

STRASSE UND VERKEHR

ROUTE ET TRAFIC

Vernetzte Mobilität: Den intermodalen Plattformen gehört die Zukunft
Bewachsene Boden- oder Sandfilter zur Reinigung von Strassenabwasser?
Österreichisches Verkehrsinfrastruktur-Forschungsprojekt EINSTEIN

La mobilité interconnectée: l'avenir appartient aux plateformes intermodales
SETEC: des filtres en terre engazonnée ou des filtres en sable végétalisé?
Projet autrichien de recherche sur les infrastructures de transport EINSTEIN

PAVONO SEMINAR 2018

Mit Referenten aus
der Schweiz,
den Niederlanden,
und Österreich

Pavono AG
Schwimmbadstrasse 35
CH-5430 Wettingen

Tel: +41 56 426 82 55 info@pavono.com
Mobile: +41 79 249 03 34 www.pavono.com

Hochbelastete Asphaltbeläge

FREITAG 09. NOVEMBER 2018
VILLA BOVERI BADEN

Programm und Anmeldung
auf www.pavono.com

ALLES FÜR DIE STRASSE
TOUT POUR LA ROUTE
TUTTO PER LA STRADA

PAVONO



Leichtmetallgeländer
mit Schneeschutz

LS **Lenzlinger**
Metallbau

*Geländer- und Rückhaltesysteme
für Brücken und Strassen*

Lenzlinger Söhne AG | 8606 Nänikon/Uster | www.lenzlinger.ch

VSS

Fit für die Zukunft Parés pour l'avenir

VSS-Fachtagungen | Journées techniques de la VSS

Mobilität 2050 – Verkehrsinfrastruktur 4.0
Mobilité 2050 – Infrastructure de transport 4.0
Mittwoch, 23. Januar 2019, Kongresshaus Biel

Reise- und Fernbusmanagement in Städten
Herausforderungen und Lösungen

**Gestion des autocars de tourisme et de
grandes lignes en milieu urbain**
Défis et solutions
Donnerstag, 21. März 2019, Kursaal Bern

Jetzt anmelden!

Detaillierte Informationen finden Sie in den beigelegten
Flyern in der Heftmitte oder unter www.vss.ch

Les informations détaillées figurent dans dans les flyers
jointés à ce numéro ou en ligne sur www.vss.ch

STRASSE UND VERKEHR

ROUTE ET TRAFIC

104. Jahrgang | Oktober 2018
Offizielle Zeitschrift des Schweizerischen Verbandes
der Strassen- und Verkehrsfachleute

104^e année | Octobre 2018
Publication officielle de l'Association suisse des
professionnels de la route et des transports

Inhaltsverzeichnis

Table des matières

Editorial

Mobilität als Dienstleistung – das Modell der Zukunft? 4

Rolf Leeb

Mobilität der Zukunft

Wie Apps den Stadtverkehr revolutionieren 6

Rolf Leeb

«Die Zusammenarbeit zwischen Individualverkehr und ÖV ist in der Schweiz praktisch inexistent» 12

Interview mit Thomas Kuchler

Fachartikel

Bewachsene Boden- oder Sandfilter zur Reinigung von Strassenabwasser? 16

Dr. Beatrice Kulli, Dr. Michele Steiner,
Adalbert Pazeller, Christoph von Känel und Felix Rutz

Österreichisches Verkehrsinfrastruktur-Forschungsprojekt EINSTEIN: Risikobasiertes Entscheidungsmodell zur Ermittlung des optimalen Instandsetzungszeitpunkts 21

Dr. Alfred Weninger-Vycudil, Dr. Günther Achs,
Christian Stefan und Dr. Robert Veit-Egerer

Forschung | Normierung | Informationen

Forschungsberichte 27

VSS-Preis und VSS-Stipendium 32

Verkehrsunfallstatistik bestätigt positiven Trend 34

Cargo sous terrain: Bundesrat erteilt Auftrag für Vernehmlassung 34

Avant-propos

La mobilité en tant que service – un modèle d'avenir

Rolf Leeb

La mobilité de demain

Comment des applications révolutionnent la mobilité urbaine

Rolf Leeb

«En Suisse, la coopération entre le trafic individuel et les transports publics est quasi inexistant»

Entretien avec Thomas Kuchler

Articles techniques

Faut-il traiter les eaux de chaussée polluées avec des filtres en terre engazonnée ou avec des filtres en sable végétalisé? 16

D^r Beatrice Kulli, D^r Michele Steiner,
Adalbert Pazeller, Christoph von Känel et Felix Rutz

Projet autrichien de recherche sur les infrastructures de transport EINSTEIN: modèle décisionnel fondé sur l'évaluation du risque afin de déterminer la date optimale de réalisation de travaux d'entretien. 21

D^r Alfred Weninger-Vycudil, D^r Günther Achs,
Christian Stefan et D^r Robert Veit-Egerer

Recherche | Normalisation | Informations

Rapports de recherche

Prix VSS et bourse VSS

Statistique des accidents de la route

Cargo sous terrain: le Conseil fédéral veut ouvrir une consultation

IMPRESSUM | ISSN 0039-2189

Herausgeber | Editeur

VSS Schweizerischer Verband der
Strassen- und Verkehrsfachleute
VSS Association suisse des professionnels
de la route et des transports
Sihlquai 255, CH-8005 Zürich
Telefon 044 269 40 20 | Telefax 044 252 31 30
info@vss.ch | www.vss.ch

Redaktion | Rédaction

VSS, Redaktion «Strasse und Verkehr»
Sihlquai 255, CH-8005 Zürich
Telefon 044 269 40 20 | redaktion@vss.ch

Verantwortlicher Redaktor | DTP

Responsable de rédaction | DTP
Rolf Leeb, media&more GmbH, Zürich

Übersetzungen | Traductions

UGZ Übersetzer Gruppe Zürich;
Anne-Lise Montandon

Inserate | Annonces publicitaires

Fachmedien | www.fachmedien.ch
Zürichsee Werbe AG
Zicafet Lutfiu
Laubisrütistrasse 44 | 8712 Stäfa
Telefon: +41 44 928 56 14
E-Mail: zicafet.lutfiu@fachmedien.ch

Druck und Versand | Impression et expédition

cube media AG, Binzstrasse 9, CH-8045 Zürich

Preise | Prix

Jahresabonnement | Abonnement par an
Schweiz | Suisse CHF 112.75
Ausland auf Anfrage

«STRASSE UND VERKEHR» erscheint in
10 Nummern jährlich. Mitglieder des VSS erhal-
ten ein Exemplar der Zeitschrift kostenlos.

«ROUTE ET TRAFIC» paraît en 10 numéros par
an. Les membres de la VSS reçoivent un exem-
plaire du périodique gratuitement.

Die Verantwortung für den Inhalt der publizier-
ten Artikel und Inserate liegt bei den Autoren
und den Inserenten.

Fotos Titelseite | Photos page titre:
iStock/Claudio Arnese



Mobilität als Dienstleistung – das Modell der Zukunft

Wir stehen heute vor einem tiefgreifenden Wandel der individuellen Mobilität, wie die Trends hin zu selbstfahrenden, elektrisch angetriebenen und umfassend vernetzten Fahrzeugen zeigen. Das Nutzungsverhalten, die Wertschöpfungsstrukturen und auch die Eigentumsmodelle werden sich stark ändern, und die Mobilität wird als Dienstleistung neu definiert. Mobility as a Service (MaaS) heisst das Zauberwort: Ein Konzept, das jenen, die es nutzen, Kosten erspart, die Auslastung unterschiedlicher Verkehrsmittel erhöht und Staus im urbanen Raum verringert. MaaS kombiniert öffentliche und private Verkehrsangebote mittels einheitlichem Zugangsportal. Der gesamte Weg wird über diese Plattform bzw. eine App gebucht, durchgeführt und bezahlt – auch wenn unterschiedliche Anbieter und Verkehrsmittel gewählt werden.

Doch wie bringt man den modernen Menschen dazu, auf sein Auto zu verzichten – ohne Abstriche bei der Mobilität? Werden solche Wegeketten von den Nutzern überhaupt angenommen oder ist die Unsicherheit hinsichtlich der Schnittstellen nicht zu gross? Könnte die zunehmende Digitalisierung der Mobilität gar zu einer weiteren Ausgrenzung jener führen, die nicht so technologieaffin sind? Und birgt MaaS nicht auch die Gefahr, negative Anreize für eine nachhaltige Mobilität zu schaffen, indem beispielsweise private Fahrdienste existierende, umweltfreundliche ÖV-Angebote schwächen?

Trotz diesen vielen Unsicherheiten: MaaS wird wohl das Schlüsselkonzept der Mobilität der Zukunft sein – zumal dereinst autonome Fahrzeuge unsere Idee von Fortbewegung komplett verändern werden. Wir werden uns nicht mehr für ein Verkehrsmittel entscheiden, sondern für ein Ziel, wofür wir intermodal für jeden Abschnitt das schnellste, effizienteste und angenehmste Verkehrsmittel wählen. Die spannende Frage bleibt also: Wird es gelingen, die unterschiedlichen Mobilitätsformen intelligent in einem ganzheitlichen Mobilitätskonzept zu vernetzen?

Im Schwerpunktthema dieser Ausgabe erhalten Sie einen ersten Einblick, wie eine sinnvolle Verschmelzung aller Verkehrsträger schon heute erreicht werden kann – leider nicht in der Schweiz, denn hierzulande kochen viele Player im Mobilitätsmarkt noch immer ihr eigenes Süppchen anstatt zusammenzuarbeiten.

La mobilité en tant que service – un modèle d'avenir

Nous assistons aujourd'hui à une transformation en profondeur de la mobilité individuelle, comme l'indiquent des tendances comme les véhicules à conduite autonome, à entraînement électrique et interconnectés. Le comportement des utilisateurs, les structures de valeur ajoutée et les modèles de propriété changent fortement eux aussi et la mobilité est désormais redéfinie en tant que prestation de service. La mobilité en tant que service (MaaS), telle est la nouvelle formule magique: un concept qui permet à ses utilisateurs de réaliser des économies tout en améliorant le taux d'utilisation des différents moyens de transport et en réduisant la congestion en milieu urbain. La mobilité en tant que service regroupe les offres de transport public et privé dans un seul et même portail d'accès. L'ensemble de l'itinéraire est réservé, géré et payé via cette plateforme ou application – même lorsque des opérateurs et des moyens de transport différents sont choisis.

Mais comment convaincre aujourd'hui l'homme moderne de renoncer à sa voiture – sans faire la moindre concession quant à sa mobilité? Les utilisateurs accepteront-ils des itinéraires planifiés de la sorte ou les incertitudes vis-à-vis des interfaces sont-elles trop grandes? La digitalisation croissante de la mobilité ne risque-t-elle pas d'exclure encore davantage les personnes qui ne sont pas ouvertes aux nouvelles technologies? Et est-ce que la mobilité en tant que service ne risque pas de contrecarrer la mobilité durable, par exemple lorsque des services de transport privé se substituent à des offres de transport public écologiques qui existent déjà?

Malgré ces nombreux facteurs d'incertitude, la mobilité en tant que service constitue sans doute la clé de l'avenir – d'autant que des véhicules à conduite autonome vont bientôt révolutionner notre vision de la locomotion. Nous n'allons plus choisir un moyen de transport, mais une destination que nous atteindrons en sélectionnant, pour chaque étape, le mode de transport le plus rapide, le plus efficace et le plus agréable. Une question se pose toutefois: parviendrons-nous à interconnecter les différentes formes de mobilité afin d'obtenir un concept global de mobilité?

Le thème central du présent numéro montre comment il est possible dès aujourd'hui de fusionner de manière judicieuse les différents modes de transport – mais malheureusement pas en Suisse où de nombreux acteurs du marché de la mobilité œuvrent chacun de son côté au lieu de coopérer.



Rolf Leeb | Redaktor/Rédacteur VSS

FASA - FONDERIE ET ATELIERS MECANIQUES D'ARDON S.A.

FONTES DE VOIRIE
BAUGUSS
GHISA STRADALE



FASA

Preisnachlass
bis zu
- 50%



CH - 1957 Ardon

+41 27 305 30 30

+41 27 305 30 40

www.fasa.ch

fontevoirie@fasa.ch

FASA - FONDERIE ET ATELIERS MECANIQUES D'ARDON S.A.

FONTES DE VOIRIE
BAUGUSS
GHISA STRADALE



FASA

Baisse de
prix jusqu'à
- 50%



CH - 1957 Ardon

+41 27 305 30 30

+41 27 305 30 40

www.fasa.ch

fontevoirie@fasa.ch



Mobilität der Zukunft
La mobilité de demain

Intermodale Mobilität

Wie Apps den Stadtverkehr revolutionieren

In den Städten von morgen zählt, wie wir am schnellsten und unkompliziertesten ans Ziel kommen – und nicht mit welchem Verkehrsmittel. Der öffentliche Verkehr wird mit Car- und Bikesharing, Taxis und Fusswegen zu einem flächendeckenden Mobilitätsnetz kombiniert. Organisiert wird die Reise von Tür zu Tür von einer App. Zukunftsmusik? Keineswegs: In Litauens Hauptstadt Vilnius revolutioniert die App «Trafi» seit einem Jahr den Stadtverkehr und expandiert erfolgreich in andere Metropolen. Die App «Whim» aus Helsinki, der weltweite erste MaaS-Dienst (Mobility as a Service), setzt auf ein Konzept, das für Bewegungsfreiheit durch Benützen und nicht mehr notwendigerweise Besitzen steht.

Unser Verkehr und unsere Mobilität werden sich dank technologischen und gesellschaftlichen Entwicklungen fundamental verändern – auch und gerade in den Städten. Experten sind sich einig, dass in Zukunft ein smartes, intermodal vernetztes Gesamtmobilitätssystem entstehen wird, das sich primär auf die Befriedigung des eigenen Mobilitätsbedürfnisses ausrichtet. Konkret könnte das bedeuten, dass wir bloss unser Reiseziel ins Smartphone tippen müssen und schon berechnet eine Software aus der Cloud die optimale – auf meine persönlichen Bedürfnisse zugeschnittene – Kombination von Verkehrsmitteln. Entscheidend wird also nicht mehr sein, womit man ans Ziel kommt, sondern wie: nämlich schnell und effizient.

Eine wichtige Voraussetzung für die Akzeptanz dieser intermodalen Gesamtmobilitätsplattformen ist ein durchgängiges Bezahlsystem, mit dem die Kunden ihre Reise trotz verschiedenen Verkehrsmitteln bequem mit wenigen Klicks bezahlen können. Genau in diesem Punkt hapert es heute bei den mittlerweile zahlreichen Anbietern von Mobilitäts-Apps und



VON
ROLF LEEB
Geschäftsführer media & more GmbH,
Kommunikationsberatung, Zürich,
Verantwortlich für die Redaktion von
«Strasse und Verkehr»

La mobilité intermodale

Comment des applications révolutionnent la mobilité urbaine

Dans les villes de demain, ce n'est pas le moyen de transport qui compte, mais comment faire pour parvenir à destination le plus rapidement et le plus facilement possible. Les transports publics se combinent à l'autopartage et au vélo en libre-service, aux taxis et à la marche à pied pour donner un réseau de mobilité couvrant l'ensemble du territoire. Les déplacements sont coordonnés par une application, du point de départ au point d'arrivée. Des projets futuristes? Absolument pas. À Vilnius, la capitale de la Lituanie, l'application «Trafi» révolutionne depuis un an le trafic urbain et part à la conquête d'autres métropoles. À Helsinki, l'application «Whim», le premier système MaaS (Mobility as a Service) du monde, mise sur un concept qui garantit la mobilité par l'utilisation et non plus forcément par la possession d'un véhicule.

Les évolutions technologiques et sociales vont transformer en profondeur notre conception des transports et de la mobilité, notamment dans les villes. Les experts s'entendent sur le fait qu'à l'avenir, un réseau intelligent de mobilité globale intermodale répondant en premier lieu aux besoins de

mobilité individuels va voir le jour. Concrètement, cela signifie qu'il suffirait de saisir notre destination sur notre smartphone pour qu'un logiciel dans le cloud détermine la combinaison optimale – c'est-à-dire la mieux adaptée à nos besoins personnels – de moyens de transport pour l'atteindre. À l'avenir, ce ne sera plus le moyen de transport qui comptera, mais bien la rapidité et l'efficacité avec laquelle nous arriverons à destination.

Pour que les usagers acceptent ces plateformes de mobilité intermodale, un système de paiement uniforme leur permettant de payer en un seul clic même s'ils empruntent différents modes de transport est indispensable. C'est justement là où le bât blesse aujourd'hui chez les nombreux prestataires offrant des applications de mobilité et ce qui fait de services comme «Trafi» à Vilnius ou «Whim» à Helsinki, qui mettent en œuvre



1 | Intermodale Mobilität soll in Grossstädten den Nahverkehr in Zukunft intelligent organisieren (Foto: Lukas Bischoff, 123rf.com).
1 | La mobilité intermodale doit garantir à l'avenir l'organisation intelligente du trafic local dans les grandes villes (photo: Lukas Bischoff, 123rf.com).

Intermodal oder multimodal?

Multimodale Verkehrsteilnehmer: Innerhalb eines bestimmten Zeitraumes (Woche, Monat) werden verschiedene Verkehrsmittel genutzt. Multimodalität bezeichnet also die «Variation von Verkehrsmitteln».

Intermodale Verkehrsteilnehmer: Innerhalb eines Weges werden von dem Verkehrsteilnehmer verschiedene Verkehrsmittel genutzt. Intermodalität ist eine Sonderform der Multimodalität und bezeichnet dementsprechend die «Verkettung von Verkehrsmitteln».^[1] Der Begriff Intermodalität stammt ursprünglich aus dem Bereich des Gütertransports und fand erstmals in den 1960er-Jahren in den USA mit der aufkommenden Containerisierung Verwendung.

Intermodalité ou multimodalité?

La multimodalité et les usagers: au cours d'une période de temps déterminée (semaine, mois), les usagers utilisent différents modes de transport. La multimodalité signifie donc une «variation des moyens de transport».

L'intermodalité et les usagers: au cours d'un trajet, les usagers utilisent différents moyens de transport. L'intermodalité est une forme particulière de multimodalité; elle désigne un «enchaînement de moyens de transport».^[1]

La notion d'intermodalité provient à l'origine du transport de marchandises; elle a été utilisée pour la première fois aux États-Unis dans les années 1960 dans le contexte de la conteneurisation.

das macht Dienste wie «Trafic» aus der litauischen Hauptstadt Vilnius oder «Whim» aus Helsinki, die solche Bezahlssysteme bereits erfolgreich einsetzen, zu Vorreitern der Branche.

avec succès de tels systèmes de paiement, des précurseurs en la matière.

Individualverkehr und ÖV verschmelzen

Das Prinzip des intermodalen Verkehrs ist nicht neu. Wir kennen es aus dem Güterverkehr, wo es schon lange üblich ist, Waren mit verschiedenen Verkehrsmitteln zu transportieren. Ein intermodales Gesamtmobilitätssystem im Personenverkehr führt jedoch zu einschneidenden Veränderungen: Einerseits werden Individualverkehr und ÖV immer mehr zusammenschmelzen und durch neue, kollaborative Mobilitätsangebote ergänzt werden. Gemeint sind etwa Verkehrsinnovationen wie das Car- und Ridesharing, die

Le trafic individuel et les transports publics se fondent

Le principe de l'intermodalité n'est pas neuf. Il est connu depuis longtemps dans le transport des marchandises, qui sont amenées à destination en combinant plusieurs moyens de transport. Un système de mobilité globale intermodale appliqué à la circulation des personnes est toutefois lié à des modifications décisives: d'une part, le trafic individuel et les transports publics se fondront toujours plus et seront complétés par de nouvelles offres de mobilité collaboratives. Il s'agit ici d'innovations comme l'autopartage et le covoiturage, qui ont pour effet

als angenehmen Nebeneffekt Verkehrsleistung, Flächenverbrauch und Emissionen reduzieren und somit die städtische Lebensqualität verbessern würden. Andererseits untersuchen zahlreiche Mobilitätsanbieter zurzeit, welche zusätzlichen Dienste (Value-adding-Services) sie den Verkehrsteilnehmenden anbieten können, um die Reise zu einem Erlebnis zu machen. Zudem könnten die verschiedenen Mobilitätsmuster der Reisenden mithilfe von Big-data-Analytics ausgewertet werden, um das Angebot an Verkehrsmitteln so genau auf die Bedürfnisse der Reisenden zuzuschneiden.

Bestehende Verkehrsinfrastruktur stösst an ihre Grenzen

Ein weiterer Faktor, der unsere Mobilität in Zukunft massgeblich beeinflussen wird, ist die bestehende Verkehrsinfrastruktur. Sie stösst zunehmend an ihre Grenzen und ist heute schon teils massiv überlastet. Gelöst werden kann dieses Problem mit «smarten» Verkehrsmitteln und Systemen, welche die vorhandene Infrastruktur effizienter nutzen. Digitalisierung und neue Kommunikationstechnologien ermöglichen es, Verkehrsmittel untereinander und mit der Verkehrsinfrastruktur zu vernetzen. Solche Echtzeit-Verkehrsdaten helfen beispielsweise, Verkehrsflüsse digital zu beobachten und den Verkehr gezielt zu steuern.

Autos benützen statt besitzen

Wenn diskutiert wird, wie wir uns die Mobilität der Zukunft vorstellen, ist oft vom Ideal der autofreien Stadt die Rede. Zu laut, zu dreckig, zu platzintensiv seien die Autos, um Teil lebenswerter urbaner Räume zu sein. In der Tat entfällt heute knapp ein Fünftel der gebauten Infrastruktur in Städten auf Strassen und Parkraum – ganz abgesehen vom fast alltäglichen Verkehrschaos in den Stosszeiten. Stadt und Autos passen also nicht zusammen, könnte man meinen. Doch dieses Spannungsverhältnis liesse sich durch intermodale Gesamtmobilitätssysteme auflösen. Sampo Hietanen, Geschäftsführer von Maas Global, ist überzeugt, mit der Mobilitäts-App «Whim» eine Alternative zum eigenen Auto zu bieten: «Das Auto gibt dir das Gefühl von Freiheit. Du kannst überall hinkommen. Wir können dasselbe bieten, indem wir unterschiedliche Verkehrsmittel kombinieren»^[2].

Der Verkehrsingenieur ist überzeugt, dass der Besitz und Betrieb eines Privatautos eigentlich eine ökonomisch ziemlich widersinnige Anschaffung sei, «vor allem, weil das eigene Auto 96 Prozent der Zeit doch nur herumsteht», sagt er^[3]. Aber es vermittele halt Emotionen und Status. Vor allem aber garantiere es Mobilität nach Lust und Laune (englisch ausgedrückt: «on a whim»). Genau so einfach, spontan und ganz nach Belieben, soll der Nutzer seine Fahrten mit «Whim» wählen können. Sein Ziel sei es, durch ein intermodales Transportangebot unter einem Dach, vom öffentlichen Verkehr, über Car- und Bikesharing, Mietautos bis hin zu Taxis ein Mobilitätsangebot bereitzustellen, das die gleiche Beweglichkeit biete.

«Mobilität als Dienstleistung» («mobility as a service») lautet das Konzept, das für Bewegungsfreiheit durch Benützen

sekundäre bien agréable de réduire la congestion en ville, l'occupation des sols et les émissions polluantes, améliorant ainsi la qualité de vie urbaine. D'autre part, de nombreux prestataires de services de mobilité examinent actuellement les services supplémentaires à valeur ajoutée qu'ils pourraient proposer afin de transformer les déplacements en véritable expérience pour les usagers. De plus, les différents modèles de déplacement pourraient être exploités en analysant de grands volumes de données afin d'adapter avec précision l'offre de moyens de transport aux besoins des voyageurs.

L'infrastructure de transport actuelle atteint ses limites

À l'avenir, un autre facteur qui influencera de manière déterminante notre mobilité est l'infrastructure existante. Elle atteint progressivement ses limites et est d'ores et déjà parfois complètement surchargée. Ce problème peut être résolu en recourant à des moyens de transport et des systèmes intelligents qui exploitent avec efficacité l'infrastructure disponible. La digitalisation et de nouvelles technologies de communication rendent possible la mise en réseau des moyens de transport entre eux et avec l'infrastructure. Les données ainsi obtenues permettent d'observer sous forme numérique les flux de circulation en temps réel et de les gérer de façon ciblée.

Se servir d'une voiture plutôt que la posséder

Lorsqu'on discute de la mobilité de demain, on évoque souvent l'idéal de la ville dont la voiture est bannie. Les automobiles sont trop bruyantes, trop polluantes et trop encombrantes pour faire partie d'espaces urbains conviviaux. Effectivement, les rues et les places de stationnement occupent un cinquième de l'infrastructure urbaine – sans oublier les embouteillages quotidiens ou presque aux heures de pointe. On pourrait penser que la ville et la voiture ne sont pas compatibles. Mais cette relation tendue pourrait être améliorée par des systèmes de mobilité globale intermodale. Sampo Hietanen, gérant de Maas Global, est convaincu que son application de mobilité «Whim» représente une alternative à la propre voiture: «La voiture te donne une impression de liberté. Tu peux aller où tu veux. Nous pouvons offrir la même sensation en combinant différents moyens de transport»^[2].

L'ingénieur en transports est persuadé que posséder et entretenir une voiture particulière génère des dépenses absurdes du point de vue économique, «surtout quand on sait que la voiture est immobilisée pendant 96 % du temps», explique-t-il^[3]. Cependant, la voiture véhicule des émotions et reflète le statut social. Et surtout, elle garantit une mobilité au gré des humeurs (en anglais «on a whim»). Avec «Whim», l'utilisateur peut choisir sa manière de se déplacer avec la même facilité et spontanéité, selon ses envies. Son objectif: offrir une mobilité tout aussi flexible grâce à une offre intermodale regroupant sous un même toit les transports publics, l'autopartage et le vélopartage, les voitures de location et les taxis.

«La mobilité en tant que service» (Mobility as a Service): telle est la vision de la mobilité reposant sur l'utilisation et non plus forcément sur la possession d'un véhicule^[4]. S. Hietanen est d'avis que cela correspond à une tendance chez les jeunes de la généra-

und nicht mehr notwendigerweise Besitzen steht^[4]. Hietanen glaubt, damit insbesondere bei den Millennials, die mit der «Sharing Economy» aufgewachsen seien, im Trend zu liegen. Bringt man noch die Perspektive selbstfahrender Autos in die Gleichung, so ist die Erschliessung der Autonutzung ohne privaten Autobesitz ein potenzieller Wachstumsmarkt^[4].

Im Gegensatz zu einem Grossteil der Konkurrenz ist der finnische Anbieter kein reiner Trip-Planer, der den Nutzer allenfalls an andere Anbieter in der Transportkette weiterleitet. Im Unterschied zu den Ticket-Apps von Verkehrsunternehmen oder den Bestell-Apps von Taxibetrieben, die generell nur den eigenen Anbieter betreffen, bringt «Whim» verschiedene und voneinander unabhängige Player unter einen Hut. Und die Reise wird nicht nur von Tür zu Tür organisiert, sie kann auch gleich noch mit nur einem Klick bezahlt werden.

