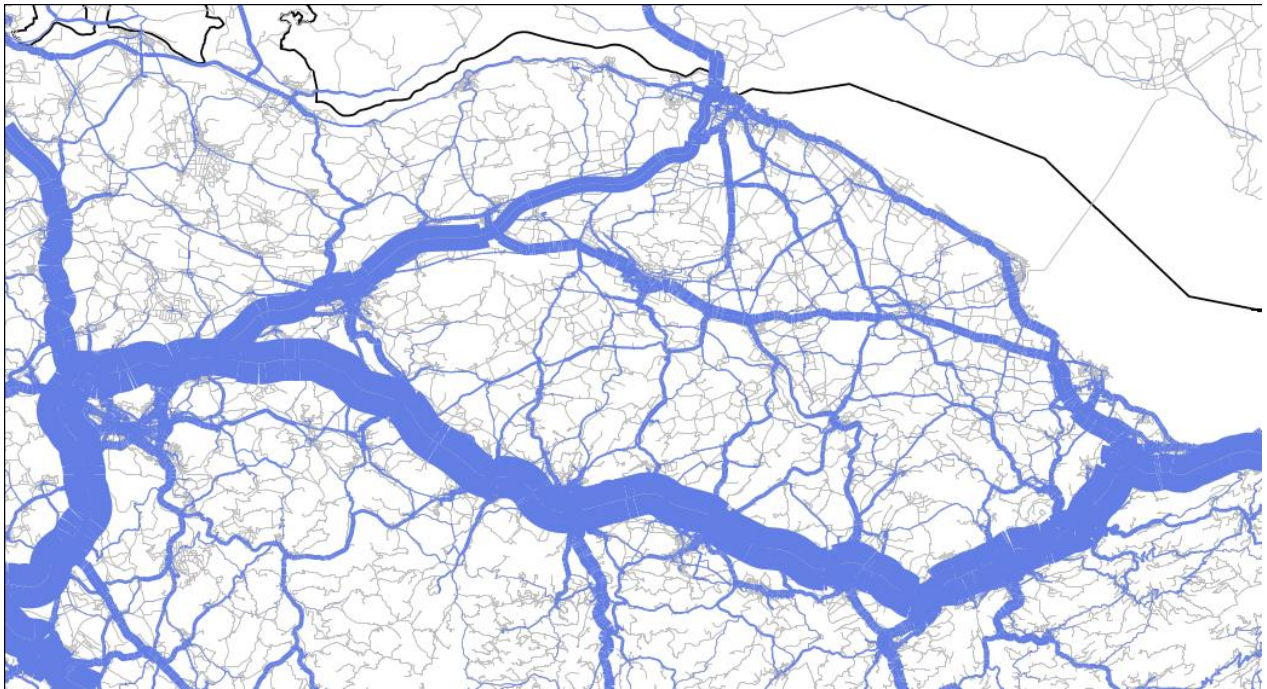


## Ausschreibungsunterlagen

### Dokument B: Projekt- und Leistungsbeschreibung

---

**Projektbezeichnung:** Verkehrsmodell Thurgau



---

**Eingabetermin:** 20.11.2020, 15:00 Uhr

---

Auftraggeber:

**Kantonales Tiefbauamt Thurgau**

Projekt Management Verkehr

Langfeldstrasse 53A  
8510 Frauenfeld

Projektnummer 2000216

Frauenfeld, 25.09.2020

---

## Inhaltsverzeichnis

1	Projektdefinition.....	3
1.1	Ausgangslage.....	3
1.2	Gegenstand und Ziele des Projekts .....	3
1.3	Verfügbare Daten .....	4
2	Termine.....	5
3	Leistungsbeschrieb .....	6
3.1	Räumliche und zeitliche Abgrenzung.....	6
3.1.1	Planungs-, Untersuchungs-, Aussenraum.....	6
3.1.2	Analyse- und Prognosezeitpunkt.....	6
3.2	Zonierung .....	7
3.3	Netzmodell .....	7
3.3.1	Netzmodell Strasse.....	7
3.3.2	Netzmodell Schiene und Haltestellen.....	8
3.3.3	Verkehrsangebot ÖV .....	8
3.3.4	Zählzeiten Strasse.....	8
3.4	Anbindungen .....	9
3.5	Segmentierung der Nachfrage.....	9
3.6	Nachfragemodell .....	9
3.7	Ableitung der Modellparameter .....	10
3.8	Externe Verkehre.....	11
3.8.1	Aussenverkehr.....	11
3.8.2	Schwerverkehr .....	11
3.9	Steuerung des Modells .....	11
3.10	Validierung .....	11
3.10.1	Netzmodell.....	11
3.10.2	Nachfrage .....	12
3.11	Spitzenstundenmodell .....	13
3.12	DTV-Modell.....	13
3.13	Prognose .....	13
3.14	Modellsoftware .....	14
3.15	Dokumentation, Übergabe, Probetrieb.....	14

# 1 Projektdefinition

## 1.1 Ausgangslage

Gemäss den Prognosen des Bundesamtes für Statistik und der Dienststelle für Statistik des Kantons Thurgau wird die Bevölkerung im Kanton Thurgau in den nächsten Jahrzehnten weiterwachsen. Dadurch nehmen die Verkehrsmengen zu und die Verkehrsnetze des Motorisierten Individualverkehrs (MIV) und des Öffentlichen Verkehrs (ÖV) werden immer stärker belastet und stossen an ihre Kapazitätsgrenzen. Für die Planung und Projektierung von Siedlungs- und Verkehrsprojekten werden daher vermehrt Verkehrsprognosen benötigt, welche innerhalb des Gesamtverkehrssystems aufeinander abgestimmt sind.

Der Kanton Thurgau besitzt derzeit kein eigenes Verkehrsmodell. Für anstehende Planungsaufgaben aber werden aktuelle Informationen über das heutige und zukünftige Verkehrsgeschehen im Kanton Thurgau benötigt. Als Grundlage für die Planungen soll ein Verkehrsmodell erstellt werden, mit dem Verkehrsnachfragematrizen im Personenverkehr und im LW-Verkehr ermittelt und die Wirkungen verkehrlicher Massnahmen und demografischer Entwicklungen abgeschätzt werden können.

## 1.2 Gegenstand und Ziele des Projekts

Die Ausschreibung „Verkehrsmodell Thurgau“ umfasst den Aufbau eines neuen Verkehrsmodells, welches mit dem Nationalen Personenverkehrsmodell und den Verkehrsmodellen anderer Kantone kompatibel sein muss. Der Kanton Thurgau schafft sich die Software VISUM der Firma PTV an. Das neue Verkehrsmodell soll mit dieser Software betrieben werden können. Für die Verkehrsnachfragemodellierung ist eine vollständig kompatible Software zu verwenden.

Der Auftrag umfasst:

- die Erstellung des Netzmodells mit den Daten des Verkehrsangebots im Strassenverkehr und im öffentlichen Verkehr, den Strukturdaten und Zähldaten für den Analysezustand,
- die Erstellung, Kalibrierung und Validierung des Verkehrsnachfragemodells für den Analysezustand,
- die Erstellung des Netzmodells mit den Daten des Verkehrsangebots im Strassenverkehr und im öffentlichen Verkehr und den Strukturdaten für den Prognosezustand 2040 und als Option auch für den Prognosezustand 2050.

Das zu erstellende Verkehrsmodell soll vorrangig für folgende Aufgabenstellungen eingesetzt werden:

- Modellierung der Auswirkungen des Bevölkerungswachstums und des Neu- oder Ausbaus von Wohn- und Gewerbegebieten.
- Modellierung von neuen Strassen, von Strassenaus- und -rückbauten für den MIV.
- Berücksichtigung des Veloverkehrs bei der Berechnung der Verkehrsmittelanteile zur Modellierung von Modal-Shift-Effekten. Die Modellierung des Veloverkehrs steht allerdings nicht im Vordergrund, insbesondere weil die Datenlage im Kanton Thurgau aktuell nicht ausreichend ist.
- Abbildung von Wechselwirkungen zwischen MIV und ÖV (Modal-Shift).

- Die Untersuchung der Auswirkungen von Massnahmen im ÖV (z.B. Einführung neuer ÖV-Linien, Taktveränderungen, Neugestaltung von Umschlagplätzen, Einführung neuer Haltestellen).
- Modellierung von ordnungspolitischen Massnahmen wie Anpassung von Geschwindigkeitsregimen, Einführung von Durchfahrtsverboten sowie temporären Sperrungen.
- Analyse und Dimensionierung von Knotenpunkten und Verflechtungen. Die Knotenströme im Modell müssen daher eine hohe Verlässlichkeit aufweisen.
- Reisezeitanalysen

### **1.3 Verfügbare Daten**

In Tabelle 1 sind die Datengrundlagen aufgeführt, über die der Kanton Thurgau bereits verfügt oder die er für die Etablierung des Modells beschaffen wird. Diese Daten werden dem Auftragnehmer für die Bearbeitung des Auftrags zur Verfügung gestellt. Die Aufbereitung der Daten für die Modellerstellung ist Aufgabe des Auftragnehmers. Datengrundlagen, die nicht in Tabelle 1 aufgeführt sind, sind durch den Auftragnehmer zu beschaffen bzw. zu erarbeiten (z.B. Strukturdaten Einkauf oder Freizeit). Allfällige Kosten für die Datenbeschaffung werden in Absprache vom Auftraggeber übernommen.

Modellierungsschritt	Datenquelle
Aufbau Verkehrszonen	Verkehrszonen NPVM
	STATPOP, STATENT
Strassennetz	NPVM
Schienennetz	NPVM
Fahrplan	Analyse: Hafas
Strukturdaten	Bevölkerung: BFS (STATPOP)
	Arbeitsplätze: BFS (STATENT)
	Ausbildung: BFS (SE)
	PW-Besitz: ASTRA (MOFIS)
	ÖV-Abos: GA, Halbtax und Verbundabos via Open-Data-Plattform Mobilität Schweiz
Verkehrsverhalten	MZMV 2015
	SP-Befragung des MZMV
Zähldaten	Strasse: Zählstellen Kt TG, ASTRA, umliegende Kantone und deutscher Grenzraum
	Schiene: SBB, Open-Data-Plattform Mobilität Schweiz
	Strassengebundener ÖV: Ostwind, Postauto
Externe Verkehre	NPVM (Matrizen)
Schwerverkehr	NPVM (Matrizen)
Prognose	Strassennetz: Anpassung des Ist-Zustands
	ÖV-Angebot: Verkehrsperspektiven
	Bevölkerung: BFS / kantonale Prognosen
	Arbeitsplätze: ARE (Verkehrsperspektiven)

Tabelle 1: Verfügbare Datengrundlagen

## 2 Termine

Für den Projektablauf ist der folgende Zeitrahmen geplant:

- Projektbeginn März 2021
- Fertigstellung Verkehrsmodell Analysezustand Mai 2022
- Fertigstellung Verkehrsmodell Prognosefall November 2022
- Abschluss Probetrieb beim Auftraggeber Februar 2023

Für die einzelnen Arbeitsschritte und Meilensteine der Modellerstellung ist ein möglichst detaillierter Zeit- und Arbeitsplan im Angebot darzulegen.

### 3 Leistungsbeschreibung

#### 3.1 Räumliche und zeitliche Abgrenzung

##### 3.1.1 Planungs-, Untersuchungs-, Aussenraum

Der **Planungsraum** eines potenziellen Verkehrsmodells Thurgau umfasst die 80 Gemeinden des Kantons sowie die Stadt Konstanz sowie Wil (SG).

Für die Abgrenzung des **Untersuchungsraums** ist von Anbieter ein Vorschlag zu erarbeiten. Massgebend für die Abgrenzung des Untersuchungsraums sind die Pendlerbeziehungen. Etwa 80% der täglichen Pendlerwege mit Start oder Ziel im Planungsraum sollten innerhalb des Untersuchungsraums stattfinden. Abbildung 1 zeigt eine mögliche Definition des Untersuchungsraums.



Abbildung 1: Möglicher Untersuchungsraum

Zur Abbildung des **Aussenraums** sollen an den wesentlichen Einfallsachsen in den Untersuchungsraum (auf Strasse inkl. Fähre und Schiene) Aussenzonen eingerichtet werden, an denen der Verkehr von ausserhalb des Untersuchungsraums in das Modellgebiet einfließt. Dieser Verkehr kann aus dem NPVM übernommen werden. Der Anbieter entwirft hierfür ein geeignetes Konzept und stimmt dies mit dem Auftragnehmer ab.

##### 3.1.2 Analyse- und Prognosezeitpunkt

Im Rahmen der Modellerstellung sind jeweils ein Modell für den Durchschnittlichen Werktagsverkehr (DWV) sowie für die abendliche (ASP) und morgendliche (MSP) Spitzenszene für den Analysezustand und einen Prognosezustand zu erstellen. Zudem ist für den Analysezustand ein Modell für den Durchschnittlichen Tagesverkehr (DTV) zu erstellen, das primär für Lärmberechnungen eingesetzt werden soll.



Das Bezugsjahr für den Analysezustand ist das Jahr 2019, wobei Eingangsdaten, insbesondere der Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV), Zähl- und Strukturdaten je nach Verfügbarkeit aus zurückliegenden Jahren verwendet werden. Das Angebot im ÖV basiert auf dem Fahrplan der Fahrplanperiode 12/2018 bis 12/2019.

Das Bezugsjahr für die Prognose ist das Jahr 2040 und als Option das Jahr 2050.

### **3.2 Zonierung**

Der Anbieter soll in Abstimmung mit dem Auftraggeber ein geeignetes System von Verkehrszellen entwickeln. Die Verkehrszellen sollen sich an den Gemeindegrenzen orientieren. Die Zonenaufteilung soll innerhalb der Gemeindegrenzen erfolgen.

Als Datengrundlage für die Zonierung soll das NPVM verwendet werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Zonen des NPVM mehrheitlich belassen werden können. Im Einzelnen ist zu prüfen, ob die Grenzverläufe angepasst werden müssen.

Im Planungsraum sollen folgende Regeln für die Verkehrszellen eingehalten werden:

- mindestens eine Zelle pro Gemeinde,
- maximal 1'000 Einwohner pro Zelle,
- Gemeinden mit weniger Einwohnern sollten nur dann auf mehrere Zellen aufgeteilt werden, wenn sie räumlich weit verteilt sind,
- maximal ein Schienenhaltepunkt pro Zelle.

Im Untersuchungsraum ist eine Zelle pro Gemeinde vorzusehen.

### **3.3 Netzmodell**

Es ist ein integriertes multimodales Netzmodell zu erstellen, dass die relevante Infrastruktur für den MIV und den ÖV abbildet.

#### **3.3.1 Netzmodell Strasse**

Das Strassennetz soll im Planungsraum die folgenden Strassentypen enthalten:

- Nationalstrasse,
- Hauptverkehrs- und Verbindungsstrassen,
- Sammelstrassen,
- Fährverbindungen (Konstanz – Meersburg, Romanshorn – Friedrichshafen)
- von ÖV befahrene Strassen.

Das Strassennetz im Untersuchungsraum ist durch den Auftragnehmer vorzuschlagen und durch den Auftraggeber zu verabschieden.

Als Datengrundlage für das Netzmodell soll das NPVM verwendet werden. Es handelt sich dabei um ein einfaches Netzmodell, in dem komplexe, plangleiche Knotenpunkte zu einem einzelnen Knotenpunkt zusammengefasst sind. Es sollen folgende Streckenattribute übernommen werden:

- Geschwindigkeiten
- Kapazitäten
- zugelassene Verkehrssysteme

- Anzahl Fahrstreifen
- erlaubte Abbiegebeziehungen

Die Attribute sind zu plausibilisieren und ggf. anzupassen.

Neu sind folgende Attribute zu erstellen bzw. anzupassen:

- Streckentypen
- CR-Funktionen für die Strecken

Da die Ermittlung von Knotenströmen für verkehrstechnische Analysen ein zentraler Einsatzbereich des Verkehrsmodells Thurgau darstellt, sind die Abbiegewiderstände auslastungsabhängig zu modellieren. Der Anbieter soll im Angebot darstellen, wie die Abbiegebeziehungen modelliert werden.

### **3.3.2 Netzmodell Schiene und Haltestellen**

Für die Abbildung des Angebotes im ÖV ist zunächst das Schienennetz in das Netzmodell zu integrieren. Grundlage dafür ist das Schienennetz des NPVM. Das Netzmodell ist zu plausibilisieren und auf Durchgängigkeit zu prüfen. Allfällige Fehler sind zu dokumentieren und nach Rücksprache mit dem Auftraggeber zu beheben.

Für die Modellierung der Haltestellen soll der Anbieter in der Offerte ein geeignetes Vorgehen vorschlagen. Eine Möglichkeit wäre die Übernahme der Haltestellen aus den NPVM. Dort stammen die Haltestellen für den strassengebundenen ÖV aus einer früheren Version des HAFAS-Fahrplans und wurden bereits dem Strassennetz zugeordnet. Die Haltestellen im Schienennetz stammen jedoch aus dem SBB-Netz. Für diese müsste eine Zuordnung zu den HAFAS Haltestellen erfolgen.

Die Umsteigebeziehungen zwischen verschiedenen nahegelegenen Haltestellen sind über Fusswege zu modellieren. Der Anbieter soll in der Offerte ein geeignetes Vorgehen vorschlagen.

### **3.3.3 Verkehrsangebot ÖV**

Das ÖV-Angebotes soll sämtliche ÖV-Linien einschliesslich Fährverbindungen im Untersuchungsraum fahrplanfein abbilden. Grundlage für das ÖV-Angebot bildet der HAFAS-Fahrplan. Dieser ist für einen Stichtag in das Netzmodell einzulesen und auf dem Schienen- respektive Strassennetz zu routen.

Das resultierende ÖV-Angebot ist systematisch zu überprüfen. Allfällige Fehler sind zu dokumentieren und nach Rücksprache mit dem Auftraggeber zu beheben.

### **3.3.4 Zähldaten Strasse**

Strecken zähltaten werden vom Auftraggeber beschafft und zur Verfügung gestellt. Für die Kalibrierung der Knotenströme stehen jedoch keine Zählaten zur Verfügung und müssen für das Projekt neu erhoben werden. Der Anbieter erarbeitet zu Beginn des Projektes ein Konzept (zu erhebende Knoten, Anzahl Erhebungstage etc.) für die Erhebung der Knotenströme und wertet die Ergebnisse der Zählungen aus. Die Durchführung der Zählungen organisiert der Auftraggeber und ist nicht Teil des vorliegenden Auftrags.



### 3.4 Anbindungen

Der Anbieter soll im Angebot darstellen, wie die Verkehrszellen an das Verkehrsnetz angebunden und wie die Anbindungen attribuiert werden. Dabei sollen folgende Randbedingungen berücksichtigt werden:

- Im Planungsraum sollen Kreuzungen im Hauptstrassennetz nicht als Anbindungsknoten verwendet werden.
- In Verkehrszellen mit sehr hohen Quell- oder Zielaufkommen sollen Missverhältnisse zwischen Nachfrage und vorhandenen Kapazitäten vermieden werden.
- Die Zahl der Anbindungen pro Verkehrszelle soll möglichst gering gehalten werden, im Idealfall eine Anbindung pro Zelle.

### 3.5 Segmentierung der Nachfrage

Die Attribute einer Ortsveränderung (Reiseweite, Abfahrtszeitpunkt, gewähltes Verkehrsmittel) werden massgeblich von den Eigenschaften der Person (z.B. Verfügbarkeit PW und ÖV-Zeitkarte) und dem Wegezweck bestimmt. Bei makroskopischen Modellen ist es deshalb üblich, die Verkehrsnachfrage mindestens nach Wegezwecken zu segmentieren. Eine weitere Segmentierung in verhaltenshomogenen Personengruppen kann die Transparenz und die Aussagekraft des Modells erhöhen.

Der Anbieter soll im Angebot darstellen, welche Segmentierung der Nachfrage er für das Verkehrsmodell Thurgau vorsieht. Mindestens sollte dabei zwischen folgenden Verkehrszwecken unterschieden werden:

- Wohnen,
- Arbeit,
- Ausbildung (ggf. Schule und Hochschule separat),
- Einkaufen (ggf. täglicher und sonstiger Bedarf separat),
- Freizeit,
- Sonstiges.

Bei der Bildung von verhaltenshomogenen Personengruppen sind folgende Merkmale zu berücksichtigen.

- PW-Besitz
- Abo-Besitz
- Schüler
- Studenten
- Erwerbstätige
- Nicht-Erwerbstätige
- Rentner

### 3.6 Nachfragemodell

Für das Verkehrsmodell Thurgau ist ein makroskopisches Verkehrsnachfragemodell zu erstellen, dass die folgenden Modellstufen umfasst:

- Erzeugung

- kombinierte Ziel- und Verkehrsmittelwahl
- Routenwahl für den MIV und ÖV

Für eine Vereinfachung der Anwendung der kombinierten Ziel- und Verkehrsmittelwahl sollten im Rahmen der Modellerstellung entsprechende Skripte und Verfahrensabläufe etabliert werden.

Für den Personenverkehr sind Nachfragematrizen differenziert nach Wegezweck und Verkehrsmittel für den DWV und die ASP zu berechnen. Für die Umlegung können die wegezweckspezifischen Matrizen eines Verkehrsmittels zusammengefasst werden.

Umlegungen auf die Verkehrsnetze sind für die Verkehrsmittel MIV und ÖV durchzuführen. Bei der Umlegung der MIV-Nachfrage auf das Strassennetz ist der strassengebundene Schwerverkehr sowie die Anforderungen an die Knotenpunktmodellierung zu berücksichtigen. Das gewählte Verfahren sollte eine möglichst gute Abbildung der Verkehrsstärken auf den Abbiegern ermöglichen.

Für die ÖV-Umlegung ist ein fahrplanfeines Verfahren zu verwenden. Dabei ist zu beachten, dass für die Prognose nur unvollständige Informationen zum Fahrplan vorliegen werden. Der Anbieter soll in der Offerte darstellen, wie er damit umgehen wird.

Zwischen der Umlegung und der Ziel- und Verkehrsmittelwahl ist eine Rückkoppelung durchzuführen, um Auswirkungen der Routenwahl auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl abbilden zu können. Die Anzahl notwendiger Rückkoppelungsschritte soll anhand eines nachvollziehbaren Abbruchkriteriums bestimmt werden. Der Anbieter soll im Angebot dazu einen Vorschlag unterbreiten.

### 3.7 Ableitung der Modellparameter

Die Parameter des Verkehrsverteilungs- und des Verkehrsmittelwahlmodells im Personenverkehr sollen aus der Parameterschätzung abgeleitet werden, die die Daten des MZMV 2015 und der Stated Preference-Befragung verwendet (Analyse der SP-Befragung 2015 zum Verkehrsverhalten, Analyseregion 3: UR, SZ, GL, FR, SG, GR, AG, TG, VS). Dabei soll mindestens der Einfluss folgender Kenngrößen auf die Wahlentscheidung berücksichtigt werden:

- Zu- und Abgangszeit,
- Fahrzeit im Verkehrsmittel (belastete Fahrzeit im PW-Verkehr),
- Umsteigehäufigkeit im ÖV,
- Bedienungshäufigkeit im ÖV,
- ÖV-Abonnement und PW-Besitz.

Im Angebot macht der Anbieter einen Vorschlag, welche Parameter in der Verkehrsverteilung und der Verkehrsmittelwahl berücksichtigt werden und wie diese ermittelt werden.

Für die Parameter des Routenwahlmodells im MIV und des Verbindungswahlmodells im ÖV soll der Anbieter einen Vorschlag unterbreiten.

### **3.8 Externe Verkehre**

#### **3.8.1 Aussenverkehr**

Der Aussenverkehr umfasst den Quell-/Ziel- und Durchgangsverkehr des Untersuchungsraums. Dieser ist für den MIV und ÖV abzubilden. Als Grundlage können die entsprechenden Matrizen des NPVMs verwendet werden. Diese müssen auf die Zonierung des Verkehrsmodells Thurgau disaggregiert und anschliessend plausibilisiert werden.

Der Anbieter soll im Angebot darstellen, welchen Ansatz und welche Datenquellen er dazu vorsieht.

#### **3.8.2 Schwerverkehr**

Neben dem Personenverkehr ist im Netzmodell auch der Strassenschwerverkehr abzubilden. Grundlage für die Abbildung des Strassenschwerverkehrs sind die Schwerverkehrsmatrizen des NPVMs. Diese sind auf die Zonierung des Verkehrsmodells Thurgau zu disaggregieren und zu plausibilisieren.

Der Anbieter soll im Angebot darstellen, welchen Ansatz und welche Datenquellen er dazu vorsieht.

### **3.9 Steuerung des Modells**

Das Nachfragemodell soll so aufgebaut werden, dass der Auftraggeber und Dritte die komplette Nachfrageberechnung von der Verkehrserzeugung bis hin zur Umlegung einschliesslich der Rückkopplung selber durchführen können. Eine Modellrechnung soll durch geeignete Skripte oder Makros reproduzierbar sein.

### **3.10 Validierung**

#### **3.10.1 Netzmodell**

Die Qualität des Netzmodells soll durch folgende Auswertungen nachgewiesen werden:

##### **Verteilung der Abbiegezuschläge (Netzmodell Strasse)**

Es soll die Verteilung der Abbiegezuschläge im Netzmodell Strasse in einem Histogramm dargestellt und damit deren Plausibilität nachgewiesen werden.

##### **Reisezeitverhältnis Hin- und Rückrichtung (Netzmodell Strasse und Angebot im öffentlichen Verkehr)**

Das Reisezeitverhältnis von Hin- und Rückrichtung zwischen zwei Verkehrszellen sollte bei einem Tagesmodell nahe bei 1 liegen. Die Qualität des Netzmodells Strasse sowie das Angebot im öffentlichen Verkehr soll anhand der Reisezeitverhältnisse nachgewiesen werden. Dabei sind nur Relationen mit einer Luftliniendistanz > 5 km zu betrachten.

##### **Reisezeiten (Netzmodell Strasse und Angebot im öffentlichen Verkehr)**

Die Reisezeiten im Netzmodell Strasse sowie im Angebot des öffentlichen Verkehrs sind mit Daten aus unabhängigen Quellen zu vergleichen und zu plausibilisieren.

##### **Umfwegfaktoren zwischen ÖV-Haltestellen (Angebot im öffentlichen Verkehr)**

Die Qualität des Angebots im öffentlichen Verkehr soll durch die Plausibilisierung der Umwegfaktoren zwischen den ÖV-Haltestellen nachgewiesen werden.

### 3.10.2 Nachfrage

#### Modellergebnisse

Die Qualität des Nachfragemodells soll durch einen Vergleich von berechneten Modellwerten und erhobenen Werten für das Analysejahr nachgewiesen werden. Der Anbieter soll im Angebot eine geeignete Validierungsgrösse vorschlagen und begründen. Zu Projektbeginn werden die zulässigen Abweichungen, die eingehalten werden sollen, mit dem Auftraggeber abgestimmt.

Als Ergebnis der Berechnungen mit dem Verkehrsmodell sollen neben den Nachfragematrizen je Verkehrsmittel und den Verkehrsbelastungskarten der Umlegungen, die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Kenngrössen ausgewiesen und deren Qualität nachgewiesen werden. Die Kenngrössenauswertung soll durch geeignete Skripte so erfolgen, dass die Kenngrössen automatisiert in ein Tabellenkalkulationsprogramm übertragen werden können.

Kenngrösse	Inhaltliche Differenzierung	Räumliche Differenzierung				
		Untersuchungsraum	Planungsraum	Gemeinde	Strecke / Linienroute	Abbieger
Anzahl erzeugter Wege		x	x	x		
	Wegezzweck		x			
	Verkehrsmittel	x	x	x		
Aufteilung Anzahl erzeugter Wege	Durchgangsverkehr		x			
	Quell-/Zielverkehr	x	x	x		
	Binnenverkehr	x	x	x		
Reiseweitenverteilung		x				
	Wegezzweck	x				
	Verkehrsmittel	x	x			
Reisezeitverteilung		x				
	Wegezzweck	x				
	Verkehrsmittel	x	x			
Tägliche und stündliche Verkehrsstärke	Verkehrsmittel				x	x

Tabelle 2: Kenngrössen für die Validierung

Die in der vorangehenden Tabelle dargestellten Kenngrössen sind im Bericht auszuweisen.

Im Rahmen der Validierung ist ausserdem zu dokumentieren, dass die an einem Werktag erzeugten und angezogenen Personenwege und die PW-Fahrten pro Verkehrszelle übereinstimmen und dass das Verkehrspotenzial der Zelle nicht überschritten wird. Bei der Anwendung einer Matrixkorrektur ist dieser Nachweis auch für die korrigierte Matrix zu erbringen. Bei einer Matrixkorrektur ist ausserdem darzustellen, ob sich die mittlere Reisezeit und die mittlere Reiseweite ändern und welcher Anteil der Personenkilometer durch die Matrixkorrektur erklärt werden.

### **Realitätstest**

In einem Realitätstest (Elastizitätstest) soll die Sensitivität des Modells dargestellt werden. Dazu soll einmal die Fahrzeit im PW-Verkehr pauschal um 10% erhöht werden. In einem zweiten Test soll die Bedienungshäufigkeit im ÖV pauschal um 10% erhöht werden. Für beide Fälle sollen die Nachfrageelastizitäten ausgewiesen werden.

### **Konvergenztest**

Die Qualität des Modells soll abschliessend mit zwei Konvergenztests nachgewiesen werden. Dazu sollen in einem ersten Test die Abbruchbedingungen bei der PW-Umlegung (Relative Gap) verändert und die Änderungen in den Modellergebnissen analysiert werden. In einem zweiten Test sollen die Abbruchbedingungen bei der Rückkopplung während der Nachfrageberechnung wie folgt verändert werden: Erhöhung der maximalen Rückkopplungsanzahl, Reduzierung der zulässigen relativen Abweichung und Erhöhung der zulässigen relativen Abweichung.

## **3.11 Spitzenstundenmodell**

Für Engpassuntersuchungen sowie die Bereitstellung von Grundlagen für die Analyse und Dimensionierung von Knotenpunkten und Verflechtungen ist ein Modell für die ASP und MSP zu erstellen. Da sich die Struktur der Ortsveränderungen, z.B. aufgrund der Richtung von Pendlerströmen, massgeblich von der Struktur der DWV-Nachfrage unterscheidet, sind für den Personenverkehr wegezeckspezifische Ganglinien auf Basis des MZMV 2015 zu ermitteln. Daraus sind anschliessend die Nachfragematrizen als Stundenmatrizen für die ASP und MSP abzuleiten und auf die entsprechenden Netze umzulegen.

Anschliessend sind die Ergebnisse der Umlegung mit den vorhandenen Zählraten zu validieren. Neben den Zählraten auf den Strecken sind insbesondere auch die Zählraten auf den Abbiegern zu berücksichtigen.

## **3.12 DTV-Modell**

Ausgehend vom DWV-Modell ist ein Modell des DTV zu erstellen. Unter Anwendung manueller und/oder automatischer Verfahren zur Matrixkorrektur sind die Matrizen des Personenverkehrs so anzupassen, dass mit dem Modell die Zählwerte bestmöglich reproduziert werden. Die Passagierzahlen im ÖV bzw. die zu Grunde liegenden Matrizen im DWV sind ebenfalls an die Zählwerte des DTV anzupassen.

Für die Offerte ist die Methode zur Matrixanpassung zu benennen sowie die Arbeitsschritte zu beschreiben, um die Modellzustände zu erstellen.

## **3.13 Prognose**

Im Rahmen der kantonalen Verkehrsplanung müssen verkehrliche Massnahmen hinsichtlich ihrer Wirkungen untersucht und bewertet werden. Für die Untersuchungen sollen zwei Referenzszenarien für den Horizont 2040 erstellt werden. Das erste Szenario beinhaltet die Realisierung des Strassenbaupakets Bodensee-Thurtalstrasse (BTS), Oberlandstrasse (OLS) und Spange Bättershausen. Das zweite Szenario ist ohne diese Projekte zu modellieren.

Die Referenzszenarien sollen folgende verkehrsrelevanten Änderungen gegenüber dem Analysezustand berücksichtigen:

- Veränderungen in der Bevölkerungszusammensetzung und im Motorisierungsgrad,
- Änderungen in der Siedlungsstruktur, die mit hoher Wahrscheinlichkeit bis zum Prognosezeitpunkt umgesetzt sein werden,

- Weitere Massnahmen im Verkehrsangebot, die mit hoher Wahrscheinlichkeit bis zum Prognosezeitpunkt umgesetzt sein werden.

Die Prognosemodelle sollen für den DWV, die ASP und MSP erstellt werden.

Option:

Es ist ein zweiter Prognosezustand für das Jahr 2050 zu erstellen. Die Anforderungen entsprechen denjenigen für den Prognosezustand 2040.

Diese Option muss mit angeboten werden. Die damit verbundenen Kosten fliessen in die Bewertung des Preises ein. Der AG wird die Option ganz, teilweise oder gar nicht beziehen.

### **3.14 Modellsoftware**

Der Kanton Thurgau schafft sich die Software VISUM der Firma PTV Group an. Das neue Verkehrsmodell soll mit dieser Software betrieben werden können. Für die Verkehrsnachfragemodellierung ist eine vollständig kompatible Software zu verwenden.

### **3.15 Dokumentation, Übergabe, Probetrieb**

Nach der Etablierung des Verkehrsmodells Thurgau wird dieses durch den Kanton Thurgau betrieben. Das Modell ist daher vollständig zu übergeben und so aufzusetzen, dass der Auftraggeber und Dritte die komplette Nachfrageberechnung selbst durchführen können.

Alle im Rahmen der Modellerstellung verwendeten Daten, Skripte und Makros sind dem Auftraggeber vollständig und nachvollziehbar dokumentiert zu übergeben.

Die Modellerstellung ist in einem Bericht zu dokumentieren. Der Bericht sollte mindestens die Anforderungen an das Modell, die Grundsätze der Modellerstellung, die verwendeten Datengrundlagen, die Vorgehensweise zur Datenaufbereitung, die Methoden und Parameter zur Modellierung der Verkehrsnachfrage, das Vorgehen zur Validierung und Kalibrierung und die Ergebnisse des Modells für alle Modellzustände beinhalten. Zudem sollen im Bericht auch die Grenzen des Modells aufgezeigt werden.

Im Rahmen eines Probetriebs testet der Auftraggeber die Möglichkeit, einen Modelldurchlauf selbstständig durchzuführen. Sollten dabei Unklarheiten oder Mängel am Modell oder an der Dokumentation auftreten, sind diese vom Auftragnehmer zu beheben.