



## Einladung zur Einreichung eines Forschungsgesuchs (Formular 2 und Projektbeschreibung)

<b>Projekt-Nr.</b>	VPT_20_07A
<b>Titel</b>	<b>Entwicklung von Methoden und Algorithmen zur Automatisierung der dynamischen Alternativroutensteuerung und VMP-Umsetzung</b>
<b>Publikationsdatum</b>	22.03.2024
<b>Einreikedatum</b>	spätestens <b>17.05.2024</b>
<b>Kreditrahmen</b>	CHF 200'000.- (inkl. MWST)
<b>Grundlagen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Handbuch – Forschung im Strassenwesen;</li><li>• Merkblatt Benutzeranleitung zu Formular 2.</li></ul> <p>Diese Dokumente sind auf der ASTRA-Homepage unter <a href="#">Arbeitshilfen, Formulare, Merkblätter</a> verfügbar.</p>
<b>Verwandte Projekte</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ASTRA-Forschungsbericht 1743: «Einsatz eines Cell-Transmission-Modells in der Verkehrssteuerung»</li><li>• ASTRA-Forschungsbericht 1608: «Verkehrslenkung mit Hilfe strassenseitig dargestellter Reisezeitinformationen zur Beeinflussung der Netzauslastung»</li><li>• ASTRA-Forschungsbericht 1315: «Abstimmung zwischen individueller Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement»</li></ul>
<b>Fragen</b>	<p>Fragen zur Ausschreibung dürfen nur schriftlich in einer Landessprache oder in Englisch gestellt werden. Die Antworten werden für alle interessierten Stellen auf der ASTRA-Homepage unter <a href="#">aktuelle Einladungen</a> publiziert.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Frist zur Einreichung schriftlicher Fragen: 05.04.2024. Fragen, die nach der Frist eingehen, bleiben unbeantwortet.</li><li>• Einreichen der Fragen an: Geschäftsstelle der Arbeitsgruppe VPT (info@svi.ch)</li><li>• Beantwortung der fristgerecht eingereichten Fragen bis: 15.04.2024</li></ul>
<b>Einreichung</b>	<p>Interessierte Forschungsstellen sind eingeladen, ihr Forschungsgesuch bei der Geschäftsstelle Arbeitsgruppe VPT (AG VPT) unter info@svi.ch mit dem Vermerk «Forschungsgesuch VPT_20_07A» einzureichen. Einzureichen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Das vollständig ausgefüllte Formular 2 (als EXCEL-Datei): «VPT_20_07A (Formular 2) Entwicklung von Methoden und Algorithmen zur Automatisierung der dynamischen Alternativroutensteuerung und VMP-Umsetzung.xlsx». Das Formular muss auf der ASTRA-Homepage unter <a href="#">Aktuelle Einladungen</a> heruntergeladen werden;</li><li>• Der Projektbeschreibung (als PDF- und Word-Datei).</li></ul> <p>Eingaben, die nach der Frist eintreffen, werden nicht berücksichtigt.</p>

	<p>Zum Ausfüllen des Formulars 2 und zur Erarbeitung des Projektbeschriebs ist das <a href="#">Merkblatt Benutzeranleitung zu Formular 2</a> zu beachten.</p> <p>Sprache: Das Formular 2 und der Projektbeschrieb können in einer Landessprache oder in Englisch eingereicht werden.</p>
<b>Korrespondenz</b>	Sämtliche Korrespondenz im Rahmen der Ausschreibung läuft per E-Mail über die Geschäftsstelle der AG VPT (info@svi.ch).
<b>Zusammensetzung Begleitkommission</b>	<p>Es wird erwartet, dass die Antragstellenden die Mitglieder der Begleitkommission (BK) vorschlagen (vgl. Formular 2). Bei der Festlegung der BK sind die vom ASTRA formulierten <a href="#">Regelungen</a> zu berücksichtigen.</p> <p>Mit der Einreichung des Forschungsantrags an die AG VPT bestätigen die Antragsstellenden, dass das Einverständnis der vorgeschlagenen Personen für deren Mitarbeit in der BK vorliegt.</p>
<b>Bewertung der Forschungsanträge</b>	<p><b>Formale Prüfung:</b> Die Geschäftsstelle der AG VPT prüft die Einhaltung der folgenden formellen Anforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular 2 ist korrekt und vollständig ausgefüllt;</li> <li>• Alle Kapitel des Projektbeschriebs mit entsprechenden Inhalten sind vorhanden.</li> <li>• Die Anforderungen an den Projektbeschrieb bezüglich maximale Anzahl Wörter sind eingehalten.</li> </ul> <p>Das Nichterfüllen der formellen Anforderungen führt mit entsprechender Begründung zum Ausschluss vom weiteren Verfahren.</p> <p><b>Fachliche Beurteilung und Gewichtung:</b> Die AG VPT beurteilt die eingereichten Forschungsgesuche auf Basis folgender Kriterien und deren Gewichtung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Höhe des Kreditbegehrens: 25 %</li> </ul> <p>Fachliche Beurteilung der Antworten auf Fragen im Formular 2 (Seite 2) und des Projektbeschriebs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problembeschreibung (Kap. 1) 7 %</li> <li>• Stand Forschung und Forschungsbedarf (Kap. 2 + Kap. 10) 10 %</li> <li>• Vorgehen, Methodik, Lösungsansatz (Formular 2, S.2, Frage A + Kap.3) 40 %</li> <li>• Verfügbarkeit der erforderlichen Daten (Kap. 4) 2 %</li> </ul> <p>Hinweis: Hierbei ist die Verfügbarkeit von repräsentativen Produkten zur Prüfung der unterschiedlichen Erfassungstechnologien darzustellen. Dies fließt in die Bewertung ein.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsplan, Arbeitsprogramm (Kap. 5 + Formular 2, S.2, Frage C) 2 %</li> <li>• Kostenplan / Verteilung auf Arbeitsschritte (Kap. 6) 2 %</li> <li>• Erwartete Resultate, Nutzen der Forschungsarbeit und Nutzniesser (Kap. 7), Umsetzung in die Praxis und Anwendung (Kap. 8; Wirkungsbeurteilung (Kap 9) 2 %</li> <li>• Projektteam (Formular 2, Seite 2 Frage B; Seite 3 und 4; Projektbeschrieb Kap. 11, Kap. 6 Aufgabenteilung) 10 %</li> </ul>

	<p>Die Bewertung der <b>Höhe des Kreditbegehrens</b> erfolgt gemäss folgender Formel (diese bewirkt eine symmetrische Behandlung des prozentualen Unterschieds):</p> $Z_i = 3 + 4 * \text{Sign}(Y - X_i) * [\text{Abs}(Y - X_i) / Y]$ <p>wobei:</p> $Z_{i,Max} = 5$ $Z_{i,Min} = 1$ <p>mit:</p> <p><math>Z_i</math> = Bewertung der Höhe des Kreditbegehrens des Antrags <math>i</math>  <math>Y</math> = Durchschnitt der Kredithöhe aller Anträge  <math>X_i</math> = Höhe des Kreditbegehrens des Antrags <math>i</math></p> <p>Die Bewertung der <b>übrigen Kriterien</b> erfolgt auf einer Skala von 0 bis 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 Nicht beurteilbar; keine Angaben</li> <li>1 Sehr schlecht erfüllt; ungenügende, unvollständige Angaben</li> <li>2 Schlechte Erfüllung; Angaben ohne ausreichenden Projektbezug</li> <li>3 Erfüllt; den Anforderungen der Ausschreibung entsprechend</li> <li>4 Gut erfüllt; qualitativ gut</li> <li>5 Sehr gut erfüllt; qualitativ ausgezeichnet</li> </ul>
<p><b>Auswahl des Forschungsantrags</b></p>	<p>Derjenige Forschungsantrag, der die gestellten Kriterien optimal erfüllt, wird durch die AG VPT ans ASTRA für die weitere Bearbeitung/Beurteilung durch die Kommission für Forschung im Strassenwesen (FOKO) weitergeleitet. Basierend auf der Empfehlung der FOKO, entscheidet das ASTRA endgültig zum weiteren Vorgehen betreffend des ausgewählten Forschungsantrags.</p> <p>Sowohl in der AG VPT als auch in der FOKO gelten Ausstandsregeln für Mitglieder, die in derselben Firma/Institution wie der Antragsteller tätig sind.</p>
<p><b>Vorbehalt</b></p>	<p>Sowohl die AG VPT als auch das ASTRA können auf eine Vergabe eines Forschungsauftrags verzichten, wenn sie alle Forschungsanträge als unbefriedigend beurteilen. Den Entscheid über die Finanzierung der Forschungsarbeit trifft ausschliesslich das ASTRA in Form einer Verfügung.</p>

## Informationen zum Forschungsprojekt

### 1 Ausgangslage

Verkehrsmanagementsysteme im MIV konzentrieren sich meist auf das eigene Strassennetz, d.h. auf National-, Kantons- oder Gemeindestrassen. Der Verkehrsfluss orientiert sich jedoch nicht an Eigentums- oder Zuständigkeitsgrenzen. Wichtige Informations- und Entscheidungspunkte für das netzbezogene Verkehrsmanagement liegen oft nicht auf dem eigenen Strassennetz.

Daraus ergibt sich in der Realität eine grosse Vielfalt möglicher Szenarien. Für planbare und häufig auftretende Eingriffe werden Verkehrsmanagementpläne (VMP) erstellt. Der Abstimmungsaufwand ist hoch und sie gelten oft isoliert für ein Szenario. Überlagerungen machen die Situation komplexer und können in VMP nicht effizient abgebildet werden.

Die Abschätzung der Auswirkungen auf den Verkehrsfluss ist für die VM-Operatoren eine Herausforderung, zumal sie ad hoc Massnahmen ergreifen müssen. Die Umsetzung von netzbezogenen Verkehrsmanagementstrategien (kantonale/nationale Verkehrsmanagementpläne, Alternativrouten-Steuerungen auf Nationalstrassen und/oder dem nachgelagerten Netz) erfolgt überwiegend manuell und mit telefonischer Abstimmung. Dies ist zeitaufwändig und erfordert ein gemeinsames Verständnis aller Beteiligten.

Bei planbaren oder ereignisbezogenen Eingriffen, z.B. aufgrund von Baustellen, Unfällen, Tunnelsperrungen oder plötzlich auftretenden Ereignissen ist die manuelle De-/Aktivierung gängige Praxis. Entweder liegen vorher abgestimmte Verkehrsmanagementpläne vor oder es werden spontane Entscheidungen aufgrund von Erfahrungen getroffen.

Überlastungsbedingte Eingriffe wären zwar sinnvoll, sind aber in der Regel nur schwer rein manuell durchführbar, da die Überwachung möglicher Auslöser aufwendig, die Abschätzung der verkehrlichen Folgen (Prognose) komplex ist und objektive Informationen und Datenquellen meist nicht (eigentümerübergreifend) zur Verfügung stehen.

Entsprechende Prozesse ergeben sich zwischen der Verkehrsmanagementzentrale-Schweiz (VMZ-CH) in Emmen und Kantonen, zwischen Kantonen und Gemeinden (z.B. in einer regionalen Verkehrsleitzentrale, wie im Projekt «Gestion Centralisée du Trafic d'Agglomération (GCTA) im Kanton Waadt, etc.). In Analogie wären im grenznahen Raum auch Prozesse mit ausländischen Strassenbetreibern zu betrachten.

Zurzeit gibt es weder in der Schweiz noch im internationalen Umfeld etablierte Algorithmen, die voll- oder halbautomatisch eine Alternativroutensteuerung zuständigkeitsübergreifend durchführen. Vereinzelt wurden Versuche meist nur in bestimmten Regionen eingesetzt oder wieder eingestellt.

### 2 Forschungsbedarf und Zielsetzungen

Ziel dieses Forschungsprojekts ist die automatisierte, praxisnahe Berechnung von netzbezogenen VM-Massnahmen durch Algorithmen. Dabei gilt es, die Vielfalt möglicher Szenarien zu entwickeln, zu vereinfachen, effizient zu koordinieren und im Idealfall voll- oder semiautomatisch umsetzen zu können. Dabei müssen die verschiedenen Verkehrsmanagementstrategien der Strassennetzbetreiber berücksichtigt werden.

Die Operatoren in Verkehrsmanagement und -leitzentralen sollen bei der Entscheidungsfindung bestmöglich unterstützt bzw. es sollen vollautomatisch netzbezogene Massnahmen des Verkehrsmanagements umgesetzt werden, insbesondere bei mehreren Zuständigkeiten und unterschiedlichen Verkehrsmanagementstrategien.

Dazu müssen zunächst die notwendigen Informations- und Datenquellen identifiziert werden. Diese sind hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit (zeitlich/räumlich), Zuverlässigkeit, Konsistenz und Prognosefähigkeit zu bewerten.

Anschliessend sind Methoden und Algorithmen zu entwickeln, die unter anderem auf dem Nationalstrassennetz sowie auf dem nachgelagerten Strassennetz (Kantons- und Gemeindestrassen) eingesetzt werden können.

Derzeit müssen die VM-Operatoren entscheiden, ob die Aktivierung eines VMPs sinnvoll ist. Im Falle kritischer Ereignisse wie Tunnelsperrungen oder Vollsperrungen aufgrund von Unfällen sowie bei geplanten Massnahmen, wie Baustellen oder Grossereignissen sind diese Entscheidungen objektiv zu treffen und in der Regel vorab geplant und definiert.

Im Falle von überlastungsbedingten Störungen sowie drohenden Überlastungen

besteht allerdings der Bedarf, dem VM-Operator objektive Entscheidungskriterien an die Hand zu geben. Dazu sind robuste Algorithmen, Verfahren, aber auch Verkehrsdaten und Informationskanäle erforderlich. Zudem müssen die eingesetzten Algorithmen verständlich und leicht zu pflegen sein, d.h. die Verfahren sollten nicht über zu viele Parameter und Konfigurationen verfügen bzw. idealerweise selbstlernend aufgestellt werden, um den Pflegeaufwand in Grenzen zu halten. Diese Grundlagen sollen im Rahmen des Projekts geschaffen werden, in dem verfügbare Datenquellen auf Nutzbarkeit analysiert werden und neue, leicht verständliche und pflegbare Algorithmen für das netzübergreifende Verkehrsmanagement aufgestellt werden.

### 3 Erwarteter Inhalt und zu erbringende Leistungen

Die Forschungsidee beinhaltet eine neutrale Betrachtung und keine Produktforschung, insbesondere keine Produktentwicklung und -optimierung.

Die Forschungsarbeit sollte folgende Inhalte umfassen:

- Die Anwendungsfälle und Stakeholder sind zu identifizieren. Dabei sind mindestens Nationalstrasse - nachgelagertes Strassennetz sowie Kantonsstrasse - Gemeindestrassen zu betrachten. Der Fokus ist dabei primär auf die verkehrsorientierten Strassen zu legen.
- Entwicklung und Validierung eines robusten, praxisnahen, gesamtschweizerisch einsetzbaren Verfahrens zur automatischen und semiautomatischen Steuerung von netzübergreifenden Verkehrsmanagementplänen oder -massnahmen (mindestens Alternativroutensteuerung) aufgrund überlastungsbedingter Störungen im Verkehrsablauf. Ziel ist es, dem Operator ein nachvollziehbares Werkzeug zur Verfügung zu stellen, um das Verkehrsmanagement auf Basis objektiver, messbarer Kriterien durchzuführen.
- Die vorhandenen und benötigten Datengrundlagen sind zu erfassen und auszuwerten. Ggf. sind weitere Datenquellen zu erschliessen und Anforderungen an die zeitliche und räumliche Auflösung, die Konsistenz und die Qualität dieser Daten zu formulieren.
- Das minimale Datenmodell für die benötigten Daten ist aufzuzeigen.
- Anschliessend soll ein prognosefähiger Ansatz zur (Alternativrouten-)Steuerung aufgestellt, prototypisch implementiert und validiert werden.
- Die Grenzen der automatischen und semi-automatischen (Alternativrouten-) Steuerungen sind aufzuzeigen.
- Der Umgang mit widersprüchlichen oder unterschiedlichen Verkehrsmanagementstrategien ist dabei ein wichtiges Element, dem besondere Aufmerksamkeit zu widmen ist.
- Die für eine automatische Steuerung von VMPs notwendigen Prozesse sind aufzuzeigen und zu skizzieren.
- Ebenso soll eine prototypische Bedienoberfläche entwickelt werden, um den Workflow mit Verkehringenieuren (für die Regelsetzung) sowie Operatoren (für die operative Anwendung) abzustimmen und zu testen. Ergebnis des Projekts ist ein evaluierter Steuerungsansatz für einen zu definierenden Netzausschnitt sowie formulierte Anforderungen an die Implementierung und Integration des Steuerungsmodells in die Verkehrsmanagementzentrale.
- Handlungsempfehlungen sind aufzuzeigen.
- Beschreibung des weiteren Forschungsbedarfs.

Das Forschungsgesuch soll Aussagen machen, inwieweit eine Automatisierung des netzübergreifenden Verkehrsmanagements sinnvoll ist und welche Werkzeuge heute fehlen.

#### Hinweise zur Aufgabenstellung

- Für die Begleitkommission (5 – 8 Mitglieder) sollen Sitzungsspesen von CHF 1500.- pro BK-Sitzung einkalkuliert werden.

Der Projektbeschrieb ist mit unten vorgegebener Struktur zu erstellen. Kapitel 1 bis 9 dürfen zusammen in Deutsch und Englisch maximal 6000 Wörter oder in Französisch maximal 7500 Wörter umfassen (ohne Abbildungen, mit Schwerpunkt auf Kapitel 3/Lösungsansatz). Die Lebensläufe dürfen je maximal 1 Seite Lebenslauf und 1 Seite relevante Publikationen umfassen.

**Kap.1: Problembeschreibung (Ausgangslage):**

Hier wird ein eigenständiger Text erwartet, der das Aufgabenverständnis verdeutlicht.

**Kap.2: Internationaler Stand der Forschung, Forschungsbedarf:**

Der Stand der internationalen und nationalen Forschung und der daraus für das spezifische Problem resultierende Forschungsbedarf sind mittels eines diskutierten Überblicks der aktuellen Literatur und der entsprechenden Standardwerke darzulegen. Eine Beschreibung ohne Beurteilung der Erkenntnisse und ohne Quellenangaben kann durch die Arbeitsgruppe nicht beurteilt werden. Die dazugehörige Literaturliste ist in Kap. 10 zu hinterlegen.

**Kap. 3: Vorgehen, Methodik, Lösungsansatz:**

Aufgrund des ermittelten Forschungsbedarfs ist in Kapitel 3 der Ansatz und Lösungsweg zu beschreiben, mit dem die festgestellte Wissenslücke geschlossen werden soll. Der Lösungsweg besteht in jedem Fall aus verschiedenen Arbeitsschritten. Diese sind detailliert zu beschreiben. Die Methode ist Teil des Lösungsweges und sollte begründet werden. Häufig sind empirische Daten (qualitative und/oder quantitative) erforderlich. In diesem Fall sind die allfällige Erhebungsmethode und die Datenanalyse zu beschreiben (z. B. Typ und Inhalt einer Befragung, Art und Weise der Datenauswertung, Einsatz der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente, Stichprobe und Repräsentativität).

**Kap. 4: Verfügbarkeit der erforderlichen Daten:**

In Kapitel 4 sind die empirischen Daten, die der Forschungsstelle bekannt sind und sich gemäss Lösungsansatz und Methode als Grundlage eignen, zu benennen. Der Datenbedarf und die Datenverfügbarkeit sind aufzuzeigen.

**Kap. 5: Forschungsplan, Arbeitsprogramm mit Meilensteinen**

Hier sind die Arbeitsschritte und der geplante Einsatz der Begleitkommission übersichtlich darzustellen. Zwischenergebnisse und Meilensteine sind zu definieren.

**Kap. 6: Kostenplan inkl. Verteilung auf Arbeitsschritte und Meilensteine; bei Arbeitsgemeinschaft: Aufgabenverteilung:**

Hier soll eine Aufschlüsselung der Kosten auf die einzelnen Arbeitsschritte und Meilensteine erfolgen und die allgemeine Führung des Projektes (Koordination, Projektleitung, Sitzungen usw.) aufgezeigt werden. Transparente Berechnung der Arbeitsstunden, Gesamtbetrag und Nebenkosten sind erforderlich. Es ist zu definieren, welche Partei welche Aufgaben und Arbeitsschritte inkl. der Budgetverteilung im Projekt übernimmt bzw. leitet. Die Kosten sind inkl. MWST auszuweisen.

**Kap. 7: Erwartete Resultate, Nutzen der Forschungsarbeit und Nutzniesser:**

Hier ist allgemein der Wert der Arbeit, die Art der Ergebnisse und deren Nutzen zu prognostizieren. Weiter sind die späteren Nutzniesser zu charakterisieren. Die Gliederung des Kapitels in die drei Aspekte erleichtert die Beurteilung.

**Kap. 8: Umsetzung in die Praxis und Anwendung:**

Es ist zu beschreiben, ob und in welcher Weise die Resultate die tägliche oder künftige Arbeit der Nutzniesser beeinflussen können und ob bzw. wie die Resultate in der künftigen Arbeit zur Anwendung kommen können.

**Kap. 9: Wirkungsbeurteilung:**

Die allgemeinen Wirkungen der Resultate in Bezug auf die Allgemeinheit und Öffentlichkeit, Sicherheit und Nachhaltigkeit sind sowohl aus der Sicht des Spezialisten im eigentlichen Fachgebiet als auch aus der Sicht des Generalisten zu beschreiben.

**Kap. 10: Nationale und internationale Literatur auf dem Gebiet:**

Es ist eine überblicksartige, aussagekräftige Literaturliste mit den für den Forschungsgegenstand wichtigsten Publikationen zu erstellen.

**Kap. 11: Lebenslauf Projektleiter/In und Stv. Projektleiter/in**

Für die Projektleitung und die Projektleitung Stv. ist ein Lebenslauf beizulegen.