (vgl. Abbildung 2):

- ▶ Landshut (Krfr.St)
- ▶ Straubing (Krfr.St)
- ▶ Kelheim (Lkr) (ohne Bad Abbach)
- ▶ Landshut (Lkr)
- ▶ Straubing-Bogen (Lkr)
- ▶ Cham (Lkr)
- ▶ Neumarkt i.d.OPf. (Lkr)
- ▶ Schwandorf (Lkr)



Abbildung 2: Stadt Regensburg, Landkreis Regensburg und erweiterter Modellraum

Das Straßen- und Schienennetz geht teilweise etwas über den erweiterten Modellraum hinaus, um die umliegenden Autobahnachsen A6, A9 und A92 vollständig abzubilden.

Bezugsjahr des Verkehrsmodells ist das Jahr 2011. Es war jedoch nicht möglich, alle modellrelevanten Eingangsdaten für das Erhebungsjahr 2011 zu ermitteln, so dass in Einzelfällen auf Daten mit einem älteren Zeitbezug zurückgegriffen werden musste.

2.3 Modellarchitektur

Das Verkehrsmodell der Stadt Regensburg ist ein komplexes Verkehrsmodell, das die Modellschritte Verkehrserzeugung, Verkehrsverteilung, Modal Split und Verkehrsumlegung innerhalb von VISUM durchführt. Der Berechnungsprozess wird dabei in die folgenden Teile zerlegt (vgl. Abbildung 3):

- ▶ Schritt 1: Berechnung der Widerstandsmatrizen
- ▶ Schritt 2: Iterative Berechnung der Verkehrsnachfrage (inkl. Umlegung IV)
- ▶ Schritt 3: Umlegung ÖV

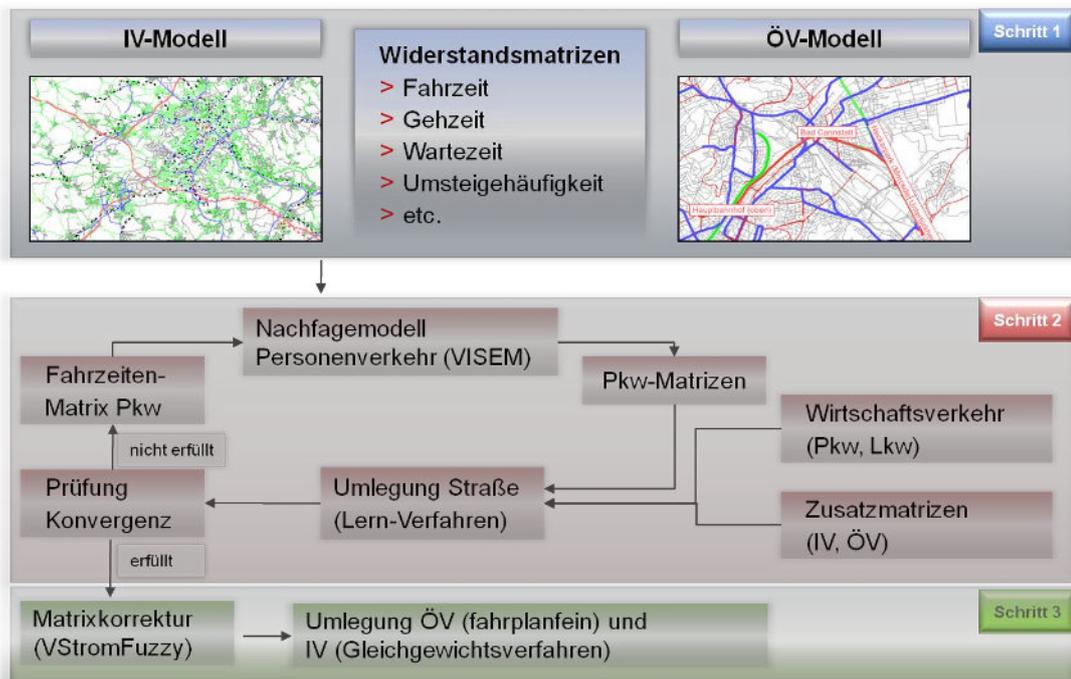


Abbildung 3: Berechnungsablauf

Bei der Erstellung des Verkehrsmodells werden die folgenden Verkehre betrachtet:

- ▶ VISEM-Modell (vgl. Kapitel 4 und 5)
- ▶ IV-Fernverkehr: Durchgangsverkehr, Quellverkehr und Zielverkehr (vgl. Kapitel 6.1)
- ▶ Zusatzmodell Wirtschaftsverkehr (vgl. Kapitel 6.3)

3 Netzmodell

3.1 Netzmodell IV

3.1.1 Auswahl der Datenquelle

Es wurden zwei Varianten zum Aufbau des IV-Netzmodells geprüft:

1. Übernahme des bestehenden Modells, Ergänzung durch NavTeq-Daten
2. Neues Netzmodell auf NavTeq-Daten

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden beschlossen, die Variante 2 zu bevorzugen. Das neue Netzmodell basiert somit auf aktuellen NavTeq-Daten und entspricht damit der hohen Qualität in Navigationsgeräten. Das Netz wurde in einem bei der PTV seit Jahren automatisierten Prozess in ein VISUM-Netz umgewandelt.

Es wurden dabei allen Strecken (inkl. Fußgängerzonen, Waldwege etc.) übernommen worden. Darüber hinaus sind viele POI (Points of Interest) für Analyse- und Darstellungszwecke enthalten:

- ▶ Grünflächen
- ▶ Industrie
- ▶ Bebauung
- ▶ Etc.

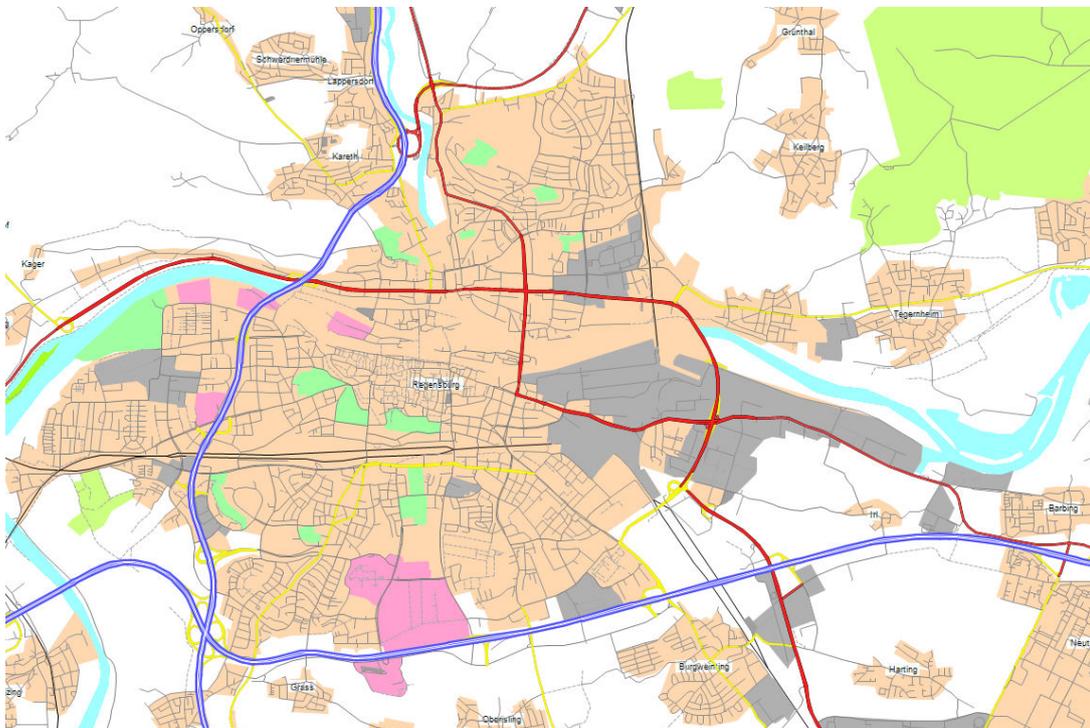


Abbildung 4: Ausschnitt aus dem neuen Netzmodell

3.1.2 Streckentypen

Bei der Aufbereitung des Navigationsnetzes wurden die Strecken nach in der Verkehrsplanung typischen Einteilung nach RAS-N eingeteilt. Dabei wurden über Jahre entwickelte und verfeinerte Algorithmen angewendet. In VISUM können insgesamt 100 Streckentypen verwaltet werden.

Die Streckentypen sind vollständig im Modellhandbuch erläutert. Hier ein Auszug zur Erläuterung:

Nr.	Name (angelehnt an RAS-N)	Anzahl Fahrstreifen	Kapazität [Pkw-E/Tag]	Freie Geschwindigkeit
8	AI 4FS 100	4	66000	100km/h

Tabelle 1: Auszug aus der Streckentypenliste (siehe Modellhandbuch).

- ▶ A = außerhalb bebauter Gebiete, anbaufrei und mit Verbindungsfunktion
- ▶ I = großräumige Straßenverbindung
- ▶ 4FS = 4 Fahrstreifen
- ▶ 100 = 100 km/h freie Geschwindigkeit

3.1.3 Knotentypen

Knotenpunkte haben gerade innerhalb von Städten einen wesentlichen Einfluss auf die Reisezeit und damit die Routenwahl. Daher wurden im Modell Regensburg diese sorgfältig nach Regeln bzw. vor allem in Regensburg manuell attribuiert. Im Modell werden die folgenden Knotentypen verwendet:

Typ-Nummer	Beschreibung
1	Anbindungsknoten
2	reiner Fußgänger/Fahrrad-Knoten
4	reiner ÖV-Knoten
10	Einfädelerung
11	Kreisverkehr
30	Rechts-vor-Links Knoten
42	Vorfahrtsknoten
80	LSA-Knoten (vor allem in der Stadt Regensburg vergeben)
99	Zweiarmiger Knotenpunkt

Tabelle 2: Knotentypen.

Da in Navigationsnetzen Knotenpunkte teilweise aufgelöst modelliert sind, wurden im Stadtgebiet Regensburg sogenannte Oberknoten eingeführt. Oberknoten sind in VISUM ein Objekt, das mehrere Knoten zusammenfasst. Abbildung 5 veranschaulicht dies an einem Beispiel.

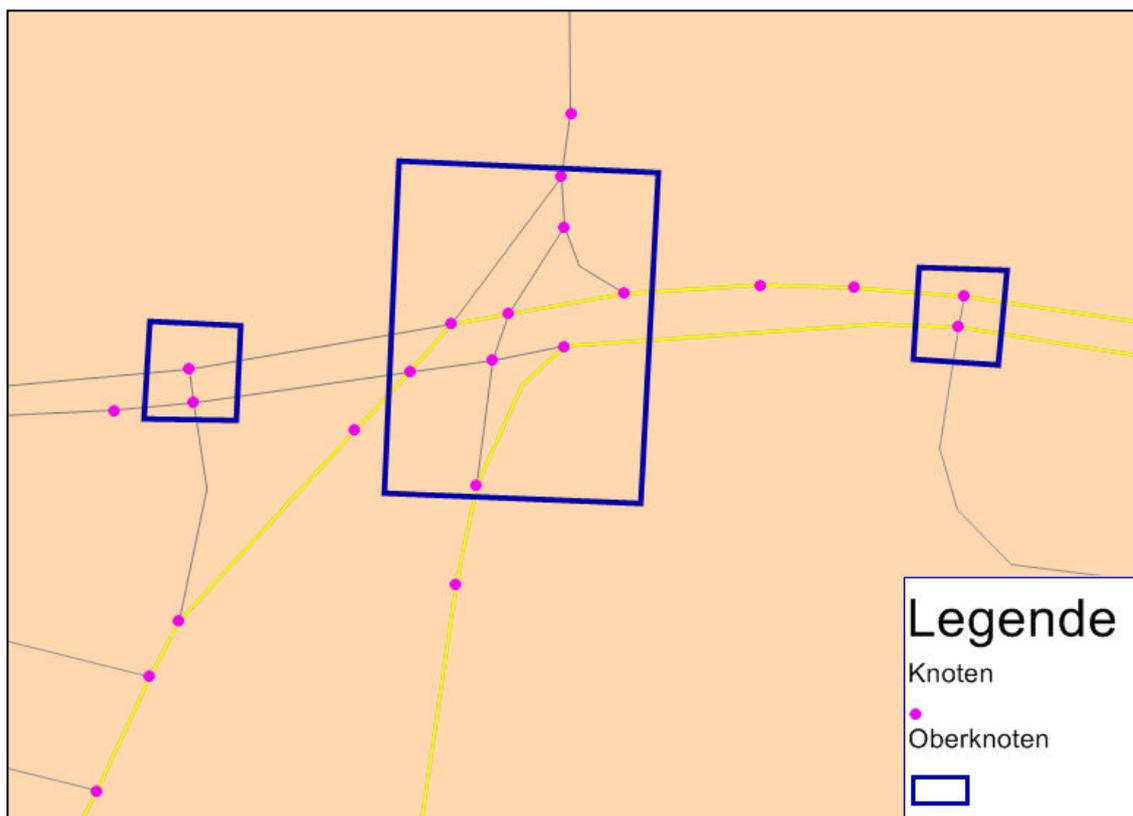


Abbildung 5: Knoten und Oberknoten.

Die folgende Abbildung 6 gibt eine Übersicht über die Knotentypen im Stadtgebiet Regensburg.

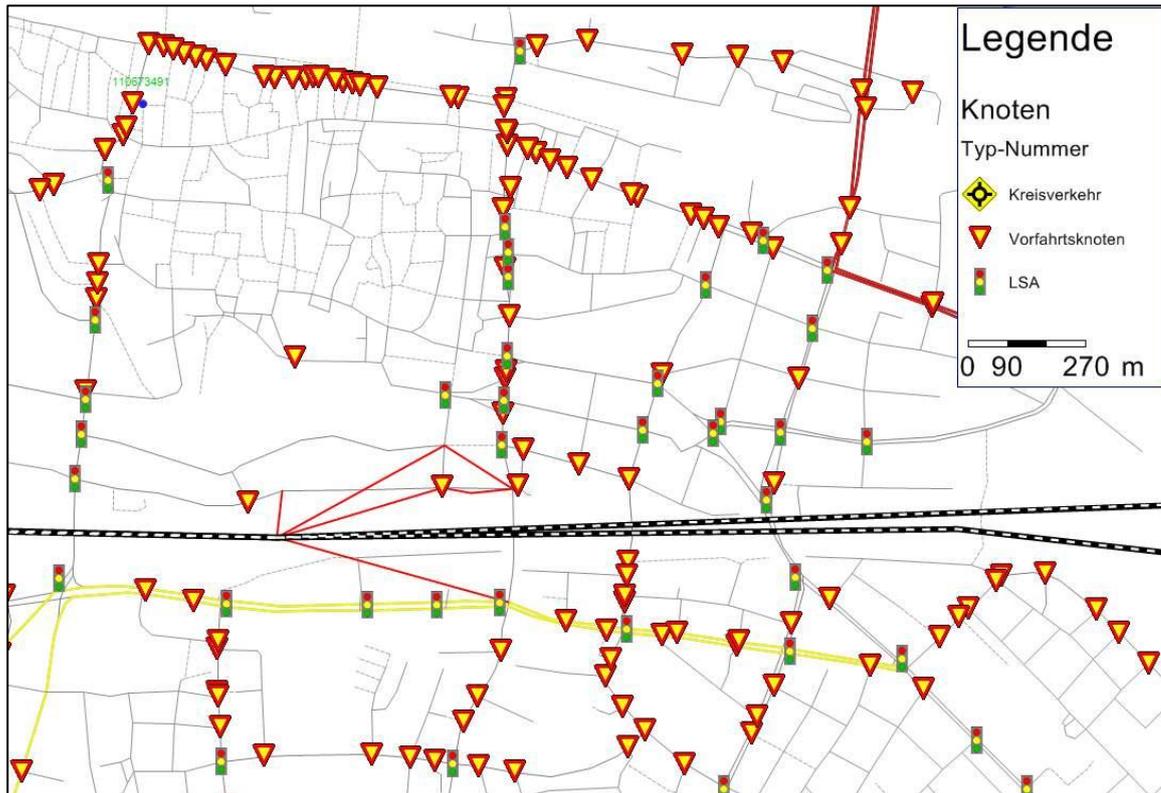


Abbildung 6: Knotentypen in Regensburg.

Für jeden Knotentyp gibt es definierte Abbiegewartezeiten. Diese hängen von der Stromhierarchie sowie dem VISUM-Abbiegetyp ab. Die folgende Tabelle 3 zeigt die Abbiegewiderstände.

Typ-Nr.	Stromhierarchie VISUM-Abbiegetyp	von NS in NS (-)				von NS in HS (+)				von HS in NS (+)				von HS in HS (++)			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Anbindungsknoten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	reiner Fußgänger/Fahrrad-Knoten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	reiner ÖV-Knoten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Einfädelung	-	-	-	-	10s	-	-	-	-	-	-	-	-	0s	-	-
11	Kreisverkehr	-	-	-	-	10s	-	-	-	0s	-	-	-	-	0s	-	-
30	rechts-vor-Links Knoten	2s	4s	7s	7s	2s	5s	6s	6s	2s	4s	5s	5s	2s	3s	5s	5s
42	Vorfahrtsknoten	10s	17s	20s	20s	10s	15s	20s	20s	5s	12s	17s	17s	5s	5s	5s	5s
80	LSA-Knoten	20s	20s	20s	20s	16s	16s	16s	16s	10s	10s	13s	13s	8s	8s	10s	10s
99	Zwischenknoten	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Stromhierarchie	1 Rechtsabbieger 2 Geradeaus 3 linksabbieger 4 U-Turn															
	VISUM-Abbiegetyp	NS Nebenstrom HS Hauptstrom															

Tabelle 3: Abbiegewiderstände (diese Tabelle wird zusätzlich als Exceldatei ausgeliefert).

3.2 Netzmodell ÖV

Bus

Im Rahmen der Erstellung des Modells wurden vom RVV DIVA-Daten an die PTV übergeben.

Die Daten waren zuerst nicht geeignet für die Übernahme nach VISUM. Nach Rücksprache mit dem RVV konnte eine geeignete Variante des DIVA-Exports erstellt werden. Diese enthalten neben der Fahrplandaten (Linien, Fahrten etc.) auch die Koordinaten von einer Großteil der der Haltepunkte.

Die Haltepunkte mit Koordinaten wurden automatisch auf das bestehende Straßennetz gesetzt. Haltepunkte ohne Koordinaten wurden von der PTV im Rahmen der Bearbeitung manuell auf das bestehende Straßennetz codiert.

Im Bereich des ÖV gibt es eine große Vielfalt an Haltestellen, die sich baulich und in ihrer Größe stark unterscheiden. So kann diese Vielfalt sich erstrecken über einfache Masten am Straßenrand bis hin zu großen, mehrgeschossigen Bahnhofsanlagen, Busbahnhöfen oder U-Bahnstationen. In VISUM steht dem ein Konzept gegenüber, das es ebenso erlaubt, umfangreiche Stationsbauten detailliert abzubilden wie auch einfachere Situationen zu erfassen, ohne dabei viele Eingaben vornehmen zu müssen. Diese Abbildung erfolgt in VISUM durch die so genannte Haltestellenhierarchie, die sich aus den Netzobjekten Haltestelle, Haltestellenbereich und Haltepunkt zusammensetzt. Jede dieser drei Ebenen erfüllt dabei bestimmte, klar abgetrennte Aufgaben innerhalb des Verkehrsnetzes.

- ▶ Haltepunkt
Konkreter Abfahrtsort einer oder mehrerer Linien. ÖV-Linien halten hier für den Fahrgastwechsel. In der feinsten möglichen Modellierung entspricht der Haltepunkt einem Haltestellenmast im Busverkehr oder einer Bahnsteigkante im Schienenverkehr.
- ▶ Haltestellenbereich
Zusammenfassung mehrerer örtlich nahe beieinander liegende Haltepunkte. Außerdem Zugang von den Haltepunkten in das übrige Verkehrsnetz über einen Zugangsknoten.
- ▶ Haltestelle
Ist das Objekt, das den gesamten Komplex aus Haltepunkten und Haltestellenbereichen umfasst. Es ist das oberste Objekt der Haltestellenhierarchie und trägt den Namen der Haltestelle und andere, für das ganze Konstrukt geltende Attribute. Damit ist seine Entsprechung im realen Verkehrsnetz in erster Linie organisatorischer Natur.

Abbildung 7 verdeutlicht das Ergebnis der Zuordnung der Haltepunkte sowie das Haltestellenkonzept in VISUM am Beispiel der Haltestelle „Regensburg Klenzestraße“.

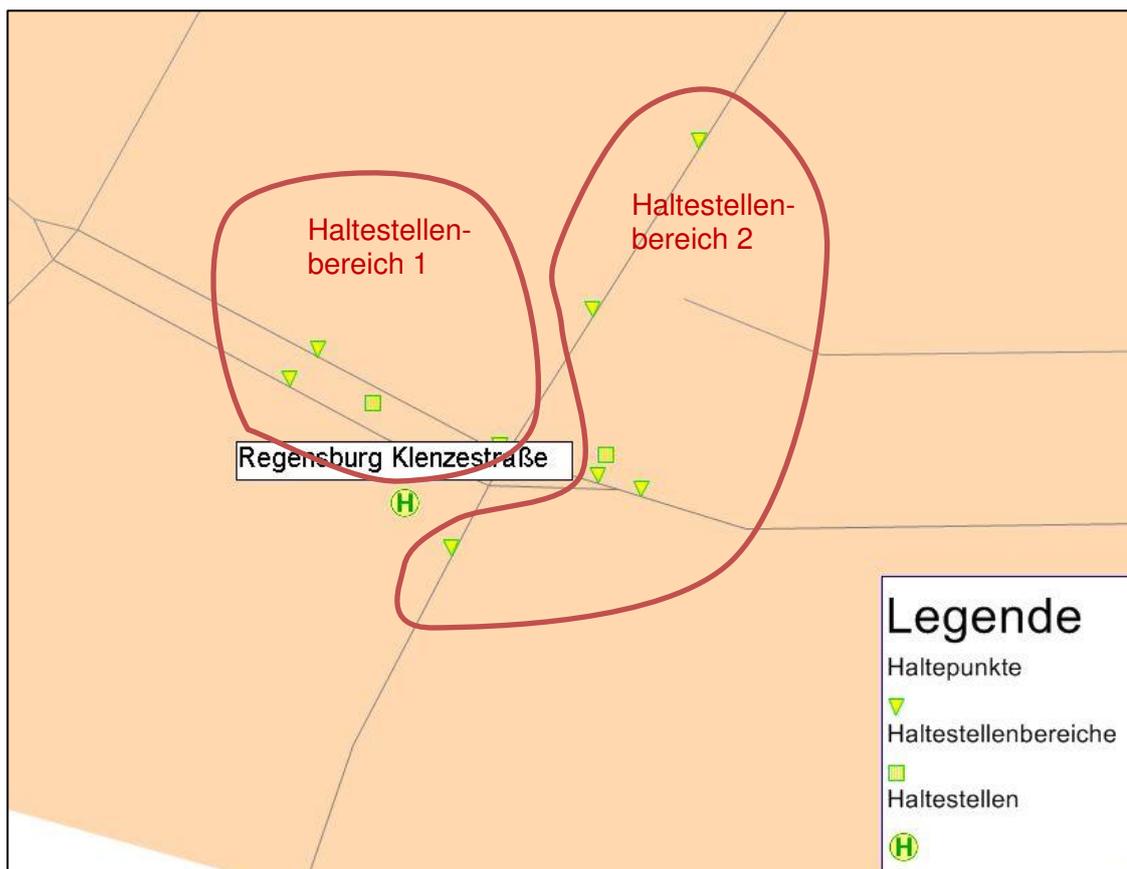


Abbildung 7: Haltestellenkonzept in VISUM.

Schiennetz

Das Schiennetz wurde manuell in das Modell übernommen. Dabei wurden die Streckenverläufe manuell codiert und der Fahrplan aus frei verfügbaren Fahrplanquellen der DB übernommen. Abbildung 8 zeigt der Bildfahrplan der Kursbuchseite 993

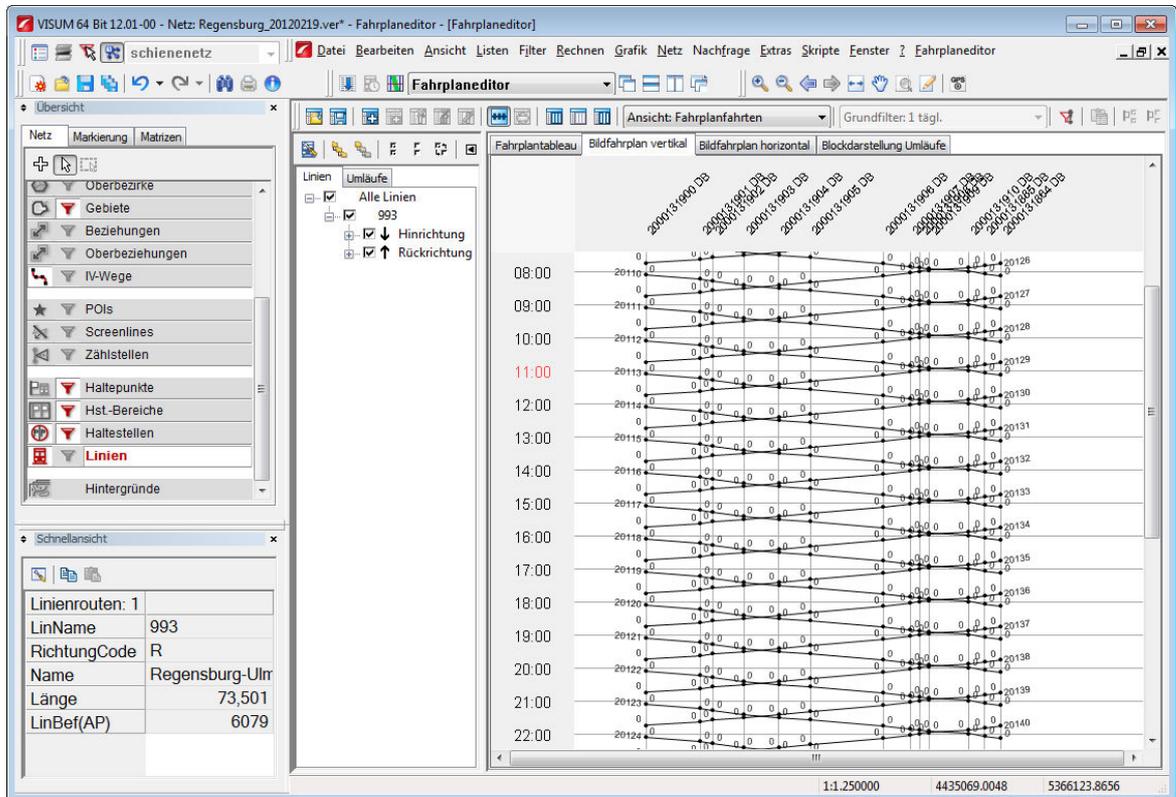


Abbildung 8: Bildfahrplan.

Die Schienenhaltestellen wurden bewusst von dem Busnetz getrennt modelliert, um spätere Aktualisierungen einfacher durchführen zu können. Daher wurden zum Anschluss des Schiennetzes an das Busnetz gesonderte Strecken mit dem Typ 4 (vgl. Kapitel 3.1.2) eingefügt.

Ergebnis der ÖV-Modellierung

Insgesamt wurden 87 Buslinien sowie 4 Schienenlinien ins Modell mit mehr als 3.000 Fahrten übernommen. Referenztag ist dabei der 10. Mai 2011.

Die folgenden Abbildungen zeigen das Gebiet, das durch die Modellierung abgedeckt wird. Im erweiterten Modellraum ergeben sich Lücken in der Versorgung mit Linien des ÖPNV. Kapitel 3.6.2 beschreibt, wie dies im Modell substituiert wird.

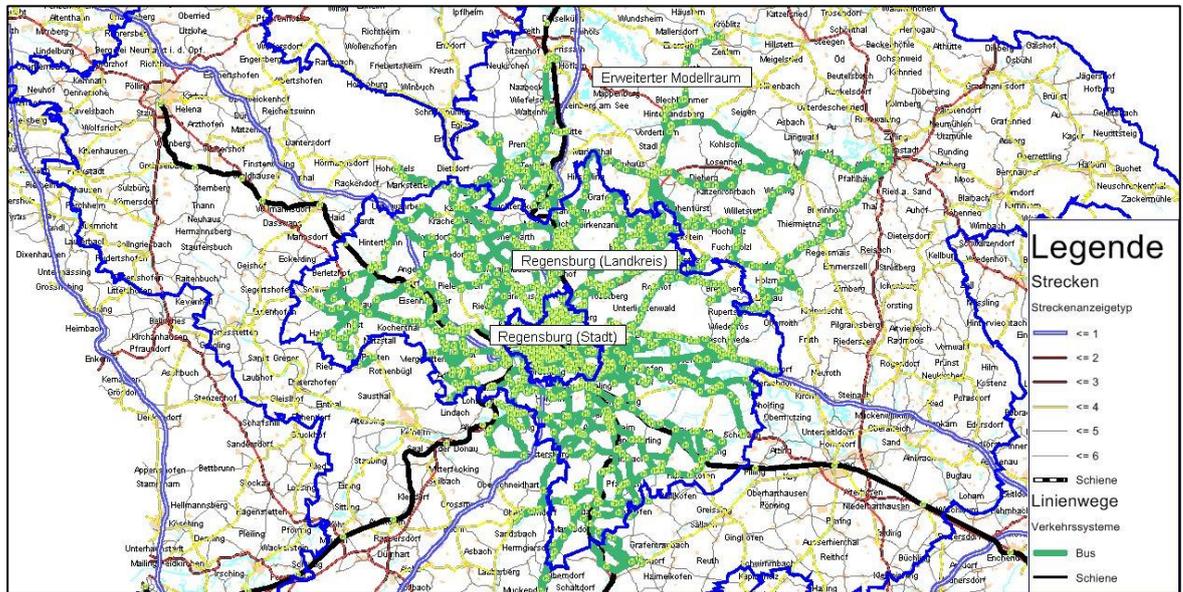


Abbildung 9: Busnetz.

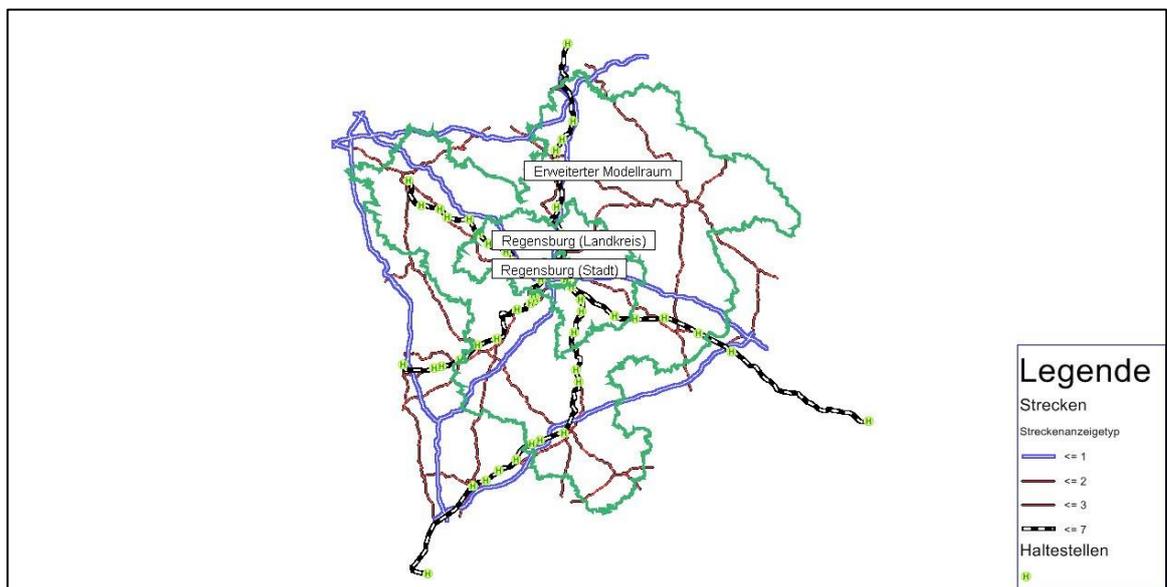


Abbildung 10: Schienennetz.

3.3 Netzmodell Fußgänger

Für das Fußgängernetz wurden die vorhandenen Daten in Navigationsnetz geprüft und teilweise ergänzt bzw. korrigiert. Tendenziell wurde dabei davon ausgegangen, dass es

entlang der meisten Strecken (außer Autobahnen) begleitende Fußwege gibt. Bei einer restriktiveren Freigabe von Strecken würden sich allerdings insbesondere in außerhalb der Stadt Regensburg isolierte Netzteile ergeben, so dass Gehzeiten nicht korrekt durch VISUM ermittelt werden können.

Es wird von einer Gehgeschwindigkeit von 4 km/h ausgegangen.

3.4 Netzmodell Radfahrer

Das Navigationsnetz beinhaltet kein explizites Radverkehrsnetz. Daher wurden alle Strecken, die für das Verkehrssystem Fuß freigegeben sind, auch für das Verkehrssystem Rad freigegeben.

Es wird von einer Fahrgeschwindigkeit von 14 km/h ausgegangen.

3.5 Verkehrszelleneinteilung

Es wurden insgesamt 520 in vier Bezirkstypen unterschieden (vgl. auch Abbildung 11 und Tabelle 4).

- ▶ Innerhalb der Stadt Regensburg wurde wie es vorgegeben war die bestehende Verkehrszelleneinteilung beibehalten.
- ▶ Im Landkreis wurde eine feine Verkehrszelleneinteilung entwickelt, die auch im Landkreis eine realistische Abbildung der Kenngrößen (Fahrzeit etc.) ermöglicht.
- ▶ Im erweiterten Modellraum wurde im Wesentlichen auf die bewährte Verkehrszelleneinteilung der deutschlandweiten Modells PTV VALIDATE¹ zurückgegriffen.
- ▶ Zusätzlich wurden Kordonbezirke eingefügt, um externen Verkehr einzuspeisen.

¹ <http://www.ptv.de/software/verkehrsplanung-verkehrstechnik/software-und-system-solutions/ptv-validate/>

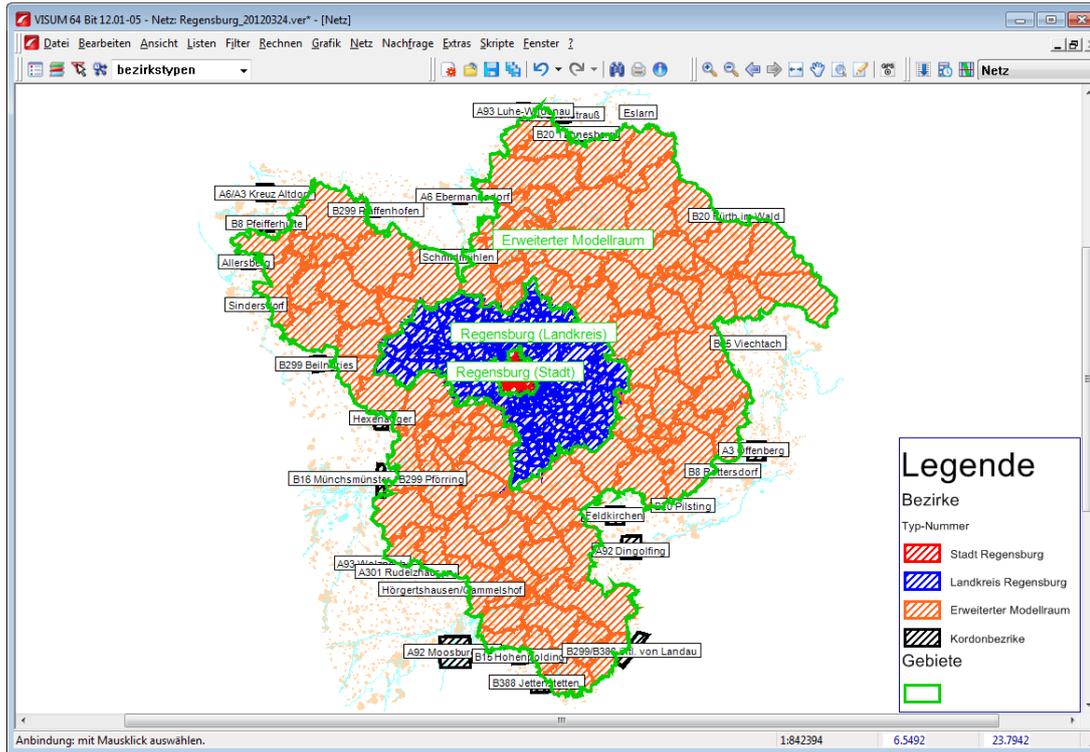


Abbildung 11: Differenzierung der Bezirkstypen.

Lage	Typ	Nr.	Anzahl
Stadt Regensburg	1	1101 - 5303	121
Landkreis Regensburg	Sektor Nord	10001 - 10261	69
	Sektor Ost		80
	Sektor Süd		70
	Sektor West		45
Erweiterter Modellraum (inkl. Bad Abbach)	3	100001 - 100110	107
Kordonbezirke	4	20373005 - 20373033	28
Summe			520

Tabelle 4: Übersicht Verkehrszellen.

3.6 Anbindungen

3.6.1 MIV

Die IV-Anbindungen der Verkehrszellen wurden anhand der Bebauungsflächen erstellt. Dabei wurden die Bebauungsflächen (Bestandteil der digitalen Netzdaten) für die Ermittlung der Anbindungen verwendet. In der Regel wurden Mehrfachanbindungen generiert und entsprechende Anbindungsanteile berechnet.

3.6.2 ÖV

Die Anbindungen der Verkehrszellen an das ÖV-Netz wurden im ersten Schritt automatisch vorgenommen. Dazu steht in PTV VISUM ein Addin zur Verfügung, das bestimmt die anzubindenden Haltestellen auf Basis der Struktur des Liniennetzes bestimmt. Es werden dabei zunächst alle von der betreffenden Verkehrszelle in einer definierten Fußwegzeit erreichbaren Haltestellen ermittelt. Danach werden die Haltestellen bestimmt, deren Angebot an Abfahrten bzgl. der Linien identisch ist. Für diese Haltestellen wird jeweils eine relevante Haltestelle festgelegt. Zu- und Abgangszeiten wurden aufgrund der Lage der Haltestelle ermittelt.

Im Rahmen der Validierung des Modells wurden hier Anpassungen vorgenommen.

3.7 Zähldaten

3.7.1 MIV

Für den IV stehen aus verschiedenen Quellen Zähldaten zur Verfügung, die im Netzmodell eingefügt wurden:

- ▶ Erhebungsdaten der Stadt Regensburg
 - ▶ Aktuell für das Verkehrsmodell erhobene Daten (mit SV-Anteil)
 - ▶ Andere, teilweise ältere Erhebungsdaten (meist ohne SV-Anteil)
- ▶ Zählwerte der Bundesanstalt für Straßenwesen (von DTV auf DTV_w umgerechnet)

Insbesondere im IV liegt eine Vielzahl von Zählstellen vor, deren Ursprung, Relevanz und Qualität ganz unterschiedlich einzustufen ist. Um dies im Rahmen der Kalibrierung zu berücksichtigen, werden im Folgenden Kriterien zur Einstufung der Zählstellen in 5 Kategorien vorgestellt.

Die Stufen sind wie folgt:

- ▶ 5 Höchste Qualitätsstufe
- ▶ 4 Hohe Qualitätsstufe
- ▶ 3 Mittlere Qualitätsstufe

- ▶ 2 Niedrige Qualitätsstufe
- ▶ 1 Keine Berücksichtigung für die Kalibrierung
- ▶ -1 Zahlstellen, die nicht weiter betrachtet werden (z.B. außerhalb Modellraum)

Abbildung 12 zeigt die Kriterien für das Rating der Zählstellen.

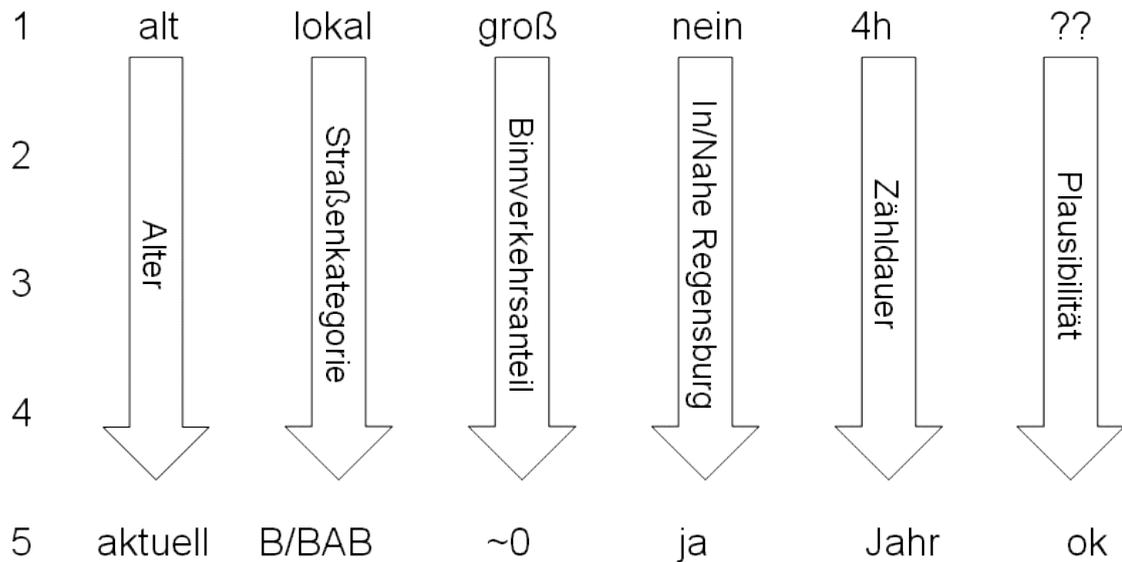


Abbildung 12: Zählstellenrating MIV.

Die Einstufung erfolgt nicht automatisch nach streng vorgegebenen Regeln, da eine schlechte Bewertung in einzelnen Kriterien bereits zum Ausschluss führen kann. Die folgende Liste gibt Anhaltspunkte, nach denen eine manuelle Einstufung durchgeführt worden ist:

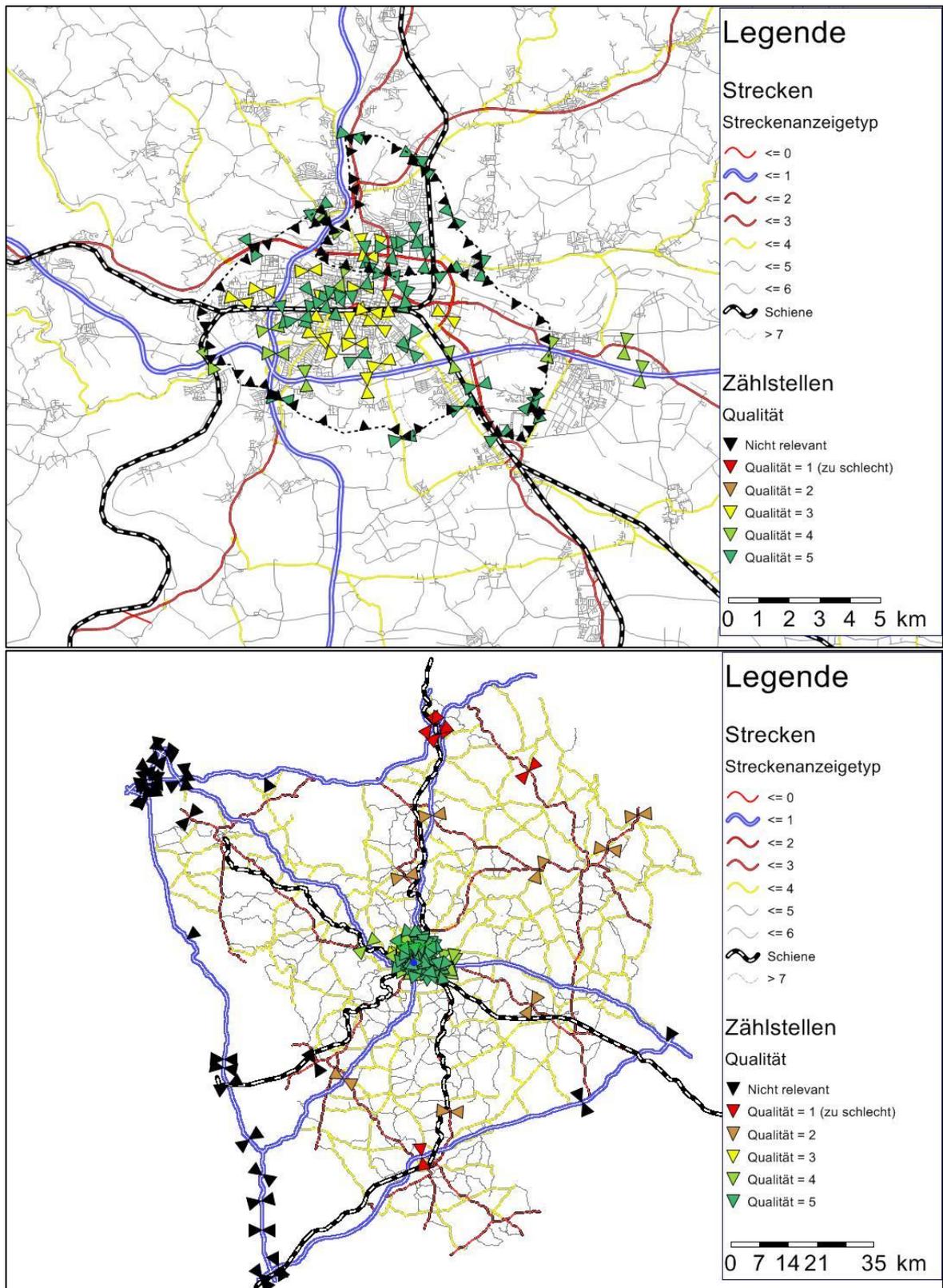


Abbildung 13: Zählstellen IV (oben mit Angabe von Screenlines).

3.7.2 ÖV

Im ÖV liegen von der RVB detaillierte Erhebungsdaten vor. Eine Analyse lässt die Werte plausibel erscheinen.

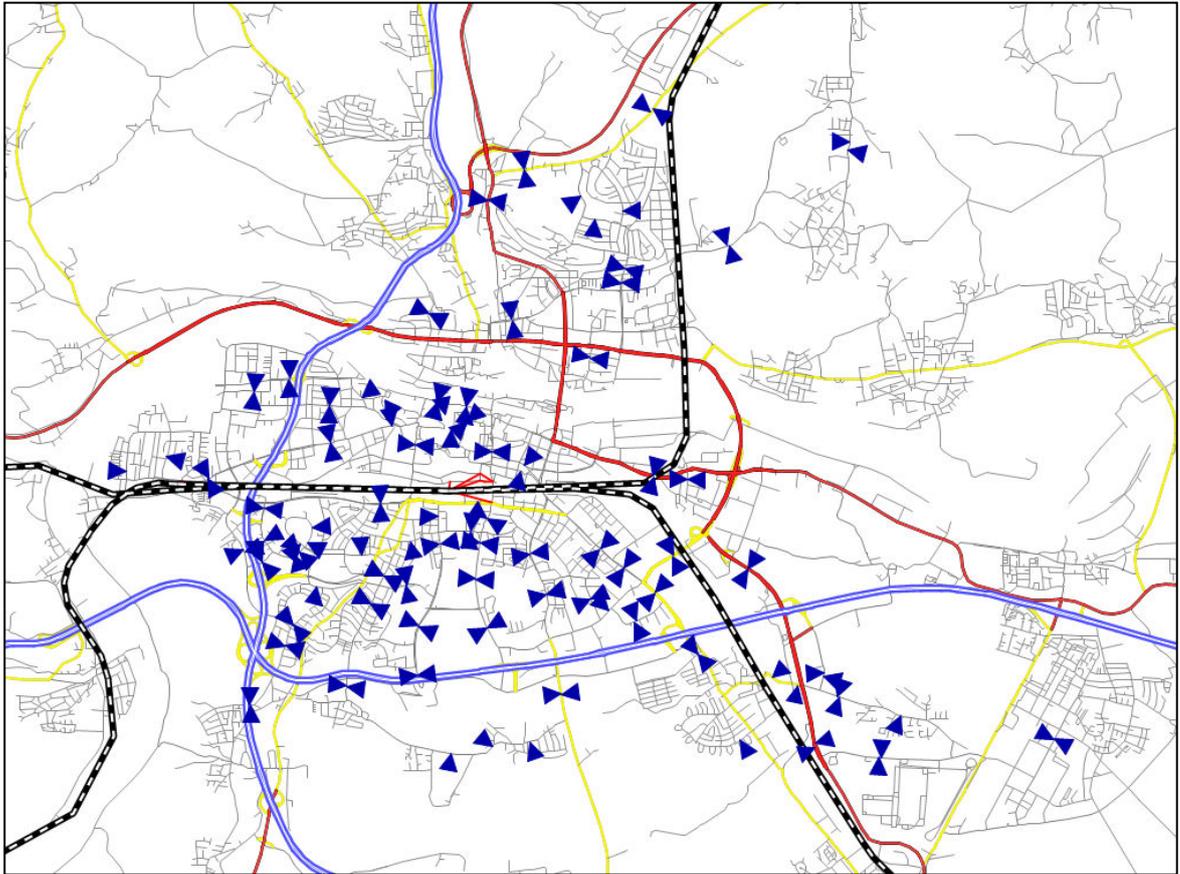


Abbildung 14: Zählstellen ÖV.

Da es sich um Messdaten handelt, die nicht durch ein Flussmodell plausibilisiert worden sind, müssen leichte Inkonsistenzen in Kauf genommen werden (z.B. nicht erklärbare Abweichungen bei Hin- und Rückrichtung). Dies muss bei der späteren Bewertung der Kalibrierungsergebnisse berücksichtigt werden.

Zählstellen im RVBV wurden ebenfalls ins Modell aufgenommen. Da hier aber nur Daten einzelner Linien betrachten und nicht den gesamten Querschnitt, sind kaum sinnvolle Auswertungen möglich. Außerdem beziehen sich die Daten meist nur auf kurzzeitigen Messungen.

3.7.3 Ausdünnung des Netzes

Zur Einhaltung der geplanten VISUM-Lizenzgröße EN musste das Netz (Knoten, Strecken) deutlich reduziert werden. Dazu wurden die folgenden Schritte durchgeführt:

- Löschen aller nicht von Pkw oder Lkw befahrenen Strecken im erweiterten Modellraum sowie darüber hinaus. Einzig die Autobahnen wurden beibehalten (allerdings nicht zwingend mit Netzzusammenhang).

- ▶ Löschen von zweiarmigen Knoten im erweiterten Modellraum sowie darüber hinaus:
 - ▶ Für alle Knoten, bei denen die ein- und ausgehenden Strecken identische Eigenschaften hatten.
 - ▶ Im nicht Autobahn-Netz auch Strecken, bei denen nur einige der Eigenschaften übereinstimmend waren.
- ▶ Löschen von Strecken im Landkreis Regensburg und im erweiterten Modellraum, die nur für Fuß und Rad freigegeben waren und keine Bedeutung für die Kenngrößenberechnung hatten.

Weiteres Einsparpotential ergibt sich zum Beispiel durch Löschen von zweiarmigen Knoten innerhalb des Landkreises Regensburg oder gar der Stadt Regensburg.

4 Verhaltensdaten

4.1 Verhaltensähnliche Gruppen

Das Modell umfasst insgesamt 17 verschiedene Personengruppen, die in der folgenden Tabelle 5 abgedruckt sind. Die Aufteilung der Einwohner in diese 17 Gruppen erfolgte anhand der Angaben in der Haushaltsbefragung. Dabei wurden der berufliche Status, das Alter und die Pkw-Verfügbarkeit berücksichtigt.

Code	Beschreibung
01_EmP	Voll-Erwerbstätiger mit Pkw-Verfügbarkeit
02_EoP	Voll-Erwerbstätiger ohne Pkw-Verfügbarkeit
03_TmP	Teilzeitbeschäftigter mit Pkw-Verfügbarkeit
04_ToP	Teilzeitbeschäftigter ohne Pkw-Verfügbarkeit
05_AmP	Arbeitsloser mit Pkw-Verfügbarkeit
06_AoP	Arbeitsloser ohne Pkw-Verfügbarkeit
07_HmP	Hausmann/-frau mit Pkw-Verfügbarkeit
08_HoP	Hausmann/-frau ohne Pkw-Verfügbarkeit
09_GSch	Grundschüler
10_Sch	Schüler
11_Azubi	Azubi
12_StmP	Student mit Pkw-Verfügbarkeit
13_StoP	Student ohne Pkw-Verfügbarkeit
14_RmP	Rentner <= 75 mit Pkw-Verfügbarkeit
15_RoP	Rentner <= 75 ohne Pkw-Verfügbarkeit
16_R+mP	Rentner > 75 mit Pkw-Verfügbarkeit
17_R+oP	Rentner > 75 ohne Pkw-Verfügbarkeit
21_Kind	Kind < 6 Jahre (ohne verkehrliche Wirkung)

Tabelle 5: Definitionen der verhaltensähnlichen Personengruppen.

Darüber hinaus wird mit „Kinder (<6 Jahre)“ eine weitere Gruppe im Modell angelegt, die allerdings keine verkehrliche Wirkung hat.

4.2 Verkehrszwecke

Für die Berechnung der Verkehrserzeugung im Verkehrsmodell werden 16 Aktivitätenkategorien unterschieden (vgl. Tabelle 6). Für jeden dieser Zwecke werden im Modellschritt Verkehrserzeugung Wege berechnet.

Kürzel	Aktivität
A	Arbeit
B	Arbeit Teilzeit
D	Einkaufen (tägliches Bedarf, Dienstleistungen)
E	Einkaufen (sonstige Waren, sonstiges)
F	Einkaufen (Einkaufsbummel)
G	Priv. Erl. / Freizeit (Arzt, Bank, Post etc.)
H	Priv. Erl. / Freizeit (Besuche, Krankenhaus)
I	Priv. Erl. / Freizeit (Restaurant, Kultur)
J	Priv. Erl. / Freizeit (Sport, Grünanlagen)
K	Priv. Erl. / Freizeit (Bringen/Holen)
L	Ausbildung (Grundschule)
M	Ausbildung (Weiterführende Schule)
N	Ausbildung (Universität)
O	Ausbildung (Berufsschule)
P	Sonstige
W	Wohnen

Tabelle 6: Wegezwecke.

4.3 Verkehrserzeugung (Wegekette)

Eine Person macht an einem durchschnittlichen Werktag eine bestimmte Anzahl Wege. Um die unterschiedliche Mobilität innerhalb der verschiedenen Nutzergruppen abzubilden, wird die Verkehrserzeugung in VISEM getrennt für die verhaltensähnlichen Gruppen berechnet.

Die Auswertungen der mittels der Haushaltsbefragung im Jahre 2011 erhobenen Mobilitätsdaten zeigen, dass die Mobilität in der Stadt Regensburg sich bei den verschiedenen Nutzergruppen deutlich unterscheidet, z.B.:

- ▶ Teilzeitbeschäftigte mit Pkw-Verfügbarkeit machen die meisten Wege.
- ▶ Rentner über 75 Jahre ohne Pkw-Verfügbarkeit machen die wenigsten Wege.
- ▶ Nutzergruppen mit Pkw-Verfügbarkeit machen in der Regel mehr Wege als vergleichbare Gruppen ohne Pkw.

In VISEM werden Wege als Aktivitätenkette modelliert. Eine Aktivitätenkette beschreibt die Reihenfolge von verschiedenen Aktivitäten, die eine Person während des Tages

durchführt (z.B. Wohnung-Arbeit-Einkaufen-Wohnung). Aus dieser Reihenfolge ergeben sich Wege von einem Ort zu einem anderen.

Tabelle 7 zeigt einen Ausschnitt der Aktivitätenketten der verschiedenen Nutzergruppen. Dabei bedeutet z.B. die erste Zahl 73,4, dass von 100 Personen der Nutzergruppe EmP (Voll- Erwerbstätige mit Pkw-Verfügbarkeit) an einem durchschnittlichen Werktag 73,4mal die Wegekette WAW (Wohnen-Arbeiten-Wohnen) durchgeführt wird. Zusätzlich gibt es weitere Arbeitswege, die in längeren, nicht in den Tabelle 7 dargestellten Wegekettens (z.B. WAEW) enthalten sind.

Wegekette	QmP	QoP	TmP	ToP	AmP	AoP
WAW	73,4	61,74	0	0	0	0
WBW	0	0	0	0	1,19	0,99
WCW	0	0	0	0	0	0
WDW	0	0	50,23	49,32	0	0
WEW	6,73	9,28	18,55	24,13	24,5	21,18
WFW	4,2	4,52	8,17	6,71	11,8	8,02
WHW	15,79	13,99	25,18	25,9	39,07	40,41
WIW	5,97	5,06	10,13	10,17	12,93	14,66
WJW	3,54	1,16	5,43	3,45	9,03	5,64
WLW	6,89	3,44	11,08	13,32	9,3	0,73
WMW	7,1	1,36	29,21	6,89	9,9	1,55
WNW	0	0	0	0	0	0
WOW	0	0	0	0	0	0
WPW	0	0	0	0	0	0
WQW	0	0	0	0	0	0
WRW	7	3,15	12,14	10,14	17,6	7,64

Tabelle 7: Darstellung der Wegekettenshäufigkeit pro 100 Personen (Beispiel, Ausschnitt)

Im Rahmen der Erstellung des Verkehrsmodells für die Region Regensburg wurden die Wegekettens für zwei Bereiche erzeugt, um die unterschiedlichen Verhaltensmuster abbilden zu können:

- ▶ Stadt Regensburg
- ▶ Landkreis Regensburg

Die Daten der Stadt Regensburg werden auch für die kreisfreien Städte Landshut und Straubing übernommen, während die Daten des Landkreis Regensburg für die restlichen Landkreise im erweiterten Modellraum angesetzt werden (vgl. Kap. 2.2).

Durch die hohe Anzahl von unterschiedlichen Wegezwecken ergibt sich eine sehr hohe Anzahl von unterschiedlichen, teilweise sehr langen und selten vorkommenden Wegekettens, was wiederum zu hohen Rechenzeiten führen würde. Daher wurde mit einem PTV-eigenen Optimierungsverfahren ein Wegekettens-Satz erzeugt, der bevorzugt kürzere und oft vorkommende Ketten beibehalten und gleichzeitig Wegekettens mit sehr

geringen Häufigkeiten eliminiert. Anteile der Mobilität aus den gelöschten Wegeketten werden dabei so eingerechnet, dass die Mobilität, der Aktivitäten-Split und die Häufigkeit aller Aktivitätenübergänge einer jeden Gruppe so wenig wie möglich verfälscht werden.

4.4 Ganglinien der Aktivitätenübergänge

Das Verkehrsmodell wird grundsätzlich als 24-Stunden-Modell zur Berechnung des durchschnittlichen Verkehrs an einem Werktag angelegt. Allerdings wird das Nachfragemodell mit Ganglinien versorgt, die die zeitliche Verteilung der Wegeaufkommen nach Wegezwecken abbilden. Dadurch wird zusätzlich die Berechnung der Nachfrage einer beliebigen Stunde (z.B. 7-8 Uhr) oder Stundengruppen möglich. Das Modell wird daher so konzipiert, dass die Berechnung der Verkehrsnachfrage und Verkehrsbelastung von einzelnen Stunden ohne maßgeblichen zusätzlichen Aufwand durchgeführt werden kann. Zur Umrechnung der Tagesmatrix auf Stundenmatrizen können die in der Haushaltsbefragung beobachteten zeitlichen Verteilungen der Aktivitätenübergänge verwendet werden (VISUM → Nachfragedaten → Standardganglinien).

Die VISUM-Nachfrageberechnung im Verfahrensablauf ermöglicht die Auswahl des gewünschten Zeitintervalls. Diese Funktion wird im ÖV dafür genutzt, eine Ganglinie von Matrizen zu erzeugen, um so eine realistische Umlegung des Verkehrs auf das zeitlich differenzierte Angebot sicherzustellen.

4.5 Verkehrsverteilung

4.5.1 Auswertungen aus der Haushaltsbefragung

Aus der Haushaltsbefragung wurden nutzergruppen- und zweckspezifische Fahrtweiten ermittelt. Die folgende Tabelle 8 zeigt die mittleren Fahrtweiten in Abhängigkeit der Aktivität.

Hierbei ist zu beachten, dass für die Kalibrierung einheitlich die aus VISUM ermittelten Fahrtweiten verwendet werden, so dass eine in sich konsistente Kalibrierung durchgeführt werden kann. Somit kann es zu Abweichungen von den Ergebnissen der Haushaltsbefragung kommen, da hier die Fahrtweiten auf den Angaben der Befragten basieren. Außerdem ist hier nur der Verkehr innerhalb der Stadt und des Landkreises Regensburg dargestellt.

Kürzel	Aktivität	Mittlere Fahrtweite [m]
A	Arbeit	10.373
B	Arbeit Teilzeit	8.783
D	Einkaufen (täglicher Bedarf, Dienstleistungen)	3.236
E	Einkaufen (sonstige Waren, sonstiges)	4.271
F	Einkaufen (Einkaufsbummel)	6.409
G	Priv. Erl. / Freizeit (Arzt, Bank, Post etc.)	5.734
H	Priv. Erl. / Freizeit (Besuche, Krankenhaus)	6.378
I	Priv. Erl. / Freizeit (Restaurant, Kultur)	3.275
J	Priv. Erl. / Freizeit (Sport, Grünanlagen)	4.919
K	Priv. Erl. / Freizeit (Bringen/Holen)	5.081
L	Ausbildung (Grundschule)	3.031
M	Ausbildung (Weiterführende Schule)	6.686
N	Ausbildung (Universität)	4.657
O	Ausbildung (Berufsschule)	8.635
P	Sonstige	4.561
W	Wohnen	6.104

Tabelle 8: Zweckspezifische mittlere Fahrtweiten (innerhalb der Stadt und des Landkreises Regensburg).

4.5.2 Modellierung der Verkehrsverteilung

Die Verkehrsverteilung berechnet die Zielwahl innerhalb einer Wegekette. Eine Wegekette startet immer zu Hause (Wohnung), anschließend nutzt VISEM die folgende Formulierung für die Verteilungsrechnung (je Aktivität und Gruppe):

$$T_{ij} = O_i \cdot P_{ij}$$

$$P_{ij} = \frac{D_j \cdot f(w_{ij})}{\sum_{k=1}^B (D_k \cdot f(w_{ik}))}$$

$$f(w_{ij}) = \exp\left(\beta \cdot \left(-\ln \sum_m \exp(V_m)\right)\right)$$

T_{ij}	Wege von i nach j
O_i	Quellverkehr in Verkehrszelle i
P_{ij}	Wahrscheinlichkeit für Ziel j von Quelle i
D_j	Zielpotential in Verkehrszelle j (je Aktivität, zur Ermittlung siehe Kapitel 5)
k	Index Verkehrszelle
B	Anzahl Verkehrszellen
$f(w_{ij})$	Widerstandsfunktion (je Nutzergruppe)
V_m	Nutzen eines Modus m (je Nutzergruppe, zur Ermittlung siehe Kapitel 4.6.3)
m	Index Modus (Fuß, Fahrrad, etc.)
β	Parameter der Verteilungsfunktion

Der Widerstand einer Relation für die Verkehrsverteilungsrechnung ergibt sich damit als Logarithmus der Summe der exponentiellen Nutzen der Verkehrsmittel für diese Relation („logsums“). Dies beschreibt die generelle Erreichbarkeit einer Zielzelle ausgehend von einer Quellzelle.

Der einzige Parameter der Verteilung ist damit das β , das je Gruppe und Aktivität ermittelt wird. Teilweise werden dabei Aktivitäten und Gruppen zusammengefasst, um eine ausreichende statistische Sicherheit zu erreichen (vgl. Tabelle 9).

Zweiseitig gekoppelte Verteilungsrechnung

Für die Verkehrszwecke Arbeiten, Grundschule, Schule und Universität wird ein zweiseitig gekoppeltes Modell angewendet. Bei der zweiseitig gekoppelten Verkehrsverteilungsrechnung wird sowohl ein vor-gegebener Quellverkehr als auch ein vorgegebener Zielverkehr je Verkehrszelle in der Berechnung berücksichtigt. Damit wird beispielsweise erreicht, dass jeder Schule genau so viele Schüler zugeordnet werden wie Schulplätze vorhanden sind. Diese Bedingung wurde für die Wege zum Einkaufen und Freizeit nicht vorgegeben, da die Zielpotentiale für diese Zwecke nicht bindend sind.

4.5.3 Parameterschätzung

Die Parameter β der Verteilungsfunktion werden mit Hilfe der Software biogeme auf Basis der Daten der Haushaltserhebung geschätzt. Die Schätzung erfolgt dabei mindestens zweckspezifisch, teilweise zusätzlich nutzergruppenspezifisch.

Es ergeben sich für die Parameter auf der folgenden Seite:

	A	B	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
01_EmP	0,818	1,360	3,656	2,856	2,142	2,002	1,932	3,291	2,220	2,378	3,624	2,661	0,635	1,736	2,488
02_EoP	0,920	1,360	5,281	4,229	3,171	2,436	3,961	3,291	2,683	3,012	3,624	2,661	0,635	1,736	3,882
03_TmP	1,077	1,360	2,681	2,856	2,142	1,787	1,682	3,291	2,031	2,459	3,624	2,661	0,635	1,736	2,167
04_ToP	1,077	1,632	5,849	5,868	4,399	2,591	2,812	3,291	2,683	3,012	3,624	2,661	0,635	1,736	3,622
05_AmP	1,077	1,632	2,446	2,856	2,142	1,787	1,682	2,656	1,702	2,378	3,624	2,661	0,635	1,736	2,167
06_AoP	1,077	1,632	5,281	4,912	3,682	2,765	1,932	4,533	2,220	3,012	3,624	2,661	0,635	1,736	2,488
07_HmP	1,077	1,632	3,249	2,856	2,142	1,787	1,682	3,291	2,381	2,459	3,624	2,661	0,635	1,736	2,167
08_HoP	1,077	1,632	3,249	2,856	2,142	2,085	1,682	2,656	2,031	2,459	3,624	2,661	0,635	1,736	2,167
09_GSch	1,077	1,632	2,844	2,856	2,142	2,085	1,932	4,533	2,683	2,378	3,624	2,661	0,635	1,736	2,488
10_Sch	1,077	1,632	4,469	4,047	3,034	3,080	2,812	3,291	2,683	2,378	3,624	2,661	0,635	1,736	3,622
11_Azubi	1,077	1,632	3,980	3,184	2,387	2,407	2,267	3,272	2,683	2,378	3,624	2,661	0,635	1,736	2,919
12_StmP	1,077	1,632	3,980	3,529	2,646	2,288	2,239	3,272	2,220	2,378	3,624	2,661	0,635	1,382	2,884
13_StoP	1,077	1,632	4,883	5,135	3,850	3,550	3,331	4,112	2,381	3,012	3,624	2,661	0,847	2,865	4,290
14_RmP	1,077	1,632	2,844	2,856	2,142	1,787	1,682	2,862	2,031	2,116	3,624	2,661	0,847	2,865	2,167
15_RoP	1,077	1,632	3,989	3,194	2,394	2,639	2,267	2,862	2,073	2,825	3,624	2,661	0,847	2,865	2,919
16_R+mP	1,077	1,632	3,249	3,194	2,394	2,436	1,932	3,291	2,683	2,378	3,624	2,661	0,847	2,865	2,488
17_R+oP	3,230	4,896	14,624	11,394	8,542	10,723	6,800	9,874	8,048	7,135	10,871	7,984	2,541	8,596	8,758

Tabelle 9: Parameter β der Verkehrsverteilung.

4.6 Verkehrsmittelwahl

Das Verkehrsmittelwahlmodell berechnet die Aufteilung des Verkehrs auf die Verkehrsmittel. Die Aufteilung der ÖV-Nachfrage auf Schienenverkehr und Busverkehr wird in der Umlegung vorgenommen.

4.6.1 Auswertungen aus der Haushaltsbefragung

Aus der Haushaltsbefragung wurde die Verkehrsmittelwahl für alle verhaltensähnlichen Nutzergruppen ermittelt. Die folgende Tabelle 10 gibt eine vollständige Übersicht über den Modalsplit.

Nutzergruppe	Fuß	Pkw	Pkw_Mit	Rad	ÖV
01_EmP	9,2%	72,2%	4,7%	9,9%	4,0%
02_EoP	19,6%	10,1%	11,9%	35,6%	22,8%
03_TmP	9,6%	71,1%	5,1%	11,2%	2,9%
04_ToP	22,7%	1,7%	7,5%	39,6%	28,5%
05_AmP	28,9%	49,7%	12,4%	5,6%	3,4%
06_AoP	47,4%	0,0%	5,1%	25,5%	22,1%
07_HmP	19,3%	62,7%	6,3%	8,2%	3,5%
08_HoP	40,8%	2,9%	14,0%	23,6%	18,7%
09_GSch	29,0%	3,5%	43,2%	7,6%	16,7%
10_Sch	16,5%	5,5%	23,0%	18,7%	36,4%
11_Azubi	5,2%	54,0%	10,9%	7,8%	22,2%
12_StmP	18,2%	27,5%	6,3%	19,9%	28,1%
13_StoP	17,3%	5,3%	2,3%	38,0%	37,1%
14_RmP	12,6%	60,0%	11,9%	12,0%	3,4%
15_RoP	34,7%	3,7%	24,2%	19,1%	18,3%
16_R+mP	20,8%	52,1%	11,6%	8,7%	6,8%
17_R+oP	49,1%	0,0%	17,8%	10,6%	22,6%

Tabelle 10: Nutzergruppenspezifischer Modal Split (innerhalb der Stadt und des Landkreises Regensburg).

4.6.2 Modellierung der Verkehrsmittelwahl

Das Verkehrsmittelwahlmodell hat die folgende mathematische Formulierung (Logit), die aus den Attributen der Verkehrsmittel und den Bewertungsparametern besteht.

$$P_g(m, i, j) = \frac{e^{U_g(m, i, j)}}{\sum_k e^{U_g(k, i, j)}}$$

mit:

$$U_g(m, i, j) = C_{gm} - p_{1gm} \cdot \text{Fahrzeit}_{mij} - p_{2gm} \cdot \text{Zu/ Abgangszeit (zzgl. Parken)}_{mij} + p_{3gm} \cdot \ln(D_{\text{Luftlinie}, ij}) - p_{5gm} \cdot \text{Wartezeit}_{mij} - p_{6gm} \cdot \text{Umsteigehäufigkeit}_{mij}$$

und:

$P_g(m, i, j)$: Wahrscheinlichkeit für die Wahl eines Verkehrsmittels m für die Quell-Ziel-Relation $i \rightarrow j$ einer Personengruppe g

U : Nutzen

m : Verkehrsmittel

i, j : Verkehrszellen

g : Personengruppe

k : 1..M (Verkehrsmittel)

C : Konstante

$D_{\text{Luftlinie}}$ Luftlinienentfernung

p_i : Parameter der Verkehrsmittelwahl (Segmentierung siehe Tabelle 11)

Die Funktion drückt die Wahrscheinlichkeit P einer Personengruppe aus, das Verkehrsmittel m für eine Fahrt von Verkehrszelle i nach Verkehrszelle j zu nutzen. U ist der Nutzen für die Benutzung des Verkehrsmittels m von Verkehrszelle i nach Verkehrszelle j . Die Nutzenfunktion fasst die verschiedenen Nutzenkomponenten durch Bewertung mit Parametern zusammen.

Die Variablen der Verkehrsmittelwahl werden im folgenden Kapitel beschrieben.

4.6.3 Variablen der Verkehrsmittelwahl

Fahrzeit

Die erste Komponente der Nutzenfunktion ist die Fahrzeit. Die Fahrzeiten werden wie folgt berechnet:

- ▶ Fuß, Pkw-Selbstfahrer und –Mitfahrer und Rad: aus dem jeweiligen Netzmodell
- ▶ Pkw-Selbstfahrer und -Mitfahrer: Mit dem Netzmodell MIV berechnete Fahrzeiten im belasteten Netz. Die Fahrzeiten der Pkw-Mitfahrer entsprechen den Fahrzeiten der Pkw-Selbstfahrer.

- ▶ ÖPNV: Mit dem Netzmodell ÖV berechnete Fahrzeit (im Fahrzeug).

Zu- und Abgangszeiten

Die Zu- und Abgangszeiten des motorisierten Individualverkehrs und des ÖPNV werden pro Verkehrsbezirk aus dem bestehenden Modell übernommen.

Für die Verkehrsmittel Fuß und Rad wird standardmäßig von einer Zu-/Abgangszeit von 0 bzw. 1 min ausgegangen.

Zusätzlich werden, um den unterschiedlichen Parkdruck zu berücksichtigen, die Angaben aus der Haushaltserhebung zur Parkplatzsituation verwendet. Die von den befragten Personen gemachten Angaben (Schulnoten) werden auf der Ebene Stadtbezirke bzw. Sektoren im Landkreis aggregiert und anschließend in Minutenangaben umgerechnet. Dafür wird von der Schulnote 1 abgezogen und der sich ergebende Wert mit 5 multipliziert. Damit ergeben sich z.B. für den Sektor Nord (Schulnote 1,0) ein Wert von $(1,0 - 1) * 5 = 0$ Minuten und für den Stadtbezirk Innenstadt (Schulnote 3,6) ein Wert von $(3,6 - 1) * 5 = 13$ Minuten. Im Rahmen der Kalibrierung wurden leichte Anpassungen der Schulnoten vorgenommen, um den in der Haushaltserhebung beobachteten IV-Anteil besser zu treffen.

Diese Berechnung erfolgt vollautomatisch im Rahmen der Berechnung, so dass für zukünftige Szenarien die Werte auf der Stadtteil- bzw. Sektorebene geändert werden können (vgl. Modellhandbuch, benutzerdefinierte Attribute von Gebieten).

Wartezeit im ÖV (Bedienungshäufigkeit)

Die Wartezeit im ÖV setzt sich zusammen aus Startwartezeit und Umsteigewartezeit (inkl. Gehzeit).

Die Matrix der Bedienungshäufigkeiten für das Verkehrsmittel ÖV wird für die Berechnung einer Matrix der Startwartezeiten verwendet. Dazu wird in einem ersten Schritt aus der Bedienungshäufigkeit eine Fahrzeugfolgezeit (FFZ) ermittelt:

$$FFZ = \text{Zeitraum(in min)}/BDH \text{ im Zeitraum.}$$

Mit der folgenden Berechnungsvorschrift wird dann die Startwartezeit (SWZ) hergeleitet:

- ▶ wenn $FFZ < 10$ min dann $SWZ = 0,5 * FFZ$;
- ▶ wenn $FFZ \geq 20$ min dann $SWZ = 1,5 * (FFZ)^{1/2}$.

Die Umsteigewartezeit (inkl. Gehzeit) wird aus dem Netzmodell ÖV berechnet.

Umsteigehäufigkeit ÖV

Die notwendige Umsteigehäufigkeit zwischen zwei Verkehrsbezirken bei Benutzung des ÖPNV wird mit Hilfe des Netzmodells ÖV berechnet.

4.6.4 Parameterschätzung

Die Parameterschätzung erfolgt mit der Software biogeme. Dafür wurden zuerst die in der Haushaltsbefragung beobachteten Wege um nicht verwertbare Wege reduziert und die verbleibenden Wege mit den o.g. genannten Attributen für alle Verkehrsmittel versehen.

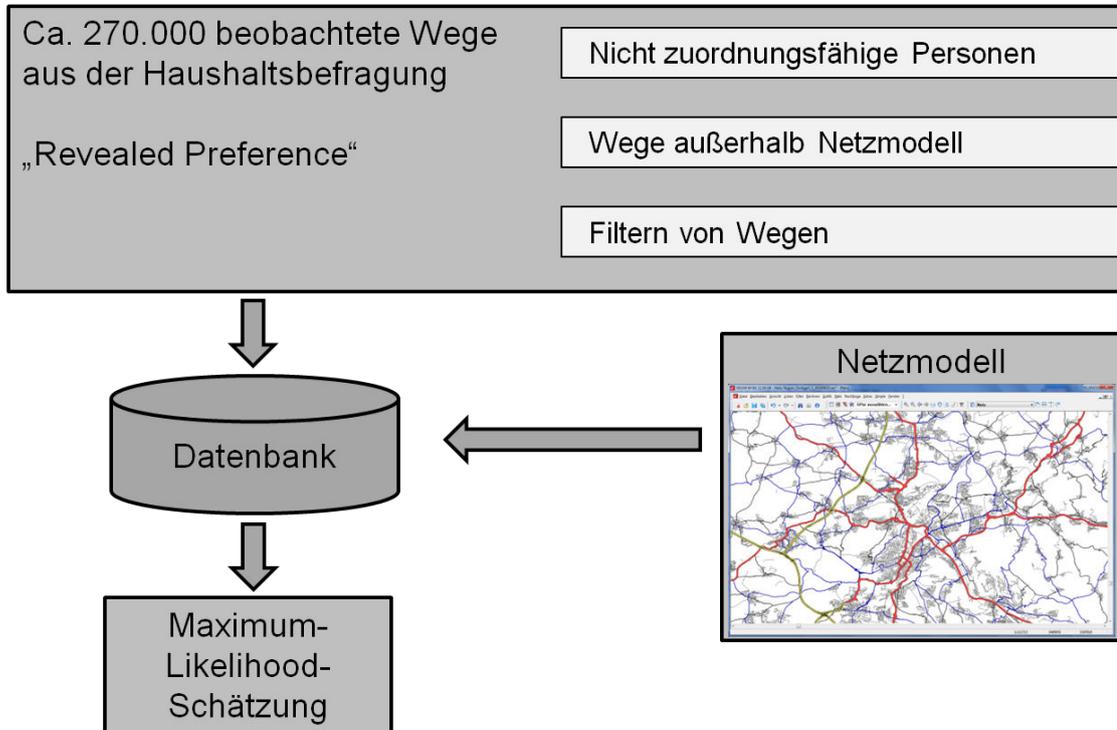


Abbildung 15: Vorgehen bei der Schätzung der Verkehrsmittelwahl.

Im Rahmen der Bearbeitung wurden unterschiedliche Varianten geschätzt. Diese unterscheiden sich u.a. wie folgt:

- ▶ Anzahl Parameter
- ▶ Unterschiedliche Wirkungen der Fahrzeiten, z.B.
 - ▶ Lineare Berücksichtigung der Fahrzeiten
 - ▶ Abminderung der Wirkung hoher Fahrzeitdifferenzen
- ▶ Getrennte Berücksichtigung der Startwartezeit und Umsteigewartezeit

Ziel der Parameterschätzung ist es, statistisch signifikante sowie gut erklärbare und nachvollziehbare Ergebnisse zu erzielen. Die folgende Anzahl von Parametern hat sich dabei als sinnvoll ergeben:

- ▶ Fahrzeit
 - ▶ Je Verkehrsmittel (teilweise identisch)
- ▶ Anbindungszeit (inkl. Parkdruck für Fahrer und Mitfahrer)
 - ▶ Parameter für den ÖPNV
 - ▶ Parameter für die restlichen Verkehrsmittel

Auch die weiteren Variablen werden sinnvoll gesetzt (z.B. Startwartezeit im ÖV: 5 Minuten).

5 Strukturdaten

Die Strukturdaten sind neben den Netz- und Verhaltensdaten die dritte wichtige Datengruppe, die in das Verkehrsmodell eingeht. Alle Strukturdaten müssen auf der Ebene der Verkehrszellen vorliegen. Die Strukturdaten selbst lassen sich aus Modellsicht wiederum in die Einwohnerdaten und in die Flächennutzungsdaten unterscheiden. Im Folgenden werden die Quelle, die Eigenschaften und die Aufbereitung der vorliegenden Strukturdaten beschrieben. Trotz umfassender Recherche sind an einigen Stellen Annahmen notwendig, die auf Erfahrungen mit vergleichbaren Modellen basieren.

Alle Daten liegen für den gesamten Modellraum vor. Alle Strukturgrößen sind innerhalb von VISUM verfügbar und können innerhalb von VISUM bearbeitet werden.

5.1 Einwohner

5.1.1 Datenquellen

Datenquelle Stadt Regensburg

- ▶ Datenquelle: Stadt Regensburg
- ▶ Stand: 31.12.2010
- ▶ Räumlicher Bezug: Verkehrszelle

Datenquelle Land Regensburg und erweiterter Modellraum

- ▶ Datenquelle: Stadt Regensburg bzw. Statistisches Landesamt
- ▶ Stand: 31.12.2009
- ▶ Räumlicher Bezug: Gemeinde
Der Bezug zu Verkehrszellen erfolgt durch eine Zuordnung von Verkehrszellen zu Gemeinden (bzw. Anteilen davon).

5.1.2 Aufbereitung

Für die Verwendung im Modell wird die folgende Segmentierung verwendet:

- ▶ unter 6 Jahre
- ▶ 6 bis 9 Jahre
- ▶ 10 bis 14 Jahre
- ▶ 15 bis 17 Jahre
- ▶ 18 bis 24 Jahre
- ▶ 25 bis 29 Jahre

- ▶ 30 bis 39 Jahre
- ▶ 40 bis 59 Jahre
- ▶ 60 bis 64 Jahre
- ▶ 65 bis 74 Jahre
- ▶ 75 Jahre oder älter

Zur Aufteilung der Einwohnerdaten in verhaltensähnliche Personengruppen (vgl. Tabelle 5) wurden die Einwohner-Daten mit den Ergebnissen der Haushaltsbefragung verschnitten.

Dafür wurde aus den Daten der Haushaltsbefragung ermittelt, welche Anteile der Befragten innerhalb einer bestimmten Altersklasse den 20 verhaltensähnlichen Personengruppen zugeordnet werden können. Tabelle 12 zeigt einen Ausschnitt einer solchen Zuordnungstabelle.

Altersgruppe	EmP	EoP	TmP	ToP	AmP	AoP	HmP	...	Summe
unter 6 Jahre								...	100%
6 bis 9 Jahre								...	100%
10 bis 14 Jahre								...	100%
15 bis 17 Jahre	38%	3%	2%		1%		5%	...	100%
18 bis 24 Jahre	62%	2%	8%	2%		2%	11%	...	100%
25 bis 29 Jahre	56%	2%	25%	0%		1%	14%	...	100%
30 bis 39 Jahre	57%	1%	24%	0%	1%	0%	13%	...	100%
40 bis 59 Jahre	33%		4%		3%	1%	11%	...	100%
60 bis 64 Jahre			2%				5%	...	100%
65 bis 74 Jahre			2%				4%	...	100%
75 Jahre oder älter								...	100%

Tabelle 12: Zuordnungstabelle von Einwohnern je Altersklasse zu verhaltensähnlichen Gruppen (Ausschnitt)

Sofern Randsummen bekannt waren (z.B. Anzahl Arbeitslose aus entsprechenden Statistiken), wurden die Ergebnisse der automatischen Zuordnung angepasst. Dabei

wurden die wichtigen Randsummen (Einwohner in der Stadt Regensburg und den Landkreisen) eingehalten.

5.2 Arbeitsplätze („A“ und „B“)

Datenquellen

- ▶ IHK-Daten (IHK Regensburg, IHK Niederbayern)
- ▶ Daten des statistischen Landesamtes Bayern
- ▶ Interrecherche

Räumlicher Bezug:

- ▶ IHK-Daten adressfein
- ▶ Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte auf Gemeindeebene
- ▶ Erwerbstätige auf Landkreisebene

Aufbereitung:

Die Daten der IHK wurden adressfein geocodiert und in das Verkehrsmodell übernommen. Über die Anzahl der Arbeitsplätze (teilweise als Betriebsgrößenklassen, teilweise konkrete Angaben) können daraus in VISUM in die Anzahl der Beschäftigten je Verkehrszelle ermittelt werden. Die Qualität der Daten ist schwer prüfbar, einige Plausibilisierungen deuten allerdings darauf hin, dass in den Daten einige Firmen mehrfach oder gar nicht enthalten sind, was zu Fehlern bei sowohl Anzahl als auch Verteilung der Arbeitsplätze führen könnte. Deshalb wurden die Daten der IHK nur für prozentuale Aufteilung der Arbeitsplätze herangezogen, wenn es innerhalb einer Gemeinde mehrere Verkehrszellen gibt.

Die Arbeitsplätze wurden auf Basis der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Arbeitsort berechnet, die auf Gemeindeebene zur Verfügung stehen. Für diese wurde anhand der Erwerbstätigen am Arbeitsort, die auf Kreisebene vorliegen, ein Hochrechnungsfaktor gebildet und die Anzahl der Arbeitsplätze je Gemeinde berechnet.

Die Arbeitsplatzdaten wurden für die Verwendung für das Modell schließlich nach Gewichtung der Erwerbstätigen in den Kategorien „Vollzeit“ und „Teilzeit“ noch auf die Kategorien „Vollzeit“ und „Teilzeit“ verteilt.

5.3 Einkaufen („D“, „E“ und „F“)

Im Gegensatz zu den Wegen zum Arbeitsort steht für die Wege zum Einkaufen keine eindeutige Strukturvariable zur Verfügung, die die Verkehrserzeugung hinreichend beschreibt. Zur Verfügung stehen für Regensburg eine Vielzahl von Quellen, die die Grundlage für eine Abschätzung der Verkehrsanziehung bilden.

Zusätzlich hat sich in den vergangenen Jahren gezeigt, dass die Modellierung des Einkaufsverkehrs in einem einzigen Segment nicht angemessen ist. Daher wird in der Nachfrageberechnung zwischen täglicher Versorgung (hauptsächlich Lebensmittel), sonstigem Bedarf (Textilien, Möbel, etc.) sowie Einkaufsbummel unterschieden. Dies bedingt eine Zuweisung der Basisinformation Verkaufsfläche zu den Segmenten.

5.3.1 Übersicht

Datenquellen

- ▶ LEH-Daten der Firma DDS
- ▶ NavTeq Points of Interest
- ▶ Statistisches Jahrbuch der Stadt Regensburg und des Landkreise Regensburg
- ▶ Rahmenkonzept für die Entwicklung des Einzelhandels in Regensburg bis 2020
- ▶ Internetrecherche

Räumlicher Bezug:

- ▶ Adressen (teilweise bereits geocodiert)
- ▶ Daten teilweise nur für die Stadt Regensburg, teilweise Landkreis Regensburg, teilweise im gesamten Modellraum

Bezugsjahr: verschiedene

5.3.2 Beschreibung der Einzelquellen

LEH-Daten

Für den gesamten Modellraum liegen Verkaufsflächen aus den LEH-Daten vorliegen. Diese umfassen Supermärkte, Discounter, Verbrauchermärkte und SB-Warenhäuser. Für diese wurden die Anziehungsraten nach Bosserhof² verwendet (vgl. Tabelle 13).

	BezugsNr	Kategorie	Kunden pro m ²	Kunden pro m ² (Mittelwert)	Aktivität
Kleinflächiger Einzelhandel	1	Aldi/Lidl	2,25	2,25	D
	2	Discounter	1,6	1,6	D
	3	SB-Läden	2,15	2,15	D
	4	Supermarkt bis 800 qm	1,15	1,15	D
	5	– Nahrungs- und Genussmittel	1,5	1,5	D
	6	– Bäcker/Metzger	3,33	3,33	D
	7	– Drogerie/Hygieneartikel	1,39	1,39	D
	8	– Parfümerie/Kosmetik	2,13	2,13	D
	9	– Apotheken (VG inkl. GKV)	5	5	D
	10	– Apotheken/Sanitäter/Optiker (GG)	0,89	0,89	D
	11	– Zeitungen/Zeitschriften	13,33	13,33	D
	12	– Bücher-/Schreibwaren	2,67	2,67	E
	13	– Hausrat/Glas/Geschenke	1	1	E
	14	– Spielwaren/Hobby/Musikinstrumente	0,93	0,93	E
	15	– Sportartikel/Fahrräder/Camping	0,33	0,33	E
	16	– Bekleidung/Wäsche/Stoffe	0,47	0,47	E
	17	– Schuhe/Leder	0,41	0,41	E
	18	– Haus- und Heimtextilien	0,21	0,21	E
	19	– Uhren/Schmuck	1	1	E
	20	– Elektrokleingeräte/Leuchten	0,53	0,53	E
	21	– Elektrogroßgeräte	0,04	0,04	E

² Dr. Ing. Dietmar Bosserhof : Programm Ver_Bau: Abschätzung des Verkehrsaufkommens durch Vorhaben der Bauleitplanung mit Excel-Tabellen am PC

	22	- Telekommunikation	1,4	1,4	E	
	23	- Foto/Optik	1,56	1,56	E	
	24	- Unterhaltungselektronik/Tonträger	0,5	0,5	E	
	25	- Computer/Informationstechnik	0,13	0,13	E	
	26	- Blumen/Heimtierbedarf	0,83	0,83	E	
	27	- Gartenbedarf und Bau	0,33	0,33	E	
	28	- Möbel/Einrichtung	0,02	0,02	E	
	29	- Bodenbeläge	0,04	0,04	E	
Großflächiger Einzelhandel	30	- Bau-/Gartenmarkt (ohne Freiflächen)	0,15-0,45	0,3	E	
	31	- Büroartikelmarkt	0,45-0,95	0,7	E	
	32	- Getränkemarkt	0,65-0,75	0,7	E	
	33	- Elektronikmarkt	0,20-0,40	0,3	E	
	34	- Möbelmarkt:	0,06-0,12	0,09	E	
	35	- IKEA-Möbelmarkt (mit Restaurantfläche)	0,35-0,50	0,425	E	
	36	- Textilmarkt	0,15-0,25	0,2	E	
	37	- Schuhmarkt	0,25-0,40	0,325	E	
	38	- Spielwarenmarkt	0,40-0,55	0,475	E	
	39	- Bettenmarkt	0,10-0,20	0,15	E	
	40	- Sport/Freizeitmarkt	0,20-0,30	0,25	E	
	41	- Teppichbodenmarkt	0,10-0,20	0,15	E	
	42	- Verbrauchermarkt	0,40-0,60	0,5	D	
	43	- Shops im Verbrauchermarkt	0,45-0,55	0,5	D	
	44	- Supermarkt über 800qm	1,00-1,20	1,1	D	
		□ Einkaufszentrum:			E	
		45	nicht-integrierte Lage	0,25-0,70	0,475	E
		46	integrierte Lage	0,30-1,10	0,7	E
		47	Integriert: Innenstadtlage	0,60-1,60	1,1	E
		48	- Waren-/Kaufhaus	0,60-1,00	0,8	E
		49	- SB-Warenhaus	0,50-0,60	0,55	E
		50	- Factory-Outlet-Center	0,25-0,30	0,275	E
		51	Sonstiges		0,30	E

Tabelle 13: Verkehrsanziehung von Einkaufsmärkten.

Bäcker, Fleischer (NavTeq)

In den NavTeq-Daten sind in dieser Kategorie Einkaufsläden, Bäckereien, Fleischer etc. enthalten. Aus diesen wird über Bosserhof eine Verkehrsanziehung ermittelt:

Kategorie	Verkaufsfläche [m ²]	Bosserhof- BezugsNr
KiK etc.	400	32
Lidl, Rewe, etc.	Bereits in LEH-Daten enthalten	
Bäckerei, Metzgerei	30	6
Buchladen	60	12
Sonstige	50	5

Tabelle 14: Annahmen zur Kategorie Bäcker, Fleischer

Apotheken (NavTeq)

In den NavTeq-Daten sind in dieser Kategorie Apotheken und Schleckermärkte enthalten. Aus diesen wird über Bosserhof eine Verkehrsanziehung ermittelt:

Kategorie	Verkaufsfläche [m ²]	Bosserhof- BezugsNr
KiK etc.	30	9
Schlecker	Bereits in LEH-Daten enthalten	

Tabelle 15: Annahmen zur Kategorie Apotheken

Tankstellen (NavTeq)

In den NavTeq-Daten sind in dieser Kategorie Tankstellen der Firmen Shell AVIA, JET etc. enthalten. Aus diesen wird über eine Annahme von 200 Besuchern pro Tag (tägliche Versorgung) eine Verkehrsanziehung ermittelt.

Möbelhauser

Möbelhäuser wurden manuell ermittelt und liegen nur für die Stadt Regensburg zur Verfügung. Hier wurden soweit möglich Verkaufsfläche ermittelt und über die Bosserhofkategorien 28, 34 und 35 Verkehrsanziehung ermittelt.

Baumärkte und Einkaufszentren (NavTeq)

In den NavTeq-Daten sind in dieser Kategorie Baumärkte wie z.B. Hornbach sowie Einkaufszentren enthalten. Hier wurden soweit möglich Verkaufsfläche ermittelt und über die Bosserhofkategorien 27, 34, 35, 46, 47 und 48 Verkehrsanziehung ermittelt.

Nahversorgungszentren sowie Einkaufszentren in Regensburg

Aus Berichten der Stadt Regensburg wurden Verkaufsflächen sowie Anteile der Aktivitäten „täglicher Bedarf“ und „sonstiger Einkauf“ ermittelt. Über mittlere Annahmen aus den Bosserhoftabellen wurden Anziehungsraten ermittelt. Da es teilweise Überlappungen zu anderen Datenquellen gibt, wurden für den täglichen Bedarf nur 50% und für den sonstigen Einkauf nur 90% der berechneten Daten berücksichtigt.

Für den Landkreis und den erweiterten Modellraum werden pauschale Annahmen in Abhängigkeit der Einwohner angenommen.

5.3.3 Zusammenfassung

Kategorie „D“: Einkaufen (täglicher Bedarf, Dienstleistungen)

- ▶ LEH-Daten (teilweise)
- ▶ Bäcker, Fleischer (teilweise)
- ▶ Apotheken
- ▶ Tankstellen
- ▶ Nahversorgungszentren sowie Einkaufszentren in Regensburg (teilweise)

Kategorie „E“: Einkaufen (sonstige Waren, sonstiges)

- ▶ LEH-Daten (teilweise)
- ▶ Bäcker, Fleischer (teilweise)
- ▶ Möbelhäuser
- ▶ Nahversorgungszentren sowie Einkaufszentren in Regensburg (teilweise)

Kategorie „F“: Einkaufen (Einkaufsbummel)

- ▶ 10% Strukturgröße „D“
- ▶ 50% Strukturgröße „E“ (höhere Gewichtung für Innenstadt Regensburg)

5.4 Priv. Erl. / Freizeit („G“ bis „K“)

Auch bei der Modellierung des Freizeitverkehrs existiert keine eindeutige Strukturvariable, die die Verkehrsanziehung einer Verkehrszelle beschreiben kann. Der Freizeitverkehr ist sehr heterogen, denn er umfasst sehr unterschiedliche Teilsegmente, die sich alle sowohl in den Zielen aber auch in der Tageszeit unterscheiden. In den meisten Modellen werden die Ziele des Freizeitverkehrs deshalb nur sehr ungenau über vorhandene Strukturmerkmale wie Einwohner oder auch Einkaufsflächen modelliert.

Auch im Hinblick auf den geplanten Einsatz des Verkehrsmodells Regensburg für den Verkehrsentwicklungsplan ist eine genauere Modellierung des Freizeitverkehrs notwendig. Es werden daher die Teilsegmente

- ▶ Arzt, Bank, Post etc. („G“),
- ▶ Besuche, Krankenhaus („H“),
- ▶ Restaurant, Kultur („I“),
- ▶ Sport, Grünanlagen („J“), und
- ▶ Bringen/Holen („K“)

einzelnen betrachtet.

5.4.1 Arzt, Bank, Post etc. („G“)

Datenquellen

- ▶ NavTeq-Daten
- ▶ Internetrecherche

Räumlicher Bezug: Adressen (teilweise bereits geocodiert)

Post (NavTeq, Internetrecherche)

In der Stadt und im Landkreis Regensburg wurden die aktuellen Standorte der Postfilialen durch eine Internetrecherche auf www.post.de ermittelt.

Im erweiterten Modellraum wurden die Daten von NavTeq genommen.

Folgende Anziehungsraten wurden angenommen:

- ▶ Filialen in den kreisfreien Städten: 150 Personen
- ▶ Filialen in Landkreisen: 75 Personen

Arzt (NavTeq)

In den NavTeq-Daten sind knapp 1.000 Arztpraxen hinterlegt. Für diese wird eine mittlere Anziehung von 50 Personen pro Tag angenommen.

Rathäuser (NavTeq, Internetrecherche)

In den NavTeq-Daten sind knapp 250 Rathäuser und Bürgerbüros hinterlegt. Für diese wird eine mittlere Anziehung von 120 Personen pro Tag angenommen. Für ausgewählte Standorte in Regensburg wurden höhere Werte hinterlegt.

Bank (NavTeq)

In den NavTeq-Daten sind über 1.500 Bankfilialen hinterlegt. Folgende Anziehungsraten wurden angenommen:

- ▶ Filialen in den kreisfreien Städten: 150 Personen
- ▶ Filialen in Landkreisen: 75 Personen

5.4.2 Besuche, Krankenhaus („H“)

Datenquellen

- ▶ NavTeq-Daten
- ▶ Internetrecherche

Räumlicher Bezug: Adressen (teilweise bereits geocodiert)

Krankenhäuser (NavTeq, Internetrecherche)

In den NavTeq-Daten sind über 37 Krankenhäuser. Die Bettenzahl wird wie folgt ermittelt:

- ▶ 100 Betten im Landkreis Regensburg und im erweiterten Modellraum
- ▶ Für die Daten in der Stadt Regensburg werden konkrete Bettenzahlen hinterlegt.

Die Verkehrserzeugung wurde auf Basis einer Studie, die von Maurer/Tiefenthaler³ für das Klinikum Innsbruck durchgeführt wurde, berechnet. Darin werden in Abhängigkeit der Bettenzahl, Faktoren für das Aufkommen von Patienten (stationär, ambulant) und Besucher ermittelt. Patienten erzeugen demnach ca. 3,9 Wege pro Bett und Tag, Besucher ca. 3,7 Wege.

Fortbildung (Internetrecherche)

Für die Stadt Regensburg wurden Standorte von Abendschulen und VHS ermittelt und soweit vorhanden tatsächliche Teilnehmerzahlen ermittelt.

Für die restlichen Bereiche wurden Annahmen in Abhängigkeit der Einwohner getroffen.

Besuche

Die Besuche werden direkt über die Einwohner abgebildet. Aus Abschätzungen vergleichbarer Untersuchungen ergab sich ein Gewicht von 0,032 Besuchen je Einwohner.

³ Maurer/Tiefenthaler, Abschätzung des Klinikverkehrs, Int. Verkehrswesen Heft 1, 2002

5.4.3 Restaurant, Kultur („I“)

Datenquellen

- ▶ NavTeq-Daten
- ▶ Internetrecherche

Räumlicher Bezug: Adressen (teilweise bereits geocodiert)

NavTeq: Tourismus, Religion, Freizeit

In diesen Kategorien gibt es über 2.500 Datensätze in den NavTeq-Daten, zu denen allerdings keine genaueren Informationen wie Verkaufsfläche zur Verfügung stehen. Daher wurde mit folgenden Gewichten gerechnet:

- ▶ Restaurant: 25
- ▶ Tourismus: 100
- ▶ Religion: 100
- ▶ Freizeit: 100

Museen (Internetrecherche)

In der Stadt Regensburg standen durchschnittliche Besucherzahlen zur Verfügung. Im Landkreis Regensburg wurden die Anzahl der Besucher geschätzt. Im erweiterten Modellraum wurden pauschale Werte nach Einwohner angesetzt.

Veranstaltungszentren (Internetrecherche)

In der Stadt Regensburg wurden detaillierte Informationen zu Veranstaltungszentren (z.B. Cinemax, Donau-Arena) ermittelt. Daraus wurden durchschnittliche Besucherzahlen abgeschätzt. Im sonstigen Modellraum wurden pauschale Werte nach Einwohner angesetzt.

5.4.4 Sport, Grünanlagen („J“)

Datenquellen

- ▶ NavTeq-Daten
- ▶ Internetrecherche

Räumlicher Bezug: Adressen (teilweise bereits geocodiert)

NavTeq: Fitness, Erholung

In diesen Kategorien gibt es über 70 Datensätze in den NavTeq-Daten, zu denen allerdings keine genaueren Informationen wie Verkaufsfläche zur Verfügung stehen. Daher wurde mit folgenden Gewichten gerechnet:

- ▶ Fitness: 125
- ▶ Erholung: 200

Internetrecherche: Friedhöfe, Bäder, Sporthallen, Sportplätze

In diesen Kategorien wurden Daten über Internetrecherche mindestens für die Stadt Regensburg, meist aber auch für den Landkreis Regensburg ermittelt. Folgende Annahmen wurden getroffen:

- ▶ Friedhöfe: 4 Besucher täglich je Beerdigung pro Jahr (mindestens 50 Besucher am Tag)
- ▶ Bäder im Landkreis Regensburg: 100 Besucher pro Tag (in der Stadt Regensburg lagen detaillierte Besucherzahlen vor)
- ▶ Sporthallen: 100 Besucher pro Tag
- ▶ Sportplätze: 100 Besucher pro Tag

Für fehlende Daten vor allem im erweiterten Modellraum wurden pauschale Werte nach Einwohner angesetzt.

5.4.5 Bringen/Holen („K“)

Datenquellen

- ▶ VISUM-ÖV-Daten
- ▶ Einwohnerdaten

Räumlicher Bezug: Adressen (teilweise bereits geocodiert)

Bringen/Holen zum ÖV

In VISUM werden alle Haltestellen nach der Anzahl der Abfahrten ausgewertet. Dabei werden folgende Annahmen getroffen:

- ▶ Abfahrt Schiene: 5 Fahrten
- ▶ Abfahrt Bus: 0,5 Fahrten

Bringen/Holen zur Grundschule

Je Grundschulplatz wird ein Bringen/Holen-Vorgang angesetzt.

Sonstiges Bringen/Holen

Diese Kategorie wird an Einwohnern skaliert. Je Einwohner werden 0,1 Fahrten angesetzt.

5.5 Ausbildung („L“ bis „O“)

Datenquellen

- ▶ Stadt Regensburg (für Stadt und Landkreis Regensburg)
- ▶ NavTeq-Daten (erweiterter Modellraum)
- ▶ Internetrecherche

Räumlicher Bezug: Adressen (teilweise bereits geocodiert)

5.5.1 Grundschule „L“, Weiterführende Schule „M“, Berufsschule „O“

In der Stadt und im Landkreis Regensburg standen schülerfeine Zahlen je Schule zur Verfügung.

Im erweiterten Modellraum standen die Schulstandorte zur Verfügung. Hier wurden mittlere Schülerzahlen angenommen und mit den Ecksummen (Anzahl Schüler je Landkreis) abgeglichen.

5.5.2 Universität „N“

Für alle Hochschulstandorte im Modellraum wurden die Hochschulen (auch Fachakademien) mit der Anzahl der Studienplätze ermittelt.

5.6 Sonstiges „P“

Für die verbleibenden Fahrten, die aus der Haushaltsbefragung nicht eindeutig zugeordnet werden können, wird die Summe der anderen Strukturgrößen angesetzt.

6 Externe IV-Matrizen

6.1 Fernverkehr IV

Der Fernverkehr basiert auf den aktuellen Matrizen aus dem Verkehrsmodell PTV Validate⁴. Es stehen zwei Matrizen für den Leicht- und Schwerverkehr zur Verfügung, die auf die drei Verkehrssysteme Pkw (<3,5t), Lkw (3,5 – 12t) und Lkw (>12t) aufgeteilt werden können. Die Einspeisung des Verkehrs erfolgt an der Kordonbezirken (vgl. Abbildung 11).

Innerhalb des Modellraums wird der Verkehr von der Verkehrszelleneinteilung von PTV VALIDATE auf die Verkehrszelleneinteilung des Modells Regensburg über Einwohner und Arbeitsplätze verteilt.

6.2 Fernverkehr ÖV

Der Fernverkehr ÖV wird durch den großen Modellraum hinreichend abgebildet. Der relevante ÖV-Modellierungsbereich ist vor allem die Stadt Regensburg und außerdem der Landkreis Regensburg. Im erweiterten Modellraum ist das ÖV-Angebot nicht modelliert.

6.3 Wirtschaftsverkehr

6.3.1 Befragung von Unternehmen

Die wichtigsten Erzeuger und Abnehmer von Gütern im Modellgebiet wurden mit Hilfe eines Recherche- und Befragungsschemas identifiziert und entsprechende Daten zu Standorten, Verkehrsbeziehungen und Aufkommensmengen innerhalb und von/nach der Region Regensburg ermittelt. Neben der Analyse des IHK Firmenregisters und Luftbildauswertung erfolgte die Datensammlung mit Hilfe eines Fragebogens. Dieser wurde zusammen mit einer Auswahl zu befragender Unternehmen mit einem ortskundigen Mitarbeiter des Auftraggebers abgestimmt. 41 Unternehmen erhielten Ende November 2011 ein postalisches Anschreiben mit angehängtem Fragebogen. Um den Rücklauf zu erhöhen, wurde ab Mitte Dezember bei den meisten Unternehmen telefonisch und per E-Mail nachgehakt. Von 41 Unternehmen antworteten bis Ende Januar 2012 zehn. Die zurückgesendeten Fragebogen wurden ausgewertet und in allen Fällen erfolgte eine Klärung offener Punkte im persönlichen Kontakt. Von den verbliebenen 31 Unternehmen kamen fünf Absagen, der Rest hat teilweise eine

⁴ <http://www.ptv.de/software/verkehrsplanung-verkehrstechnik/software-und-system-solutions/ptv-validate/>

Teilnahme zugesichert, allerdings gingen bis zum Ablauf der verlängerten Rücksendefrist keine weiteren Antworten mehr ein.

In Kürze lassen sich die mittels Internetrecherche, Luftbilddauswertung und Befragung gesammelten Informationen wie folgt darstellen:

- ▶ Eine Eingrenzung der wichtigsten Verkehrserzeuger konnte vorgenommen und die zugehörigen Beschäftigtenzahlen verifiziert werden.
- ▶ Das Verkehrsaufkommen wurde im Fragebogen in Tonnen und in Fahrzeugen erfragt. Die genannten Größen der zehn Antworten lassen sich wie folgt zusammenfassen wobei anzumerken ist, dass diese Angaben nicht von allen Unternehmen vollständig vorliegen:

	Versand [t]	Versand [Fz]	Empfang [t]	Empfang [Fz]
gesamt	2.835.969	260.153	2.754.055	271.086
Davon regional	170.062	253.46	185.069	26.486

Tabelle 16: Text eingeben

- ▶ Um die Ziele außerhalb der Region etwas genauer zu spezifizieren wurden im Fragebogen sechs Richtungen abgefragt (Nürnberg, Hof, Passau, München, Augsburg, Ingolstadt). Zusätzlich bestand im Fragebogen die Möglichkeit eine beliebige andere Richtung anzugeben. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die meisten Transporte aus Richtung Nürnberg oder München kommen bzw. in diese Richtung verlaufen.
- ▶ Einige große Unternehmen werden von Transportdienstleistern bedient. Diese Transporte laufen dann über lokale Verteilzentren, es erfolgt also ein Umschlag innerhalb des Untersuchungsraums.

6.3.2 Wirtschaftsverkehrsmodellierung

Die Modellierung des Wirtschaftsverkehrs erfolgt zum einem basierend auf den Ergebnisse der Befragung. Zum anderen gehen Strukturdaten (vgl. Kap. 5) und Erfahrungswerten aus anderen Wirtschaftsverkehrsmodellen ein. Die Modellierung erfolgt in vier Sub-Modellen:

- ▶ Wirtschaftsverkehr primärer Sektor
 - ▶ Ackerbaufläche
 - ▶ Großvieheinheiten
 - ▶ Waldfläche
 - ▶ Verarbeitung Ackerbau
 - ▶ Verarbeitung Milch+Fleisch
 - ▶ Verarbeitung Rohholz
 - ▶ Gewinnung Baumaterialien

- ▶ Verarbeitung Baumaterialien
- ▶ Wirtschaftsverkehr Einzelhandel
 - ▶ Einzelhandel Kiosk
 - ▶ Einzelhandel Backwaren
 - ▶ Einzelhandel Frische
 - ▶ Einzelhandel Lebensmittel
 - ▶ Einzelhandel Getränke
 - ▶ Einzelhandel Discounter
 - ▶ Einzelhandel Drogerie
 - ▶ Einzelhandel Gesundheit
 - ▶ Einzelhandel Hausrat
 - ▶ Einzelhandel Papier und Buch
 - ▶ Einzelhandel Sport und Spiel
 - ▶ Einzelhandel Bekleidung
 - ▶ Einzelhandel Möbel
 - ▶ Einzelhandel Elektro
 - ▶ Einzelhandel Bau- und Gartenmärkte
 - ▶ Einzelhandel Kraftfahrzeuge
- ▶ Wirtschaftsverkehr PPP (Post, Pakete, Paletten)
 - ▶ Postaufkommen Empfang
 - ▶ Postaufkommen Versand
 - ▶ Paketaufkommen Empfang
 - ▶ Paketaufkommen Versand
 - ▶ Palettenaufkommen Versand+Empfang
 - ▶ Containeraufkommen
- ▶ Wirtschaftsverkehr Handwerk
 - ▶ Handwerk
 - ▶ Pflege
 - ▶ Umzüge Einwohner
 - ▶ Umzüge Arbeitsplätze
 - ▶ Dienstleister-Fahrten

Für den Großherzeuger BMW wurde zusätzlich eine gesonderte Matrix im Modell hinterlegt.

7 Modellergebnisse

7.1 Verkehrserzeugung

Die Verkehrserzeugung ergibt sich aus der Kombination von der erzeugenden Strukturgröße „Einwohner“ (vgl. Kap 5.1) und den Aktivitätenkettenhäufigkeiten (vgl. Kap 4.3).

In VISEM ist es sichergestellt, dass exakt die sich aus der Haushaltsbefragung ergebenden Erzeugungsraten (Anzahl Wege pro Tag) eingehalten werden. Abbildung 16 zeigt die perfekte Übereinstimmung zwischen Haushaltsbefragung und Modell für die Stadt Regensburg.

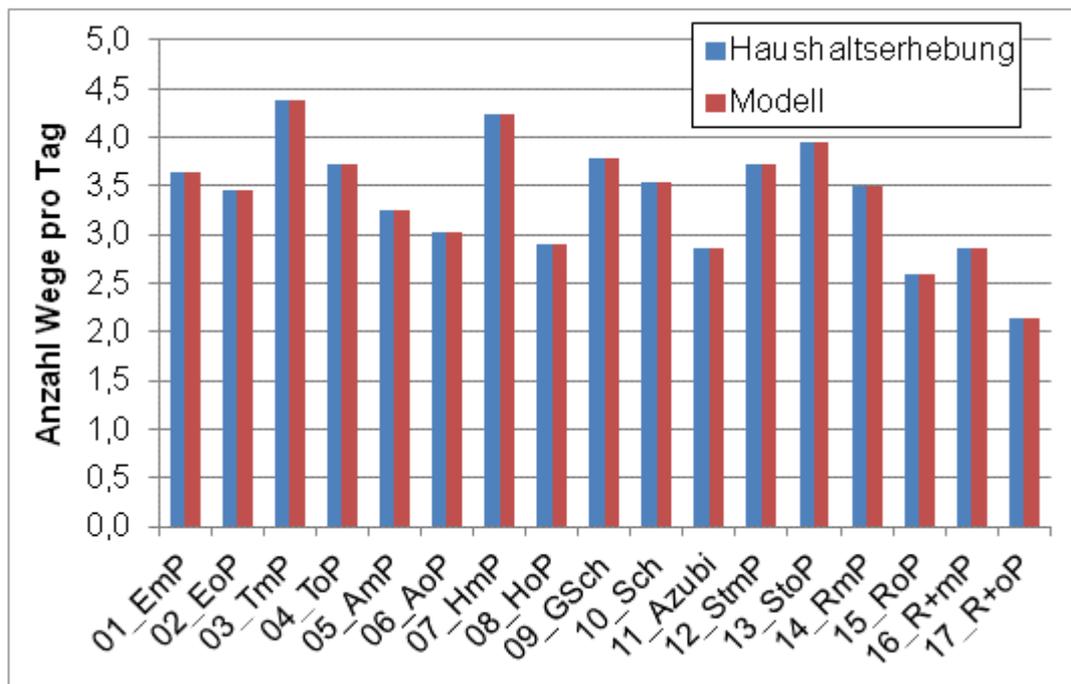


Abbildung 16: Anzahl Wege pro Tag nach Nutzergruppe (Stadt Regensburg, ohne Dienstwege).

In der Gesamtzahl kann es minimale Abweichungen zwischen der Haushaltserhebung und dem Modell kommen. Dies liegt u.a. daran, dass Dienstwege hier nicht berücksichtigt werden und dass die Anteile der Nutzergruppen an einige Stellen korrigiert worden sind (vgl. Kap. 5.1).

Innerhalb der einzelnen Aktivitäten ergeben sich einige Verschiebungen, da längere Wegeketten wie in Kap. 4.3 beschrieben gekürzt und seltene Wegeketten substituiert werden.

7.2 Verkehrsverteilung

Die Verkehrsverteilung erfolgt mit einem Gravitationsansatz. Ausgangs- und Endpunkt von jeder Wegekette ist der Wohnort, der sich aus der Strukturgröße Einwohner (vgl.

Kap. 5.1) ergibt. Die Zwischenziele ergeben sich aus den anderen Strukturgrößen (vgl. Kap. 5.2 bis 5.5) sowie den Parametern der Verkehrsverteilung (vgl. Kap. 4.5.3).

Im Folgenden werden die Ergebnisse auf zwei Ebenen dargestellt:

- ▶ Wegelängen nach Aktivität
- ▶ Verteilung im Vergleich zur Haushaltserhebung (keine Anforderung des Ausschreibung)

7.2.1 Wegelängen nach Aktivität

Für jede Aktivität wurde aus der Haushaltsbefragung und dem Modell einheitlich mit VISUM-Kenngrößen die Fahrtweite ermittelt und miteinander abgeglichen (vgl. Abbildung 17).

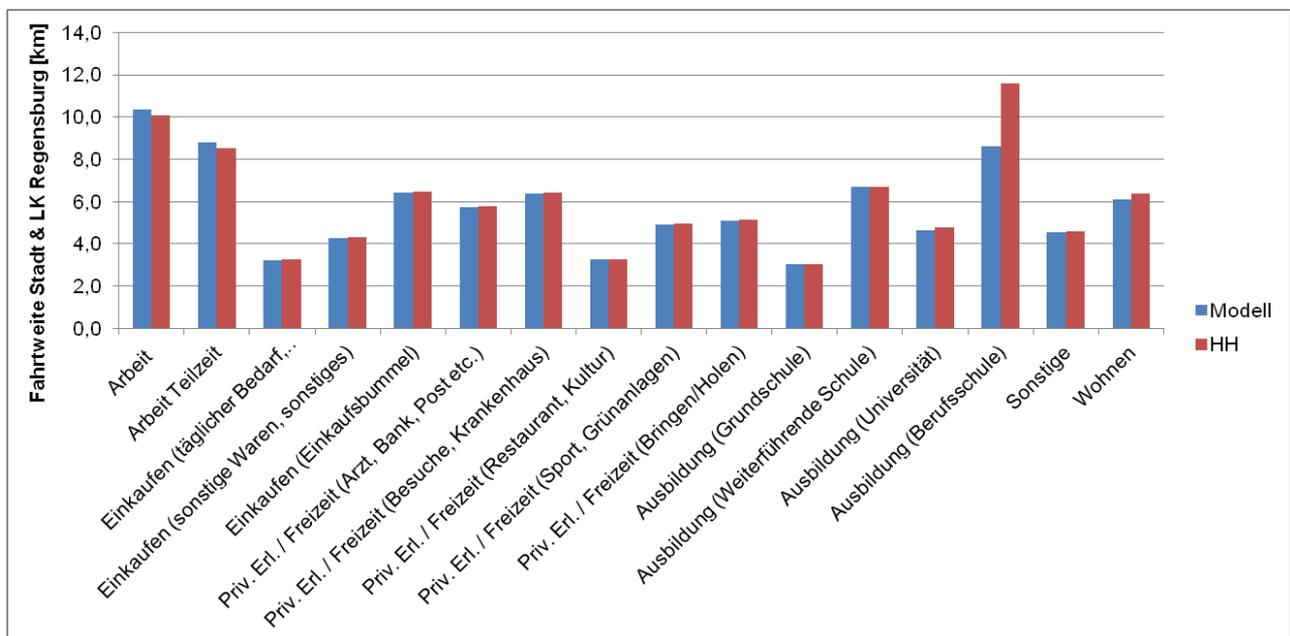


Abbildung 17: Mittlere Fahrtweite je Fahrtzweck

Die Tabelle 17 fasst die zulässigen die Ergebnisse nochmals zusammen und bewertet das Ergebnis anhand der Vorgaben aus der Ausschreibung. Für alle Fahrtzwecke außer einen konnte eine sehr hohe Übereinstimmung erreicht werden.

Beim Ausreißer „Ausbildung (Weiterführende Schule)“ wurde bewusst auf eine Übereinstimmung verzichtet, da es zu unrealistischen Parametern im Modell geführt hätte. Eine detaillierte Analyse der Haushaltserhebung hat gezeigt, dass hier nur wenige Datensätze zur Verfügung standen und aufgrund der Wohnorte der befragten Auszubildenden sehr hohe Fahrtweiten ergeben haben. Diese hohen Fahrtweiten lassen sich mit einer gleichmäßigen Verteilung der Auszubildenden, die sich mit aufgrund der Altersstruktur ergibt (vgl. Kap. 5.1), nicht realistisch ist

	Modell	Haushalterhebung	Abweichung [m]	zulässig [m]	
Arbeit	10.088	10.373	285	404	OK
Arbeit Teilzeit	8.505	8.783	277	340	OK
Einkaufen (täglicher Bedarf, Dienstleistungen)	3.269	3.236	-33	200	OK
Einkaufen (sonstige Waren, sonstiges)	4.334	4.271	-63	200	OK
Einkaufen (Einkaufsbummel)	6.455	6.409	-46	258	OK
Priv. Erl. / Freizeit (Arzt, Bank, Post etc.)	5.762	5.734	-28	230	OK
Priv. Erl. / Freizeit (Besuche, Krankenhaus)	6.416	6.378	-39	257	OK
Priv. Erl. / Freizeit (Restaurant, Kultur)	3.285	3.275	-10	200	OK
Priv. Erl. / Freizeit (Sport, Grünanlagen)	4.948	4.919	-29	200	OK
Priv. Erl. / Freizeit (Bringen/Holen)	5.126	5.081	-45	205	OK
Ausbildung (Grundschule)	3.034	3.031	-3	200	OK
Ausbildung (Weiterführende Schule)	6.712	6.686	-26	268	OK
Ausbildung (Universität)	4.786	4.657	-130	200	OK

Tabelle 17: Fahrtweiten nach Fahrtzweck (alle Angaben in Metern, nur Wege innerhalb des Landkreises Regensburg).

7.2.2 Verteilung im Vergleich zur Haushaltserhebung

Neben den reinen Weglängen ist auch die Verteilung in der Region Regensburg wichtig. Dafür wurden die Verkehrszellen in 9 Bereiche eingeteilt:

- ▶ 5 Verkehrsgrößbezirke
- ▶ 4 Sektoren im Landkreis

Anschließend wurden die Verkehrsmengen im Modell mit denen der Haushaltsbefragung verglichen. Die folgende Abbildung zeigt die hohe Qualität der Übereinstimmung, die sich auch in einer mit 98% sehr hohen Korrelation widerspiegelt.

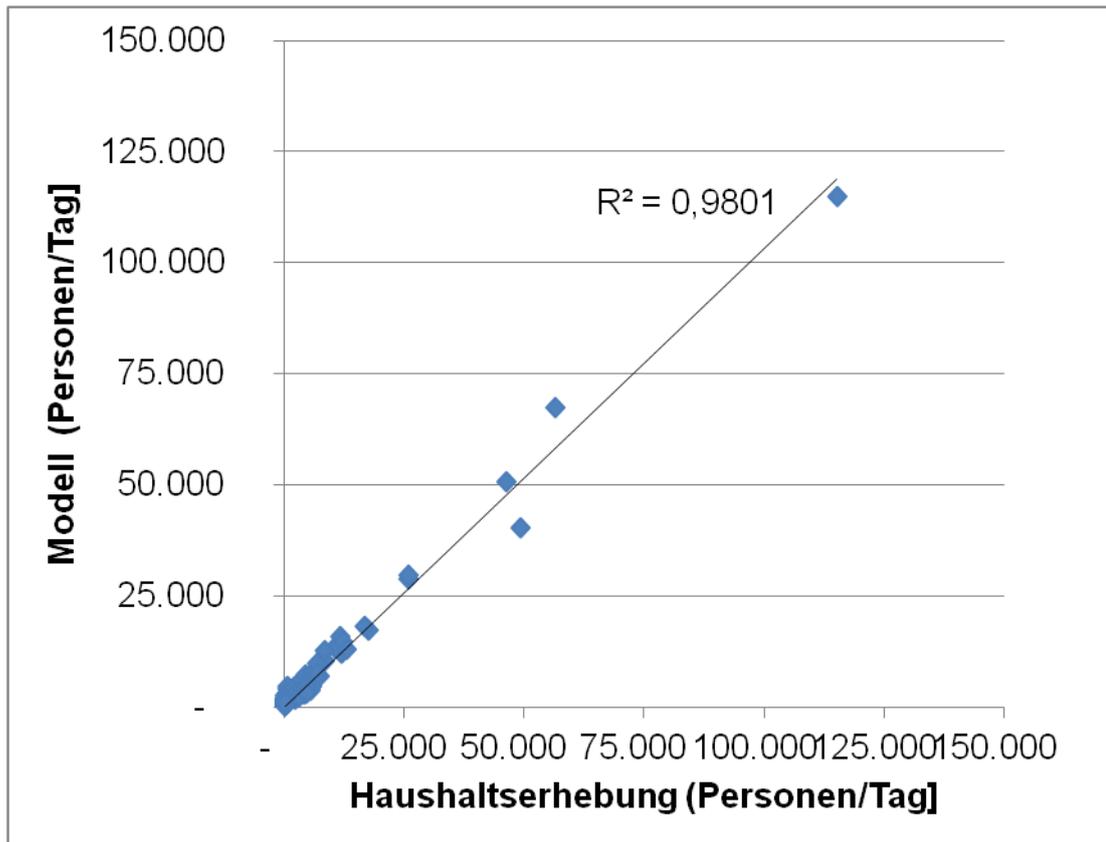


Abbildung 18: Verteilung der Wege im Raum

Auch für alle Modi einzeln ergeben sich Korrelationen von über 90 %, was sehr gute Werte darstellt.

7.3 Verkehrsaufteilung

Die Verkehrsaufteilung auf die verschiedenen Modi ergibt sich aus der Attraktivität der einzelnen Modi. Das Aufteilungsmodell ist in Kap. 4.6 beschrieben.

Die folgende Tabelle 18 zeigt die Verkehrsmittelwahl je Nutzergruppen. Die maximale Abweichung eines Verkehrsmittels liegt deutlich unter den in der Ausschreibung geforderten 2 %. Auch in der Summe aller Nutzergruppen liegt die Abweichung deutlich unter den hier geforderten 1% je Verkehrsmittel (vgl. Abbildung 19).

	Haushalterhebung					Modell				
	Fuß	Pkw	Pkw_Mit	Rad	ÖV	Fuß	Pkw	Pkw_Mit	Rad	ÖV
01_EmP	13,4%	60,8%	4,7%	16,8%	4,4%	13,4%	60,5%	4,6%	16,8%	4,7%
02_EoP	22,0%	6,7%	10,9%	41,4%	19,0%	22,0%	6,4%	10,7%	41,2%	19,8%
03_TmP	12,3%	58,1%	5,5%	20,2%	3,9%	12,3%	57,9%	5,5%	20,2%	4,2%
04_ToP	21,4%	2,2%	5,6%	41,9%	28,9%	21,2%	1,9%	5,5%	41,5%	29,9%
05_AmP	40,0%	36,1%	13,3%	6,2%	4,3%	39,8%	36,0%	13,2%	6,2%	4,7%
06_AoP	37,3%	0,4%	6,7%	33,4%	22,2%	37,1%	0,0%	6,6%	33,2%	23,1%
07_HmP	27,3%	50,9%	7,9%	12,6%	1,3%	27,2%	50,9%	7,8%	12,7%	1,4%
08_HoP	44,1%	2,8%	12,9%	21,1%	19,1%	43,9%	2,0%	12,7%	21,2%	20,1%
09_GSch	38,0%	0,0%	34,1%	12,6%	15,2%	37,6%	0,0%	33,9%	12,6%	15,9%
10_Sch	22,4%	4,5%	20,9%	22,9%	29,3%	22,2%	4,1%	20,5%	22,7%	30,5%
11_Azubi	10,4%	43,9%	4,5%	12,6%	28,6%	10,4%	43,2%	4,4%	12,4%	29,6%
12_StmP	22,0%	24,9%	5,3%	24,0%	23,8%	21,8%	24,2%	5,2%	23,8%	24,9%
13_StoP	18,1%	4,6%	1,5%	40,0%	35,8%	17,9%	4,3%	1,3%	39,3%	37,2%
14_RmP	18,9%	52,1%	7,8%	16,7%	4,5%	18,8%	51,9%	7,8%	16,7%	4,8%
15_RoP	35,0%	1,1%	15,4%	26,2%	22,3%	34,7%	0,9%	15,1%	26,1%	23,2%
16_R+mP	24,7%	44,7%	9,5%	9,1%	12,0%	24,5%	44,5%	9,3%	9,1%	12,6%
17_R+oP	57,3%	0,4%	10,6%	7,4%	24,4%	57,0%	0,0%	10,5%	7,4%	25,1%

Tabelle 18: Verkehrsmittelwahl (HH = Haushaltserhebung, Mod. = Modell).⁵

⁵ Die Gesamtwerte unterscheiden leicht von den Ergebnissen der Haushaltserhebung aus verschiedenen Gründen. U.a. ist die Aufteilung auf Nutzergruppen durch Einhaltung von Randbedingung unterschiedlich, zum anderen beziehen die Ergebnisse der Haushaltsbefragung auch Fahrten außerhalb der Modellraums ein.

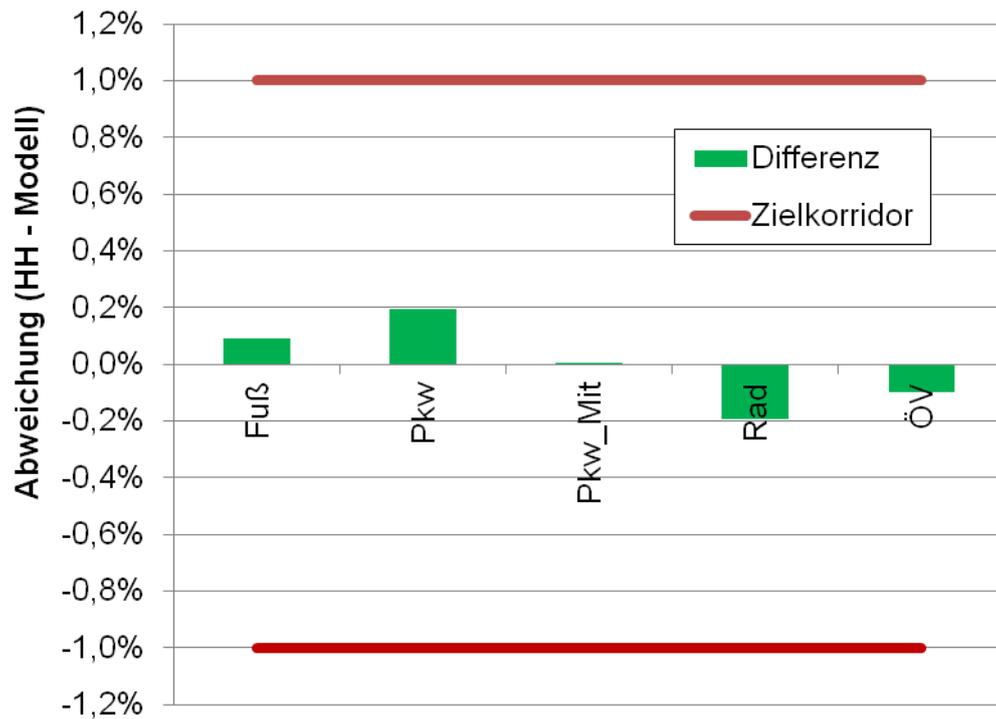


Abbildung 19: Abweichungen Verkehrsmittelwahl Haushaltserhebung - Modell (alle Nutzergruppen).

7.4 Verkehrsumlegung IV

7.4.1 Matrixkorrektor

Bei der Matrixkorrektur wurde bewusst behutsam vorgegangen. Das bedeutet, dass die Struktur der sich aus dem synthetischen Nachfragemodell ergebenden Nachfrage so wenig wie möglich geändert wird. Folgende Ziele wurden dabei beachtet:

1. Beibehaltung der grundlegenden Matrixstruktur

Dieses Ziel wird durch das in VISUM eingesetzte Verfahren VStromFuzzy erreicht, Dieses setzt auf der bestehenden Matrix auf und versucht die Struktur soweit möglich beizubehalten. Für theoretische Grundlagen wird an dieser Stelle auf das Grundlagenhandbuch von VISUM verwiesen.

Zudem wurde das VStromFuzzy-Verfahren auf eine Umlegung mit Lernverfahren aufgesetzt. Diese findet mehr Routen je Quell-Ziel-Relation als das Gleichgewichtsverfahren und führt damit dazu, dass einzelne Zählstellen nicht zu stark auf bestimmte Quelle-Ziel-Relationen wirkt. Im Gegenzug ist aber eine etwas schlechtere Übereinstimmung der Zählstellen nach dem VStromFuzzy-Verfahren zu erwarten, da die finale Umlegung mit dem Gleichgewichtsverfahren durchgeführt wird.

2. Beibehaltung der Fahrtweitenverteilung

Die Fahrtweitenverteilung kann im VISUM-Verfahren ausdrücklich vorgegeben werden. Als Vorgabe wurde die Fahrtweitenverteilung der bestehenden Matrix mit angemessenen Intervallen und Toleranzen vorgesehen.

3. Beibehaltung einer sinnvollen Nachfrage je Bezirk

Aufgrund der sehr guten und differenzierten Modellierung in den vorherigen Modellschritten erfüllt sich diese Anforderung automatisch ohne gesonderte Randbedingungen. Bei ca. 85% der Bezirke ändert sich die Pkw-Nachfrage um weniger als 10 %.

4. Weitgehend symmetrische Nachfrage

Eine häufige und sinnvolle Anforderung von Modellanwendern ist eine weitgehend symmetrische Matrix. Dies wurde durch besondere Handhabung der Matrixkorrektur erreicht.

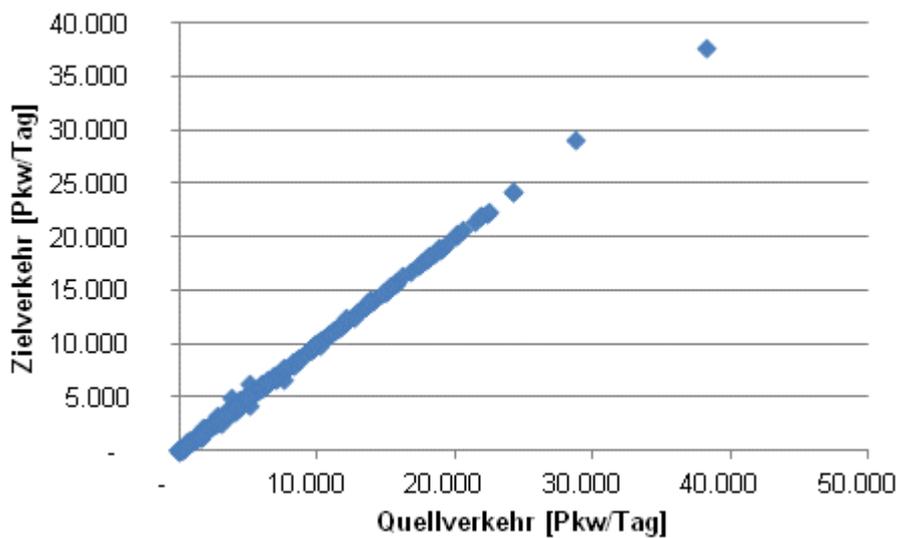


Abbildung 20: Quell- und Zielverkehr je Bezirk

7.4.2 Screenlines

Eine Auswertung der Screenlines, also des Verkehrs, der über markante Grenzen hinweg geht, wurde für zwei Screenlines durchgeführt:

- ▶ Stadtgrenze Regensburg
- ▶ Donau in Regensburg

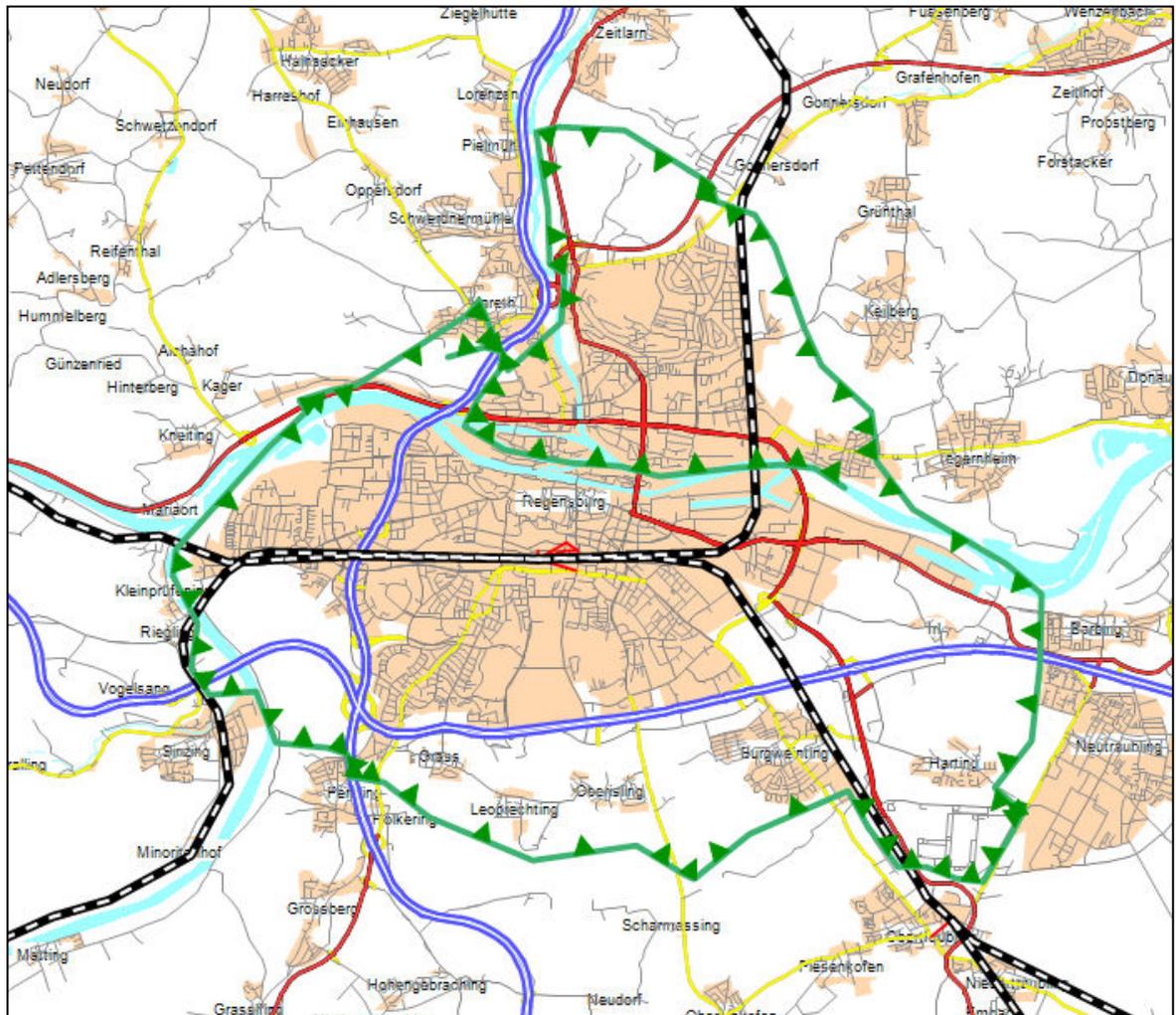


Abbildung 21: Quell- und Zielverkehr je Bezirk

Bei Screenlines ist immer zu beachten, dass in der Regel nicht der vollständige Verkehr entlang einer Screenline erfasst wird, da nicht an jeder kleinen Straße Zählungen durchgeführt wurden. Dies ist akzeptabel, bei der Auswertung muss dies aber konsistent für Zählwerte und Modellwerte erfolgen.

Die Ergebnisse der Umlegung zeigen für beide Screenlines sowohl für den Pkw- als auch den Lkw-Verkehr sehr hohe Übereinstimmungen:

Screenlinelage		Fz-Typ	Zählung	Modell
Stadtgrenze	Stadteinwärts	Pkw	143.511	141.884
		Lkw	22.104	21.433
	Stadtauswärts	Pkw	143.764	141.863
		Lkw	21.410	20.517
Donau	Nord --> Süd	Pkw	74.753	70.998
		Lkw	6.440	6.649
	Süd --> Nord	Pkw	75.155	69.004
		Lkw	6.710	6.440

Tabelle 19: Screenlineanalysen

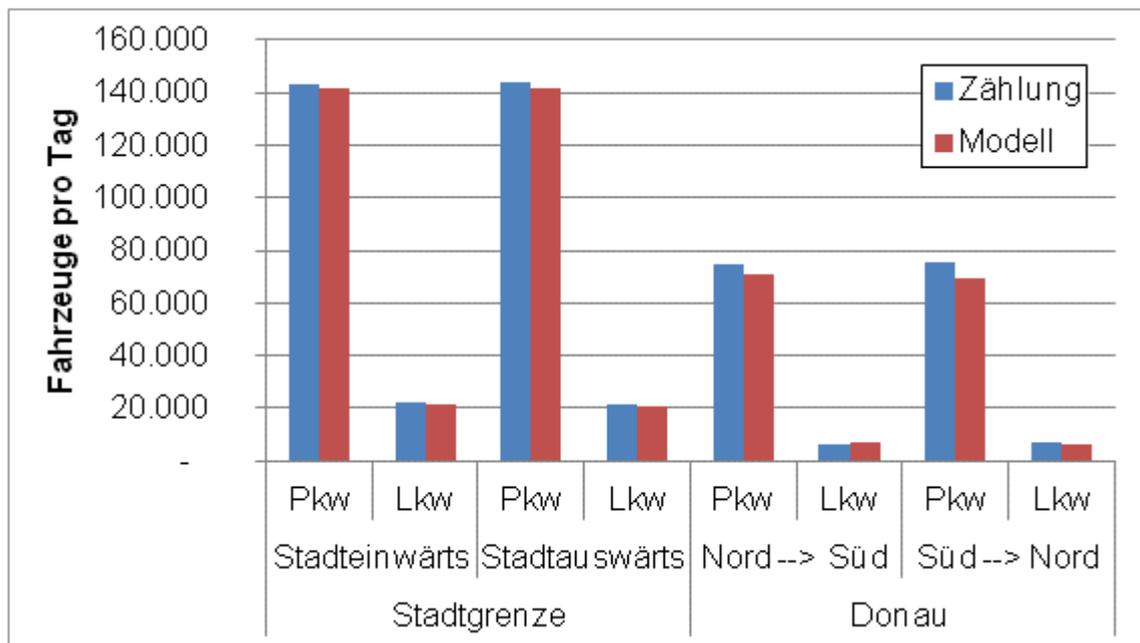


Abbildung 22: Quell- und Zielverkehr je Bezirk

7.4.3 Zählstellen

Die Betrachtung einzelner Zählstellen kann im IV eine sehr hohe Qualität erreicht werden. Die in der Ausschreibung geforderten 80% der Zählstellen mit einem GEH ≤ 10 werden deutlich übertroffen, obwohl dies bereits eine strenge Anforderung für ein kleinräumiges, städtische Modell ist.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Übereinstimmung zwischen Zählwerten und Modellwerten, sowohl für Pkw als auch für Lkw.

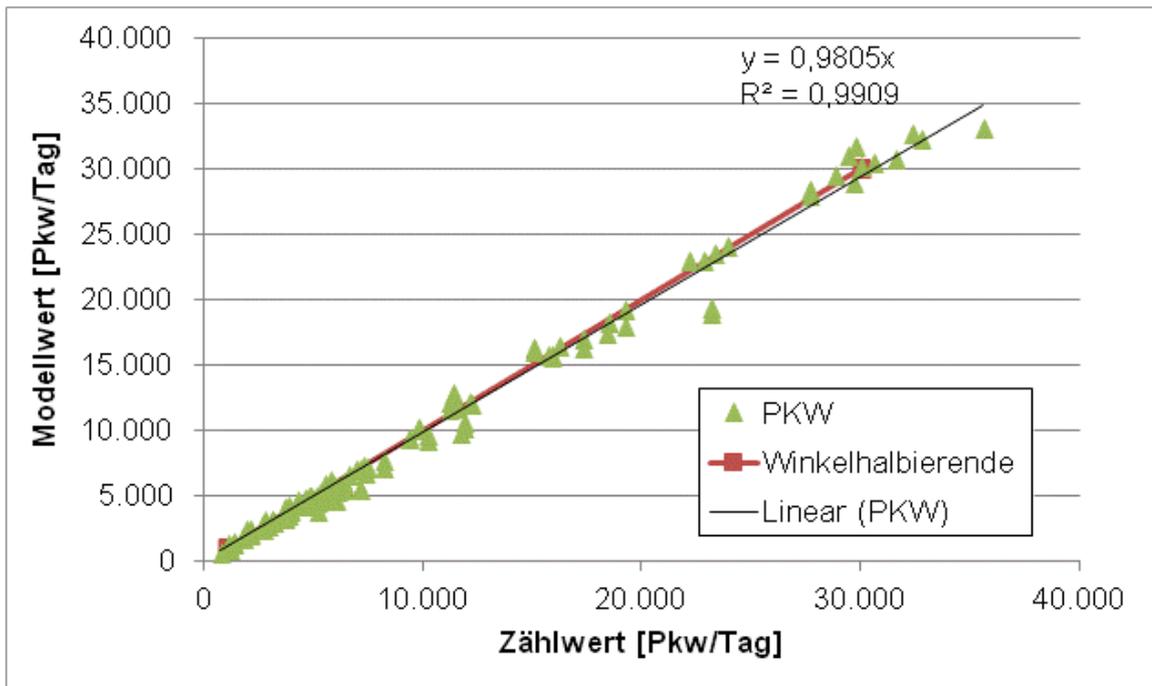


Abbildung 23: Übereinstimmung Zählwerte – Modell (Pkw)

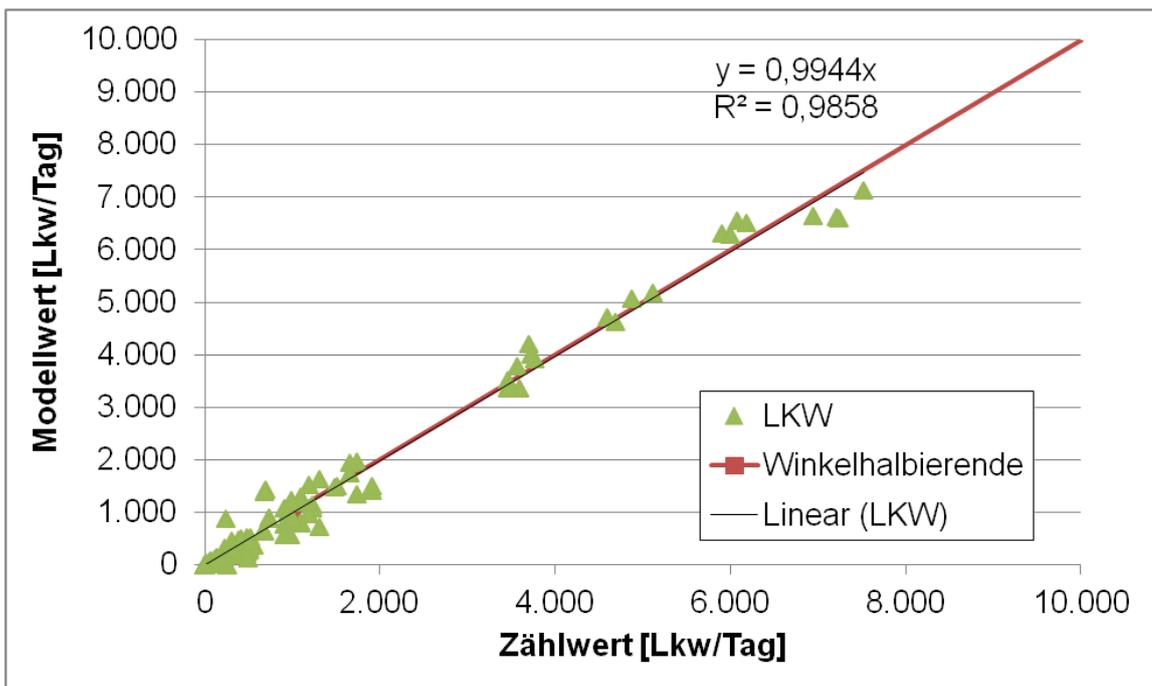


Abbildung 24: Übereinstimmung Zählwerte – Modell (Lkw).

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse zusammen:

	Pkw	Lkw
Anteil mit GEH ≤ 10	85%	87%
Korrelation	99,0%	98,5%

Tabelle 20: Ergebnisse der Umlegung

Darüber hinaus liegt der mittlere GEH bei 5.

7.5 Verkehrsumlegung ÖV

Die Betrachtung einzelner Zählstellen kann auch im ÖV eine sehr hohe Qualität erreicht werden. Dies ist insbesondere deswegen bemerkenswert, da das ÖV-Netz in Regensburg sehr engmaschig ist.

Der Anteil der Zählstellen mit $GEH \leq 10$ liegt bei 82,5 %. Die folgende Abbildung zeigt diese Übereinstimmung:

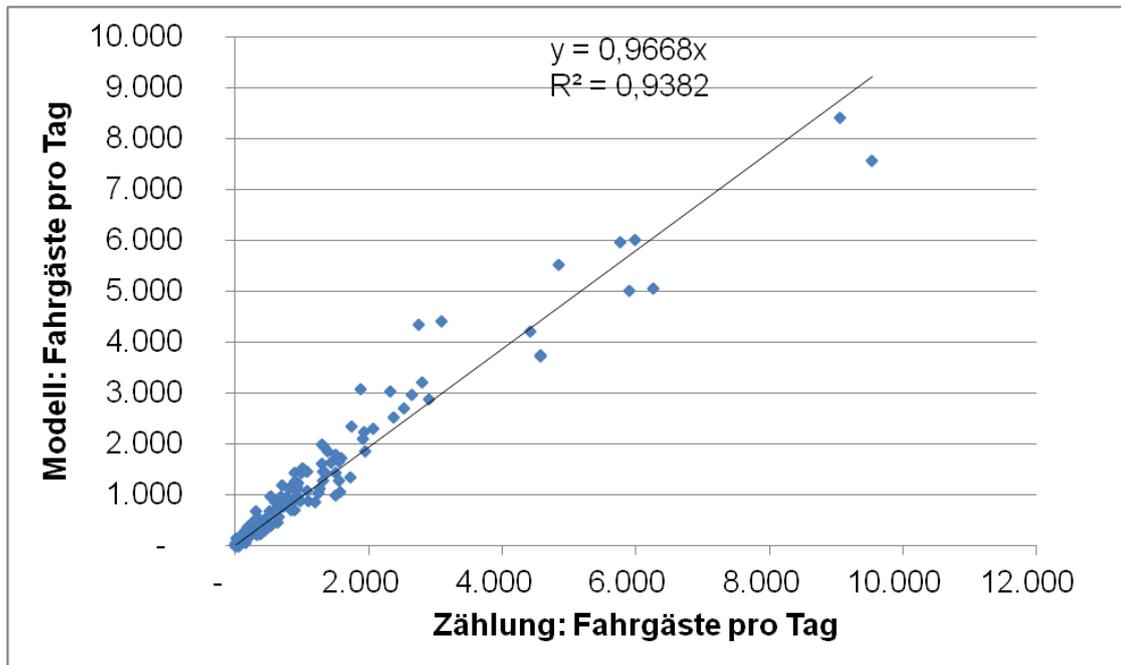


Abbildung 25: Übereinstimmung Zählwerte – Modell (ÖV).

Gegenüber dem IV sind höhere relative Abweichungen zu beobachten. Da diese bei der Messgröße GEH bei niedrigeren Zählwerten, wie sie typischerweise im ÖV beobachtet werden, nicht so streng bewertet werden, ist der Anteil der Zählstellen mit $GEH \leq 10$ dennoch ähnlich wie im IV.

Die folgende Abbildung 26 verdeutlicht, dass es dennoch sinnvoll war, im ÖV keine höheren Anforderungen an den GEH zu stellen. Das Verhältnis von Bezirksgrößen zum engmaschigen ÖV-Netz macht eine noch höhere Qualität unmöglich, da z.B. im Einzugsbereich des Bezirkes 4203 (Uni Regensburg) eine Vielzahl von Haltestellen liegen, deren genaue Nutzung mit Hilfe eines makroskopischen Modells nicht abbildbar ist.

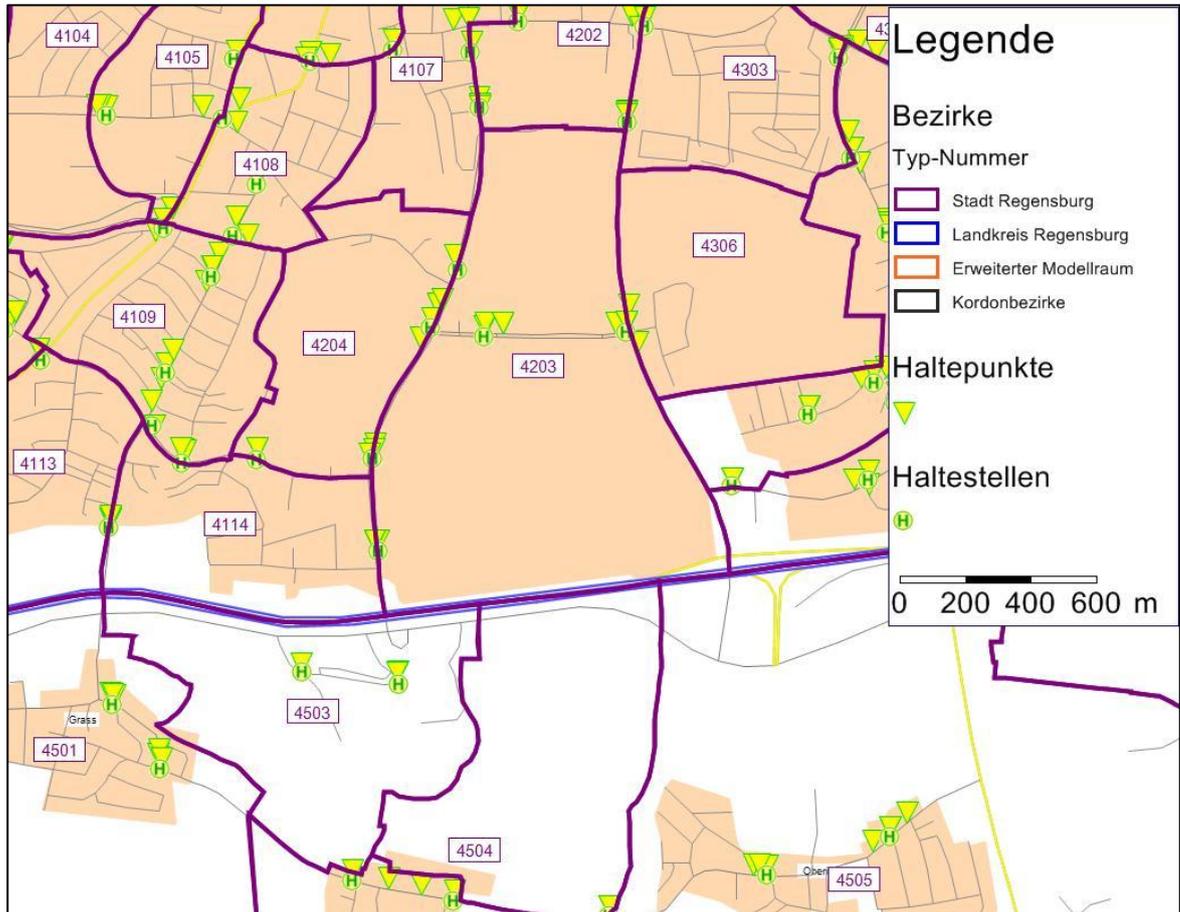


Abbildung 26: ÖV-Haltestelle und Haltepunkte im Vergleich zur Bezirksgröße.

8 Fazit

Die Stadt Regensburg wollte mit Beauftragung des Verkehrsmodell Stadt Regensburg eine aktuelle Verkehrsdatenbasis für anstehende Planungsaufgaben im heutigen und zukünftigen Verkehrsgeschehen in der Stadt Regensburg schaffen. Dieses Ziel konnte durch die Haushaltserhebung und die Modellerstellung vollumfänglich erreicht werden.

Die umfangreiche Haushaltserhebung mit über 2.600 befragten Haushalten, über 5.700 befragten Personen und ca. 18.000 erhobenen Wegen erfüllt dabei nicht nur den Zweck einer Bestandsaufnahme des aktuellen Verkehrsverhaltens in der der Stadt und im Landkreis Regensburg, sondern dient auch als empirische Grundlage für die anschließende Verkehrsmodellierung. So wurden u.a. Verkehrserzeugungsraten sowie die Parameter der Entscheidungsmodelle (Moduswahl, Zielwahl) direkt aus den empirischen Daten mit aufwendigen statistischen Verfahren ermittelt.

Neben diesen empirischen Daten war ein aktuelles und umfängliches Modell des Verkehrsangebotes für alle Verkehrssysteme notwendig. Dies konnte mit Hilfe der verfügbaren Datenquellen in aufwendiger Arbeit erreicht werden. Genauso sorgfältig wurden die Strukturdaten zusammengestellt.

Aufgrund dieser sehr soliden Datenbasis waren die Modellierungsergebnisse bereits zu Beginn der Kalibrierung sehr gut. Durch eine aufwendige und detaillierte Kalibrierung des Modells konnten empirische Vergleichswerte aus der Haushaltsbefragung, aber auch aus externen Quellen (Pendlermatrix, Zählwerte) noch genauer erreicht werden. Als Endergebnis steht der Stadt Regensburg nun ein hochqualitatives Modell für das Modellierungsjahr 2011 zur Verfügung.

Hervorzuheben ist dabei, dass es erreicht werden konnte, auf der einen Seite die komplexe Struktur der Stadt Regensburg samt des Landkreises Regensburg und einem umliegenden Landkreisgürtel in einem Modell abzubilden und auf der anderen Seite sicherzustellen, dass das Modell von den Modellanwendern mithilfe des Modellhandbuchs vollständig in der Software VISUM bedient werden kann. Externe Berechnungen oder Steuerungsdateien wie in anderen Modellen üblich, sind nicht mehr notwendig. Ebenso konnte vollständig auf eingebaute Skripte verzichtet werden.

Mit dem erstellten multimodalen Modell hat die Stadt Regensburg ein konsistentes und transparentes Planungstool zur verkehrsträgerübergreifenden Wirkungsberechnung von Maßnahmen im Bereich der Verkehrsinfrastruktur aber auch von Änderungen von Strukturdaten. Somit bietet das Modell auch die ideale Grundlage für die Fortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans.