

VERKEHR



AKTUALISIERUNG IST-ZUSTAND 2017 ➡ PROGNOSE 2040

GESAMTVERKEHRSMODELL

für den Kanton Luzern

FAKTENBLATT FÜR ANWENDERINNEN UND ANWENDER

Verkehrsmodelle werden im Kanton Luzern bereits seit 1995 als unverzichtbare Arbeitsinstrumente für vielfältige verkehrsplanerische Aufgaben erfolgreich eingesetzt. Mit zunehmend komplexeren verkehrspolitischen Fragestellungen sind auch die Anforderungen an Verkehrsmodelle gestiegen. Durch veränderte Werthaltungen und Einstellungen der Bevölkerung bezüglich Verkehr verändern sich auch die Gesetzmässigkeiten des individuellen Verkehrsverhaltens, welche den Verkehrsmodellen zugrunde liegen. Deshalb wurde das 2005 etablierte kantonale Verkehrsmodell KVM-LU anhand neuester Daten und Erkenntnisse für den Zustand 2017 aktualisiert.

Mit dem neuen Gesamtverkehrsmodell für den Kanton Luzern (GVM-LU) steht nun wieder ein bezüglich Verkehrsangebot, Siedlungsdaten und Verkehrsverhalten aktuelles Modell zur Verfügung, das auf dem neusten Stand der Methodik und allen aus den Erhebungen verfügbaren Kenntnissen erstellt wurde. Durch die Verwendung des neuen GVM-LU ist es möglich, die Auswirkungen verkehrsplanerischer, verkehrstechnischer und verkehrspolitischer Massnahmen abzuschätzen, bevor sie eingeführt werden. Das GVM-LU bildet somit eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die nachhaltige Verkehrsentwicklung und den optimalen Einsatz der Ressourcen im Kanton Luzern.

Was ist ein Verkehrsmodell?

Ein Verkehrsmodell ist ein computerbasiertes Instrument, mit welchem das Verkehrsverhalten von Menschen möglichst realitätsnah abgebildet wird. Damit können die Auswirkungen geplanter Massnahmen im Verkehrssystem und in der Siedlungsstruktur abgeschätzt werden. Ein Verkehrsmodell bildet die Wechselwirkungen zwischen den Verkehrsträgern ab, indem es den Verkehr in all seinen Ausprägungen darstellt. Bei Änderungen im Angebot eines Verkehrsmittels ist das Verkehrsmodell beispielsweise in der Lage, die Auswirkungen auch auf die Nachfrage bei allen anderen Verkehrsmitteln zu prognostizieren sowie Angaben zur Veränderung der Erreichbarkeiten und zur Bestimmung der Umweltwirkungen (Schadstoff- oder Lärmberechnung) zu liefern.

Wozu dient das GVM-LU?

Das Modell kann für zahlreiche Fragestellungen eingesetzt werden:

- ❖ Verkehrsmengengerüst für die Beurteilung von Strasseninfrastrukturprojekten für verschiedene Prognosezustände (Datengerüst für den Nachweis der Zweckmässigkeit und für die Umweltverträglichkeitsprüfung)
- ❖ Grundlagen für die Beurteilung von streckenweisen oder systematischen Angebotsverbesserungen im öffentlichen Verkehr (Veränderung der Passagierzahlen, Modal Split Effekte, Veränderungen der Einzugsbereiche von Haltestellen und Stationen)
- ❖ Grundlagen für die Evaluation von Siedlungsentwicklungsprojekten im Rahmen der Regionalplanung, Erreichbarkeiten von Entwicklungsschwerpunkten
- ❖ Basis für kantonale Emissionskataster (Schadstoffe, Lärm)
- ❖ Analyse der Verkehrsnachfrage (mit einer Streckenspinne beispielsweise alle Verkehrsbeziehungen eruieren, die eine bestimmte Teilstrecke im Strassennetz befahren)

Das GVM-LU ist nicht nur in der Lage, das Verkehrsgeschehen eines veränderten Verkehrsangebotes im Bezugsjahr abzubilden, für welches es geeicht ist, sondern kann für Prognosezustände eingesetzt werden. Das GVM-LU ist somit in erster Linie ein Instrumentarium, mit dessen Hilfe die zukünftigen Verkehrsströme prognostiziert werden können.

Aufbau des GVM-LU

Beim GVM-LU handelt es sich um ein multimodales, massnahmensensitives und prognosefähiges Personenverkehrsmodell. Daten des Verkehrsangebots, der Siedlungsstruktur sowie Angaben über das Verkehrsverhalten der Bevölkerung werden darin kausal verknüpft. Die berechneten Ergebnisse sind transparent und jederzeit reproduzierbar.



Die Entscheide eines Individuums im Zusammenhang mit der Durchführung eines Weges bzw. einer Fahrt werden zur Modellierung in vier Schritte zerlegt:

- **ERZEUGUNGSMOEDELL (1)** zur Bestimmung der Weghäufigkeiten
- **VERTEILUNGSMOEDELL (2)** zur Bestimmung der Quelle–Ziel–Ströme, auch Zielwahl genannt
- **AUFTEILUNGSMOEDELL (3)** zur Bestimmung der Verkehrsmittelwahl, auch Modal Split genannt
- **UMLEITUNGSMOEDELL (4)** zur Bestimmung der Netzbelastungen

ENTSCHEIDE VON VERKEHRSTEILNEHMENDEN



ERZEUGUNGSMODELL (1)

Die Siedlungsdaten (Einwohnerinnen/Einwohner, Beschäftigte, Schülerinnen/Schüler, Verkaufsflächen usw.) werden mit den jeweiligen Verkehrspotentialen aus dem Mikrozensus Mobilität und Verkehr des Bundes (MZMV 2015) verknüpft. Für jede Verkehrszone wird daraus berechnet, wie viele Wege erzeugt werden (Quellverkehr) und wie viel Verkehr angezogen wird (Zielverkehr).



VERTEILUNGSMODELL (2) UND AUFTEILUNGSMODELL (3)

Da die Zielwahl auch von der Verkehrsmittelverfügbarkeit und vom Verkehrsangebot abhängig ist, können die Schritte 2 und 3 nicht getrennt modelliert werden. Deshalb werden die Verkehrsströme zwischen Quellen und Zielen und pro Verkehrsmittel in einem simultanen Modell berechnet. Resultate sind nach Aktivitäten differenzierte Fahrtenmatrizen (Verkehrsbeziehungen) der Verkehrsmittel zu Fuss, Velo, öffentlicher Verkehr (öV) und motorisierter Individualverkehr (MIV). Diese werden nach Fahrtzwecken sowie für jedes Verkehrsmittel in Gesamtmatrizen zusammengefasst.

Mit diesem Vorgehen wird die Konkurrenz zwischen den Verkehrssystemen sowohl bei der Zielwahl wie auch bei der Verkehrsmittelwahl berücksichtigt. Änderungen in einem Verkehrssystem wirken sich immer auch auf die Nachfrage der konkurrierenden Systeme aus.

UMLEGUNGSMODELL (4)

Die berechneten Nachfragematrizen werden in einem vierten Schritt auf die Verkehrsnetze umgelegt. Im MIV-Modell wird als Umlegungsmethode ein deterministisches Nutzergleichgewicht verwendet, welches für die Nachfragesegmente Personenwagen (PW) und die Sukzessiv-Umlegung des Strassengüterverkehrs (LW, LI, LZ) angewendet wird. Daraus resultieren die Belastungen des Strassennetzes.

Im öffentlichen Verkehr wird als Umlegungsmethode ein fahrplanfeines Verfahren verwendet. Die Parameter und die Bewertung der einzelnen Routenwahlkomponenten werden aus dem geschätzten Entscheidungsmodell (SP-Befragung 2015) übernommen.

Die Verkehrsumlegungsmodelle für den MIV und öV werden mit Daten aus dem MZMV 2015 und mit Verkehrs- und Passagierzählungen geeicht.

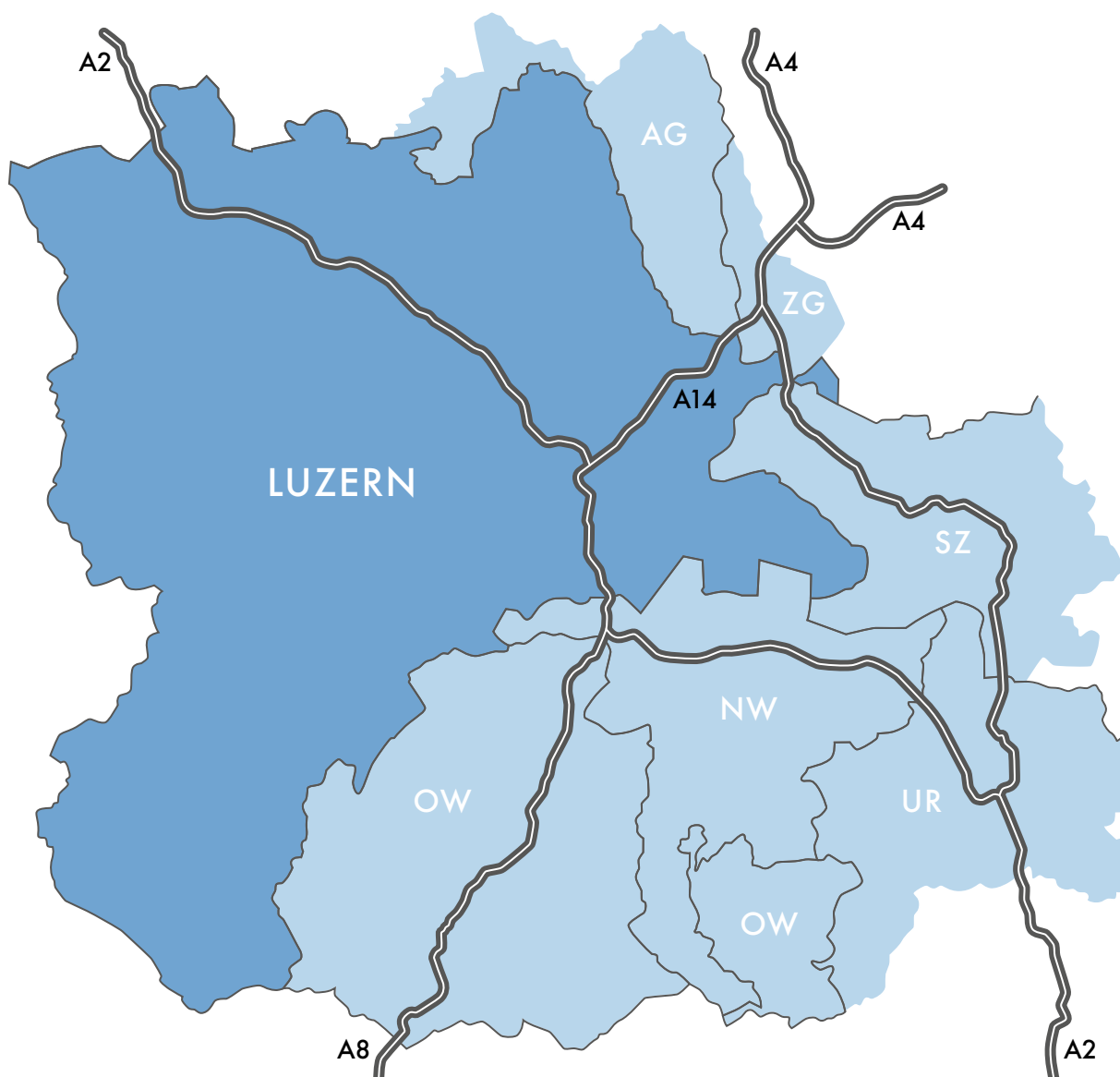
Die Verkehrsumlegung wird mit der Software VISUM, die Verkehrsnachfrage mit dem darin enthaltenen Tool EVA (Erzeugung – Verteilung – Aufteilung) der PTV Group berechnet.



Modellabgrenzungen

MODELLPERIMETER

Der Modellperimeter umfasst die Kantone Luzern, Nidwalden, Obwalden sowie angrenzende Teile der Kantone Aargau, Zug, Schwyz und Uri. Innerhalb des Modellperimeters werden die Quelle-Ziel-Ströme zwischen den Verkehrszonen rechnerisch ermittelt. Das GVM-LU zählt 920 Binnenzonen, davon 594 im Kanton Luzern, und 42 sogenannte Aussenzonen. Über die Aussenzonen (Kordonzonen) wird der Quell-/Zielverkehr zwischen dem Modellperimeter der Nachfrageberechnung und dem Rest der Schweiz und dem Ausland sowie der Transitverkehr durch das Modellgebiet hindurch eingespeist.



ZEITHORIZONTE

Die Verkehrsnachfrage und die Verkehrsbelastungen werden für den durchschnittlichen Werktag (DWV) im Basiszustand 2017 und im Prognosezustand 2040 abgebildet. Die beiden Zustände unterscheiden sich bezüglich der Siedlungsentwicklung und des Verkehrsangebots im MIV und öV. Die Verkehrsnachfragen für die Morgenspitzenstunde (MSP) und Abendspitzenstunde (ASP) sowie für den durchschnittlichen Tages-



verkehr (DTV) sind aus dem DWV-Modell abgeleitet. Grundlage sind die zeitlichen und räumlichen Variationen der Verkehrsnachfrage aus den Daten des MZMV 2015.

NACHFRAGESEGMENTE UND FAHRTZWECK

Mit dem GVM-LU werden die Verkehrsbeziehungen mit Quelle und Ziel innerhalb des Modelperimeters berechnet, der sogenannte Binnenverkehr. Unterschieden werden die Fahrtzwecke: Arbeit, Ausbildung, Einkauf, Nutzfahrt und Freizeit. Die Aussenverkehrsbeziehungen (Quell-, Ziel- und Transitverkehr) werden aus dem Nationalen Personenverkehrsmodell (NPVM) des Bundesamtes für Raumentwicklung übernommen.

VERKEHRSMITTEL

Die Verkehrsnachfrage wird für den motorisierten Individualverkehr (MIV), den öffentlichen Verkehr (öV), den Velo- und Fussverkehr gerechnet. Im Strassenverkehr wird nach Personenwagen (PW), Lieferwagen (LI), Lastwagen (LW) sowie Last- und Sattelzug (LZ) unterschieden. Die Fahrten des Strassengüterverkehrs (SGV) stammen aus dem Nationalen Güterverkehrsmodell. Anhand von Strukturdaten wurden die Verkehrsbeziehungen auf die Zonierung des GVM-LU heruntergebrochen und anhand der SGV-Zählraten im Modellgebiet kalibriert.

VERKEHRSANGEBOT

Die Netzmodelle für den MIV und den öV haben zwei zentrale Aufgaben im Verkehrsmodell. Zum einen werden verschiedene Kenngrössenmatrizen wie Reisezeiten oder Bedienungshäufigkeiten zwischen allen Verkehrszonen berechnet, die direkt in die Nachfrageberechnungen einfließen, zum anderen werden die ermittelten Verkehrsnachfragematrizen auf die Netzmodelle umgelegt und so die Netzbelastungen für den MIV und den öV bestimmt.

Das Strassennetz wurde aus den Navigationsdaten der Firma TomTom abgeleitet. Die wesentlichen Grundlagen für die Erstellung des Verkehrsangebots im öV sind der Datensatz Hafas 2017 und der Systemfahrplan 2017 der SBB.

SIEDLUNGS- UND STRUKTURDATEN

Bei der Bestimmung der Verkehrserzeugung und der Verkehrsanziehung der Zonen wird nach den Fahrtzwecken Arbeit, Ausbildung, Einkauf, Nutzfahrt, Freizeit/Sonstiges unterschieden. Als Basis dienen folgende Siedlungsdaten am Wohnort und Strukturdaten am Zielort:

- | | |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|
| •••• Einwohnerinnen und Einwohner nach Altersklasse | •••• Beschäftigte |
| •••• Schülerinnen/Schüler | •••• Verkaufsflächen |
| •••• PW-Verfügbarkeit, -besitz | •••• Freizeiteinrichtungen, -nutzungen |
| •••• Abo-Besitz | •••• Parkierung |

Für das GVM-LU wurde ein umfangreicher Strukturdatensatz mit insgesamt 66 Variablen erstellt. Die Strukturdaten liegen pro Verkehrszone für den Ist-Zustand 2017 und das Prognosejahr 2040 vor. Die wichtigsten Quellen sind die Daten aus STATENT, LUSTAT und STATPOP.



Resultate

IST-ZUSTAND 2017

Innerhalb des Modellperimeters des GVM-LU werden an einem durchschnittlichen Werktag insgesamt 2.11 Millionen Wege erzeugt. Daraus ergibt sich ein spezifisches Verkehrsaufkommen von 3.18 Wegen pro Person.

Die mit dem Modell ermittelten Fahrtzweckanteile stimmen gut mit den Ergebnissen des MZMV 2015 überein, wie aus Tabelle 1 entnommen werden kann:

Tabelle 1: Vergleich der ermittelten Verkehrsaufkommen nach Fahrtzweckanteilen (Binnenzonen) im GVM-LU mit dem MZMV 2015

| | BERECHNETE WEGE [Mio./Werktag] | ANTEIL DER BERECHNETEN WEGE IM GVM-LU [%] | ANTEIL DER WEGE IM MZMV 2015 [%] |
|--------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Arbeit | 0.64 | 30.3 | 30.3 |
| Ausbildung | 0.22 | 10.4 | 10.9 |
| Einkauf | 0.54 | 25.5 | 25.2 |
| Nutzfahrt | 0.18 | 8.5 | 8.5 |
| Freizeit | 0.54 | 25.3 | 25.1 |
| TOTAL | 2.11 | 100.0 | 100.0 |

Die Wege werden mit folgenden Verkehrsmitteln durchgeführt:

| | | | |
|---------|--------|---------|-------------|
| 60% MIV | 13% öV | 9% Velo | 18% zu Fuss |
|---------|--------|---------|-------------|

Die Modal-Split-Anteile nach Fahrtzwecken und Wegen sowie der Vergleich mit dem MZMV 2015 sind in Tabelle 2 dargestellt:

Tabelle 2: Modal-Split-Anteile der erstellten Quelle-Ziel-Matrizen im Vergleich GVM-LU mit dem MZMV 2015, interzonale Wege [%]

| FAHRTZWECK | MIV | | ÖV | | VELO | | ZU FUSS | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|
| | Modell | MZMV | Modell | MZMV | Modell | MZMV | Modell | MZMV |
| Arbeit | 66.7 | 65.8 | 12.4 | 12.9 | 10.9 | 10.3 | 10.0 | 10.9 |
| Ausbildung | 14.4 | 16.2 | 25.5 | 22.6 | 12.6 | 16.8 | 47.5 | 44.5 |
| Einkauf | 59.4 | 59.7 | 11.9 | 9.5 | 6.9 | 7.7 | 21.9 | 23.0 |
| Nutzfahrt | 82.8 | 81.4 | 2.7 | 3.0 | 4.3 | 4.9 | 10.2 | 10.6 |
| Freizeit | 58.2 | 58.8 | 14.2 | 14.9 | 10.1 | 10.2 | 17.6 | 16.1 |
| ALLE | 59.8 | 59.2 | 13.0 | 12.6 | 9.3 | 9.8 | 17.9 | 18.4 |



Analoge Resultate liegen auch für das Prognosejahr 2040 vor, wobei die jeweilige Entwicklung von 2017 bis 2040 von Interesse ist.

Die Anzahl Einwohner nimmt beispielsweise im Kanton Luzern von 2017 bis 2040 um +16% zu, die Anzahl Beschäftigte um +14%. Gesamthaft nehmen die Fahrten des Tagesverkehrs zwischen 2017 und 2040 um +19% zu, wobei die Freizeit- und Nutzfahrten mit rund +24% am meisten und die Ausbildungsfahrten mit +12% unterdurchschnittlich zunehmen. Die Fahrten zur Arbeit nehmen um +15% und die Einkaufsfahrten um +19% zu.

Bezogen auf die Verkehrsmittel weist der öV die grösste Zunahme mit +29% auf, Velo und Fussgänger nehmen um +19% resp. +21% zu, während der MIV um +17% zunimmt. Im Prognosezustand 2040 werden die beiden Grossprojekte Durchgangsbahnhof Luzern (DBL) und A2/A14 Bypass Luzern berücksichtigt. Mit +55% nimmt der öV-Verkehr von und nach Luzern sowie der Transitverkehr mit DBL und Zimmerberg-Basistunnel 2 am stärksten zu.

Gemessen an der Fahrleistung nehmen der PW-Anteil um -4% ab und der öV-Anteil um +14% zu.

Weitere Informationen und Auswertungen können Interessierte auch im Bericht «Gesamtverkehrsmodell Kanton Luzern (GVM-LU), Ist-Zustand 2017 und Prognose 2040» finden.

Modellnutzung

Die Anwendung des Gesamtverkehrsmodells Luzern (GVM-LU) ist wie folgt geregelt:

- Die Eigentumsrechte am GVM-LU liegen beim Bau-, Umwelt und Wirtschaftsdepartement des Kantons Luzern. Zuständig ist die Dienststelle Verkehr und Infrastruktur (vif), welche das GVM-LU betreut und periodisch aktualisiert.
- Mit Abschluss eines einfachen Nutzungsvertrages wird der Einsatz des GVM-LU durch Dritte geregelt.
- Kontaktperson der Dienststelle vif für Fragen und die Bereitstellung der gewünschten Modellgrundlagen ist:
Danièle Müller
daniele.mueller@lu.ch
Tel. +41 318 11 24
- Die MIV-Belastungen im Kanton Luzern werden von der Abteilung Geoinformation des Kantons Luzern (rawi) für beliebige Ausschnitte über das Intranetportal zur Verfügung gestellt.



Fazit

Mit dem für das Jahr 2017 aktualisierten Verkehrsmodell werden die Verkehrsmengen, die Verkehrsströme sowie die Verkehrsbelastungen abhängig von der Siedlungsstruktur, der Verkehrsinfrastruktur und den Verhaltensweisen der Bevölkerung ermittelt.

Ziel jedes Modells ist es, die Realität möglichst gut abzubilden. Mit dem vorliegenden Nachfragemodell steht ein Hilfsmittel für die Abschätzung des Verkehrs zur Verfügung, welches die Bedürfnisse der Anwenderinnen und Anwender direkt deckt oder nach Bedarf aufbereitet werden kann (beispielsweise durch Verfeinerungen oder Nachkalibrierungen). Durch eine der Realität entsprechende Fahrtenstruktur sowie durch die Kalibrierung mit Verkehrszählungen ist die Prognosefähigkeit des Modells gewährleistet.

Der Einfluss der Verkehrsinfrastruktur (überlastete Strassen) auf die Entwicklung der Siedlungsstruktur und auf die Verhaltensweisen der Bevölkerung wird nicht vollständig im GVM-LU simuliert. Dies wäre auch gar nicht sinnvoll, da einerseits die Entwicklung der Siedlungsstruktur und die Verhaltensweisen der Bevölkerung ganz wesentlich auch von anderen, nicht verkehrlichen Einflüssen abhängig sind und andererseits die erforderlichen Massnahmen zur Eindämmung des Verkehrswachstums noch nicht bekannt sind. Anhand von Szenarien können allerdings auch solche Einflüsse modelliert werden.



Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement
Verkehr und Infrastruktur (vif)
Arsenalstrasse 43
Postfach
6010 Kriens 2 Sternmatt

Telefon 041 318 12 12
www.vif.lu.ch