

Verfügbarkeit von Fahrbeziehungen unter besonderer Gewichtung der Autobahnen und von Alternativrouten im strategischen Netz

FGSV 3/2011

Forschungsstellen: gevas, humberg & partner, München
Technische Universität München, Lehrstuhl für Verkehrstechnik (Prof. Dr.-Ing. F. Busch)

Bearbeiter: Listl, G. / Lütticke, A. / Gerstenberger, M. / Spangler, M.

Auftraggeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

Abschluss: Oktober 2015

1 Aufgabenstellung

Die Leistungsfähigkeit von Bundesautobahnen und die Qualität des Verkehrsablaufs werden in erheblicher Weise beeinträchtigt, wenn Störfälle, Arbeitsstellen oder generell hohes Verkehrsaufkommen auftreten. Einige Verkehrsteilnehmer weichen daher auf andere Bundesautobahnen oder das nachgeordnete Netz aus. Für eine Empfehlung zur Umleitung ist es erforderlich, dass das nachgeordnete Netz topografisch, baulich und technisch den zusätzlichen Verkehr aufnehmen kann. Weiterhin sollte im Bedarfsfall eine ausreichende Kapazitätsreserve zur Aufnahme des umgeleiteten Verkehrs vorhanden sein.

Für den einzelnen Verkehrsteilnehmer werden die Informationen über vorhandene Störungen im Verkehrsablauf und deren Ursachen durch Anzeigen der Verkehrsbeeinflussungsanlagen mit Wechselwegweisung (WWW), dynamische Wegweiser mit integrierten Stauinformationen (dWiSta), Meldungen des Traffic Message Channel (TMC) und der Transport Protocol Experts Group (TPEG) sowie andere Informationsquellen zugänglich gemacht. Zusätzlich leiten Navigationssysteme in den Fahrzeugen individuell auf das nachgeordnete Netz um.

Hierbei fehlen jedoch planerische Vorgehensweisen, welche durch entsprechende beeinflussende Maßnahmen eine insgesamt verträgliche Abwicklung der zusätzlich auftretenden Verkehrsströme im Netz ermöglichen.

In diesem Zusammenhang ist bisher nicht ausreichend bekannt, welche Restverfügbarkeiten beziehungsweise welches Qualitätsniveau sowohl Haupt- als auch Alternativrouten aufweisen sollten, um eine entsprechende Verkehrslenkung durchführen zu können. Dabei müssen neben Entwurfsaspekten (zum Beispiel Topografie), Störungsursachen (Unfälle, Arbeitsstellen, verkehrliche Überlastung zum Beispiel durch Berufs-, Ferien- oder Eventverkehr) sowie rechtliche Vorgaben (wie Lärmschutz, Immissionsgrenzwerte unter anderem) berücksichtigt werden.

Darüber hinaus existiert kein standardisierter Ansatz, um die Verfügbarkeit von Fahrbeziehungen planerisch zu erfassen und zu bewerten. Hierzu ist zu überprüfen, welche Informationen zu Verkehrskenngrößen (zum Beispiel Fahrzeugkollektiv, Schwerverkehrsanteil, Spitzenstundenfaktoren etc.) und regelmäßigen Störungen (Zeitbereiche und Dauer) vorliegen müssen.

Ziel des Projekts war die Entwicklung einer Methodik, um die Verfügbarkeit von Fahrbeziehungen im Netz der Bundesauto-

bahnen unter Berücksichtigung des nachgeordneten (strategischen) Netzes planerisch zu erfassen und zu bewerten.

2 Untersuchungsmethodik

In den Arbeitspaketen (AP) 1 und 2 werden zunächst der Stand in Wissenschaft und Praxis analysiert, relevante Literaturquellen und vorliegende Erkenntnisse aus Forschungsprojekten ausgewertet und dargestellt. Hierzu werden neben Erkenntnissen aus Expertenbefragungen auch Informationen aus einem im Rahmen des Projekts durchgeführten Workshops mit Vertretern verschiedener Straßenverkehrsbetreiber integriert. Darüber hinaus werden die wesentlichen verkehrlichen Grundlagen zum Forschungsthema dargelegt, wobei besonders auf die Begriffe "Strategisches Netz" und "Verfügbarkeit" eingegangen wird.

In AP 3 werden die verkehrlichen, funktionalen und organisatorisch-betrieblichen Zusammenhänge bei eingeschränkter oder nicht mehr gegebener Verfügbarkeit herausgearbeitet und beschrieben. Auf der funktionalen Ebene werden die Ursachen, die daraus folgenden Änderungen im Verkehrsverhalten und die resultierenden Wirkungen auf die Verfügbarkeit des strategischen Netzes qualitativ herausgearbeitet. Auf der organisatorisch-betrieblichen Ebene werden die Anforderungen an das Zusammenwirken auf der Maßnahmenebene im Rahmen eines zuständigkeitsübergreifenden Strategiemanagements dargestellt und beschrieben. Das Ergebnis stellt eine strukturierte Darstellung der Zusammenhänge und Wechselwirkungen bei eingeschränkter Verfügbarkeit auf allen drei wesentlichen Betrachtungsebenen (verkehrlich, funktional, organisatorisch-betrieblich) dar.

Im Anschluss werden in AP 4 auf Grundlage der erarbeiteten Zusammenhänge Begrifflichkeiten eingegrenzt und generelle Vorgehensweisen zur Festlegung des strategischen Netzes und zur Beurteilung der Verfügbarkeit im strategischen Netz für BAB und Routen im nachgeordneten Netz entwickelt.

Im zweiten Teil des Projekts werden ausgehend von den Erkenntnissen der AP 1 bis 4 konkrete Verfahren zur Beurteilung und Sicherstellung der operativen Netzverfügbarkeit entwickelt. Die Verfahren ermöglichen es, aus den Ergebnissen einer Verfügbarkeitsanalyse Schwachstellen zu identifizieren und die Verfügbarkeit durch geeignete Maßnahmen zu erhöhen beziehungsweise dauerhaft sicherzustellen. Die Maßnahmen sind in einem Katalog zusammengestellt und stellen mögliche Beeinflussungsinstrumente und deren Einsatzzweck dar. Das Verfahren wird im AP 7 in ein prototypisches Tool überführt. Hierbei werden die folgenden Module behandelt:

- Verfahren zur Verfügbarkeitsbeurteilung auf der Grundlage von lokalen Verkehrsstärken
- Verfahren zur Verfügbarkeitsbeurteilung auf der Grundlage von streckenbezogenen Fahrtgeschwindigkeiten
- Maßnahmenintegration der im strategischen Netz zur Verfügung stehenden Steuerungsinstrumente zur Wiederherstellung oder Erhöhung der Verfügbarkeit.

Die Methode auf Basis lokaler Verkehrsstärken basiert auf einem Verfahren und einem Softwaretool aus dem Projekt "Konzeption Mobilitätsslots im Straßennetz", das von Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement zur Nutzung und Erweiterung für das vorliegende FE-Vorhaben zur Verfügung gestellt wurde [Cindric-Middendorf et al., 2015].

In AP 8 wird das entwickelte Tool praktisch eingesetzt, wobei Realdaten aus der Vergangenheit (offline) für definierte Beispielnetze verwendet werden. Hierfür werden Störungsszenarien in Form von Kombinationen von vorhersehbaren und nicht vorhersehbaren Ursachen mit unterschiedlichen Belastungs- und Verfügbarkeitsituationen in zwei strategischen Netzen in Bayern und Nordrhein-Westfalen festgelegt. Nach Erstversorgung mit den notwendigen Eingangsdaten und der erstmaligen Anwendung der Tools wird die Aussagekraft und Validität der Ergebnisse gemeinsam mit den jeweiligen Experten beurteilt. Das Ergebnis des AP 8 stellt ein mit realen Daten versorgtes und durch Anwender geprüftes Softwaretool dar.

Im abschließenden AP 9 werden die Projektergebnisse in einem Hinweispapier zusammengefasst. Dieses umfasst neben den verkehrlichen, funktionalen und betrieblich-organisatorischen Grundlagen auch Methoden zur Beurteilung der Verfügbarkeit von Alternativrouten für planerische und operative Zwecke. Für verschiedene Anwendungsfälle werden ein Maßnahmenkatalog zur Sicherstellung oder Erhöhung der Netzverfügbarkeit bereitgestellt und dynamische Steuerungsinstrumente beschrieben, die bei Auftreten eingeschränkter Fahrbeziehungen eingesetzt werden können. Anhand von Fallbeispielen werden die notwendigen Verfahren im Strategieentwicklungs- und Strategieanwendungsprozess dargelegt und das entwickelte Monitoring- und Maßnahmentool kurz erläutert.

3 Untersuchungsergebnisse

3.1 Begriffseingrenzung

Aus Literaturrecherche und Expertenbefragung wird deutlich, dass bezüglich des Begriffs und der Beurteilung der Verfügbarkeit von Fahrbeziehungen verschiedene Vorstellungen und unterschiedliche Verfahrensweisen existieren. Auch der Begriff des strategischen Netzes ist nicht definiert. Für beide Begriffe "strategisches Netz" und "Verfügbarkeit" wurde deshalb eine begriffliche Eingrenzung vorgenommen.

Der nachfolgende Vorschlag stellt eine Eingrenzung des Begriffs "Verfügbarkeit" aus Betreibersicht dar und wird entsprechend der folgenden drei Ebenen differenziert:

1. Verfügbarkeit als prinzipielle Nutzbarkeit:

In diesem Kontext wird Verfügbarkeit derart verstanden, dass keine dauerhaften Einschränkungen bezüglich des Zugangs/der Nutzbarkeit der Elemente des strategischen Netzes generell oder für einzelne Verkehrsteilnehmergruppen durch Vorschriftszeichen gemäß § 41 StVO [BMJ 2013] vorliegen, zum Beispiel aufgrund

- der Trassierung,
- von Fahrzeughöhen, -breiten- oder Tonnage-Beschränkungen oder

- von Restriktionen zum Schutz der Umwelt (Umweltzone, Lkw-Fahrverbote).

Es wird empfohlen, die von diesbezüglichen Restriktionen betroffenen Streckenabschnitte eines strategischen Netzes entsprechend zu kennzeichnen.

2. Grundverfügbarkeit:

Als Grundverfügbarkeit wird die durchschnittliche Verfügbarkeit bei uneingeschränktem Straßenangebot und den für die Verkehrssituation jeweils vorherrschenden Verkehrsverhältnissen betrachtet. Dargestellt werden können diese Verkehrsverhältnisse zum Beispiel in Form von Referenzganglinien für typische Verkehrssituationen. Im weiteren Verlauf werden die Begriffe Grundverfügbarkeit und Verfügbarkeit synonym verwendet.

3. Operative Verfügbarkeit:

Die operative Verfügbarkeit ist die durch Maßnahmen des Verkehrsmanagements beeinflusste Grundverfügbarkeit.

Zur Eingrenzung des Begriffs "Strategisches Netz" werden folgende Aspekte als wesentlich erachtet:

- Das Netz sollte in der Regel zusammenhängen und die einzelnen Netzelemente sollten eine hohe Leistungsfähigkeit aufweisen.
- Die Netzelemente sollten imstande sein, Verkehrsströme mit verkehrlicher Bedeutung zu bündeln und abzuwickeln. Hierzu zählen insbesondere alle Bundesautobahnen und leistungsfähige Abschnitte von Bundes- und Landesstraßen im nachgeordneten Netz.
- An verkehrlich bedeutenden Knotenpunkten sollte die Möglichkeit zur räumlichen Beeinflussung der Verkehrsströme vorhanden sein. Hierbei vor allem an Autobahndreiecken und -kreuzen sowie an Knotenpunkten leistungsfähiger Straßen im nachgeordneten Netz.
- Im strategischen Netz sollten entsprechende Alternativrouten vorhanden sein.
- Das strategische Netz sollte über eine ausreichende Verkehrsdatenerfassung und über verkehrstechnische Steuerungsmöglichkeiten verfügen.

Folgende Elemente des Straßennetzes stellen Grundbausteine eines strategischen Netzes dar (Tabelle 1):

Tabelle 1: Grundbausteine eines strategischen Netzes

außerhalb von Städten und Ballungsräumen	Städte und Ballungsräume
alle Bundesautobahnen	alle wichtigen Hauptradial- und Haupttangentialverbindungen
die zugehörigen Umleitungsstrecken	Umfahrungen
die Netzmaschen schließenden Verbindungen durch Bundes- und Landesstraßen	alle im Bedarfsfall unverzichtbaren Alternativrouten außerhalb verkehrssensibler Bereiche (Tempo 30-Zonen, verkehrsberuhigte Bereiche, ...)

3.2 Methodenentwicklung und -anwendung

Im Forschungsprojekt wurden zwei Methoden zur Beurteilung der Verfügbarkeit im strategischen Netz entwickelt beziehungsweise weiterentwickelt. Hierbei wurden die verschiedenen Arten von Verkehrsdaten (lokale Verkehrsstärken oder streckenbezogene Geschwindigkeitsinformationen), welche zur Verfügbarkeitsermittlung genutzt werden können, berücksichtigt.

Die Methode "Mobilitätsslots" basiert auf einem im Projekt "Konzeption Mobilitätsslots im Straßennetz" entwickelten Werkzeugs (Tool) [Cindric-Middendorf et al., 2015]. Für das vorliegende Forschungsprojekt wurde die Nutzung des Tools von Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement gestattet. Das Tool wurde erweitert und ermöglicht die Analyse der Verfügbarkeit von Fahrbeziehungen unter Verwendung lokaler Verkehrsdaten. Mit dem Tool lassen sich auch die Wirkungen von Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen auf Bundesautobahnen (zum Beispiel Streckenbeeinflussung, Temporäre Seitenstreifenfreigabe, räumliche und/oder zeitliche Verlagerungen des Verkehrs) zur Beeinflussung der Verfügbarkeit beurteilen. Grundlage der Wirkungsabschätzung stellen die im HBS [FGSV 2015] dargestellten Zusammenhänge dar. Grundsätzlich sind als Datenquellen alle lokalen Datenerfassungstechnologien geeignet, die in ausreichender Genauigkeit – zum Beispiel gemäß den Anforderungen der TLS [BASt 2012] – Verkehrsstärken mit einer Klassifizierung nach Pkw und Lkw erheben. Messquerschnitte, die stromaufwärts von üblichen Stauräumen kritischer Streckenabschnitte liegen, liefern dabei deutlich realistischere Ergebnisse als Messquerschnitte die innerhalb liegen, da diese Messquerschnitte die tatsächliche Verkehrsnachfrage erfassen und nicht eine Verkehrsnachfrage, die durch die Kapazität begrenzt ist (Capacity Restraint).

Für das den Autobahnen nachgeordnete Netz wurde die Methode "Fahrtgeschwindigkeit" entwickelt, die auf mittleren Fahrtgeschwindigkeiten innerhalb eines Streckenabschnitts basiert.

Für die ermittelten Kennwerte der Fahrtgeschwindigkeit kommen Daten aus FCD-Flotten privater Dienstleister ebenso infrage wie die Messwerte aus Bluetoothsensor- oder Kennzeichenerfassungssystemen.

Bei der Verwendung dieser Methode lassen sich unter Berücksichtigung von festgelegten Grenzgeschwindigkeiten die einzelnen Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs darstellen.

Ein eindeutiger Rückschluss auf mögliche Kapazitätsreserven eines Streckenabschnitts zur Verlagerung zusätzlicher Verkehrslast lässt sich aufgrund der fehlenden Information zur aktuellen Auslastung nicht ziehen.

Die beiden Methoden zur Verfügbarkeitsbeurteilung wurden in zwei verschiedenen Testfeldern mit realen Daten aus der Vergangenheit offline erfolgreich angewendet. Bei der Auswahl der Testfelder wurden unterschiedliche verkehrliche Charakteristika berücksichtigt. Das Testfeld Nordrhein-Westfalen enthält nur BAB-Abschnitte und ist geprägt durch die Korridorfunktion der beinhalteten Bundesautobahnen. Innerhalb dieses Testfelds wurden unter Verwendung der Methode "Mobilitätsslots" mehrere Szenarien mit verschiedenen Verkehrsbelastungen untersucht sowie die Wirkung einzelner Maßnahmen beispielhaft

dargestellt. Im Testfeld München-Nord sind neben BAB-Abschnitten auch Streckenabschnitte von Bundesstraßen sowie des nachgeordneten Landes- und Kreisstraßennetzes enthalten. Innerhalb dieses Testfelds wurden beide Methoden zur Verfügbarkeitsbeurteilung ("Mobilitätsslots" und "Fahrtgeschwindigkeit") angewendet und deren Ergebnisse gegenübergestellt.

4 Folgerungen für die Praxis

Die entwickelten Methoden und Vorgehensweisen bieten eine gute Möglichkeit zur Beurteilung der Verfügbarkeit von Fahrbeziehungen auf Grundlage von vorhandenen Verkehrsdaten. Die Aussagekraft der beiden Methoden ist im Wesentlichen von der Qualität und Vollständigkeit der Verkehrsdaten abhängig. Für eine zuverlässige Einschätzung der Verfügbarkeit von Fahrbeziehungen ist vor allem im nachgeordneten Netz eine Verbesserung der Datenlage notwendig. Ebenso sind die für die Methode "Fahrtgeschwindigkeit" als Erstversorgung verwendete Klasseneinteilung (Anzahl der zu unterscheidenden Zustände) sowie die Grenzwerte für eine Verfügbarkeitsklassifizierung eingehend zu überprüfen und anhand im Feld erhobener Daten zu validieren.

Gerade im nachgeordneten Netz haben LSA einen erheblichen Einfluss auf die Qualität des Verkehrsablaufs. In diesem Zusammenhang ist in weiterführenden Untersuchungen zu klären, inwieweit zur Beurteilung der Verfügbarkeit eine Unterscheidung der Streckenabschnitte nach LSA-beeinflusstem und nicht beeinflusstem Bereich notwendig ist.

Bisher lassen sich die Wirkungen von Maßnahmen zur Beeinflussung der Verfügbarkeit direkt lediglich durch die Anwendung der Methode "Mobilitätsslots" darstellen. An dieser Stelle ist es notwendig zu untersuchen, inwieweit sich Maßnahmeneinflüsse, insbesondere der LSA-Steuerung, durch die Anwendung der Methode "Fahrtgeschwindigkeit" abbilden lassen. Entscheidend ist hierbei die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen auftretenden geringen mittleren Fahrtgeschwindigkeiten und der vorhandenen Restkapazität des jeweiligen Streckenabschnitts.

Neben den erwähnten inhaltlichen Aspekten stellen technische Anpassungen der entwickelten Tools weitere Möglichkeiten zur besseren Verwendung der Verfahren dar. So ist eine Portierung der einzelnen Komponenten der Tools in eine professionelle Umgebung (Java) ebenso denkbar wie die Anbindung von marktüblichen GIS-Produkten. Darüber hinaus wäre es für einen praktischen Einsatz in der Umgebung einer vorhandenen Verkehrszentrale erforderlich, die Tools onlinefähig und mit entsprechenden Schnittstellen versehen weiterzuentwickeln.

Für eine kontinuierliche Nutzung der Tools ist eine jährliche Fortschreibung der zugrundeliegenden Datenbasis notwendig. Zur Durchführung von Vergleichsrechnungen ist eine Vorhaltung der Verkehrsdaten in einer Datenbank für zwei Jahre angebracht.

5 Literatur

- BMJ 2013: Bundesministerium für Justiz (BMJ): Straßenverkehrsordnung (StVO); Bundesgesetzblatt vom 06.03.13; Berlin; 2013
- BAST 2012: Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST): Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS); Ausgabe 2012; Bergisch Gladbach; 2012
- Cindric-Middendorf et al. 2015: Cindric-Middendorf, D.; Listl, G.; Riegelhuth, G.; Singer, T.: Mobilitätsslots im Straßennetz; Straßenverkehrstechnik; Veröffentlichung vorgesehen in Heft 8, 59. Jahrgang 2015
- FGSV 2015: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS), Ausgabe 2015; Köln; 2015