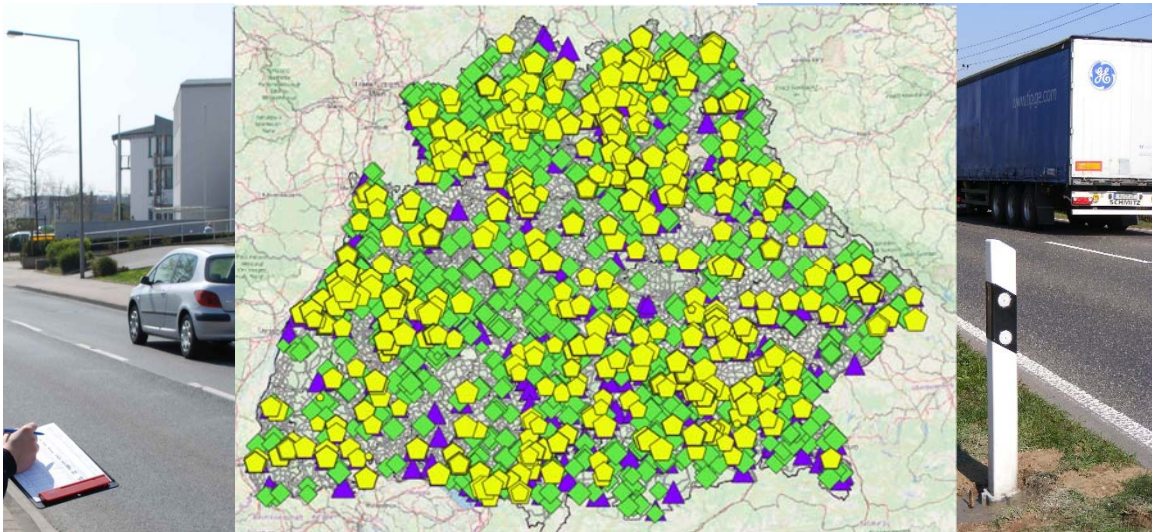


## Zählstellenübergreifende Plausibilitätsprüfung der im Rahmen der Straßenverkehrszählung erhobenen Daten - NETZPLAUSI



Das Forschungsprojekt NETZPLAUSI wird gefördert durch:



Förderkennzeichen: 19F1044A

### Bearbeitung

Dr.-Ing. Thorsten Kathmann  
Thorsten Hermes  
Christoph Machnik  
Alexander Köhler

Förderkennzeichen: 19F1044A

Projektnummer 46-0030

Aachen, April 2019

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ausgangssituation und Ziele .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Spezifikation des methodischen Vorgehens.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Datenanforderung und -übernahme.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Konzeption und Umsetzung Datenbank .....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Aufbau eines webbasierten Datenmanagements .....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Detailanalyse .....</b>	<b>13</b>
6.1	Analyse der Streckenzüge.....	14
6.2	DTV-Sprünge.....	18
6.3	Analyse der Verkehrsnetze.....	27
<b>7</b>	<b>Ableitung von kausalen Zusammenhängen .....</b>	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>Definition von automatisierten Algorithmen .....</b>	<b>29</b>
<b>9</b>	<b>Abstimmung der Entwicklung und Kooperation verkehrsvis.....</b>	<b>29</b>
<b>10</b>	<b>Abschätzung der weiteren Entwicklungskosten sowie Bewertung des Nutzens .....</b>	<b>30</b>
<b>11</b>	<b>Fortschreibung Verwertungsplan.....</b>	<b>31</b>
<b>12</b>	<b>Zusammenfassung und Fazit.....</b>	<b>32</b>

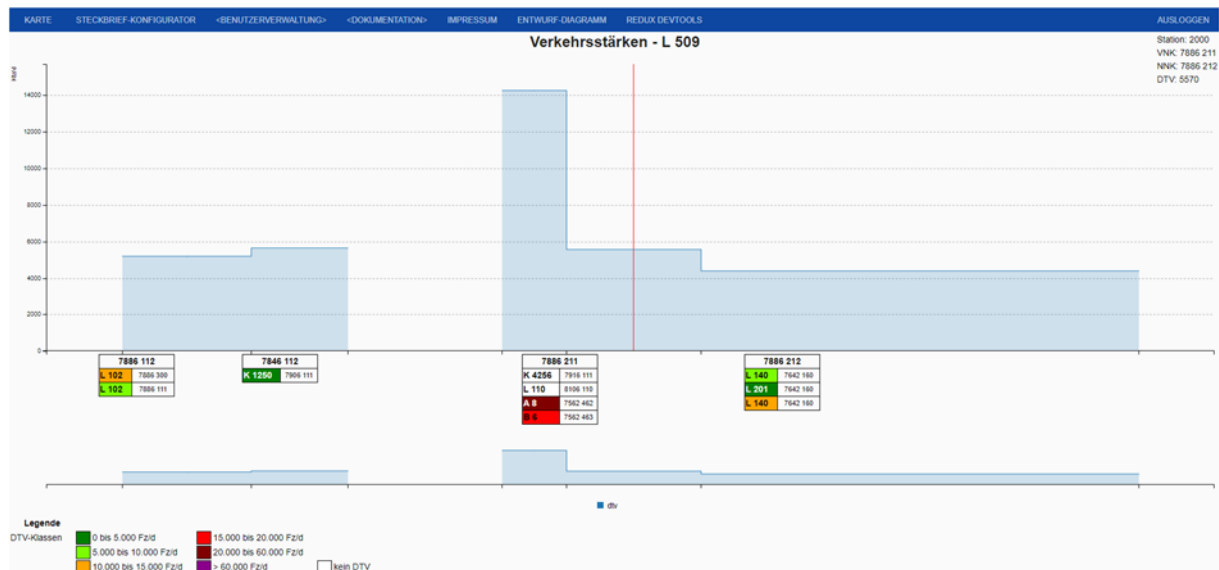
# 1 Ausgangssituation und Ziele

Belastbare Verkehrsdaten sind Eingangsgrößen in nahezu sämtliche Regelwerke und bilden häufig die Grundlage für politische Entscheidungen, sowohl auf kommunaler Ebene in Bezug auf Nachweise der Verkehrsqualität als auch auf Bundesebene im Bereich der Bundesverkehrswegeplanung. Eine wesentliche Quelle für diese Verkehrsdaten bildet neben den Daten der automatischen Dauerzählstellen die alle 5 Jahre durchgeführte bundesweite Straßenverkehrszählung. Die Organisation, Begleitung und Hochrechnung wurde hier in der Vergangenheit im Auftrag des BMVI von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) durchgeführt.

Die der Straßenverkehrszählung zugrundeliegende Methodik wurde vor rund 40 Jahren entwickelt und kommt seitdem fast unverändert zur Anwendung. Bewährt haben sich hierbei vor allem die zeitliche Aufteilung der manuellen Zählungen sowie die Hochrechnung unter Einbeziehung der Daten der automatischen Dauerzählstellen. Grundsätzlich handelt es sich bei den Erhebungen im Rahmen der Straßenverkehrszählung um Querschnittszählungen. Für das Bundesfernstraßennetz (Autobahnen und Bundesstraßen) werden hierbei lückenlos alle Straßenabschnitte erfasst. Anders als beim Netz der Dauerzählstellen (rund 1.700 Zählstellen) gibt es somit für rund 11.000 Abschnitte Zählwerte.

Auch im nachgeordneten Straßennetz liegen für rund 20.000 Abschnitte Ergebnisse vor, allerdings nicht für jeden Abschnitt. Aufgrund einer vorangegangenen Netzanalyse ist es aber möglich, die punktuell erhobenen Daten auf einen Gültigkeitsbereich zu erweitern. Um die Erhebungen wirtschaftlich durchführen zu können, wurden in der Vergangenheit allerdings große Gültigkeitsbereiche gewählt, die nicht immer über eine einheitliche Verkehrsbelastung verfügen. Probleme traten in der Vergangenheit oft dort auf, wo Gültigkeitsbereiche aneinanderstoßen und große Sprünge in der Verkehrsbelastung vorhanden waren. Diese Sprünge können auch durch fehlerhafte Erhebungen entstanden sein, die in der Plausibilitätsprüfung nicht entdeckt worden sind. Da die Zählstellen Flächenregionen mit unterschiedlichen Hochrechnungsfaktoren zugeordnet sind, können solche sprunghaften Veränderungen an den jeweiligen Regions- und Landesgrenzen auftreten.

Seit einigen Jahren lösen - zumindest im nachgeordneten Netz - die unter dem Namen Verkehrsmonitoring bekannt gewordenen Verkehrserhebungen immer stärker die manuelle Straßenverkehrszählung ab. Mittels automatischer Kurzzeiterhebungen über einen im Vergleich zu den manuellen Erhebungen längeren Zeitraum stehen präzisere Ergebnisse zur Verfügung. Verbunden mit dieser unterschiedlichen Methodik sind aber auch Unterschiede in den hochgerechneten Daten, die bei benachbarten Zählstellen mit manueller und automatischer Erhebung ebenfalls zu Sprüngen führen können.



**Abb. 1-1: Exemplarische Darstellung eines Streckenverlaufs (Testdatensatz)**

Neben den Daten des Verkehrsmonitorings, der automatischen Dauerzählstellen und der Ergebnisse der Straßenverkehrszählungen stehen inzwischen GIS-Systeme und Datenbanken zur Verfügung, mit deren Hilfe eine zählstellenübergreifende Analyse der unterschiedlichen Verkehrsdaten und eine Plausibilitätsprüfung leichter möglich sind. Zahlreiche Bundesländer verwalten bereits ihre Zählstellendaten mittels derartiger webbasierten Verkehrsdatenplattformen.

Im Rahmen dieses Förderprojektes sollen Algorithmen erarbeitet werden, mit denen für ausgewählte Bereiche eine detaillierte Datenbank-gestützte Analyse der flächendeckend erhobenen Verkehrsdaten durchgeführt werden kann. Hierbei ist es das Ziel, mit geeigneten Abfragen die Stimmigkeit und Plausibilität der Verkehrsdaten auf Streckenzügen und in Netzen zu prüfen. Hierzu sollen Algorithmen auf der Basis von Zeitreihenbetrachtungen und Nachbarschaftskriterien entwickelt werden.

Auftretende Auffälligkeiten werden auf der Kartenplattform dargestellt und anschließend detailliert analysiert. Hierbei werden neben den ermittelten Ergebnissen auch die jeweiligen Rohdaten hinzugezogen. Besonderheiten am Tag der Erhebung werden durch eine Internetrecherche und ggfs. Befragung der zuständigen Straßenmeistereien hinterfragt. Ziel ist es, logische Zusammenhänge zwischen Ursachen und Auffälligkeiten abzuleiten und den jeweiligen Datenquellen damit Qualitätsmerkmale zuzuordnen. Da sich einzelne manuelle Schritte nicht vollständig vermeiden lassen, werden die durchgeführten Schritte in Prüfaufträgen dokumentiert. Hierdurch hebt sich das Projekt deutlich von anderen geförderten Projekten ab, bei denen es um eine reine Visualisierung der ermittelten Verkehrsdaten geht.

Die bisher komplett manuell zu prüfenden Auffälligkeiten werden kategorisiert in Sprünge, die aufgrund der in diesem Projekt gewonnenen Erkenntnisse erklärbar sind und für die nach Möglichkeit auch direkt korrigierte/harmonisierte Werte automatisch ermittelt und ggf. übernommen werden können, und nicht automatisch erklärbare Auffälligkeiten, die weiterhin einer individuellen Prüfung unterzogen werden sollten.

Mittels dieser Ergebnisse kann nicht nur eine zählstellenübergreifende Analyse anhand von Prüfaufträgen durchgeführt werden, sondern die Anzahl der im Einzelfall zu prüfenden Auffälligkeiten soll durch programmtechnisch umsetzbare Algorithmen deutlich reduziert werden, so dass der Bearbeitungsaufwand seitens der zuständigen Behörden sinkt. Sofern Sprünge in der Verkehrsbelastung durch Unterschiede oder Besonderheiten der Zähl- und Hochrechnungsverfahren erklärbar sind, wird eine automatische Korrektur/Angleichung der Werte angeboten. Bestehende Auffälligkeiten sollen zukünftig automatisch in Prüfaufträgen oder als Hinweis zur Verdichtung des Zählstellennetzes münden.

Letztlich stehen nach Anwendung der im Rahmen dieses Vorhabens entwickelten Algorithmen flächendeckend Daten zur Verfügung, die ein in sich stimmiges Bild der Verkehrsbelastungen abgeben. Damit wird ein wesentliches und seit Jahren bestehendes Manko der Straßenverkehrszählungen behoben, damit zukünftig wieder flächendeckend plausible und belastbare Verkehrsdaten zur Verfügung stehen, die zudem durch die Einsparungen in der manuellen Bearbeitung wirtschaftlicher ermittelt worden sind.

## 2 Spezifikation des methodischen Vorgehens

Zu Projektbeginn wurde das methodische Vorgehen näher spezifiziert. Da inzwischen Unterstützungszusagen aus den Ländern Baden-Württemberg und Bayern vorlagen, wurden diese beiden Flächenländer als Beispielländer ausgewählt und die Datenanforderungen vorbereitet. Da bereits aus vorhergegangenen Projekten Teildatenbestände bekannt werden, konnte unmittelbar abgeschätzt werden, welche Daten verfügbar sind und in welchem Format diese vermutlich vorliegen. Somit wurde im Rahmen dieser Position bereits die Grobkonzeption der Datenbankstruktur vorgenommen, um die Daten zielgerichtet anzufordern.

Gleichzeitig wurden im Rahmen eines Brainstormings der beteiligten Projektmitarbeiter die möglichen Auswertungen und Algorithmen diskutiert und spezifiziert. Gleichzeitig wurden die Projektziele nochmals klar definiert, damit auch vor dem Hintergrund der Verwertbarkeit der Ergebnisse eine zielgerichtete Bearbeitung durchgeführt werden konnte.

Als Ergebnis standen wichtige Arbeitshypothesen zur Verfügung, die sowohl die Datenanforderungen als auch die geplanten Auswertungen definierten und somit die weiteren Arbeitspakete gestalteten.

## 3 Datenanforderung und -übernahme

Im Vorfeld des Projektantrages konnte bereits geklärt werden, dass die Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern das Projekt unterstützen und die zur Durchführung notwendigen Daten bereitgestellt werden.

Somit erfolgte in einem ersten Schritt die Datenanforderung bei den jeweilig zuständigen Stellen. Hierbei handelte es sich um die folgenden Daten:

- Straßennetz
- Zählstellen Gültigkeitsbereiche
- Zählstellenverzeichnis

- Verwaltungseinheiten (Kreise, Bezirke)
- Hochrechnungsergebnisse
- Zählwerte

Sowohl bei der Datenanforderung als auch bei der Datenübernahme konnte festgestellt werden, dass es hier deutliche Unterschiede zwischen den beiden Ländern gab. So konnte beispielsweise das Straßennetz in Baden-Württemberg durch einen TTSIB-Export als MapInfo-Dateien (zur Verfügung gestellt werden, in Bayern war diese als BAYGIS-Export per WFS-Schnittstelle möglich.

Die Zählstellenverzeichnisse konnten für beide Länder einheitlich aus der Hochrechnung der SVZ 2015 übernommen werden. Hinsichtlich der den Zählstellen zugordneten Gültigkeitsbereiche gab es allerdings wieder deutliche Unterschiede. Für Bayern konnten diese wiederum als BAYGIS-Export per WFS-Schnittstelle abgerufen werden, für das Land Baden-Württemberg sind die Gültigkeitsbereiche im Programm VERA, welches im Rahmen des Verkehrsmonitoring genutzt wird, integriert und können als CSV-Dateien exportiert werden.

Zur Visualisierung und späteren Analyse wurden die Grenzen der Verwaltungseinheiten (Kreise, Bezirke) angefragt und als Shapefile für Baden-Württemberg und als MapInfo-Dateien für Bayern bereitgestellt.

Die Hochrechnungsergebnisse der letzten Straßenverkehrszählung lagen in beiden Ländern einheitlich als Excel-Liste vor und auch die zugehörigen Daten des Verkehrsmonitoring und die Zählwerte der manuellen Zählungen konnten im identischen Format zur Verfügung gestellt werden.

## 4 Konzeption und Umsetzung Datenbank

Als Grundlage für die Analysen und zur grafischen Visualisierung wurde eine gemeinsame Datenbank konzipiert und aufgesetzt. Die Wahl als ORDBMS<sup>1</sup> fiel dabei auf PostgreSQL, da es zum Einen mit der Erweiterung PostGIS eine leistungsfähige und ausgereifte DB-Engine zur Speicherung von Geo-Daten bietet und einfache Einbindung in gängige GIS-Anwendungen (z.B. ArcGIS, MapInfo und QGIS) bietet. Zum anderen ist dank PostGIS möglich, auf SQL-Basis gängige räumliche Abfragen (z.B. Distanzberechnung, Vereinigung von verschiedenen Objekten) ohne Benutzung einer separaten GIS-Anwendung durchzuführen. Des Weiteren stellt PostgreSQL mit PL/pgSQL eine mächtige Programmiersprache zur Verfügung, um Datenbankintern komplexe Berechnungen durchführen zu können, für die sonst in der Regel das Schreiben von gesonderten Programme in Programmiersprachen wie Java oder Python notwendig wäre, welche die eigentlichen Berechnungsschritte außerhalb der Datenbank und den damit verbundenen Overhead abwickeln würden.

---

<sup>1</sup> ORDBMS = objektrationales Datenbankmanagementsystem

Gleichwohl mit der ASB<sup>2</sup>, OKSTRA<sup>3</sup> und Datex II<sup>4</sup> bereits Datenmodelle und Empfehlungen zum Speichern und Austausch von Straßennetzen und Verkehrsdaten existieren, sind in der Praxis die Datenstrukturen aus verschiedenen Quellen zwar ähnlich, aber dennoch unterschiedlich. Z.B. wird in den aus der BAYSIS in Bayern per WFS-Schnittstelle importierten Daten aus Bayern der Anfangs- und Endnetzknotten eines Netzabschnittes getrennt nach Netzknotennummer und -buchstabe in den Feldern „Von-Netzknoten\_“, „Von-Netzknotenbuchstabe\_“, „Nach-Netzknoten\_“ und „Nach-Netzknotenbuchstabe\_“ angegeben, während hingegen in dem Export aus der TTSIB in Baden-Württemberg die gleiche Information in den Feldern „Anfangsnetzknotten“ und „Endnetzknotten“ gespeichert wird (Netzknotennummer und -buchstabe sind hierbei zusammengeschrieben).

Für eine effiziente Weiterverarbeitung wurde für die verschiedenen Typen von Daten eine Tabellenstruktur (angelehnt an den Empfehlungen der ASB) entwickelt, in der die Daten aus vielerlei Quellen mit den jeweils unterschiedlichen Tabellenstrukturen gemeinsam abgelegt werden können.

Nach Befüllung der Datenbank stellt sich der Datenbestand wie folgt dar:

- ca. 40.000 Netzabschnitte (ca. 52.600 Netzabschnitte inkl. Äste)
- ca. 27.000 Unterabschnitte f. den Zählstellen-Gültigkeitsbereich
- ca. 15.700 Zählstellen
- ca. 14.250 Zählstellen mit einem Hochrechnungsergebnis für den DTV-Kfz
- ca. 25.700 Zählungen durch DTV-VC bis 2015 ausgewertete Verkehrsmonitoring-Zählungen
- davon 5442 Zählungen in 2015
- ca. 17.900 manuelle Zählungen
- ca. 300 Dauerzählstellen (DZ)er Datenbank

## 5 Aufbau eines webbasierten Datenmanagements

Zusätzlich zum Aufbau der Datenbank stand die Generierung eines webbasierten Datenbankmanagements im Fokus, da durch dieses Hilfsmittel die Ergebnisse visualisiert werden konnten. Zur Realisierung der GIS-Anwendung kamen verschiedene Technologien zum Einsatz. Für das Backend waren dies:

---

<sup>2</sup> ASB = Anweisung StraßeninformationsBank (herausgegeben im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur)

<sup>3</sup> OKSTRA = Objektkatalog für das Straßenwesen (herausgegeben im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen)

<sup>4</sup> DATEX II = auf XML basierender Standard zum Austausch von Mobilitätsdaten, welcher durch die DIN normiert ist und europaweit Verwendung findet

- PostgreSQL-Datenbank mit PostGIS-Erweiterung
- QGIS-Kartenserver
- QWC2-Server Services

Für das Frontend wurde zusätzlich auf die folgenden Technologien zurückgegriffen:

- QGIS Web Client (QWC2)
- Openlayers
- React JS Framework

Abb. 5-1 zeigt die Komplexität des eingelesenen Straßennetzes. Überlagert man dieses Straßennetz zusätzlich mit den Lagen der Zählstellen, so ergibt sich das in Abb. 5-2 dargestellte Bild.

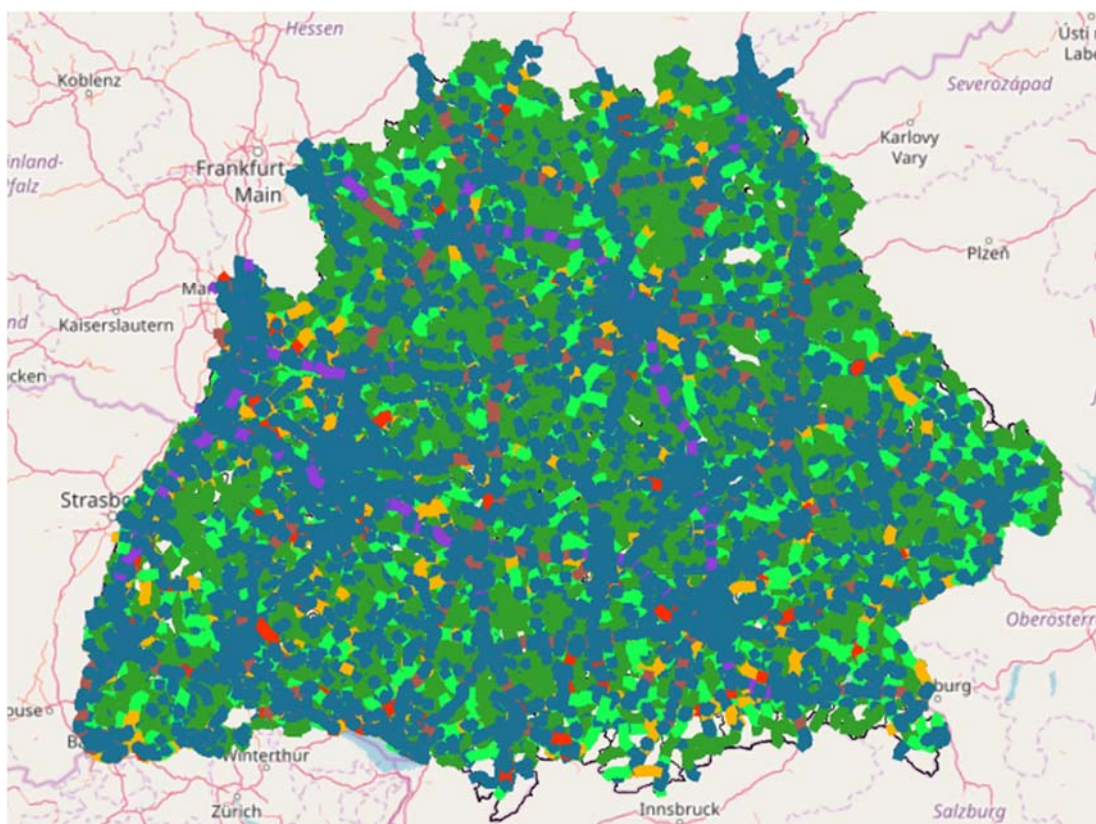
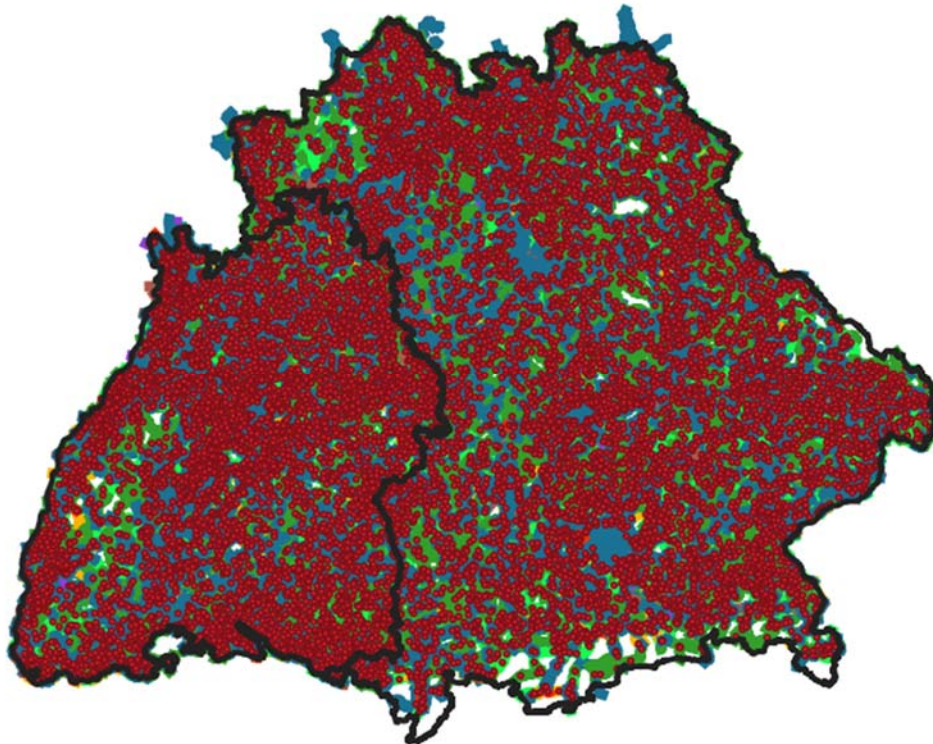


Abb. 5-1: Übersicht Straßennetz Baden-Württemberg und Bayern

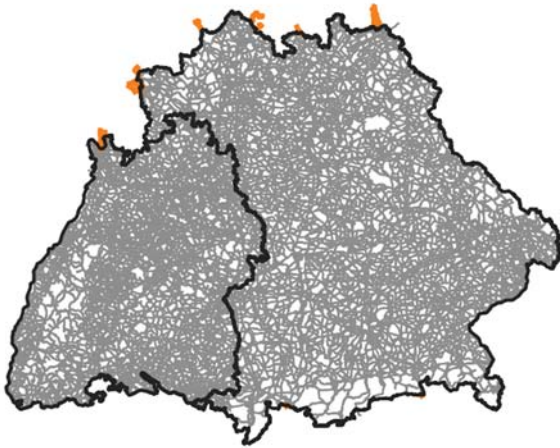




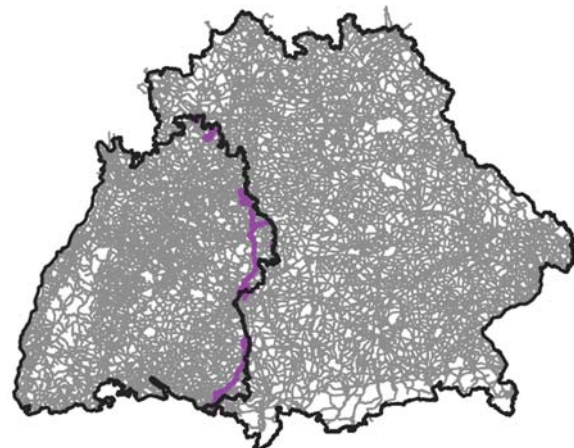
**Abb. 5-2: Übersicht Zählstellennetz Baden-Württemberg und Bayern**

Mittels der grafischen Oberfläche konnten nun auch einige Detailergebnisse der Datenaufbereitung visualisiert werden. So war beim Einlesen der Daten bereits aufgefallen, dass die zur Verfügung gestellten Daten einzelne Probleme aufwiesen. Auf einzelne dieser Aspekte soll kurz eingegangen werden.

Beim Einlesen der Netzabschnitte wurde festgestellt, dass sowohl manche Zählstellen als auch Netzabschnitte sowohl in den Daten von Baden-Württemberg als auch in Bayern auftauchen (s. Abb. 5-4). Darüber hinaus stammen einzelne Netzabschnitte von anderen Bundesländern oder außerhalb von Deutschland (s. Abb. 5-3) und liegen somit nicht im Untersuchungsgebiet.

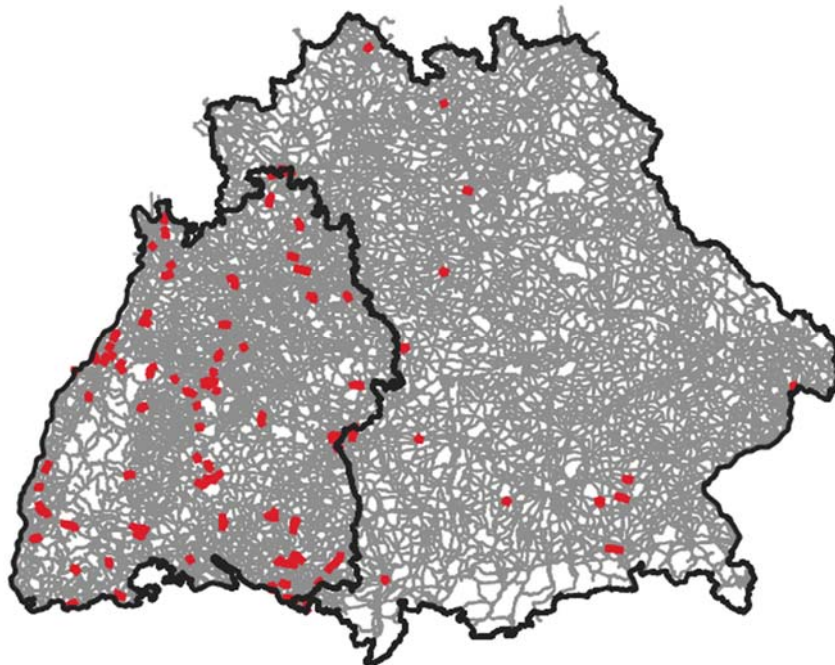


**Abb. 5-3: Netzabschnitte außerhalb des Untersuchungsraums**



**Abb. 5-4: doppelte Netzabschnitte**

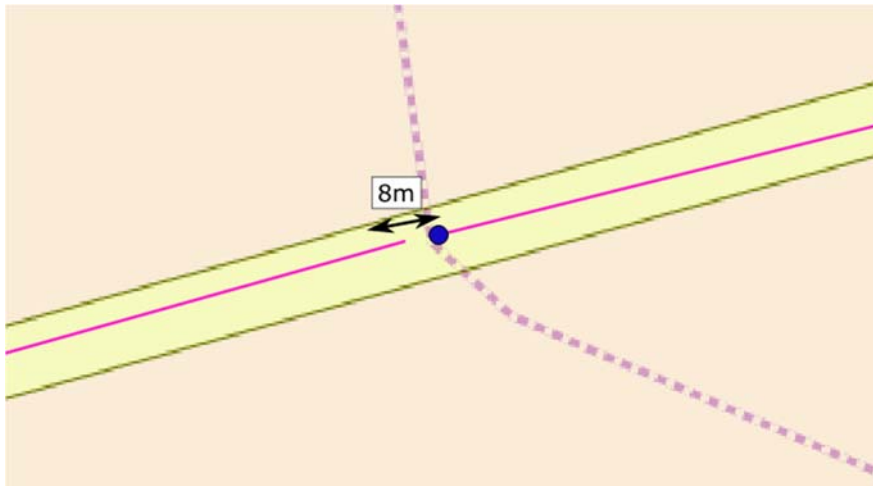
Des Weiteren gibt es Überschneidungen bei den Gültigkeitsbereichen von Zählstellen. Dies ist besonders kritisch, da somit keine eindeutige Zuordnung möglich ist (siehe Abb. 5-5). Der Straßennetz- und Gültigkeitsbereich-Export aus dem Programm VERA ist nicht georeferenziert. Für eine Kartendarstellung der Gültigkeitsbereiche mussten diese anhand der zugehörigen Angaben zu Anfangs- und Endnetzknoten, sowie der Stationierung mit dem als MapInfo-Datei exportierten Straßennetz aus der TTSib verschnitten werden. Dabei wurde Unterschiede zwischen dem im Programm VERA gepflegtem Straßennetz und den aktuell vorliegendem TTSib-Export festgestellt.



**Abb. 5-5: Überschneidungen von Gültigkeitsbereichen**

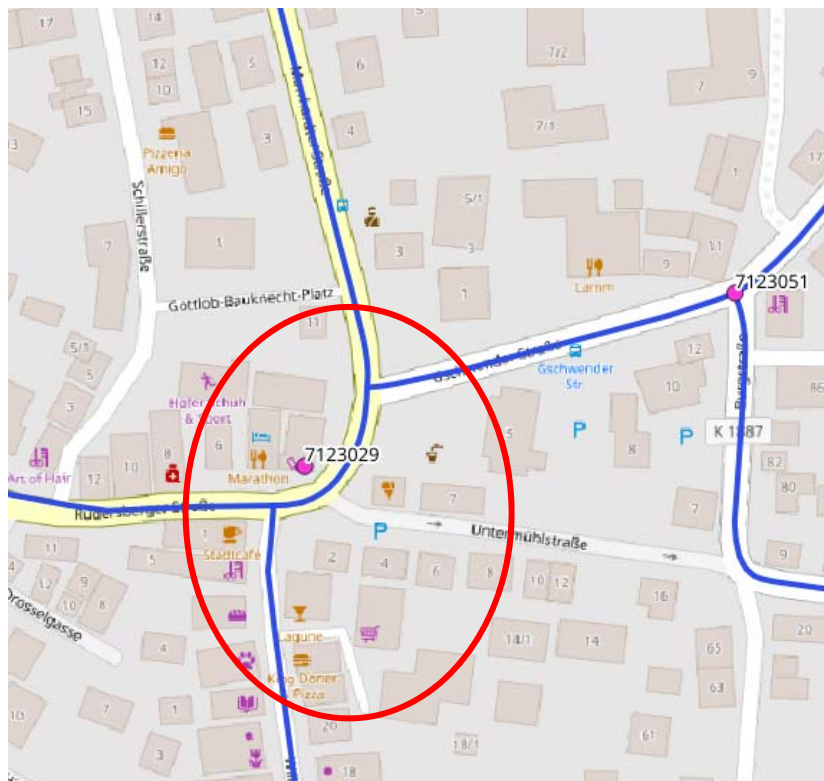
Bei einer Detailbetrachtung der Netze konnten weitere Auffälligkeiten festgestellt werden. So referenzieren teilweise die Gültigkeitsbereiche in Vera Netzabschnitte, welche in der Vera-eigenen Netzabschnitt-Liste selbst nicht enthalten sind. Auch kommt es vor, dass teilweise die

Netzabschnitte nicht direkt aneinander anschließen, sondern es Lücken von ca. 10m zwischen den Linien der Netzabschnitte gibt (siehe Abb. 5-6). Diese Lücken kommen besonders häufig an der Grenze zwischen den beiden betrachteten Bundesländern vor.



**Abb. 5-6: Lücken zwischen den Linien der Netzabschnitte (Beispiel Netzknoten 6221001 bei Freudenberg)**

Neben den Lücken bei den Geometrien von zwei benachbarten Straßennetzabschnitten gibt es auch den Fall, dass die Koordinaten eines Netzknotens nicht auf den Linien der angeschlossenen Straßenabschnitte liegen und unterschiedliche Einmündungen/Kreuzungen zu einem Netzknoten zusammengefasst wurden (s. Abb. 5-7).



**Abb. 5-7: Bsp. Nicht aufgelöster Netzknoten (Netzknoten 7123029 bei Welzheim in Baden-Württemberg)**

Es zeigt sich bei der Datenanalyse auch sehr deutlich, dass die unterschiedlichen Datenquellen, die zur Verfügung gestellt wurden, auf unterschiedlichen Datenständen basieren. So gibt es Abschnitte in den Gültigkeitsbereichen 2015 der BAYSIS, welche nicht im Straßennetz enthalten sind (siehe Abb. 5-8). Vermutlich hat in diesen Bereichen eine Umwidmung der Straße stattgefunden bzw. ist der Neubau der Umgehungsstraße erfolgt.



**Abb. 5-8: Keine Zuordnung Gültigkeitsbereich zu den Netzabschnitten (Beispiel ehemalige B15 bei Haag i.OB)**

Für eine zielgerichtete spätere Analyse der Hochrechnungsergebnisse mussten zuvor diese Unplausibilitäten bereinigt werden. Hierzu wurden geeignete Detektionsalgorithmen definiert und die Auffälligkeiten anschließend in der Datenbank ausgeglichen. Hierbei ist zu beachten, dass hierdurch nicht eine Korrektur der Datengrundlagen vorgenommen wurde, sondern vielmehr nur eine Grundlage zur Durchführung der weiteren Arbeitsschritte geschaffen wurde. Um eine Korrektur durchführen zu können ist eine dezidierte Netzkenntnis erforderlich. Bedingt durch diese Randbedingungen waren deutlich mehr Arbeiten notwendig, um ein solide und belastbare Datenbasis herzustellen.

Als Ergebnis der Arbeiten lag ein relativ vollständiger Datenbestand vor, bei der für ca. 87% des Netzes ein Gültigkeitsbereich definiert ist und für ca. 86% des Netzes für 2015 ein DTV-Kfz-Wert vorliegt (gemessen an der Abschnittslänge). Da es nicht das Ziel war, die Grundlagentdaten vollständig zu bearbeiten, wurde auf die Bearbeitung der letzten rund 13% Auffälligkeiten verzichtet.

Die webbasierte Datenplattform wurde abschließend um weitere Features und Tools ergänzt, wobei diese Schritte im Rahmen der Projektlaufzeit mehrfach wiederholt wurden.

Abb. 5-9 zeigt die Standardansicht der Karte. Zusätzlich war es hier möglich, weitere Hintergrundbilder hinzuzufügen (siehe Abb. 5-10).

Eine Steuerung der verschiedenen Ebenen war ebenso eingerichtet, so dass die angezeigten Elemente je nach Bedarf ausgewählt werden konnten.

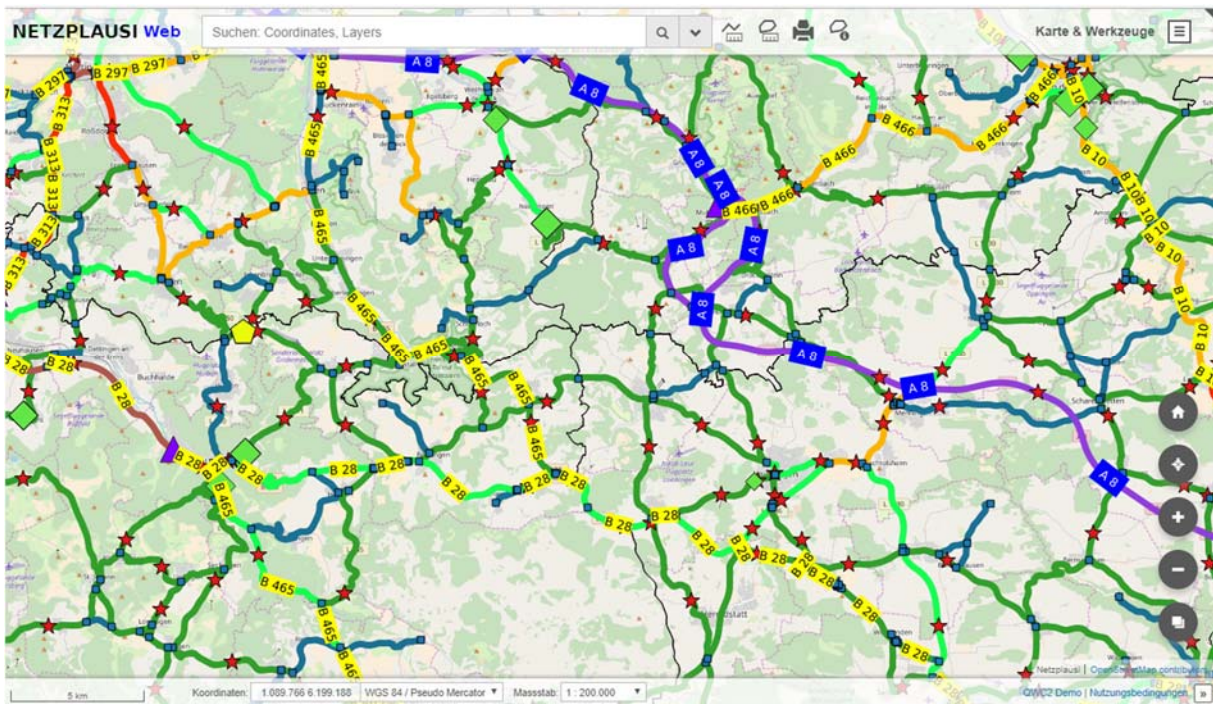


Abb. 5-9: Standardansicht

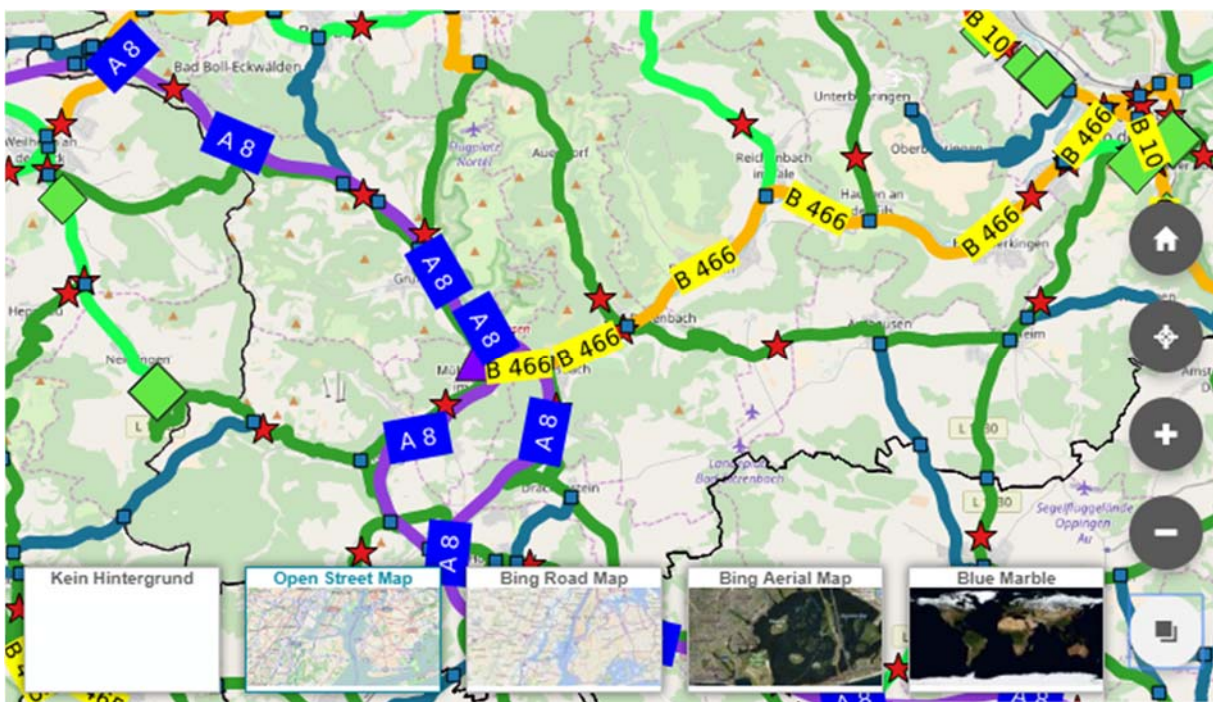


Abb. 5-10: Übersicht über die Auswahl an Hintergrundbildern

## 6 Detailanalyse

Nachdem die Daten in eine zentrale Datenbank importiert und aufbereitet wurden, sowie die Visualisierung der Verkehrsstärken innerhalb einer Webplattform möglich war, konnte mit den Arbeiten am eigentlichen Schwerpunkt des Projektes begonnen werden: Der Suche nach möglichen Unplausibilitäten an den Hochrechnungsergebnissen im Netzzusammenhang.

Im ersten Schritt (s. Abschnitt 6.1) wurden dabei die DTV-Werte im Rahmen eines einzelnen Streckenzuges (linienartiger Verlauf einer Straße) verglichen.

In einem weiteren Schritt wurden eine Liste von Merkmalen aufgestellt, bei der eine große Differenz zwischen zweier benachbarter Abschnitte zunächst als unplausibel erscheint. Durch einzelne Abfragen wurden Stellen ermittelt, welche diese Merkmale erfüllen und untersucht.

## 6.1 Analyse der Streckenzüge

Die geschaffene Datenplattform ermöglicht es, sich gezielt die DTV-Werte einer einzelnen Straße im Streckenverlauf zu überprüfen. Im Folgenden wird beispielhaft die Verkehrsstärke der Landesstraße 1066 überprüft.

Die Landesstraße 1066 ist ca. 102 km lang und beginnt bei Löwenstein im nordöstlichen Baden-Württemberg. Von führt sie mit einem südwestlichen Schlenker über Gaildorf zur bayrisch-württembergischen Landesgrenze bei Leukershausen. Auf bayrischen Seite wird sie zur Staatsstraße 1066 und endet am mittelfränkischen Regierungssitz Ansbach. In Abb. 6-1 ist der Verlauf der Straße und die Verkehrsstärken des DTV-Kfz dargestellt. Rote Sterne in der Karte markieren dabei die Standorte von Zählstellen.



**Abb. 6-1: Streckenverlauf der L 1066**

Blaue Abschnitte in der Verkehrsmengenkarte bedeuten, dass für diesen Bereich kein DTV-Kfz-Wert für das Jahr 2015 vorliegt. Dies kann vielerlei Ursachen haben. Eine Möglichkeit wäre beispielsweise eine fehlende oder fehlerhafte Angaben bei den Gültigkeitsbereichen. Eine andere Ursache wäre, wenn zwar ein Gültigkeitsbereich definiert, aber für die zuständige Zählstelle keine für eine Hochrechnung geeignete Zählung vorliegt und auch kein Wert aus einem früheren Jahr existiert, welcher für eine Fortschreibung geeignet wäre.

In dem Streckenverlauf aus Abb. 6-1: Streckenverlauf der L 1066 sind einzelne kurze blaue Abschnitte erkennbar, als auch ein etwas längerer blaue Linie zwischen den Orten Sulbach an der Murr und Murrhardt. Bei den kurzen blauen Abschnitten handelt es sich um Äste im Kreuzungsbereich, für die kein Gültigkeitsbereich definiert sind (und für eine großräumige Betrachtung auch keine Definition erforderlich ist). Für den längeren blauen Abschnitt ist die Zählstelle mit der SVZNR 70231203 zuständig. Diese Zählstelle ist eine Dauerzählstelle und ist ebenfalls unter der Bast-Dauerzählstellenummer 8413 bekannt. In der Regel ergibt die Kombination aus dem TK-Blatt und der Bast-Dauerzählstellenummer die SVZNR. Die Dauerzählstelle 8413 ist jedoch hier die Ausnahme (die Kombination ergibt 70238413 statt der richtigen SVZNR 70231203), so dass für die Hochrechnung 2015 die Verknüpfung zwischen den Ergebnissen der Dauerzählstellen und den Gültigkeitsbereichen in diesem Fall fehlschlug. Für 2015 lag der DTV-Kfz-Wert für diese Zählstelle bei 12.014 Kfz/d<sup>5</sup>, was einer orangen Einfärbung entsprechen würde.

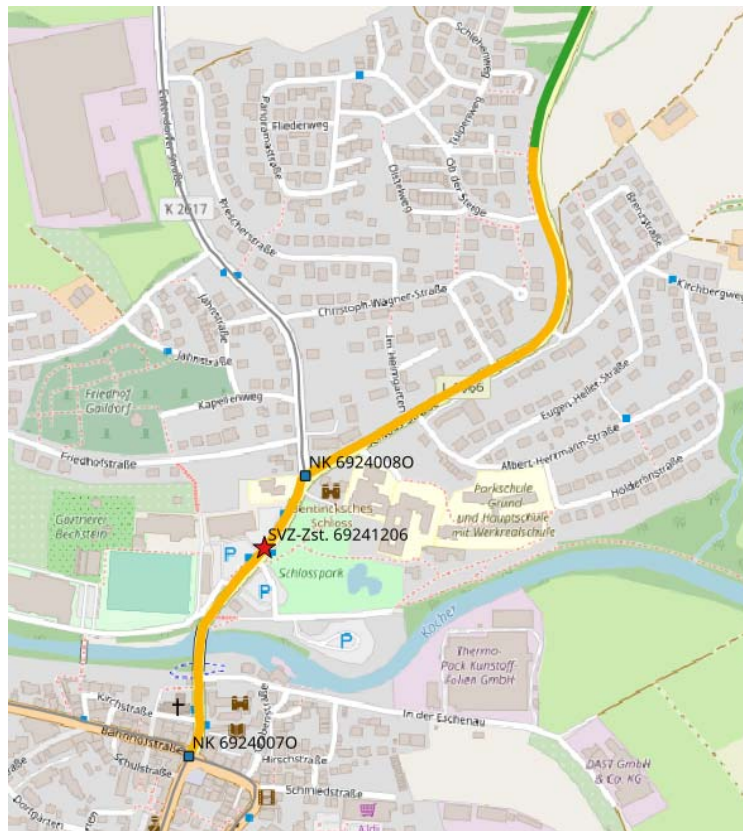
Der Wechsel zwischen den hellgrünen (DTV-Kfz-Wert ist max. 5000 Kfz/d) und orangen (DTV-Kfz-Wert zwischen 10.000 – 15.0000 Kfz/d) zeugt von den starken Schwankungen des DTV-Wertes innerhalb der gleichen Straßen.

Insgesamt liegen auf dieser Straße zwischen Löwenstein und Ansbach 23 Zählstellen, davon drei Dauerzählstellen (die vorhin erwähnte DZ mit der Bast-Nummer 8413, als auch zwei DZ mit den Nummern 9562 und 9463 bei Feuchtwangen) und zwei Zählstellen, welche händisch gezählt wurden. Die beiden manuell gezählten Zählstellen liegen südwestlich von Ansbach (im Bild als sich zwei überlappende Sterne erkennbar). Die restlichen Zählstellen wurden im Rahmen des Verkehrsmonitorings gezählt. Für die beiden Dauerzählstellen-Standorte bei Feuchtwangen existieren aus 2014 ebenfalls Messungen mit Seitenradargeräten.

Bei der detaillierten Betrachtung der Verkehrsstärken, ist die vorgegebene Wahl der Grenzen für den Gültigkeitsbereich einer Zählstelle für den ortsfremden Betrachter manchmal nicht nachvollziehbar. Am Beispiel der SVZ-Zählstelle 69241206 wurde das eine Ende des Gültigkeitsbereichs auf das Ortsende von Gaildorf gesetzt (s. Abb. 6-2). Innerhalb des Ortes (und innerhalb des Gültigkeitsbereichs der Zählstelle) gibt es eine Einmündung der Straße K 2617 am Netzknoten 6924008. Neben der K 2617 sind anhand des OpenStreetMap-Hintergrundkarte nur Abzweigungen kleinerer Gemeindestraßen erkennbar. In solchen Fällen wäre eine Rücksprache mit den zuständigen Behörden vor Ort sinnvoll. Dies wurde jedoch im Rahmen dieses Projektes nicht durchgeführt.

---

<sup>5</sup> Quelle <https://www.svz-bw.de/fileadmin/verkehrszaehlung/dz/2015/rpt-95-vz-2015-quartal4.pdf> (Abruf am 26.4.2019)



**Abb. 6-2: auffällige Definition eines Gültigkeitsbereichs (Beispiel SVZ-Zst. 69241206 bei Gaildorf)**

An der Landesgrenze zwischen Bayern und Baden-Württemberg gibt es einen ungewöhnlichen Sprung zwischen den DTV-Werten der beiden angrenzenden Abschnitte, obwohl keine anderen Straßen an diesen Grenzpunkt zu- oder abfließen (s. Abb. 6-3). Für den baden-württembergischen Abschnitt an der Grenze gilt ein DTV-Kfz-Wert von 3.925 Kfz/d, während hingegen der bayrische Abschnitt mit 2.532 Kfz/d nur 65% des benachbarten Abschnittes beträgt (da beide Abschnitte einen DTV-Wert kleiner 5.000 Kfz/d besitzen, wurde diese in der Kartendarstellung trotzdem in der gleichen Farbe dargestellt). Den beiden Abschnitten wurde die Zählstellen 68261102 bzw. 68279100 zugeordnet. Da beide Zählstellen im Rahmen des Verkehrsmonitorings gezählt wurden, fällt eine unterschiedliche Zählweise als mögliche Ursache für den DTV-Sprung aus. Die zweit-nächstgelegene Vermutung wären unterschiedliche Hochrechnungsfaktoren, da für jedes Bundesland bei der Hochrechnung von Verkehrsmonitoring-Zählungen getrennte Flächenregionen mit eigenen Faktoren ermitteln werden. Eine wahrscheinlichere Ursache ist jedoch in diesem Fall der mit ca. 2,7km relativ große Abstand zwischen der Zählstelle 68261102 und der Landesgrenze, bei der auf der Zwischenstrecke mit den Orten Mariakappel und Leukershausen zwei Ortsdurchfahrten und Abzweigungen zu der K 2654 und der L 1010 enthalten sind. Um hier die unterschiedlichen Hochrechnungsregionen als Grund für die starken Abweichungen zweifelsfrei identifizieren zu können, wäre die Einrichtung einer zusätzlichen Zählstelle auf dem Netzabschnitt 68270150-68270140 und ein anschließender Vergleich der Zähl- und Hochrechnungsergebnisse erforderlich.



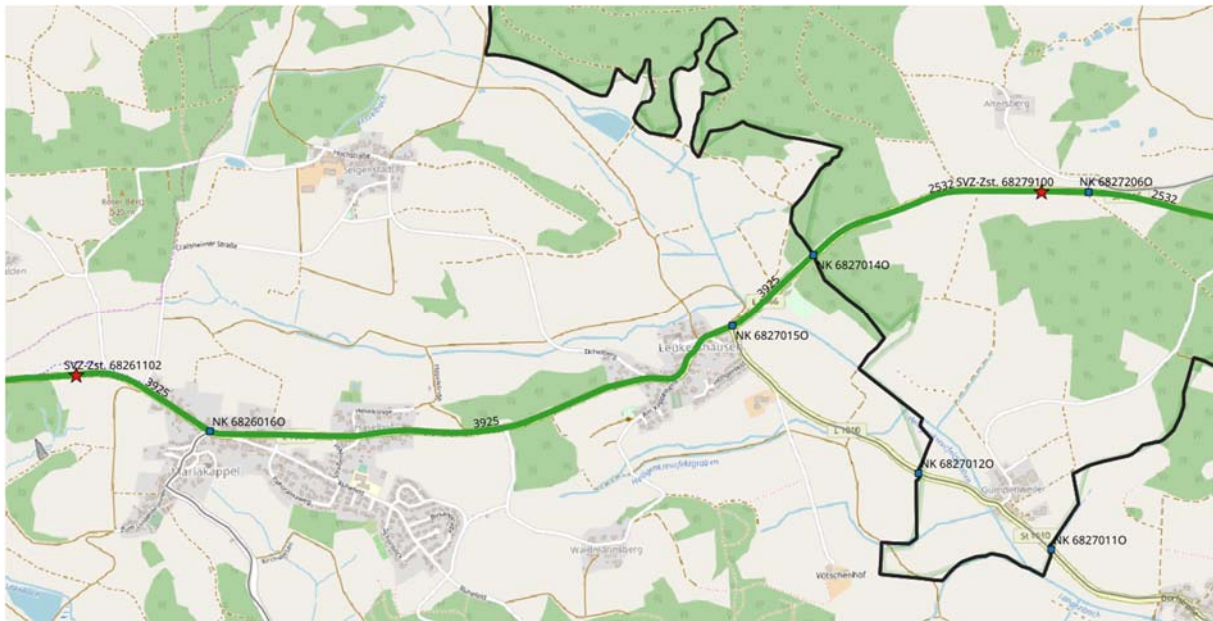


Abb. 6-3: DTV-Sprung an der Landesgrenze (Beispiel L 1066 bei Leukershausen)

Neben der reinen Kartendarstellung ist es anhand des entwickelten Straßendiagramm (React-Javascript-Komponente) mögliche Veränderungen des DTV-Wertes auf einem vorgegebenen Streckenzug zu auf einen Blick zu erkennen, auch wenn in der Verkehrsmengen-Kartendarstellung aufgrund der DTV-Klassengrenzen in der gleichen Farbe dargestellt werden. In Abb. 6-4 ist beispielhaft das Straßendiagramm der L 1066 im Bereich der Anschlussstelle Feuchtwangen West der A 7 dargestellt. Am Netzknoten 6827217 wechselt der DTV-Wert von 2532 Kfz/d auf 6166 Kfz/d. Die Komponente besteht aus zwei Bereichen: Der untere Teil gibt als Übersicht den DTV-Verlauf über den kompletten Streckenzug wieder, während hingegen der obere Teil eine Detailansicht des ausgewählten Bereichs ist (kann über den unteren Bereich ausgewählt werden und ist dort als graues Rechteck markiert). Die Detailansicht führt auf der X-Achse die auf der Strecke liegenden Netzknoten und der daran angeschlossenen Abschnitte anderer Straßen auf.

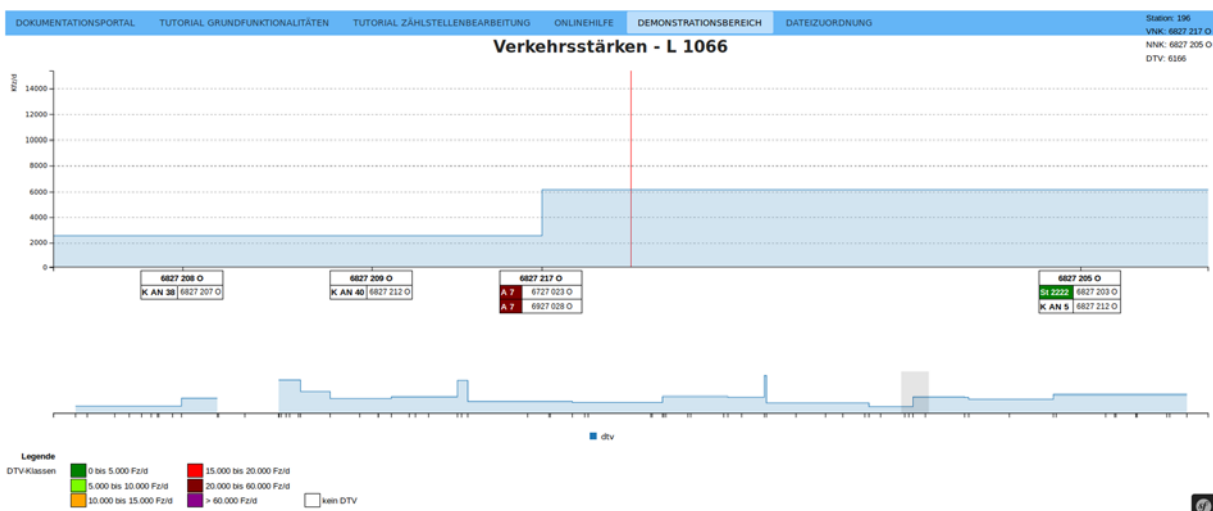


Abb. 6-4: DTV-Werte im Verlauf einer Straße (Beispiel L 1066 an der Anschlussstelle Feuchtwangen West der A 7)

## 6.2 DTV-Sprünge

In einem weiteren Schritt wurden im Rahmen eines Brainstormings die über die manuelle Analyse von Streckenzügen gefunden Auffälligkeiten als einzelne Fälle näher spezifiziert, um konkrete Abfragen über das gesamte Untersuchungskollektiv durchführen zu können. Aktuell gibt es eine Aufteilung in folgende Kategorien:

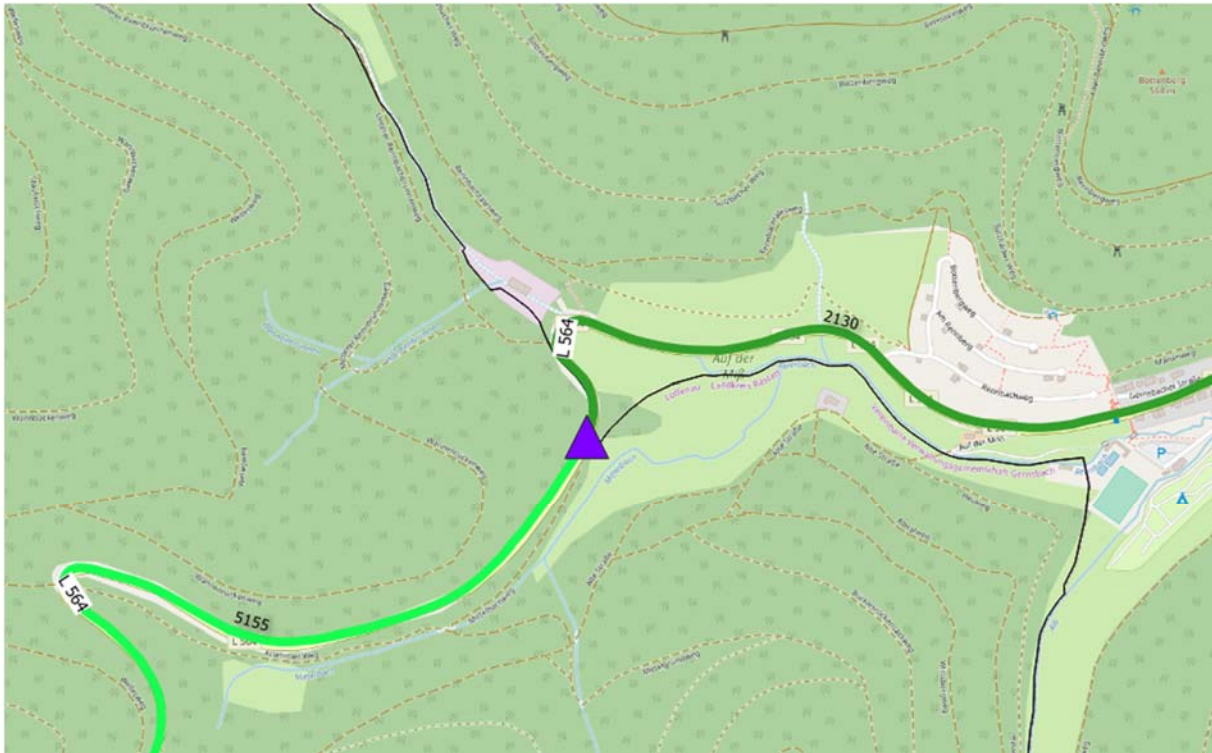
- DTV-Wechsel an 2-armige Netzknotenpunkten
- DTV-Wechsel an Kreisgrenze
- DTV-Wechsel ohne Netzknoten

### DTV-Wechsel an 2-armige Netzknotenpunkten

In diesem Fall stoßen zwei Netzabschnitte mit Gültigkeitsbereichen verschiedener Zählstellen an einem Netzknoten aneinander, welche unterschiedliche DTV-Werte besitzen. Außer den vorhin beiden genannten Netzabschnitten grenzen keine anderen Netzabschnitte an dem Netzknoten an, so dass kein zu- oder abfließender Verkehr zu erwarten wäre.

Bei der näheren Betrachtung dieses Falls gibt es jedoch weitere Unterscheidungen. In Abb. 6-5 ist ein Beispiel auf der L 564 aufgeführt, für dies es auf den ersten Blick keine plausible Erklärung für eine Verdoppelung gibt. An den beiden dazugehörigen Zählstellen (SVZ-Nr. 72161202 bzw. 72161204) wurde mit Seitenradargeräten gezählt, bei der Zählstelle 72161204 stammt jedoch die letzte Zählung von 2011. Der Unterschied bei den DTV-Werten ist jedoch im Jahr 2011, in welchem beide Zählstellen gezählt und hochgerechnet wurden, mit 2031 Kfz/d zu 4765 Kfz/d vergleichsweise ähnlich groß. Weiteres Merkmal für diese Stelle ist die Grenze zwischen Landkreisen Raststatt und Calw. Für die Hochrechnung 2015 wurden die Zählstellen des Landkreises Raststatt einer anderen Flächenregion zugeordnet als Calw. Die unterschiedliche Flächenregionszuordnung tritt ebenfalls für das Jahr 2011 zu. Für 2011 liegt die durchschnittliche Abweichung der C-Faktoren<sup>6</sup> zwischen den beiden Flächenregionen unter 0,01, die max. Abweichung ist bei 0,22. Die unterschiedlichen Flächenregionen bei der Hochrechnung scheiden daher als Ursache für eine Verdoppelung des Verkehrs aus. Eine weitere Vergleichsgrundlage sind die Stundenwerte der Zählungen vom Anfang Juli 2017, da vom 6.7.-12.7.2011 an beiden Zählstellen gleichzeitig gezählt wurde. Der Vergleich der Ganglinien der Zählungen in diesem Bereich spiegelt eine Verdoppelung des Verkehrsniveaus wieder. Zwischen dem Standort der Zählstelle 72161202 und der Kreisgrenze liegt der Ort Loffenau (ca. 2500 Einwohner), welche als Ursache für eine Veränderung des Verkehrsaufkommens in Frage kommt. Eine genaue Erklärung für den DTV-Sprung lässt sich an dieser Stelle ohne präzise Ortskenntnisse und/oder zusätzlichen Zählungen nicht ermitteln.

<sup>6</sup> Ein C-Faktor gibt den Anteil eines Tageswerts am DTV wieder



**Abb. 6-5: DTV-Wechsel an 2-armige Knotenpunkt ohne Abzweigung (Bsp. Netzknoten 7216026 bei Bad Herrenalb)**

Es gibt jedoch Standorte diesen Falls, bei denen es sich zwar im übergeordneten Netz um einen zweiarmigen Netzknoten handelt, bei Berücksichtigung des nachgeordneten Netzes sich aber Kreuzungen und Einmündungen herausstellen, welche als Ursache für die DTV-Sprünge in Betracht kommen. In Abb. 6-6 ist ein Wechsel der Verkehrsstärke auf der B 28 bei Bad Urach von 20.722 Kfz/d auf 18.233 Kfz/d innerorts erkennbar. An der Stelle des DTV-Sprungs existiert eine Abzweigung, welche weiter in die Ortschaft hinein zu Gewerbe- und Wohngebieten. Ein Beispiel für einen DTV-Sprung am Ortsrand ist in Abb. 6-7 dargestellt. Hier zweigt am Netzknoten 7421132 eine Nordtangente am Ortsrand von Metzingen ab, welche eine direkte Verbindung zwischen der B 313 und der B 312 herstellt. Eine längere Fahrt über die B 28, welche südlich von Metzingen verläuft, kann somit vermieden werden. Sowohl in Abb. 6-6, als auch in Abb. 6-7 sind diese abzweigenden Straßen nicht Teil des übergeordneten Netzes und damit nicht in den Straßennetzen der Länder verzeichnet. Um solche Abzweigungen in Zukunft automatisch erkennen zu können, ist das Einbinden von Straßennetzen aus weiteren Quellen notwendig. Hierfür bietet sich insbesondere die Straßeninformationen aus OpenStreetMap an, da diese zum einen für komplett Europa vorliegen, als auch ohne zusätzliche Kosten frei verfügbar sind.

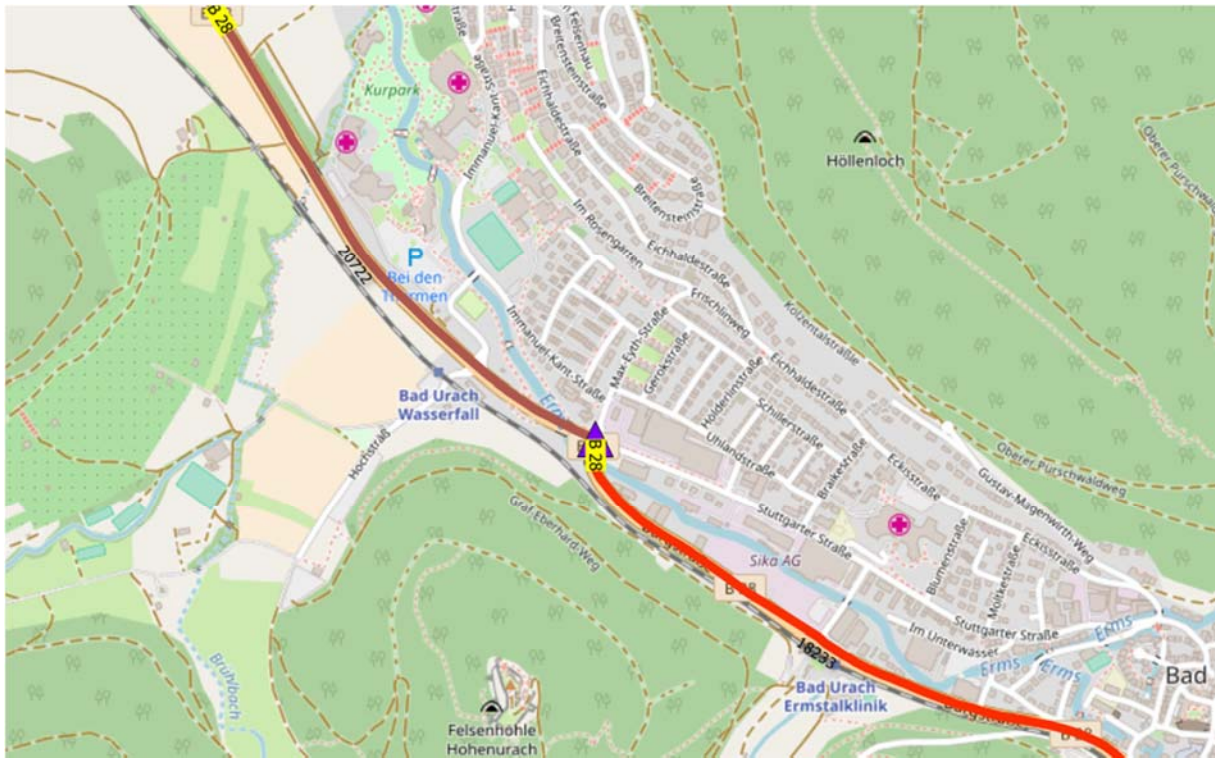


Abb. 6-6: DTV-Wechsel an 2-armige Knotenpunkt mit Abzweigung innerorts (Bsp. Netznoten 7522063 bei Bad Urach)

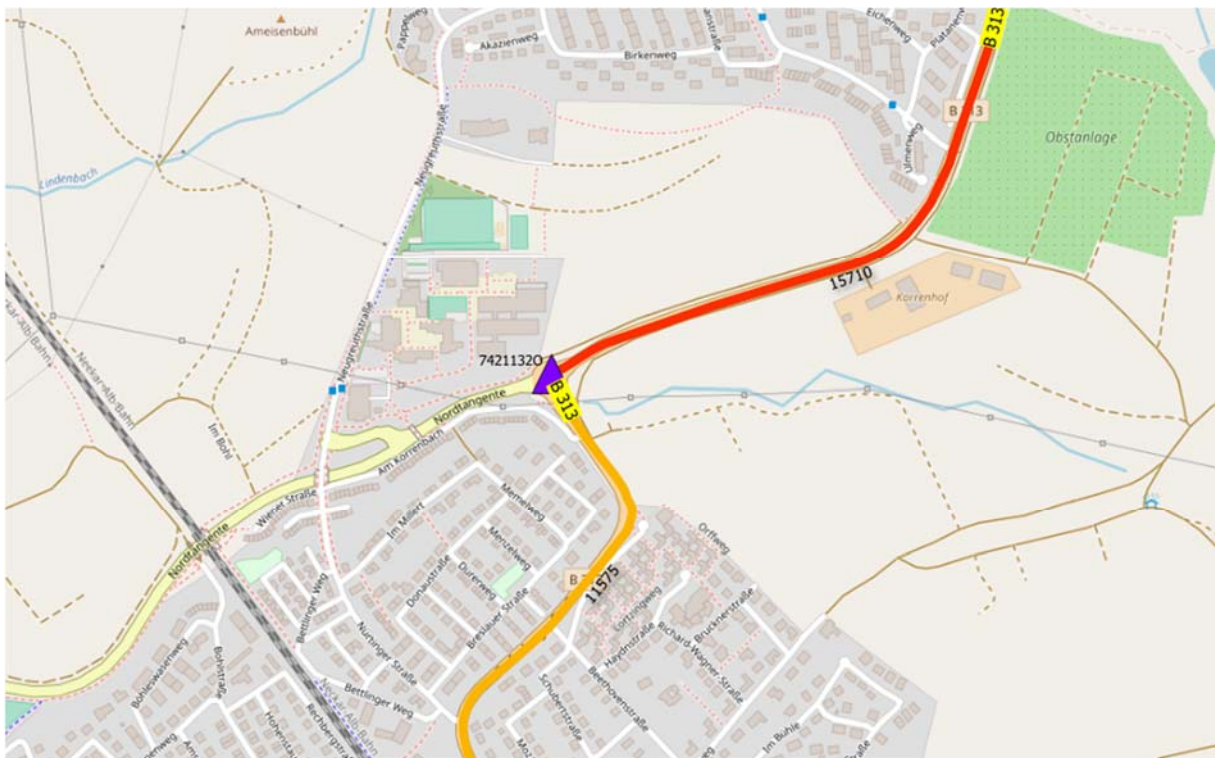
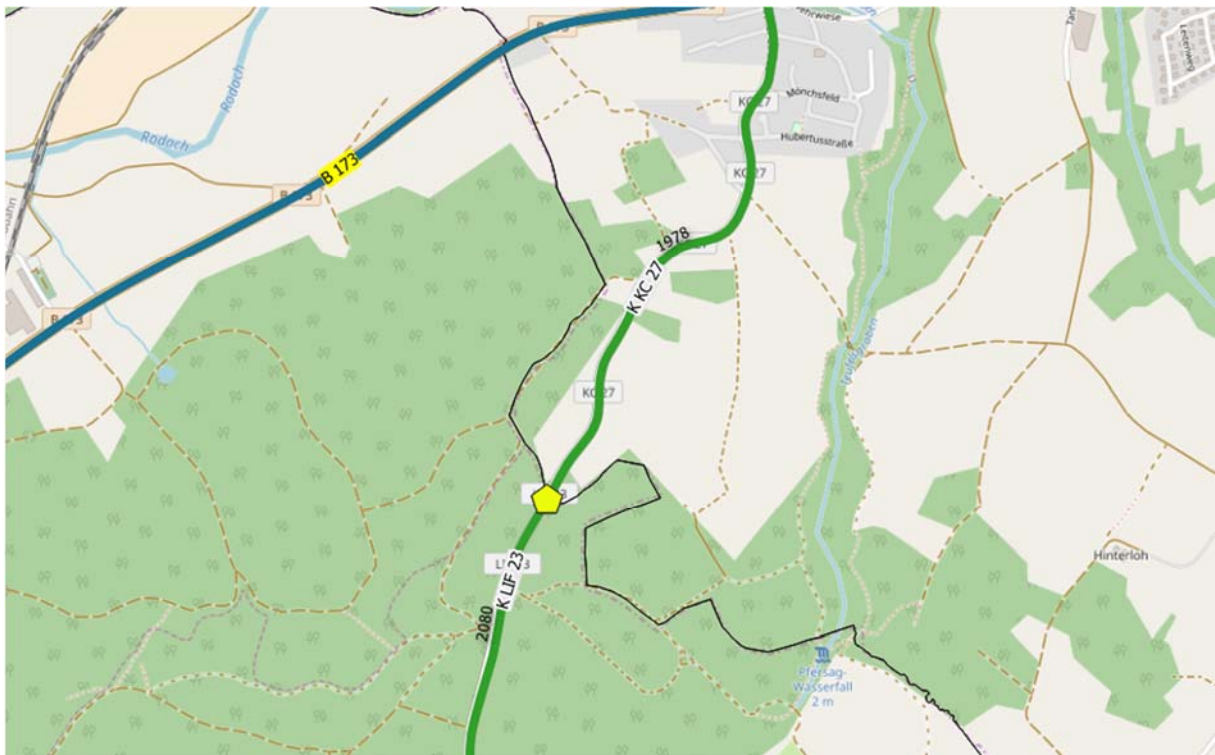


Abb. 6-7: DTV-Wechsel an 2-armige Knotenpunkt mit Abzweigung am Ortsrand (Bsp. Netznoten 7421132 bei Metzingen)

## DTV-Wechsel an Kreisgrenzen

An den Grenzen zwischen zwei Kreisen wird der Verlauf einer Straße meist durch einen Netzknoten unterbrochen. Schließen an diesen Netzknoten nur zwei Straßenabschnitte an spricht man von „virtuellen“ Netzknoten, anhand derer sich die Baulast und zuständigen Dienststellen leicht verteilen lässt. In Abb. 6-5 wurde oben bereits ein Beispiel eines größeren DTV-Sprungs an einer Kreisgrenze erläutert.

Die Veränderung zwischen Kreisgrenzen kann jedoch auch deutlich kleiner ausfallen, wie es Abb. 6-8 an der Kreisgrenze zwischen Kronach und Lichtenfels zeigt. Der im Landkreis liegende Abschnitt wurde in diesem Fall durch die im Rahmen des Verkehrsmonitorings gezählte SVZ-Zählstelle 58339850 versorgt. Südlich davon im Landkreis Lichtenfels liegt die SVZ-Zählstelle 58339776, für die laut BAYSIS 2015 nur wenige Stunden gezählt wurde (Zählart B-Zählstelle mit fehlendem/n Zähltag/en). Gleichwohl die Landkreise Lichtenfels und Kronach in der gleichen Flächenregion liegen, welche für die durch DTV-Verkehrsconsult durchgeführten Hochrechnungen des Verkehrsmonitorings in Bayern verwendet wurden, kann in diesem Fall nicht von gleichen Hochrechnungsfaktoren ausgegangen werden, da der DTV-Wert der Zählstelle 58339776 mit Hilfe einer evtl. abweichenden Methodik durch einen anderen Anbieter berechnet wurde.



**Abb. 6-8: DTV-Wechsel an Kreisgrenze ohne Abzweigung (Bsp. Netzknoten 5833021 bei Oberlangenstadt)**

Neben „virtuellen“ Netzknoten können jedoch auch „reale“ Netzknoten an Kreisgrenzen vorkommen. Der Fall „DTV-Wechsel an Kreisgrenzen“ beschränkt sich nicht auf 2-armige Netzknoten, wie das Beispiel in Abb. 6-9 verdeutlicht. Der zentrale Punkt des Netzknotens 7215059 liegt an der Kreisgrenze zwischen Raststatt und Baden-Baden. In diesem Beispiel werden über den genannten Netzknoten die Straßen B 3, B 500 und L 80 auch unter Verwendung von Ästen

in Form von Rampen mit einander verbunden. Der große DTV-Sprung von 3.389 Kfz/d auf 12.215 Kfz/d von der L 80 auf die B3 ist damit nachvollziehbar.

Derzeit muss für eine Erkennung eines DTV-Wechsels an einer Kreisgrenze der DTV-Sprung max. 50m weit von der nächsten Kreisgrenze entfernt sein.



Abb. 6-9: DTV-Wechsel an Kreisgrenze mit Kreuzung (Bsp. Netzknoten 7215059 bei Hartung)

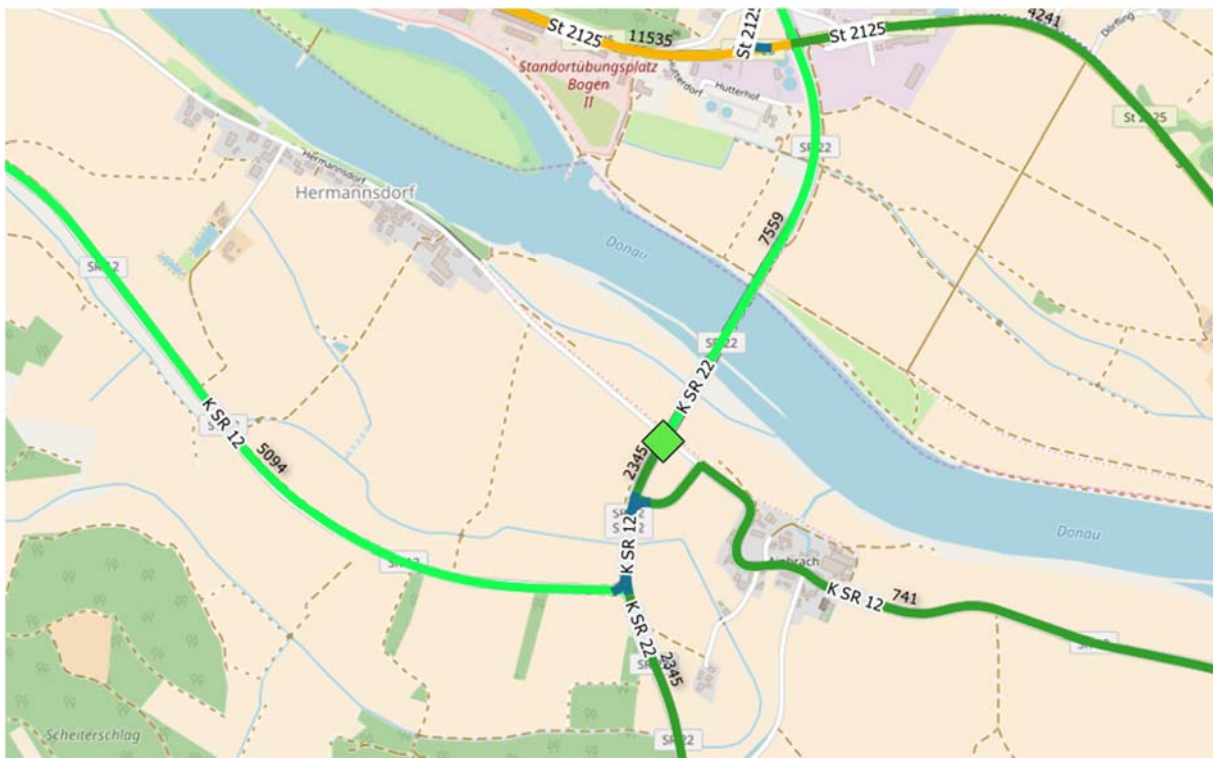
### DTV-Wechsel ohne Netzknoten

Ein Gültigkeitsbereich einer Zählstelle kann sich nicht nur über einen einzelnen bis mehrere ganze Netzabschnitte definiert sein, sondern anhand der Stationierungsangaben ist es auch zulässig möglich, explizit Teile eines Netzabschnittes anzugeben.

Im nachfolgenden sind in Abb. 6-10 und Abb. 6-11 zwei Beispiele aus dem Landkreis Straubing-Bogen bzw. Bad Tölz-Wolfratshausen dargestellt, bei denen einmal innerorts und einmal außer Orts ein DTV-Sprung innerhalb des gleichen Netzabschnittes vorliegt. In beiden Fällen ist eine Einmündung bzw. Kreuzung im nachgeordneten Netz anhand der OpenStreet-Map-Hintergrundkarte erkennbar. Eine innerörtliche Verstreuung des Verkehrs ist im Fall der über 18.000 Einwohner großen Stadt Wolfratshausen einsichtig, bei der scheinbaren Kreuzung mit Abzweigungen in Abb. 6-10 in Richtung der kleineren Ortsteile Hermannsdorf und Ainbrach wird anhand aus Luftaufnahmen erkennbar, dass diese „Abzweigungen“ unter der K SR 12 verlaufen und es von der Kreisstraße an dem markierten Punkte keine Abbiegemöglichkeit gibt. Südlich von der als DTV-Sprung markierten Stelle existiert am Netzknoten 7142033 eine Abzweigung zum östlichen Teil K SR 12, über die man auch zu dem Streckenabschnitt Richtung Hermannsdorf gelangt. Der westliche Teil der K SR 12 ist mit der K SR 22 am Netzknoten 7142032 angeschlossen. Südlich davon ist als DTV-Wert für den Abschnitt auf der K SR 22 2345 Kfz/d ausgewiesen. Dies ist der gleiche Wert des südlichen Teils des DTV-

Sprunges, obwohl sich ein kompletter Netzabschnitt (im Bild als blaue Linie sichtbar) dazwischen befindet. Ursache dafür ist, dass für Teilabschnitte bei den Gültigkeitsbereichen die gleiche Zählstelle (SVZ-Nr. 71429739) verantwortlich ist, welche auf dem Netzabschnitt südlich der K SR 12 liegt. Nach Meinung des Autors ist in diesem Fall eine feinere Unterteilung des Netzabschnittes 71420330 - 7142001G an dem markierten Punkt mit dem DTV-Sprung nicht sinnvoll.

Ein Beispiel für eine Veränderung des DTV-Wertes innerhalb eines Netzabschnittes ohne Abzweigung in der Umgebung ist auf der K MSP 31 bei Michelrieth im Landkreis Main-Spessart in Abb. 6-12 veranschaulicht. Außer Waldwegen sind anhand der OpenStreetMap-Hintergrundkarte, als auch auf Luftaufnahmen keine Einmündungen oder Kreuzungen erkennbar. Der für den westlichen Bereich angegebenen DTV-Wert von 1747 Kfz/d stammt von der Zählstelle mit der SVZ-Nr. 61239727, welche sich ca. 280m entfernt nordwestlich vom dem markierten DTV-Sprung befindet. Die Zählstelle 61239728 liefert den DTV-Kfz-Wert von 3996 Kfz/d, welcher östlich vom DTV-Sprung anliegt. Laut den Koordinaten liegt diese Zählstelle auf dem zum DTV-Sprung benachbarten Netzabschnitt 61230340 – 61230400, der die nördliche Einmündung der K MSP 31 mit der südlichen Abzweigung der K MSP 32 verbindet. Die Unterbrechung des Gültigkeitsbereichs der Zählstelle 61239727 auf dem Netzabschnitt 61220100 – 61230340 an der Stelle des DTV-Sprungs ist für einen ortsfremden Betrachter nicht nachvollziehbar.



**Abb. 6-10: DTV-Wechsel ohne Netzknoten mit Abzweigung außer Orts (Beispiel im Landkreis Straubing Bogen in der Nähe von Bogen)**

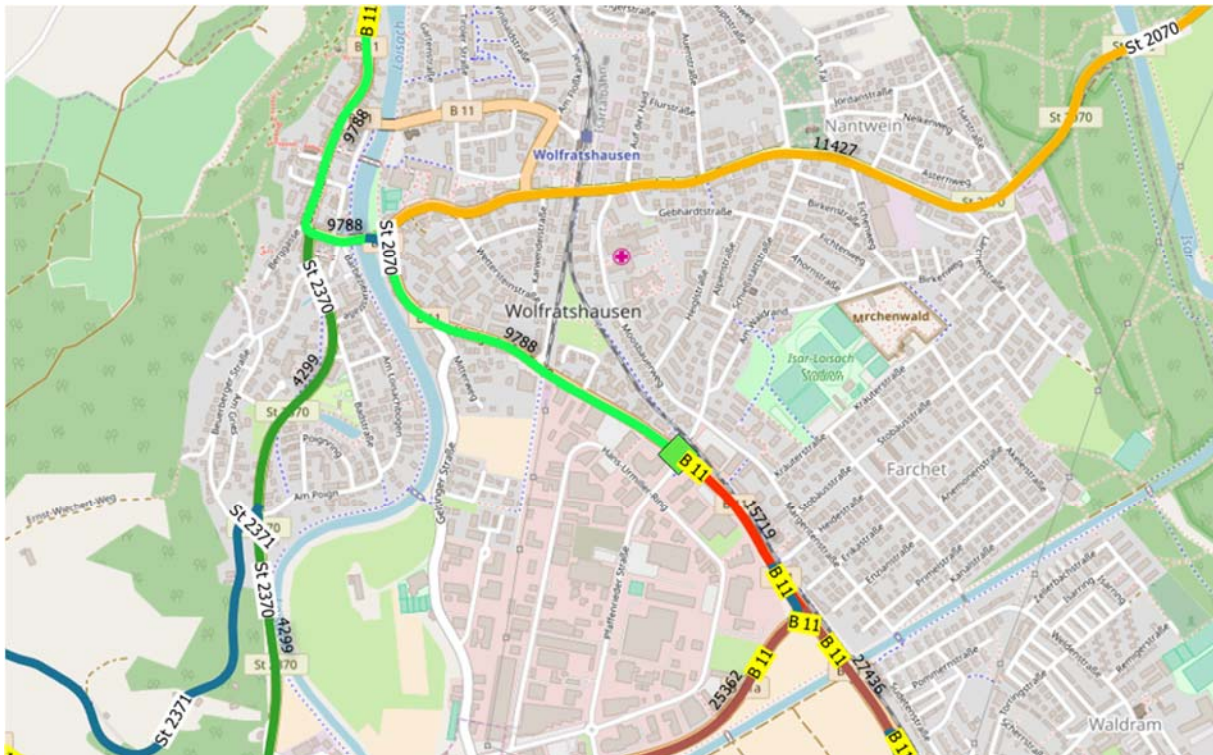


Abb. 6-11: DTV-Wechsel ohne Netzknoten mit Abzweigung innerorts (Beispiel innerhalb von Wolfratshausen im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen)

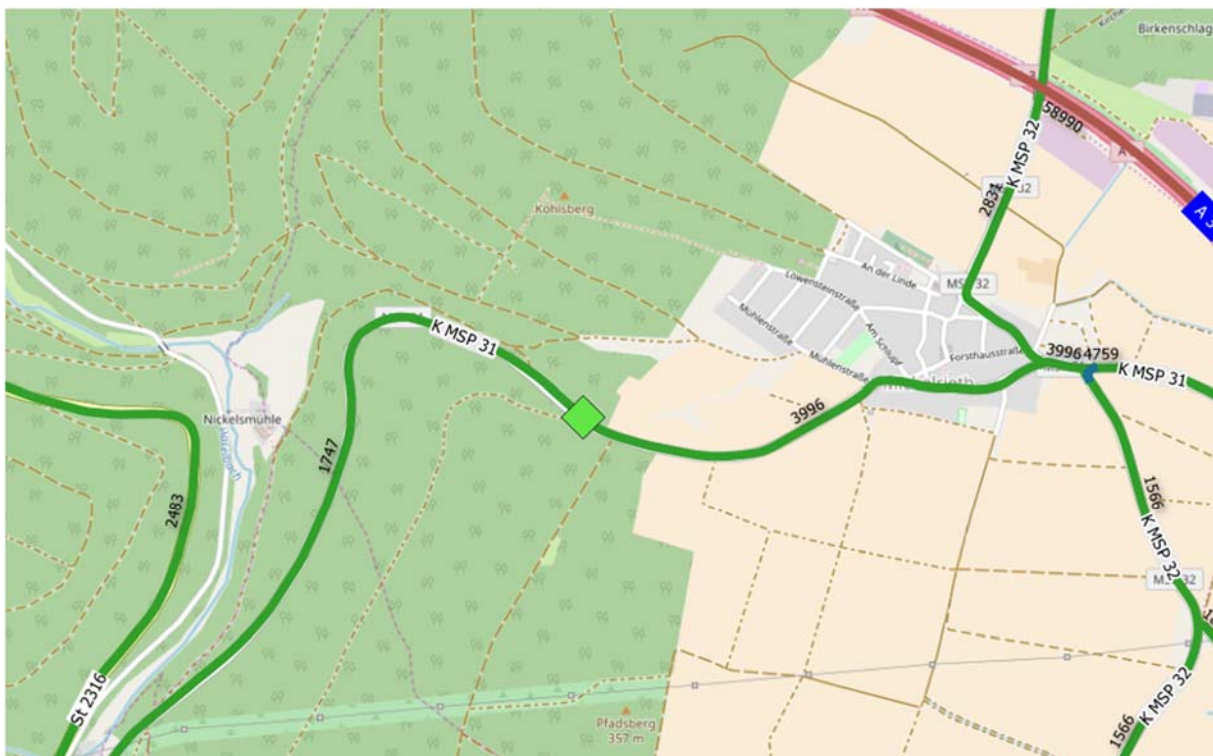


Abb. 6-12: DTV-Wechsel ohne Netzknoten ohne Abzweigung (Beispiel nahe Michelrieth im Landkreis Main-Spessart)



## Klassierung der DTV-Sprünge

Die festgestellten Änderungen des DTV wurden abhängig von abs. und relativen Abweichung zwischen den beiden benachbarten Abschnitten in 8 Klassen unterteilt. Sehr geringe Abweichungen von max. 50 Kfz/d entsprechen dabei der Klasse 1. Beträgt die relative Differenz zwischen den beiden DTV-Werten mehr als 100% und ist die absolute Differenz der DTV-Werte größer als 100 Kfz/d und/oder ist mind. einer der DTV-Werte größer gleich 1000 Kfz/d wird die schwerwiegendste Auffälligkeitsklasse 8 vergeben. Auf der Karte ist Größe der Markierungen für die DTV-Sprünge ist exponentiell abhängig von der Auffälligkeitsklasse. Gewichtigere Auffälligkeiten der Klasse 8 sind damit deutlich schneller erkennbar als Auffälligkeiten niedrigerer Klassen. Im Einzelnen sind die acht Klassen folgendermaßen definiert:

1. abs. Unterschied am DTV ist kleiner gleich als 50 Kfz/d
2. abs. Unterschied am DTV ist zwischen 50 und 100 Kfz/h und der Gesamt-DTV einer der anliegenden Abschnitte ist mind. 1000 Kfz/d
3. abs. Unterschied am DTV ist zwischen 50 und 100 Kfz/h und der Gesamt-DTV aller anliegenden Abschnitte ist unter 1000 Kfz/d
4. der abs. Unterschied am DTV ist größer als 100 Kfz/h und der relative Unterschied ist kleiner gleich 10%
5. der abs. Unterschied am DTV ist größer als 100 Kfz/h und der relative Unterschied ist zwischen 10 und 30%
6. der abs. Unterschied am DTV ist größer als 100 Kfz/h und der relative Unterschied ist zwischen 30 und 50%
7. der abs. Unterschied am DTV ist größer als 100 Kfz/h und der relative Unterschied ist zwischen 50 und 100%
8. der abs. Unterschied am DTV ist größer als 100 Kfz/h und der relative Unterschied ist größer als 100%

## Verteilung der DTV-Sprünge nach deren Art

Nachfolgend sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** bis Abb. 6-18 für die vorhin genannte drei Arten von DTV-Sprüngen jeweils eine Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Auffälligkeitsklassen, sowie eine Übersichtskarte der festgestellten Auffälligkeiten einer Art aufgetragen. Hierbei ist zu beachten, dass sich die verschiedenen Arten nicht gegenseitig ausschließen, wie das Beispiel aus Abb. 6-5 zeigt.

Allen drei Typen ist gemeinsam, dass die Auffälligkeitsklassen 5-7 mehr als 65% aller gefundenen Auffälligkeiten ausmachen. Für alle drei Arten von DTV-Wechseln. Der DTV-Wechsel bei einem 2-armigen Netzknoten kommt mit ca. 665 auffälligen Stellen deutlich weniger häufig vor als der DTV-Wechsel an Kreisgrenzen (ca. 2880 Stellen) oder der DTV-Wechsel ohne Netzknoten (ca. 2350 Stellen).

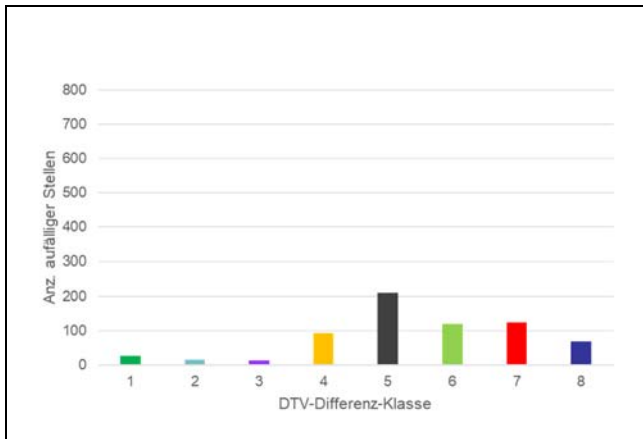


Abb. 6-13: Klassenverteilung (2-armige Netzknoten mit DTV-Wechsel)

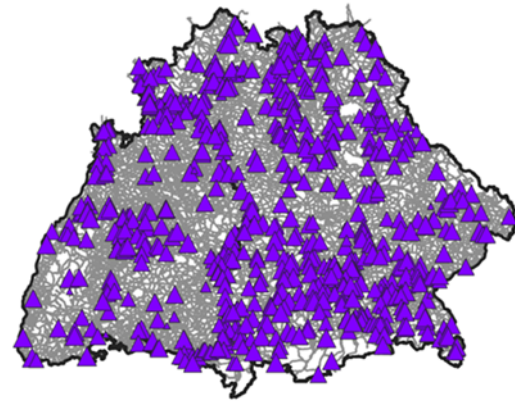


Abb. 6-14: Übersichtskarte (2-armige Netzknoten mit DTV-Wechsel)

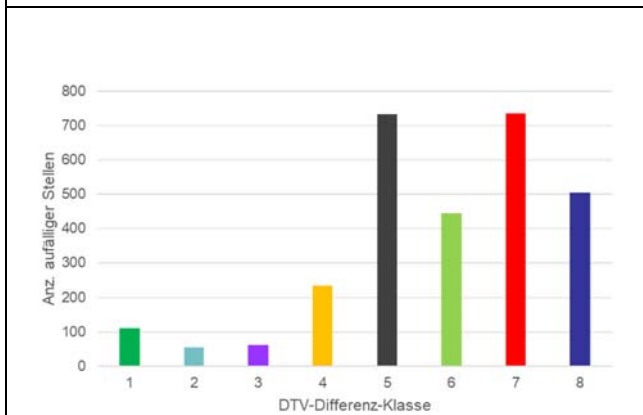


Abb. 6-15: Klassenverteilung (DTV-Wechsel an Kreisgrenzen)



Abb. 6-16: Übersichtskarte (DTV-Wechsel an Kreisgrenzen)

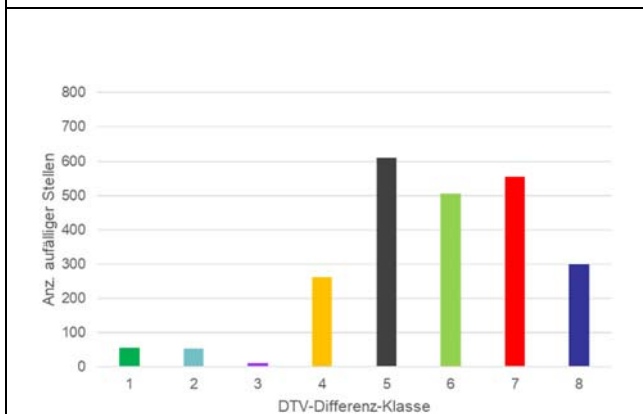


Abb. 6-17: Klassenverteilung (DTV-Wechsel ohne Netzknoten im Umkreis)



Abb. 6-18: Übersichtskarte (DTV-Wechsel ohne Netzknoten im Umkreis)

Auch regional gibt es Unterschiede an der Häufigkeit der einzelnen Auffälligkeiten. Der DTV-Wechsel ohne Netzknoten im Umkreis ist (abgesehen von den Ballungszentren mit viel innerstädtischen Verkehr und Mittelgebirgsregionen) großflächig vertreten. Die anderen beiden Auffälligkeits-Typen sind im Bereich des südlichen Bayerns, sowie im Zollernalbkreis oder im Landkreis Freudenstadt kaum vorhanden.

Das Forschungsprojekt NETZPLAUSI wird gefördert durch: FKZ: 19F1044A

### 6.3 Analyse der Verkehrsnetze

Eine Clusteranalyse der Verkehrswerte (DTV-A-Kfz, SV-Anteile, ...) für das gesamte Untersuchungsgebiet zur Ableitung alternativer Flächenregionen für die Hochrechnung von Zählstellen wurde in diesem Projekt nicht durchgeführt.

Nachfolgend wird die Berechnung eines Kennwertes für die Differenz von zwei DTV-Werten beschrieben.

#### Kennwert für DTV-Differenzen

Im Rahmen der Plausibilisierung von Verkehrsdaten stellt sich immer wieder die Frage, ab wann eine Abweichung von einem anderen Zählergebnis, für welche ähnliche Verkehrswerte erwartet werden, plausibel oder unplausibel ist. Dabei spielt es keine Rolle, ob der Auftrag sich um die Plausibilisierung von Dauerzählstellen, Daten von temporären Messstellen mit automatischen Zählgeräten oder der typischen Strichliste einer händischen Zählung handelt.

Bei einer Abweichung von zwei DTV-Werten  $a$  und  $b$  kann sowohl die relative Abweichung, als auch die absolute Abweichung ausschlaggebend sein. Die Verdoppelung des DTV-Kfz-Wertes auf einer wenig befahrenden Straße (z.B. von 50 Kfz/d auf 100 Kfz/d) ist im Allgemeinen eher unkritisch als die Verdoppelung bei einer viel befahrenden Straße (z.B. von 50.000 Kfz/d auf 100.000 Kfz/d). 50 Kfz/d mehr oder weniger auf einer Straße des übergeordneten Straßennetzes ist für die Bemessung und Dimensionierung einer Straße in der Regel unkritisch, sofern es sich bei den 50 Fahrzeugen mehr nicht um Schwertransporte handelt. Andererseits erzeugen 10.000 Fahrzeuge mehr pro Tag eine erhebliche zusätzliche Last auf der Straße, auch wenn es sich bei einer stark befahrenen Autobahn bei einem bisherigen Wert von 200.000 Kfz/d nur um eine Steigerung von 5% handelt.

Zusammen mit dem Team der DTV-Verkehrsconsult, welche sich täglich mit der Plausibilisierung der Daten der Dauerzählstellen beschäftigt, wurde im Dialog verschiedene Kombinationen von absoluten und relativen Abweichungen durchgespielt, und letztendlich für eine vorgegebene absolute Abweichung eine relative Abweichung definiert, deren gemeinsame Kombination als kritisch gilt. Daraus ergab sich nach Ausprobieren verschiedener Interpolationen eine Grenzlinie aus rel. und abs. Abweichung, deren Überschreitung beim Vergleich zweier Werte als kritisch eingestuft wird. In Abb. 6-19 ist einer der ersten Entwürfe über eine Interpolation per Potenzfunktion dargestellt. Entscheidend für diese Grenzwertfunktion war, dass mit zunehmender abs. Abweichung der Prozentsatz eine geringere relative Abweichung als deutlich kritischer eingestuft wird.

Nachdem Ermittlung der Grenzwertfunktion, wurde der Grenzwert auf Eins normiert und daraus eine Kennwertfunktion abgeleitet. In Abb. 6-20 ist beispielhaft die Kennwertfunktion für verschiedene rel. Abweichungen dargestellt.

Für die Berechnung der Kennwertfunktion wurde nur der Absolut-Wert der relativen bzw. absoluten Abweichungen betrachtet. Die relative Abweichung wird aus dem Verhältnis des niedrigeren zum höheren Wert berechnet.

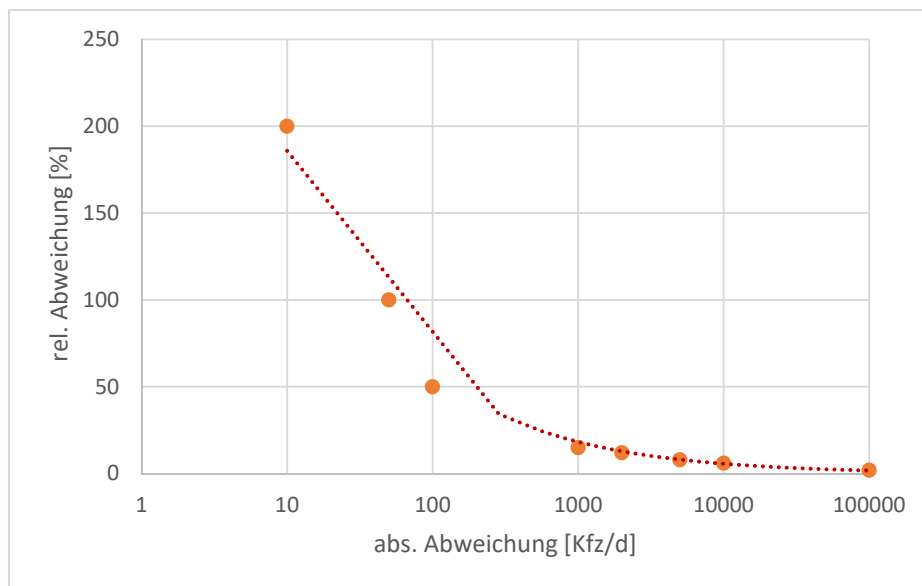


Abb. 6-19: Interpolation von Datenpunkten f. die Definition eines kritischen Grenzwertes

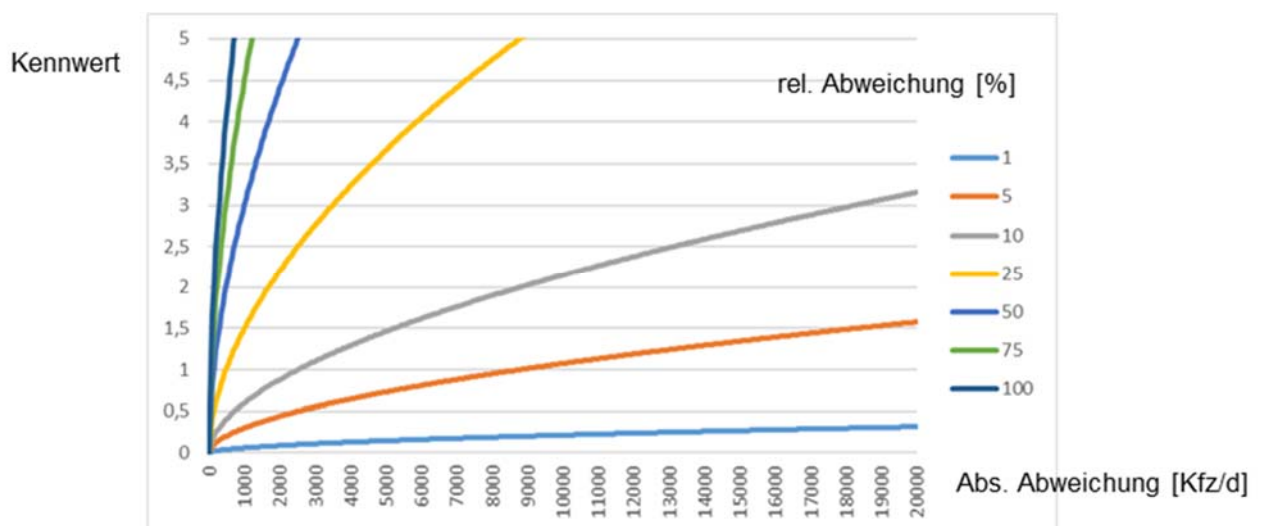


Abb. 6-20: Verlauf des Auffälligkeitskennwert (abhängig von der relativen und absoluten Abweichung)

## 7 Ableitung von kausalen Zusammenhängen

Ein Ziel des Projektes war es möglichst eindeutige kausale Zusammenhänge zwischen bestimmten gegebenen Voraussetzungen (wie die Zählstellenlage oder der Zählweise einer Zählstelle) herzustellen.

Wie in der Detailanalyse in Abschnitt 6 herausgestellt wurde, ist für eine Abgleich der verschiedenen Zählweisen und Hochrechnungsfaktoren von Zählstellen in verschiedenen Flächenregionen eine gründliche Definition der Gültigkeitsbereiche von Zählstellen unabdingbar. An manchen Stellen konnte die derzeitige Definition von Gültigkeitsbereichen von einzelnen Zählstellen nicht nachvollzogen werden. Für andere Stellen ist das Einbinden des nachgeordneten Netzes (insbesondere innerorts) für eine Plausibilisierung der Verkehrsstärken erforderlich, da

diese für Zu- und Abflüsse an Netzknoten bzw. auch für Sprünge mitten innerhalb eines Netzabschnittes verkehrlich relevant sein können, auch wenn die Baulast bei der jeweiligen Gemeinde oder Stadt liegt und damit nach der Anweisung Straßeninformationsdatenbank (Verknüpfungen außerhalb des aufzunehmenden Straßennetzes) zusätzliche Zwischen-Netzknoten nicht erforderlich sind.

Für die im Abschnitt 6.2 geschilderten Fälle hat sich **nicht** bestätigt, dass folgende Schlüsse generell zulässig wären:

- Ein DTV-Sprung an 2-armigen Netzknoten ist unplausibel ☒
- Ein DTV-Sprung an einer Kreisgrenze ist unplausibel ☒
- Ein DTV-Sprung ohne Netzknoten ist unplausibel ☒
- Unterschiedliche Hochrechnungsregionen von benachbarten Zählstellen führen zu stark abweichenden Hochrechnungsergebnissen ☒
- Der DTV-Wert einer Straße bliebe für einen zusammenhängenden Streckenzug auf einem vergleichbaren Niveau ☒

## 8 Definition von automatisierten Algorithmen

Die geschaffene Datenbank bietet die Grundlage, um verschiedenste Prüfungen sowohl mit einer überschaubaren Rechenzeit, als auch Entwicklungsaufwand durchführen zu können. Es wurden in einem iterativen Verfahren verschiedene Prüfungen auf Auffälligkeiten entwickelt, jedoch existiert derzeit weiterhin eine automatische Korrekturroutine, um die DTV-Werte benachbarten Abschnitt sinnvoll angleichen zu können.

Ein Hauptgrund dafür ist, dass zum derzeitigen Projektstand noch kein exakter Fall definiert werden konnte, bei der eine starke Verschiebung des DTV-Wertes Wechsel immer (oder fast immer) als nicht plausibel zu werten wäre.

Die umgesetzten Routinen wurden vorwiegend als pgSQL-Abfragen implementiert. Eine einzelne Prüfroutine kann dabei gemessen an der Länge des Quelltextes von drei Zeilen bis zweihundert Zeilen umfassen, wobei innerhalb der Abfrage ausgelagerte Unterprozeduren aufgerufen werden.

## 9 Abstimmung der Entwicklung und Kooperation verkehrsvis

Im Förderprojekt verkehrsvis der Firma webkid GmbH, ebenfalls gefördert im Rahmen von mFund, wurde auch auf Verkehrsdaten zurückgegriffen. Hierbei handelte es sich allerdings in erster Linie um die Daten der automatischen Dauerzählstellen, für die neue Tools entwickelt wurden, mit denen eine informative visuelle Darstellung ermöglicht wird.

Auch wenn zwischen den beiden Förderprojekten deutliche Unterschiede bestehen (u.a. Unterschiedliche Datenquellen und Untersuchungskollektiv, Darstellung vs. Plausibilitätsprüfung), erfolgte im Rahmen der Projektbearbeitung eine Abstimmung mit den Projektbearbeitern von verkehrsvis. So konnten beispielsweise seitens DTV-Verkehrsconsult Hinweise zur

Datenverfügbarkeit und Datenformat der Dauerzählstellen gegeben werden. Auf der anderen Seite wurde seitens der Firma webkid GmbH ein Zugang zur prototypenhaften Darstellung freigeschaltet, so dass die Ergebnisse direkt evaluiert werden konnten.

Insgesamt hat sich bestätigt, dass die Ansätze der beiden Förderprojekte stark unterschiedlich sind. Möglichkeiten der Zusammenarbeit bieten sich insbesondere im Bereich der Visualisierung der Ergebnisse. Bislang sind hier die Abstimmungen über erste Gespräche nicht herausgegangen, da auch ein Treffen in Berlin aufgrund anderer Termine nicht stattfinden konnte.

## 10 Abschätzung der weiteren Entwicklungskosten sowie Bewertung des Nutzens

Auf der Basis der bereits realisierten und umgesetzten Tools kann der weitere Entwicklungsbedarf abgeschätzt werden.

Hierbei sind die folgenden Ansätze denkbar:

- Konzeption und Umsetzung weitere detaillierter Detailanalyse, um bei auffälligen Sprüngen der Hochrechnungsergebnisse weitergehende Entscheidungsgrundlagen zu liefern.
- Eine Integration der Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und Abgleich mit den Erhebungsdaten, um auf dieser Basis Auffälligkeiten in den Daten (sowohl automatisch als auch manuell erhoben) zu detektieren und zu beurteilen.
- Umsetzung der entwickelten Ideen in eine benutzerfreundliche Datenplattform, damit die Untersuchungsschritte nutzergesteuert und automatisiert durchgeführt werden können. Darüber hinaus sind auch entsprechende Masken zu definieren, mit denen eine Datenkorrektur vorgenommen werden kann.
- Evtl. ist auch die Integration von Verkehrsnachrichten aus verschiedenen Kanälen (Nachrichtenagenturen, Twitter, ...) sinnvoll, um zusätzliche Informationen zur Beurteilung der Datenqualität zu liefern. Ähnliche Ansätze wurden bereits im Rahmen des Projekt SD4M entwickelt und können möglicherweise übernommen und implementiert werden.

Es hat sich bei den bisherigen Ansätzen und Analysen gezeigt, dass eine automatisierte Prüfung und Korrektur der Datengrundlage und der Daten nicht durchführbar erscheint. Der zukünftige Fokus sollte daher auf einer Erweiterung der Visualisierungsmöglichkeiten der Auffälligkeiten sowie der Bereitstellung von Grundlagendaten als Entscheidungshilfe liegen.

Der Zeitbedarf für die Umsetzung der Visualisierungen wird mit 2 Monaten und rund 10.000 € abgeschätzt; die Erweiterung und Integration zusätzlicher Grundlagendaten wird mit rund 4 Monaten abgeschätzt, wobei hier die Datenstruktur des DWD noch intensiver geprüft werden muss. Die Entwicklung von nutzerspezifischen Eingabemasken sollte kundenbezogene in Abhängigkeit von der jeweils vorhandenen Softwareinfrastruktur (z.B. bereits vorhandenes webbasiertes Datenmanagement) erfolgen. Abgeschätzt kann hier mit rund

2-3 Monaten Umsetzungszeit und Kosten von 25.000 € gerechnet werden. Bei einem modulartigen Ansatz reduzieren sich entsprechenden die Aufwendungen bei späteren Kunden, wenn keine speziellen Wünsche und Randbedingungen beachtet werden müssen.

## 11 Fortschreibung Verwertungsplan

Derzeit laufen in vielen Bundesländern die Vorbereitungen für die Straßenverkehrszählung 2020 (SVZ 2020). Im Rahmen dieser Vorbereitungsarbeiten sind zunächst das Zählstellenverzeichnis und die jeweiligen Gültigkeitsbereiche abzugleichen und zu aktualisieren. Die Informationen liegen hierbei häufig in unterschiedlichen Datenbanken mit unterschiedlichen Ständen vor. Neben Zählungen mit Seitenradargeräten werden nach wie vor auch manuelle Zählungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Zählungen liegen häufig als Strichlisten in Papierform vor und müssen entsprechend übertragen werden, wobei hierfür seitens der BAST das Programm SVZ-online zur Verfügung gestellt wird. Durch die notwendige manuelle Übertragung liegt eine mögliche Fehlerquelle vor. Zusätzlich liegen zunächst die durch die automatischen Zählgeräte erfassten Daten und die manuell erhobenen Zählungen in unterschiedlichen Datenbanken vor, so dass ein Abgleich und eine Plausibilitätsprüfung im Netzzusammenhang nicht möglich ist.

Gleichzeitig haben sich viele Länder entschieden, auf ein webbasiertes Datenmanagement umzusteigen, so dass zahlreiche leistungsfähige Tools entstanden sind.

Erste Gespräche mit Ländervertretern haben gezeigt, dass im Rahmen der Vorbereitungsarbeiten zur SVZ 2020 und des Weiteren zur Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse Unterstützungsbedarf besteht. Hier bieten sich die im Rahmen des Förderprojektes NETZPLAUSI ermittelten Ansätze und Algorithmen an. Es werden die beiden nachfolgenden Ansätze gesehen:

- Überprüfung der Zählstellenversorgung und der Gültigkeitsbereiche
- Plausibilisierungsansätze der (automatisch und manuell) erhobenen Daten im Netzzusammenhang

Um diese Arbeiten durchzuführen, sind allerdings noch weitere Vorbereitungsschritte notwendig. Wie bereits erläutert sind die Grundlagendaten entsprechend vorzubereiten. Darüber hinaus sind die Algorithmen so anzupassen, dass eine automatisierte Bearbeitung erfolgen kann.

Da letztlich viele Länder bereits ein webbasiertes Datenmanagement haben, besteht vielfach der Wunsch, die Prüfalgorithmen und Ausgaben in die landeseigenen Tools zu integrieren. Für ein erstes konkretes Bundesland wurde hier bereits ein Angebotskonzept erstellt und es ist vorgesehen, die weiteren Bundesländer mit entsprechenden Vorschlägen zu kontaktieren.

Auch die Stadtstaaten, beispielsweise Berlin, führen in großem Maße Verkehrszählungen durch. Da dieses nicht zeitgleich stattfinden, kommt nach Abschluss einer Erhebungswelle dem Netzausgleich eine große Bedeutung zu. Hierbei muss entscheiden werden, welche Hochrechnungsergebnisse zusammenpassen und welche ggfs. angepasst werden müssen. Auch für diese Fragestellungen können einzelne Aspekte und Ergebnisse des Förderprojektes NETZPLAUSI genutzt werden.

Im Rahmen der Projektbearbeitung konnten zusätzlich weitere Kontakte zu anderen Forschungsnehmern geknüpft werden (z.B. Förderprojekte ROSY, MobiDig, SD4M, ParkCheck,

Abakus). Teilweise wurden die Erstkontakte bereits intensiviert und es wird über gemeinsame Förderanträge nachgedacht.

## 12 Zusammenfassung und Fazit

Die bundesweite Straßenverkehrszählung (SVZ) ist ein seit Jahrzehnten etabliertes Verfahren zur Erhebung flächendeckender Verkehrsdaten. Eine Plausibilitätsprüfung im Netzzusammenhang der hochgerechneten Daten wurde bislang nicht durchgeführt. Ziel des Förderprojektes war es, GIS-gestützt eine Analyse der mittels unterschiedlicher Methoden erhobenen und hochgerechneten DTV-Werte vorzunehmen.

Um die hier vorgestellten erweiterten Plausibilitätsprüfungen zu realisieren und gleichzeitig auch eine entsprechende Plattform für den Anwender zur Verfügung zu stellen, sind zahlreiche Arbeitsschritte notwendig, die nachfolgend beschrieben werden.

Exemplarisch wurden hierzu die Daten der Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern aufbereitet und ausgewertet. Es hat sich gezeigt, dass bereits die Datenübernahme und -zuordnung der aus unterschiedlichen Quellen stammenden Daten nicht unproblematisch ist und hierfür ausreichend zeitlich Ressourcen bereitgestellt werden sollten. Die anschließende Visualisierung in einem geeigneten GIS-Tool ermöglicht die systematische Darstellung aufgetretenen Auffälligkeiten im Straßennetz sowie der Gültigkeitsbereiche der Zählstellen. Bereits dieser Schritt scheint für die Vorbereitung der anstehenden Straßenverkehrszählung 2020 extrem wichtig und wurde daher einzelnen Bundesländern angeboten.

In einem zweiten Schritt erfolgte die Darstellung und Analyse der hochgerechneten Zählraten. Durch die implementierten Prüfroutinen war es möglich, im Strecken- und Netzzusammenhang die auffälligen Sprünge anzuzeigen zu lassen. Hierbei ist die Definition der Grenzwerte, ab wann ein Sprung als auffällig gilt, skalierbar. Somit bietet sich den Ländern auf dieser Basis direkt eine Möglichkeit, die kritischen Stellen im Netz manuell zu prüfen. Durch die Integration der Rohdaten – automatisch erhobenen Stundenwerte im Rahmen des Verkehrsmonitoring oder auch einzelnen Stundenwerte der manuellen Erhebung – kann direkt auf diese Daten zurückgegriffen werden, um eine Entscheidung über die Genauigkeit und Plausibilität der Werte zu treffen. Damit konnte ein weiterer Schritt hinsichtlich Verbesserung der Ergebnisse getan werden. Die Detailanalyse einzelner Auffälligkeiten hat in den ersten Schritten bislang keine Strukturen offenbart, die eine automatisierte Analyse und Behebung der Auffälligkeiten ermöglichen. Hier besteht ggfs. noch weiterer Untersuchungsbedarf – evtl. auch mit anderen Beispielländern und -daten, um Zusammenhänge abzuleiten.

Durch die Umsetzung der bisherigen Arbeitspakete konnten bereits wesentliche Tools zur Verbesserung der Datengrundlage und zur Überprüfung der Hochrechnungsergebnisse konzipiert werden. Hiermit ist bereits eine deutliche Erleichterung der Vorbereitungsarbeiten zur Straßenverkehrszählung möglich, zugleich können die erforderlichen Plausibilitätsprüfungen wirtschaftlich durchgeführt werden.