

# **Tool zur automatisierten Erweiterung von Verkehrsnachfragemodellen für eine Netzkategorisierung**



**Universität Stuttgart**

**Institut für Straßen- und Verkehrswesen**

**Lehrstuhl für Verkehrsplanung und**

## Inhalt

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>Funktionsübersicht</b>  | <b>3</b> |
| <b>2</b> | <b>Anwendung</b>   | <b>4</b> |
| 2.1      | Verfahrensablauf in Visum laden:                                     | 4        |
| 2.2      | Ausführung der Python-Skripte zum Einlesen und Aufbereiten der Daten | 4        |
| 2.3      | Luftlinienmatrizen erstellen   | 6        |
| 2.4      | Zuordnung der Verbindungsfunktionsstufen zum Netz                    | 6        |
| 2.5      | Bewertung der Angebotsqualität                                       | 6        |
| <b>3</b> | <b>Dateien</b>   | <b>7</b> |
| <b>4</b> | <b>Literatur</b>   | <b>7</b> |

# 1 Funktionsübersicht

Das in PTV Visum 2024 integrierte Tool zur automatisierten Netzkategorisierung erleichtert die Anwendung der „Richtlinien für integrierte Netzgestaltung“ (RIN 2008). Es automatisiert wesentliche Schritte, die bei der Verkehrsnetzplanung erforderlich sind, indem es zentrale Orte mit Verkehrsnachfragemodellen verknüpft und die Angebotsqualität der Verbindungen zwischen diesen Orten bewertet.

Die Hauptfunktionen des Tools umfassen:

## 1. Einlesen zentraler Orte und Zuordnung zu Verkehrszellen

Das Tool verknüpft zentrale Orte (wie Metropolregionen, Ober-, Mittel- und Grundzentren) mit den Verkehrszellen des vorhandenen Nachfragemodells. Diese Zuordnung ist der erste Schritt zur Bestimmung der Verbindungsbedeutung zwischen den Orten und bildet die Grundlage für die Kategorisierung des Verkehrsnetzes. Zudem werden benötigte benutzerdefinierte Attribute und Nachfragesegmente erstellt.

## 2. Erstellung von Luftlinienmatrizen zwischen zentralen Orten

Für alle Verbindungen zwischen zentralen Orten können Luftlinienmatrizen generiert werden. Diese können mit einem gesonderten Tool („Luftlinientool“) erstellt werden. Dieses kann auf der Website des Lehrstuhls gefunden werden. Das Ergebnis des Luftlinientools ist die Kategorisierung der Luftlinienverbindungen in Verbindungsfunktionsstufen (VFS). Diese dienen als Basis für die nachfolgende Netzumlegung.

## 3. Zuordnung der Verbindungsfunktionsstufen (VFS) zum Netz

Das Tool nutzt eine in den RIN (2018) vorgeschlagene Widerstandsfunktion, um die Luftlinien auf das reale Verkehrsnetz umzulegen. Nutzer können durch die Einstellung der Parameter den Grad der Bündelung und der Direktheit der Verbindungen beeinflussen.

$$w_s = \beta_0 \cdot t_s \cdot \beta_{s,wid} + \beta_1 \cdot VFS_s + \beta_2 \cdot l_s$$

mit

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| $w_s$                       | Widerstand der Strecke s [s]                                  |
| $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ | Parameter für Fahrtzeit, Verbindungsfunktionsstufe und Länge  |
| $\beta_{s,wid}$             | Parameter für die Korrektur des Widerstands auf Streckenebene |
| $t_s$                       | Fahrtzeit auf der Strecke s bei freiem Verkehrsfluss [s]      |
| $VFS_s$                     | Verbindungsfunktionsstufe der Strecke s                       |
| $l_s$                       | Länge der Strecke s [m]                                       |

In diesem Tool werden VFS 0 bis VFS 2 in das Netz umgelegt. Weitere VFS können bei Bedarf händisch hinzugefügt werden.

#### 4. Bewertung der Angebotsqualität (SAQ)

Nach der Netzumlegung bewertet das Tool für jede Quelle-Ziel-Relation die Stufe der Angebotsqualität (SAQ). Diese Bewertung erfolgt auf Basis der errechneten Verbindung und gibt an, wie gut die Verbindung in Bezug auf die Luftliniengeschwindigkeit und die Direktheit ist. Die Bewertung wird in Noten von 1 bis 6 (A bis F) in Kenngrößenmatrizen angegeben. Zudem werden für jeden Bezirk die Anteile an Verbindungen in den jeweiligen Bewertungskategorien angegeben.

## 2 Anwendung

Um das Tool zur automatisierten Netzkategorisierung in PTV Visum anzuwenden, wird ein definierter Verfahrensablauf in das bestehende Verkehrsnachfragemodell geladen. Dieser Verfahrensablauf enthält verschiedene Python-Skripte (3.9), die nacheinander ausgeführt werden und sämtliche Schritte der Netzkategorisierung automatisieren. Im Folgenden wird der typische Anwendungsprozess beschrieben:

### 2.1 Verfahrensablauf in Visum laden:

- Öffnen Sie das Verkehrsnachfragemodell in PTV Visum.
- Importieren Sie den Verfahrensablauf „RIN\_Verfahrensablauf.xml“, der die einzelnen Schritte zur Netzkategorisierung enthält. Ignorieren Sie dabei alle auftretenden Meldungen.
- Stellen Sie sicher, dass alle notwendigen Skripte korrekt im Modell angegeben sind und ausführbar sind. Wählen Sie diese gegebenenfalls nochmals per Hand aus.
- Stellen Sie zudem sicher, dass der Ordner „shapefiles“ im gleichen Ordner wie das Verkehrsnachfragemodell liegt.

### 2.2 Ausführung der Python-Skripte zum Einlesen und Aufbereiten der Daten

Der Verfahrensablauf besteht aus mehreren Python-Skripten, die aufeinander aufbauen. Im Folgenden werden die einzelnen Skripte in der Gruppe „Einlesen und Aufbereiten der Daten“ kurz beschrieben:

#### 1. „RIN\_POIerstellen\_Shpeinlesen.py“

In diesem Skript wird zuerst die Anzahl der vorhandenen POI-Kategorien ermittelt, um die nächste freie Nummer zu bestimmen. Anschließend werden zwei neue POI-

Kategorien erstellt: Eine für zentrale Orte und eine für Mittelbereiche. In der POI-Kategorie für zentrale Orte wird ein benutzerdefiniertes Attribut namens „RIN\_Zentralität“ hinzugefügt. Schließlich erfolgt der Import der Shapefiles in die entsprechenden POI-Kategorien, sodass die Daten im Verkehrsnachfragemodell genutzt werden können.

2. „RIN\_UDAs erstellen.py“

In diesem Skript werden mehrere benutzerdefinierte Attribute (UDAs) für verschiedene Netzobjekte erstellt. Es wird sichergestellt, dass bei Fehlern im Prozess das Skript nicht abbricht. Es werden die UDAs für Strecken „RIN\_WidFak“ (Widerstandsfaktor), „RIN\_VFS“ (Verbindungsfunktionsstufe) und „RIN\_VFSKorr“ (korrigierte Verbindungsfunktionsstufe) erstellt. Für Streckentypen wird ebenfalls das Attribut „RIN\_WidFak“ erstellt. Der Widerstandsfaktor kann dabei in der Widerstandsfunktion auf Strecken- oder Streckentypenebene verwendet werden. Das Attribut „RIN\_VFSKorr“ kann zur Nachkorrektur der VFS auf Streckenebene verwendet werden. Für Bezirke werden die Attribute „RIN\_Zentralität“ und „RIN\_NrZugehoerigerPOI“ (zugehörige POI-Nummer) definiert.

3. „RIN\_Verschneiden.py“

In diesem Skript werden Schritte zur Verschneidung von den zuvor eingelesenen zentralen Orten mit Bezirken durchgeführt, um die Zentralität der Bezirke zu bestimmen und entsprechende POI-Nummern zu speichern. Auftretende Meldungen können ignoriert werden und sind ein Artefakt der automatisierten Verschneide-Funktion über die COM-Schnittstelle.

4. „RIN\_NSegErstellenZuordnen.py“

In diesem Skript wird eine grafische Benutzeroberfläche (GUI) verwendet, um den Modus für die Netzumlegung auszuwählen und anschließend mehrere Nachfragesegmente für die VFS zu erstellen. Beim Ausführen dieses Skript wird ein Eingabefenster mit der Auswahl der im Modell vorhandenen Modi geöffnet. Wählen Sie hier den gewünschten Modus (Standard: Pkw) für den Sie die Netzkategorisierung durchführen wollen aus. Anschließend werden die Nachfragesegmente für die unterschiedlichen VFS (0 bis 4) erstellt und diesem Modus zugeordnet.

5. „RIN\_WiderstandsfunktionPkw.py“

In diesem Skript wird die Widerstandsfunktion für den vorher ausgewählten Modus angepasst. Die Widerstandsfunktion kann Kapitel 1 entnommen werden.

Sind diese Schritte einmal im Modell durchgelaufen, können diese deaktiviert werden.

## 2.3 Luftlinienmatrizen erstellen

Die Luftlinienmatrizen für die einzelnen Verbindungsfunktionsstufen können mit einem Tool erstellt werden. Dieses ist hier zu finden: <https://www.isv.uni-stuttgart.de/vuv/tools/>  
Eine Dokumentation und Anleitung zur Verwendung dieses Tools sind dort ebenfalls abrufbar.

## 2.4 Zuordnung der Verbindungsfunktionsstufen zum Netz

Im nächsten Schritt erfolgt die Durchführung von Bestwegumlegungen für die Verbindungsfunktionsstufen VFS 0 bis VFS 2. Anschließend wird den Strecken die jeweilige VFS zugeordnet. Durch Variation der Widerstandsfunktion besteht die Möglichkeit, Einfluss auf die Umlegung zu nehmen. Nach Abschluss dieses Schrittes ist die Netzkategorisierung vollständig durchgeführt.

## 2.5 Bewertung der Angebotsqualität

Im nächsten Schritt erfolgt die Berechnung der verbindungsbezogenen Angebotsqualität auf Basis der zuvor durchgeführten Netzkategorisierung. Es werden die Qualitätsstufen von den Luftliniengeschwindigkeiten und Umwegfaktoren ausgegeben. Zu Beginn des Verfahrens wird eine Berechnung der IV-Kenngrößenmatrix durchgeführt. Anschließend werden Python-Skripte zur Vorbereitung und Durchführung der Bewertung ausgeführt:

### 1. „RIN\_UDA\_AuswertungenSAQ.py“

Dieses Skript fügt benutzerdefinierte Attribute (UDAs) auf Bezirksebene ein. Diese geben den Anteil der Verbindungen ausgehend von diesem Bezirk in den Angebotsstufen 1 bis 6 an. Sie werden bei Berechnung der Angebotsqualität gefüllt. Dieses Skript muss nur einmal ausgeführt werden und kann danach deaktiviert werden.

### 2. „RIN\_SAQMatrizen.py“

Das Skript stellt sicher, dass die Matrizen "SAQ\_VLuft" (Luftliniengeschwindigkeit) und "SAQ\_DF" (Umwegfaktor) vorhanden sind. Dazu werden sie bei Bedarf erstellt und korrekt konfiguriert. Die berechnete Angebotsqualität wird in diesen Matrizen gesichert. Dieses Skript muss nur einmal ausgeführt werden und kann danach deaktiviert werden.

### 3. „SAQ\_LL\_V\_Pkw.py“

Das vorliegende Skript berechnet die Qualitätsstufen der Luftliniengeschwindigkeiten. Nach Ausführung des Skripts wird eine grafische Benutzeroberfläche geöffnet. Im nächsten Schritt müssen nacheinander zwei Kenngrößenmatrizen ausgewählt werden: die Luftlinienmatrix und die Reisezeitmatrix. Die Qualitätsstufen werden anhand der zuvor ausgewählten

Matrizen berechnet, in der Matrix "SAQ\_VLuft" gesichert und die prozentualen Anteile der Angebotsstufen pro Bezirk ausgegeben.

#### 4. „SAQ\_DF\_Pkw.py“

Dieses Skript berechnet die Qualitätsstufen der Umwegfaktoren. Wie auch im vorangegangene Skript wird hier eine grafische Benutzeroberfläche geöffnet. Es müssen nacheinander folgende Kenngrößenmatrizen ausgewählt werden: die Luftlinienmatrix und die Fahrweite. Die Zuordnung dieser SAQ-Stufen erfolgt basierend auf den ausgewählten Matrizen und wird in der Matrix „SAQ\_DF“ gespeichert. Zusätzlich werden die prozentualen Anteile jeder SAQ-Stufe für alle Bezirke ermittelt.

### 3 Dateien

Folgende Dateien werden mit dem Tool geliefert:

- Verfahrensablauf „RIN\_Verfahrensablauf.xml“
- Shapefiles für zentrale Orte und Mittelbereiche
  - ZentraleOrte\_mainzone.SHP
  - ZentraleOrte\_SWPzone\_zone\_centroid.SHP
- Skripte:
  - RIN\_POlerstellen\_Shpeinlesen.py
  - RIN\_UDAs\_erstellen.py
  - RIN\_Verschneiden.py
  - RIN\_NSegErstellenZuordnen.py
  - RIN\_WiderstandsfunktionPkw.py
  - RIN\_UDA\_AuswertungenSAQ.py
  - RIN\_SAQMatrizen.py
  - SAQ\_LL\_V\_Pkw.py
  - SAQ\_DF\_Pkw.py

### 4 Literatur

RIN (2008): Richtlinien für integrierte Netzgestaltung. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV).

RIN Hinweise (2018): Hinweise zur Anwendung der RIN. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV).