



# Forschungsschwerpunkte AG

## «Trasse und Umwelt»

### **TRU-1 Belagstechnologie für Strassen und Velowege**

Die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit, die Lärmreduktion und die Rezyklierbarkeit von Strassenbelägen sind hoch und steigen kontinuierlich. Mittels Forschungen sollen hierzu vertiefte Erkenntnisse ermittelt werden.

#### **Vision "Der Strassenbelag der Zukunft"**

- Nachhaltige Belagskonzepte (Life-Cycle, CO2-neutral)
- Nachhaltiger Bitumenersatz

Mögliche Forschungsideen:

- Weiterentwicklung und Optimierung Gussasphalt (Reduktion Einbautemperatur, Ausführung Kreisverkehrsplätze, Beschichtungen zur Verbesserung der Lärmreduktion);
- Nachhaltige Rejuvenatoren mit dauerhaft verlässlichen Eigenschaften;
- Verbesserte und Standardisierte Bitumenuntersuchungen unter Nutzung des Dynamischen Scherrheometers (DSR);
- Klimaneutralität der Beläge unter Berücksichtigung des gesamten Lifecycles.

### **TRU-2 Belags- und Infrastrukturlösungen für den Langsamverkehr**

An die Infrastruktur des Langsamverkehrs werden andere Anforderungen gestellt als an die üblichen Strasseninfrastruktur für den MIV und ÖV. Dadurch ergeben sich neue Fragestellungen bezüglich Belagslösungen, Umwelteinwirkungen oder auch Strassendesign.

Mögliche Forschungsideen:

- Belagslösungen für den Langsamverkehr (Analyse und Monitoring von landschaftsverträglichen und naturnahen Belägen für die multimodale Nutzung sowie Auseinandersetzung mit den Themen Hitzeminderung und Versickerung);
- Klimagerechte Belagslösungen: Entsiegelung der Oberfläche unter Berücksichtigung des hindernisfreien Bauens;
- Minimierung der Umwelteinwirkung von Veloinfrastrukturen (Einbettung in die Landschaft, Lichtverschmutzung und Zerschneidung);
- Integration in bestehende Infrastruktur in Städten, Design und Umgang mit Plätzen, Kreisel, Kreuzungen.

**TRU-3 Grundlagen für die Erhaltung des Trassees**

Internationale Forschungen zu Zustandsprognosen der Beläge zeigen unerwartet breite Streuungen in den Grunddaten und nicht plausible zeitliche Entwicklungen. Die Ursachen dafür sind nicht bekannt. Gesucht sind Forschungen, die zu verlässlichen Daten für das Schätzen von Zustandsentwicklungskurven führen, wobei auch die Methoden und Definitionen kritisch zu beleuchten sind.

Ein strategisches Erhaltungsmanagement dient dazu, die richtigen Erhaltungsmaßnahmen zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort auszuführen. Eine Voraussetzung dafür ist, dass für die massgeblichen Infrastrukturelemente Zustandsinformationen vorliegen und Zustandsprognosen erstellt werden können.

Mögliche Forschungsideen:

- Benutzung von Alternativattributen anstelle der heutigen Indizes;
- Verbesserung der Qualität von Zustandsdaten (Wiederholbarkeit von Messungen);
- zuverlässige Beurteilung der Tragfähigkeit mit zerstörungsfreien Verfahren und Prognose der zukünftigen Entwicklung;
- Weiterentwicklung der Verfahren für die Erhebung des Oberflächenzustands mit Video oder Lasertechnologie.

**TRU-4 Klimawandel: Bedrohungslage und benötigten Anpassungen der Infrastruktur**

Der Klimawandel verändert die Bedingungen für die Strasseninfrastruktur, hat Auswirkungen auf die Bedrohungslage und bewirkt einen Bedarf an Anpassungen. Um sowohl Folgekosten als auch Risiken zu minimieren, sind Forschungen gefragt, die eine frühe Erkennung und ein frühes Handeln ermöglichen.

Innovative Lösungen für die Strassenabwasserbehandlung sind zukünftig gefordert. Dies im Hinblick auf beispielsweise die Verminderung von Hitzeinseln mit neuen Formen von SABA, horizontalen Abläufen oder auch Multifunktionalität der Infrastruktur.

Mögliche Forschungsideen:

- Interdisziplinäres Modell zur Analyse der Bedeutung des Klimawandels auf die Strasseninfrastruktur auf verschiedenen Ebenen (Materialien, ganze Bauwerke, Installationen, Bauweisen etc.);
- Identifizierung von möglichen künftigen Massnahmen/ Anpassungen, deren Modellierung und Ableitung von Szenarien;
- Einfluss des Klimawandels auf die Vulnerabilität und Resilienz der Strasseninfrastruktur.

**TRU-5 Nachhaltigkeit der Bauteile und der Baumaterialien**

Nachhaltiges Bauen, nachhaltiger Betrieb und baulicher Unterhalt der Strasseninfrastruktur setzen das Wissen über Alterungs- und Nachhaltigkeitseigenschaften von Bauelementen und Baumaterialien voraus.

Weiter ist die Dekarbonisierung ein wichtiges Ziel im Kontext Klimaschutz und Nachhaltigkeit. Angestrebt wird der Verzicht bzw. die Reduktion der Nutzung von CO<sub>2</sub> verursachenden Technologien.

Zudem fehlen für den Reifenabrieb als grösste Quelle von Mikroplastik in der Umwelt verlässliche Analysemethoden zur Charakterisierung des Abriebs und zum Verhalten in der Umwelt als Grundlage für die Entwicklung geeigneter Massnahmen.

Mögliche Forschungsideen:

- Beurteilungsmethoden für Materialien (Bau- und Abbruchmaterialien sowie für Abfälle) unter Berücksichtigung des Gesamtlebenszyklus, des Energiebedarfs, der Wiederverwendbarkeit, der Toxizität und der Rezyklierbarkeit;
- Förderung der Multifunktionalität von Massnahmen im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes (Lärmschutzwände mit Solarenergie, etc.);
- Massnahmen zur Förderung der Dekarbonisierung;
- Analysemethoden zur Charakterisierung des Reifenabriebs.

**TRU-6 Baustelle der Zukunft**

Baustellen behindern den Verkehrsfluss und stellen ein Risiko für die Strassenbenutzer sowie das Bau- und Betriebspersonal dar. Durch innovative Lösungen sollen die Bauzeiten sowie andere negative Eigenschaften minimiert werden.

Mögliche Forschungsideen:

- Minimierung der Beeinträchtigungen für den fliessenden Verkehr und den Langsamverkehr;
- Digitale Unterstützung (automatisierte Datenerfassung und -analyse);
- Neue Bauverfahren und Technologien;
- Klimarelevanz von Baustellen mit besonderer Berücksichtigung der Einflussfaktoren Bauverfahren, Verkehrsablauf und Staubbildung sowie Baustellendauer.

**TRU-7 Digitalisierung, neue Technologien**

Die zunehmende Digitalisierung und die Entwicklung neuer Technologien, auch mittels Nutzung von KI, bieten Chancen qualitativ bessere oder neue Daten zu nutzen und für die Projektierung, den Bau, den Betrieb und den Unterhalt zur Verfügung zu stellen.

Die Entwicklung von BIM wird die Projektierung, den Bau, die Realisierung, den Unterhalt und die Erhaltung von Infrastrukturbauwerken verändern. Über den gesamten Lebenszyklus müssen die geeigneten Daten in die Forschungen miteinbezogen werden.

Mögliche Forschungsideen:

- Automatisierte Erfassungen (Fahrbahnzustand, Biodiversität, Neophyten etc.);
- Energiegewinnung und -speicherung (Photovoltaik, Geothermie, Peltier, Schwerkraft-, Druckspeicher, etc.);
- Warnsysteme (Verkehrsteilnehmer, Betrieb, Unterhalt, etc.);
- Informationen für energie- und verkehrsoptimierten Individualverkehr (Topographie, Baustellen, Anschlussverbindung ÖV, etc.);
- Interaktion BIM mit neuen Technologien.

# Forschungsschwerpunkte AG

## «Brücken, Geotechnik und Tunnel»

**BGT-1 Hilfsmittel für die Überwachung und die Bewirtschaftung der Infrastruktur**  
Die Alterung unserer Infrastruktur und die immer grössere Ausschöpfung der vorhandenen Kapazität haben dazu geführt, dass besser geplante und optimierte Methoden für das Erhaltungsmanagement benötigt werden. Vorhersagende Gleichungen sowie Optimierungsroutinen sind erforderlich, um die entsprechenden Interventionen besser zu planen und die Kosten für die Eigentümer zu minimieren. Neue digitale Überwachungssysteme (Digital Monitoring Systems) wecken neue Erwartungen und bergen neue Chancen und Herausforderungen, für die Lösungen gesucht werden.

Mögliche Forschungsideen:

- Überwachungssysteme und Modellierung sowie Analyse der Tragwirkung (auch bei lokalen und ausgedehnten Beschädigungen von Primärtragelernen) für die Infrastruktur: Merkmale, künstliche Intelligenz (Machine Learning) und Ausstattung von Kunstbauten, sowie die Interoperabilität der Daten (u.a. zu Digital Twin);
- Datengetriebene Analyseverfahren bzw. Vorhersagemodelle hinsichtlich Erhöhung der Zuverlässigkeit «predictive maintenance» Strategien (z.B. mit Daten aus Monitoringsystemen, von Drohnen, aus Inspektionen am Einzelobjekt und im gesamten Portfolio).

**BGT-2 Nachhaltige Entwicklung und Baumaterialien**  
Die Berücksichtigung der Anforderungen an die Nachhaltigkeit ist imperativ. Allerdings fehlen Entscheidungsgrundlagen oder sie sind unvollständig, um die Anforderungen für Kunstbauten an Dauerhaftigkeit, Tragsicherheit, Gebrauchsfähigkeit, Nutzung und Unterhalt, Rückbau und Wiederverwendung ganzheitlich betrachten und bewerten zu können. Weiter sind Kenntnisse zu bestehenden und neuen Baumaterialien zu erarbeiten und vertiefen, welche als Grundlagen für rationelle Planung, Bemessung, Einbau und Unterhalt von Materialien für Kunstbauten dienen.

Mögliche Forschungsideen:

- Leistungsorientierte Anforderungen und Zielvorgaben an Kunstbauten für Dauerhaftigkeit, Tragsicherheit, Gebrauchsfähigkeit, Nachhaltigkeit (Erstellung von Ecobilanzen und deren Bewertung inkl. Daten für Lebenszyklusbewertungen);
- Effizienzgewinne durch mechanisierte und digitalisierte Bauweisen sowie Ermittlung von Potentialen für Bau, Unterhalt und Erhaltung von Kunstbauten mittels KI;
- Konzepte für neue und bestehende Kunstbauten mit geringem Material- und Unterhaltsbedarf zugunsten einer nachhaltigen Strasseninfrastruktur (Brücken und Tunnel);
- Materialgerechter Einsatz von Holz im Infrastrukturbau;
- Entwicklung neuer Prüfungen für neue Baumaterialien.

**BGT-3 Konzeption und Bemessung von Tragwerken**

Einwirkungs-Modelle: Die Veränderungen bei den momentanen Lasten, die auf die Infrastruktur wirken, sowie die infolge des Klimawandels (Neubewertung der Naturgefahren), des Bevölkerungswachstums, der Wirtschaftsentwicklung, neuer Fahrzeuge und anderer Faktoren erwarteten künftigen Einwirkungen bedingen, dass die bestehenden Modelle aktualisiert und neu kalibriert werden. Entsprechende Forschungsarbeiten sind notwendig.

Erkennen von Tragreserven: Die Modelle für Widerstand und Tragfähigkeit sind etwa für Querkräfte und Materialermüdung sowie in der Geotechnik konservativ ausgelegt. Dies führt zu umfangreichen Verstärkungsmassnahmen, die verhindert werden könnten. Es braucht insbesondere für bestehende Tragwerke neue, verfeinerte Modelle. Die neuen Modelle für Widerstand und Tragfähigkeit können mit einer Tragwerksüberwachung kombiniert werden. Solche Systeme können bedeutende, bislang unbekannte Tragreserven aufdecken und die neuen Modelle validieren.

Mögliche Forschungsideen:

- Einwirkungen aus neuen Arten von Nutzung wie z.B. Brand von Elektrofahrzeugen oder Wasserstofffahrzeugen auf offener Strecke, in Tunneln, auf Brücken;
- Evaluation des Schwerverkehrs (wie beispielsweise die Klassifizierung von Sondertransporten);
- Einfluss der sich verändernden Einflussfaktoren aufgrund des Klimawandels;
- Einfluss auf die Tragfähigkeit von Schäden und der Ermüdung (z.B. AAR-Schädigung, Korrosion etc.).

**BGT-4 Bau-, Unterhalts- und Betriebsmethoden bei Kunstbauten und Tunneln**

Bau- und Unterhaltsmethoden sind zu hinterfragen und neue innovative Konzepte für bekannte, anhaltende Probleme bei Bau und Unterhalt von Tunneln und Kunstbauten unter Verkehr sind zu suchen. Für Tunnel sind insbesondere auch die Betriebsmethoden zu hinterfragen.

Mögliche Forschungsideen:

- Rasche, qualitativ hochwertige und materialsparende Bauverfahren (z.B. Vorfabrikation, Segmentbauweise, Brückenersatz und -erweiterung) sowie dauerhafter Korrosionsschutz für Stahl-, Stahlbeton- und Verbundbrücken;
- Stützmauern - Winkelstützmauern mit Minimierung des Materialeinsatzes unter Einsatz neuer Betonrezepturen oder Paradigmenwechsel zu Schwergewichtsmauern mit minimalem Energieverbrauch und geringen Unterhaltsaufwand;
- Dünnwandige Tunnelverkleidungen (einschalig / zweischalig) unter Berücksichtigung innovativer Materialtechnologien und neuer konstruktiver Lösungen, sowie alternative Segmentierung und Materialisierung von Zwischendecken (inkl. statischer Nachweis zu monolithischer Bauweise);
- Abdichtung und Detektion von Lecks in Abdichtungen;
- Ableiten von Gasen sowie Massnahmen und Verfahren der Einsatzkräfte (z.B. Feuerwehr) bei Brand von Elektro- und Wasserstofffahrzeugen in Tunneln;
- In-situ Pilotanwendungen für die Reduktion von Quellpotential im Gipskeuper durch Erwärmung des Gebirges.

**BGT-5 Fortschrittliche zerstörungsfreie Verfahren zur Untersuchung und Beurteilung bestehender Infrastruktur**

Der Zustand schwer zugänglicher oder schwer zu kontrollierenden Bauteilen, wie Spannglieder mit sofortigem und nachträglichem Verbund oder Schweissnähte im Stahl, muss zuverlässig beurteilt werden. Ähnlich schwierig ist die Beurteilung des Zustands der bergseitigen Bewehrung in Winkelstützmauern (Hohlstellen im Beton). Dazu braucht es neue, möglicherweise interdisziplinäre und aussagekräftige zerstörungsfreie Verfahren und Hilfsmittel.

Mögliche Forschungsideen:

- Aussagekräftige NDT-Methoden für prioritäre Komponenten/ Bauteile zur Dokumentation der geforderten Qualität beim Bau und im Rahmen der Erhaltung (z.B. vollständige Injektion von Spanngliedern während des Baus und Zustandsbeurteilung während der Nutzung);
- Konzepte für vorbereitende Massnahmen bei bestehenden und Neubauten für Überprüfung (beispielsweise Einbringen von zusätzlichen Leerrohren für Überwachungszwecke, Einsatz von mobilen Mikrosensoren).

**BGT-6 Sicherheitskonzepte in der Geotechnik**

Die Verwendung von Partialfaktoren auf Bodenkennwerte in den Nachweisen der Tragsicherheit in der Geotechnik kann dazu führen, dass die relevanten Versagensmechanismen nicht erkannt und berücksichtigt werden. Auch die zu erwartenden Verschiebungen können falsch eingeschätzt werden.

Mögliche Forschungsideen:

- Grundlagen schaffen zu den Anwendungsbedingungen und Grenzen der verschiedenen, heute üblichen Nachweis-Verfahren (Partialfaktoren, globale Sicherheitsfaktoren nach SIA und nach Eurocode) für die Anwendung von nicht-linearen Finite-Elemente-Methoden;
- Anwendung der Partialfaktoren im Zusammenhang mit Einwirkungen und Widerstand des Baugrundes;
- Nachweis Tragsicherheit Grundbruch - neue Erkenntnisse.

**BGT-7 Neue Methoden sowie Wirkungs- und Effizienzsteigerungen im Rahmen der BSA**

Die Technik und Technologien entwickeln sich stetig weiter, dies umfasst auch die BSA und die Fahrzeuge. Bestehende und neue Möglichkeiten der Branddetektion und Brandbekämpfung sind zu prüfen. Zudem wird die Energieeffizienz immer wichtiger und die Möglichkeiten zur Reduktion des Energieverbrauchs in den Strassentunneln sollten untersucht werden.

Mögliche Forschungsideen:

- Branddetektion und Brandbekämpfung: Neue Methoden zur Detektion von Ereignissen wie beispielsweise akustische Systeme, Zuverlässigkeit der Branddetektion sowie technische und betriebliche Tauglichkeit von Brandbekämpfungsanlagen (BBA) in Tunnelobjekten (insbesondere bei Bränden von E-Lastwagen) und deren Einfluss auf die Selbstrettungsphase;
- Energieeffizienz in Strassentunneln: Optimale Tunnelbeleuchtung, Gewährleistung der Sicherheit bei Durchfahrts-, Adaptionsbeleuchtung und optischer Leiteinrichtung, betriebliche Optimierung bestehender Anlagen; ressourcenschonender Umgang mit Material und Energie, sowie Produktion erneuerbarer Energie, inkl. Wasser- und Windenergie.

# Forschungsschwerpunkte AG

## «Verkehrsplanung und -technik»

### VPT-1 Bedeutung, Einfluss und Ausgestaltung des strassengebundenen Güterverkehrs

Der strassengebundene Güterverkehr hat nicht zuletzt durch die Coronapandemie noch einmal eine enorme Zunahme erfahren, insbesondere im urbanen Raum. Auch in Zukunft ist mit grossen Steigerungen zu rechnen, so wie dies die VP2050 vor allem auch für den strassengebundenen Lieferwagenverkehr vorhersagen. Die damit verbundenen Herausforderungen wie beispielsweise effiziente Feinverteilung oder Multimodalität gilt es zu antizipieren.

Mögliche Forschungsideen:

- Herausforderungen zentraler oder dezentraler Logistikhubs;
- Spezifischen Anforderungen der strassengebundenen Logistik- und Transportunternehmungen;
- Potentiale und Einbindung neuer Transportgefässe in bestehende Gütertransportketten;
- Ansätze für eine effiziente Feinverteilung im urbanen Raum (City-Logistik).

### VPT-2 Erfassungssysteme, Verkehrs- und Modellgrundlagen der Zukunft

Mit neuen Anbietern, neuen Verkehrsmitteln und neuen Techniken verändern sich auch die Möglichkeiten für die Erfassung des Verkehrsgeschehens und die damit verbundenen Modellgrundlagen. Diese gilt es vor dem Hintergrund von Technik, Anwendbarkeit, Datensicherheit und -schutz, Speicherfähigkeit und Belastbarkeit zu untersuchen und zu bewerten.

Mögliche Forschungsideen:

- Ermittlung und Würdigung zukünftiger Erfassungssysteme;
- Vorgaben und Datenmodelle für Datenspeicherungen in der Verkehrstechnik;
- Möglichkeiten der automatischen Erfassung zusätzlicher Fahrtinformationen (private/gewerbliche Fahrt, Besetzungsgrad, Velo-, Fussverkehr);
- Sicherstellung der Erfassungsqualität von Sensoren zur Verkehrsdatenerfassung bei der Inbetriebnahme und im Betrieb.

### VPT-3 Freizeit- und Ausweichverkehr

Schon heute ist der Freizeitverkehr laut Mikrozensus der wichtigste Verkehrszweck, noch vor dem Pendeln zur Arbeit. Dieser Trend hat durch die Coronapandemie noch eine Zunahme erfahren und auch in den letzten Jahren ist keine Änderung dieses Trends festzustellen. Auch der Ausweichverkehr vom Nationalstrassennetz auf das nachgelagerte Strassennetz nimmt stark zu, nicht zuletzt auch durch die stärkere Freizeitorientierung. Beide Verkehrsarten haben bestimmte Ursachen, Wirkungen und spezifische Anforderungen, die mit dem Forschungsschwerpunkt besser erforscht werden sollen.

Mögliche Forschungsideen:

- Betrachtung der Entwicklung des Freizeitverkehrs und dessen künftiger Rolle im Gesamtverkehrssystem mit Fokus auf den MIV;
- Räumliche Ausdehnung, Umfang, Häufigkeit sowie «treibende» und «bremsende» Faktoren für die Entstehen von Ausweichverkehr auf das nachgelagerte Strassennetz;
- Entwicklung und Würdigung von spezifischen Massnahmen zur Vermeidung von Ausweichverkehr.

- derung von Ausweichverkehr auf das nachgelagerte Strassennetz sowie zur Reduktion seiner negativen Auswirkungen auf den Ausweichrouten
- Entwicklung und Würdigung von spezifischen Massnahmen zur aktiven Steuerung und Verlagerung von Freizeit- und Ausweichverkehr;
  - Übergeordnetes Verständnis der Bedeutung des MIV für Freizeitbedürfnisse.

#### **VPT-4 Verkehrsmanagement der Zukunft**

Schon heute findet ein umfangreiches Verkehrsmanagement auf den Strassen statt. Neue Techniken in der Erfassung, aber auch in den Fahrzeugen/Mobilitätswerkzeugen sowie die Verfügbarkeit von immer mehr und immer besseren Daten ermöglichen in Zukunft noch spezifischere und wirkungsvollere Eingriffe ins Verkehrsgeschehen. Damit stellen sich nicht nur Fragen zu den Möglichkeiten und Grenzen eines Verkehrsmanagements der Zukunft, sondern vor allem auch Fragen zur Governance und zum Umgang mit unterschiedlichen politischen Zielsetzungen für das Verkehrsmanagement.

Mögliche Forschungsideen:

- Neue/zusätzliche Möglichkeiten zur optimierten Nutzung der Strasseninfrastrukturen;
- Künftige Rolle der öffentlichen Hand und von Privaten; technische und organisatorische Voraussetzungen für die Umsetzung; allfälliger Regulierungsbedarf, um unerwünschte Entwicklungen in der Bewirtschaftung der Strassennetze zu verhindern;
- Möglichkeiten neuer Techniken und Verfahren im Verkehrsmanagement (Bspw.: KI, Implementation Meteorologie, Regelungslogiken, Unterstützung multimodaler Verkehrsangebote);
- Umgang mit unterschiedlichen politischen Zielsetzungen im Verkehrsmanagement.

#### **VPT-5 Angebotsorientierte Planung des Gesamtverkehrssystems**

Seit Jahren steht die Forderung im Raum, das Gesamtverkehrssystem an «angebotsorientierten» Grundsätzen auszurichten. Im Forschungsschwerpunkt soll untersucht werden, was unter einer «angebotsorientierten» Planung des Gesamtverkehrssystems zu verstehen ist, wie sie umgesetzt werden kann und welchen Anforderungen sowie Problemstellungen ein solches System untersteht.

Mögliche Forschungsideen:

- Möglichkeiten und Grenzen angebotsorientierter Planungen;
- Wertung von Problemstellungen im Hinblick auf die Eignung von angebotsorientierten Planungen;
- Umsetzungsvorschläge und deren Auswirkungen;
- Anwendung angebotsorientierter Planungsansätze an den Netzübergängen zwischen dem Hochleistungsstrassennetz und den nachgelagerten Strassennetzen; Ansätze, Massnahmen; Auswirkungen
- Auswirkungen auf die Qualität des Verkehrsablaufes bei angebotsorientierter Planung/Bewirtschaftung.

#### **VPT-6 Verkehrsplanerischer Umgang mit Mischverkehr**

Mischverkehr soll unter zwei Hauptaspekten in diesem Forschungsschwerpunkt betrachtet werden: Einerseits soll die Automatisierung der Fahrzeuge und die damit verbundenen Herausforderungen im Mischbetrieb mit konventionellen Fahrzeugen auf dem Nationalstrassennetz und dem nachgeordneten Strassennetz untersucht werden. Andererseits sollen Probleme im urbanen Raum näher betrachtet werden, die sich aus der Automatisierung der Fahrzeuge sowie aus den

Wechselwirkungen zwischen automatisierten Fahrzeugen und bestehenden Verkehrsmitteln ergeben.

Mögliche Forschungsideen:

- Auswirkung Mischverkehr (AF und herkömmliche Fahrzeuge) auf die Nationalstrassen und die Schnittstellen;
- Governance und Regelungsmöglichkeiten von automatisierten Funktionen zur Nutzung verschiedener Strassentypen;
- Auswirkungen der erhöhten (teils widersprüchlichen) Anforderungen an den Strassenraum durch neue Verkehrsmittel (fäG, E-Velo, usw.);
- Strassenraumgestaltung, Regulierung und Steuerungsmöglichkeiten für den Umgang mit Mischverkehr.

#### **VPT-7 Entwicklung und Bedürfnisse des Fussverkehrs**

In Zukunft wird eine weitere Verdichtung der urbanen Gebiete erwartet. Der Fussverkehrsanteil wird weiter zunehmen und damit in der Verkehrsplanung an Bedeutung gewinnen. Zudem ist in den nächsten Jahren, insbesondere in den Städten, vermehrt mit Hitzeinseln zu rechnen, die das Verhalten des Fussverkehrs und die Infrastruktur beeinflussen. Mit der weiteren Überalterung der Bevölkerung muss zudem die Hindernisfreiheit gewährleistet werden.

Mögliche Forschungsideen:

- Demografischer Wandel und Urbanisierung als Einflussfaktoren des Fussverkehrs;
- Klimagerechter Stadtumbau und Einfluss des Wetters auf Verkehrsströme;
- Bessere Erkenntnisse zum Fussverkehr (Bspw.: modelltechnische Anpassungen, neue Untersuchungsmethoden, usw.);
- Sichere Fussverkehrsführung und Konfliktlösung/-vermeidung mit anderen Verkehrsträgern.

#### **VPT-8 Förderung des Fahrradverkehrs und Umgang mit zunehmendem Radverkehr**

Der Boom des Radverkehrs hält an und ein weiterer Anstieg wird für die Zukunft erwartet.

Wie kann dieser Trend mit Hilfe der Verkehrsplanung proaktiv gefördert werden? Welche Anforderungen stellen die Nutzer an die Infrastruktur, um einen dauerhaften Wechsel auf das Rad in Erwägung zu ziehen? Welche Auswirkungen hat dieser Trend auf die Verkehrsplanung und deren Modellierung?

Mögliche Forschungsideen:

- Mit welchen planerischen, infrastrukturseitigen, betrieblichen und regulativen Massnahmen kann das Velofahren attraktiver gemacht werden?
- Welchen Einfluss hat die Ausstattung der Infrastruktur (Linienbreite, Abstände zwischen den Linien) auf das Abstandsverhalten zum Veloverkehr?
- Anpassung der Infrastruktur und der Verkehrsplanung an den zunehmenden Veloverkehr: Velostau an Lichtsignalanlagen - Warteraum als Trichter ausbilden, grüne Welle, Dauer der Grünphasen, Ampelanmeldung automatisieren, Schattenspendende Wartebereiche
- Erforderliche Massnahmen zur Steuerung/Bewirtschaftung des weiter anwachsenden Veloverkehrs und zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit
- Woher stammt der zusätzliche Veloverkehr im urbanen Raum: Neuverkehr, Verlagerung vom MIV, Verlagerung vom ÖV, weiteres?

# Forschungsschwerpunkte AG

## «Mensch und Fahrzeug»

### MFZ-1 Menschliches Verhalten und neue Fahrzeuge

Innovative Fahrzeuge führen im Zusammenhang mit dem menschlichen Verhalten zu neuen Anforderungen an die Verkehrssicherheit und verlangen nach innovativen Lösungen bei der Zulassung von Personen zum Strassenverkehr und bei der Fahrpraxis.

Mögliche Forschungsideen:

- Die Grenzen des menschlichen Fahrzeugführers bezüglich automatisierten Fahrens (u.a. Schnittstelle Mensch Maschine) und mit welchen Massnahmen allfällige Defizite behoben werden können;
- Verkehrssicherheit zwischen «klassischen» Verkehrsteilnehmern (wie z.B. Fussgänger, Velo) in Verbindung mit neuen Fahrzeugen (E-Bikes, E-Trottinets etc.), aber auch innerhalb des zunehmend heterogenen, motorisierten Fahrzeugparks (vom Microlino bis zum 2-Tonnen SUV);
- Mit welchen Massnahmen können allfällige infrastrukturelle Defizite behoben und in zukünftigen Planungen vermieden werden und wie können den Verkehrsteilnehmenden neue Kompetenzen vermittelt werden?
- Interaktionen beim automatisierten/ assistierten Fahren, Konzept Training Übernahmesituationen beim bedingt automatisierten Fahren (SAE-L2 und SAE-L3) (Konkretisierung von Siko).

### MFZ-2 Unfälle und Sicherheitsempfinden in der Mikro- und der aktiven Mobilität: Ursache und Massnahmen

Im Gegensatz zu anderen Verkehrsteilnehmenden, ist die Zahl der schwerverunfallten Verkehrsteilnehmenden die mit Velo, E-Bike, E-Trottinette oder fäG unterwegs sind in den letzten 15 Jahren auf hohem, teilweise stark ansteigendem Niveau. Die Ursachen dafür sind nur teilweise bekannt. Es gilt daher vertieft zu untersuchen, welche Gründe ursächlich für die hohe Anzahl an Unfällen verantwortlich ist und welche Massnahmen Verbesserungen in der Sicherheit erzielen können. Gleichzeitig ist auch zu untersuchen in welchen Situationen sich die Verkehrsteilnehmenden unsicher fühlen und wie das subjektive Sicherheitsgefühl verbessert werden kann, ohne dass es zu einem Übervertrauen kommt.

Mögliche Forschungsideen:

- Wie ist die Wirkung von geschützten Radstreifen (safety bike lanes); wie müssen diese gebaut werden, damit die Wirkung möglichst hoch ist?
- Wie lassen sich Konflikte zwischen Velo- und Fussverkehr lösen, wenn der Raum für bauliche Trennung fehlt (z.B. bei Haltestellen des öffentlichen Verkehrs);
- Wie kann eine Erhöhung der Sicherheit im Bereich E-Trottinette erreicht werden, nützen z.B. zeitliche Einschränkungen bei den Verleihsystemen?

### MFZ-3 Neue Daten und Methoden in der Verkehrssicherheitsanalyse, der Evaluation von Gesetzesänderungen und der Präventionsarbeit

Polizeilich erfasste Strassenverkehrsunfalldaten sind eine wichtige Grundlage für die Beurteilung der Verkehrssicherheit, für die Auswahl von Massnahmen in der Verkehrssicherheitspolitik/ Präventionsarbeit und zur Evaluation der Wirkung von Massnahmen. Die Anwendung von Unfalldaten ist jedoch begrenzt. Ein bedeutender Teil der Unfälle wird polizeilich nicht erfasst (Dunkelziffer). Die Analyse von

Unfalldaten kann auch nur rückblickend und zeitverzögert zum Einsatz kommen. Darüber hinaus lässt sich die Wirkung von Massnahmen bei kleinen Fallzahlen in den Unfalldaten kaum mehr erklären. Dies erfordert die Verbesserung der Grundlagen für die Verkehrssicherheitsanalyse in Form von neuen Datenquellen und Methoden. Die Auswirkung von Gesetzesänderungen kann heute nur unzureichend evaluiert werden. Die Unfallzahlen bieten für eine bestimmte Art Unfälle eine zu kleine Stichprobe und der gezielten Auswertung von Administrativmassnahmen steht oft der Datenschutz im Weg.

Mögliche Forschungsideen:

- Neue Datenquellen nutzbar machen für die Verkehrssicherheitsanalyse (z.B. Fahrzeugdaten, Handydaten, Videos) – einzeln oder in Kombination;
- Neue Methoden zur Datengenerierung (z.B. zur Beurteilung der subjektiven Sicherheit einzelner Gruppen von Verkehrsteilnehmenden);
- Die erweiterten Datengrundlagen können auch dazu verwendet werden um die wichtigen Themen in der Präventionsarbeit zu finden und beispielsweise Erfolgsfaktoren für die Kampagnen zu definieren;
- Evaluation von Gesetzesänderung z.B. im Bereich von Administrativmassnahmen mittels innovativer Ansätze zur Datengewinnung ohne mit dem Datenschutz in Konflikt zu kommen.

#### **MFZ-4 Umgang mit Automatisierungs- und Assistenzsystemen im Fahrzeug**

Fahrzeuge sind zunehmend mit Automatisierungs- und Assistenzsystemen (z.B. Tempomat, Parkassistent, Notbremsassistent) ausgestattet. Solche Systeme bieten für den Fahrzeugführer Komfort, tragen aber auch in mehr oder weniger starkem Umfang zur Verkehrssicherheit bei. Die Nutzung der Systeme ist heute jedoch noch beschränkt (z.B. sind Funktionen von neuen Fahrzeugen den Fahrzeugführern nicht vollumfänglich bekannt).

Mit der steigenden Elektrifizierung und Automatisierung werden die Fahrzeugsysteme zunehmend komplexer. Damit verändern sich auch die Anforderungen an Genehmigung, Zulassung und Überwachung von Fahrzeugen.

Mögliche Forschungsideen:

- Aufzuzeigen gilt es welche Automatisierungs- und Assistenzsysteme das grösste Potential aufweisen, die Verkehrssicherheit zu verbessern und um schwere Unfälle zu vermeiden;
- Wie zuverlässig sind die Systeme über die Zeit? Einfluss von Alterung der Hardware (z.B. Sensoren) und Software (z.B. Security);
- Datenschutz (z.B. wem gehören Daten, die das Fahrzeug sammelt, braucht es eine Regulierung);
- Zeitgemässe Ansätze wie die Fahrzeugprüfung auf den steigenden Komplexitätsgrad reagieren kann.

**MFZ-5 Ablenkung und Unaufmerksamkeit als Unfallursache**

Unaufmerksamkeit und Ablenkung der Verkehrsteilnehmenden ist die Hauptursache in rund 18 % der Unfälle. Beim PKW, Motorrad und Fahrradverkehr liegt der Anteil sogar noch höher. Es gilt daher die Unfallursachen sowie effektive Kontrollmöglichkeiten durch die Vollzugsorgane und Präventionsmassnahmen zu erforschen. Die Ursache der Ablenkung kann dabei innerhalb, oder ausserhalb des Fahrzeugs zu finden sein.

Mögliche Forschungsideen:

- Untersuchungen welche Art der Werbung lenkt wie stark ab und wie kann eine einheitliche Bewilligungspraxis der Strasseneigentümer sichergestellt werden;
- Bedienung des Fahrzeugs via Touchscreen: Displays übernehmen häufig die Funktionen von Drehknöpfen, Schaltern und Schieberegler, lenken aber deutlich mehr ab. Hier gilt es zu erforschen, ob das Unfallrisiko aufgrund der Bedienung des Touchscreens am Fahrzeug steigt und wie dem Abhilfe geschaffen werden kann;
- Handy: Wie hilfreich sind bestehende Applikationen wie AndroidAuto und AppleCar Play, welche die Funktionalität des Handys während des Fahrens einschränken? Und welche Möglichkeiten gibt es die Nutzung des Handys generell während der Fahrt einzuschränken?

**MFZ-6 Sicherheit von ausgewählten Altersgruppen**

Einzelne Altersgruppen zeigen in der Unfallstatistik ein überdurchschnittlich hohes Unfallrisiko. Es ist davon auszugehen, dass es als Ergänzung zu bestehenden Sicherheitsstandards (die sich oftmals am guten Durchschnitt orientieren) auch altersspezifische Präventionsansätze braucht, um die Verkehrsteilnahme mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln im Strassenverkehr für alle Altersgruppen möglichst sicher zu gestalten. Die Verkehrssicherheit der besonders vulnerablen Verkehrsteilnehmergruppen (Kinder und Senioren) braucht dabei besondere Aufmerksamkeit. Aber auch Neu- und Junglenkende haben ein erhöhtes Unfallrisiko.

Mögliche Forschungsideen:

- Verkehrsverhalten von Kindern: Was sind massgebende Verhaltensmuster. Welche Ansätze zur kindgerechten Gestaltung der Infrastruktur (besonders Schulweg) lassen sich daraus ableiten? Welche Muster lassen sich im Unfallgeschehen von Kindern erkennen und durch welche Massnahmen lassen sich gefährliche Verkehrssituationen reduzieren?
- Demografischer Wandel: Der Anteil von älteren Verkehrsteilnehmenden steigt stetig. Gleichzeitig steigt auch die Komplexität des Verkehrssystems. Welche Massnahmen eignen sich, um den Verkehr und Verkehrsraum heute und in Zukunft seniorengerecht zu gestalten?
- Jungen Erwachsenen/Neulenkenden haben nach wie vor ein erhöhtes Unfallrisiko. Welche Massnahmen lassen sich beispielsweise im Rahmen der Fahrausbildung umsetzen, um das Unfallrisiko dieser Altersgruppe weiter zu senken?

**MFZ-7 Möglichkeiten zur Erhöhung der Sicherheit von Motorradfahrenden**

Das expositionsbezogene Unfall- und Verletzungsrisiko von Motorradfahrenden ist besonders hoch. Auch wenn die erhöhten Risiken in Zusammenhang mit den individuellen Merkmalen der Lenkenden zu stehen sind (Erfahrungen, Risikobewusstsein und -bereitschaft, Fahrverhalten, etc.), spielen auch technische Faktoren in Form der Strasseninfrastruktur und Eigenschaften des Motorrads eine Rolle.

Mögliche Forschungsideen:

- Wie lassen sich bestehende Forschungserkenntnisse aus Projekten, die primär für den MIV ausgelegt waren, für die Sicherheit von Motorradfahrenden nutzen und in entsprechende Handlungsansätze umlegen? Aktuelle Projektbeispiele: ISSI, VISSI, SERFOR, Verhaltensökonomie/ Nudging;
- Welche infrastrukturellen Massnahmen (aus dem Ausland oder aus der CH) haben eine besonders hohe Wirksamkeit gezeigt? Evaluation bestehender Massnahmen und Pilotversuche, z.B. Kurvenmarkierung Wallis;
- Welchen Sicherheitsbeitrag können neue fahrzeugtechnologische Entwicklungen für die Sicherheit von Motorradfahrende leisten? Abschätzung der Sicherheitswirkung moderner FAS (Kurven-ABS/ Traktionskontrolle/ ACC/ BlindSpot);
- Analyse des Fahrverhaltens und Ableitung von Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit.

# Forschungsschwerpunkte AG

## «Mobilität 4.0»

### **MB4-1 Basisinformationen als Regulierungsgrundlage erarbeiten**

Im Mobilitätsbereich findet eine technologisch getriebene Entwicklung statt. Gleichzeitig entstehen neue Potenziale für den Transport von Personen und Waren sowie für das Management des Verkehrs, aber es sind auch neue Risiken absehbar. Als Grundlage für eine allfällig anzupassende Verkehrspolitik, ihre Finanzierung sowie eine möglicherweise notwendige Regulierung dieser neuen Entwicklungen müssen ihre mögliche Form und ihre Auswirkungen erforscht werden.

Mögliche Forschungsideen:

- Simulationen und Analysen der Wirkungen bzw. Wechselwirkungen von
  - neue Mobilitätsformen,
  - automatisierten Fahrens auf den Fuss- und Veloverkehr,
  - neue (digitalen) Geschäftsmodellen im Bereich Transportdienstleistungen und von
  - schweizerischen gesellschaftlichen Entwicklungen (Demografie) auf den Strassenverkehr, inkl. Langsamverkehr sowie auf das Mobilitätssystem.
- Entwicklung von Alternativen und Optionen.

### **MB4-2 Voraussetzungen für das hochautomatisierte Fahren bestimmen und schaffen**

Das ASTRA geht davon aus, dass mittelfristig Fahrzeuge der SAE-Stufen 3 und 4 im Mischverkehr in der Schweiz verkehren werden. Dies erfordert neben der Erarbeitung von entsprechenden Rechtsgrundlagen die Klärung des physischen und digitalen Infrastrukturbedarfs, seiner Finanzierung sowie der prozessualen, technischen und organisatorischen Voraussetzungen.

Mögliche Forschungsideen:

- Staatlicherseits zu schaffende (u.a. infrastrukturelle und digitale) Voraussetzungen für die Einführung und für das Management des hochautomatisierten Fahrens im Mischverkehr;
- Finanzierungsbedarf zur Schaffung von Voraussetzungen für das hochautomatisierte Fahren;
- Identifikation und behördliche Freigabeverfahren für Strecken mit Verkehr hochautomatisierter Fahrzeuge;
- Identifikation und Vorbereitung des behördlichen Beitrags (z.B. Schaffen einer maschinenlesbaren Regulierung) bei der Sicherstellung der Beachtung der (landesspezifischen) Verkehrsregeln durch hochautomatisierte Fahrzeuge;
- Identifikation und Umgang mit landesspezifischen Besonderheiten der Schweiz im Strassenverkehr als Basis für internationale Verhandlungen von Standards sowie für schweizerische Systemanpassungen beim automatisierten Fahren;
- Management und Steuerung des Strassenverkehrs bzw. der Mobilitätsformen unter den Bedingungen eines Mischverkehrs mit automatisierten Fahrzeugen verschiedener Stufen sowie mit nicht motorisierten Verkehrsteilnehmenden.

**MB4-3 Behördliche Rollen, Governancefragen und nötige künftige Kompetenzen**

Die Rolle der für den Strassenverkehr verantwortlichen Behörden, insbesondere die des ASTRA, dürfte sich mit der sich abzeichnenden dynamischen Entwicklung des Mobilitätssystems stark verändern. Neben den heute bestehenden Aufgaben dürfte das ASTRA künftig verstärkt als digitaler Strassenbetreiber (digital road operator) tätig werden. Damit stellt die Digitalisierung im Verkehrsbereich sowie im Anlagenmanagement eine Erweiterung der heutigen Rolle dar und stellt neue Anforderungen an die Amtsorganisation sowie an die Arbeitsweise und Qualifikation der Mitarbeitenden. Da der grenzüberschreitende Verkehr für die Schweiz eine wichtige Rolle spielt, sind internationale Abstimmungen auch im Bereich digitale Infrastruktur erforderlich. Die internationale Zusammenarbeit ist auch in der Mobilitätsforschung zu intensivieren.

Mögliche Forschungsideen:

- Analyse der Rolle(n) des Staates (ASTRA) und der Behördenzusammenarbeit für das Management des künftigen Mobilitätssystems über alle föderalen Ebenen hinweg;
- Künftige fachliche Kompetenzen sowie der damit verbundene Aus- und Fortbildungsbedarf;
- Governance-Modelle für die Stakeholder im künftigen Mobilitätssystem;
- Staatlicher Rahmen für eine Mobility Data Governance sowie für den behördlichen Umgang mit Künstlicher Intelligenz.

**MB4-4 Resilienzstärkung des künftigen Mobilitätssystems**

Ein digital vernetztes Mobilitätssystem ist für Störungen und Angriffe besonders anfällig. Vernetzte intelligente Verkehrssysteme (C-ITS) sind bei böswilligen Angriffen besonders gefährdet, wobei deren Auswirkungen tödlich sein können. Es ist daher eine systematische Abklärung der Risiken, eine Verhinderung und Bekämpfung von Ausfällen und im Falle von Ausfällen eine schnelle Wiederinbetriebnahme des Mobilitätssystems vorzubereiten. Um die Funktionalität des künftigen Mobilitätssystems der Schweiz mit einer Stärkung der Resilienz sicherstellen zu können, ist weitere Forschung erforderlich.

Mögliche Forschungsideen:

- Laufende systematische Identifikation potenzieller Bedrohungen der (Verkehrs-)Sicherheit bei neuen Mobilitätsformen/Geschäftsmodellen (Cyber Security, Datenqualität, Verlässlichkeit technischer Komponenten wie z.B. Sensoren, Datenübertragung, mangelhafte Kommunikation Mensch – automatisierte Fahrzeuge, etc.);
- Ansätze, Verantwortlichkeiten und Organisationsformen für Problemlösungen des vernetzten Mobilitätssystems;
- Organisationsformen zur Behebung von Mobilitätssystemstörungen bzw. zur Wiederherstellung des (Automatisierungs-)Systems;
- Weitere Ansätze zur Stärkung der Resilienz des Mobilitätssystems.