Flatrate für alle Verkehrsmittel

Das grenzenlose und nahtlose Reisen, das «Whim» verspricht, kann – ähnlich einem Handy-Abo – auf verschiedene Arten gebucht und bezahlt werden: vom «To go», wo jede Leistung einzeln abgerechnet wird, über «Urban» mit einem Monats-Abo (49 Euro) für den Stadt-ÖV und die Stadtvelos, einem Festpreis für Taxifahrten bis fünf Kilometer und einem garantierten Tagessatz für Mietwagen bis hin zum umfassenden Flatrate-Abo, das neben dem ÖV auch Taxis, Velos und Mietwagen unlimitiert einschliesst. Dieses Abo kostet allerdings stolze 499 Euro pro Monat – etwa der Kostenaufwand für ein Privatauto^[5].

Das Konzept mit den Abos jedenfalls stösst bei den Verkehrsteilnehmern auf reges Interesse: Mittlerweile hat «Whim» seit dem Start im letzten November knapp 50 000 registrierte Benutzer und im Juli konnte nach rund acht Monaten im Markt bereits die erste Million gebuchte Trips mit «Whim» erreicht werden. Hietanens Ziel ist klar: Sein Angebot solle nichts weniger werden als das «Netflix des Transportwesens». «Whim» ist aber ausserhalb von Helsinki erst in Birmingham und Antwerpen etabliert. Neben einer gewissen Marktgrösse (Räume mit 500 000 bis eine Million Einwohner) besteht die Herausforderung vor allem darin, wie einfach es ist, Partner an Bord zu holen und deren technische Fähigkeit, sich in das System einzuklinken. Am schwierigsten seien jeweils die Verhandlungen mit öffentlichen Verkehrsbetrieben, sagt Hietanen^[4].

«Trafi» revolutioniert den Stadtverkehr

Ähnliche Expansionsgelüste hegt auch die intermodale Mobilitäts-App «Trafi», die in Litauens Hauptstadt Vilnius den Stadtverkehr revolutionieren soll. Deutschlands führende Nachrichtenseite «Spiegel Online» bezeichnete die im September 2017 gestartete App kürzlich als «eine der fortschrittlichsten Mobilitäts-Apps der Welt», mit der man problemlos ohne privates Auto durch die Stadt kommt und die der Stadtverwaltung nebenher so viele Daten liefert, dass sie ihre Verkehrsplanung grundlegend umstellt^[6]. «Trafi», vor elf Jahren als kleines Studentenprojekt gestartet, ist seit September 2017 in Betrieb und zählt heute bereits über 100 000 Nutzer – etwa ein Fünftel der Stadtbevölkerung. Mit dem Dienst

tion du millénaire, qui ont grandi avec l'économie de partage. Si l'on ajoute à ces réflexions la perspective offerte par les voitures à conduite autonome, le fait de pouvoir utiliser une automobile sans la posséder pourrait être un marché porteur^[4].

Contrairement à la plupart des concurrents, le fournisseur finlandais n'est pas un planificateur de voyages où l'utilisateur est relayé vers d'autres prestataires de transports. «Whim» réunit différents acteurs indépendants sous un même toit, à la différence des applications de billetterie des entreprises de transport ou de commande de courses en taxi qui leur sont spécifiques. Et le voyage n'est pas seulement organisé du point de départ au point d'arrivée, il se paie aussi en un seul clic.

Tarif forfaitaire pour tous les moyens de transport

Les déplacements sans limite et sans interruption que promet «Whim» peuvent – tout comme l'abonnement d'un téléphone portable – être réservés et payés de différentes manières: «To go», où chaque prestation est facturée séparément, «Urban» avec un abonnement mensuel (49 euros) pour les TP et les vélos urbains, un prix fixe pour les courses en taxi jusqu'à cinq kilomètres et un prix journalier garanti pour les voitures de location, jusqu'au tarif forfaitaire qui inclut outre les TP les taxis, les vélos et les voitures de location sans aucune restriction. Le prix de cet abonnement – dont le prix atteint toutefois 499 euros par mois – correspond à peu près aux frais occasionnés par une voiture particulière^[5].

L'idée des abonnements suscite un vif intérêt chez les usagers: depuis son lancement au mois de novembre passé, quelque 50 000 utilisateurs se sont inscrits sur «Whim»; en juillet, après environ huit mois sur le marché, un million de voyages avaient déjà été réservés via l'application. L'objectif de S. Hietanen est clair. Son offre entend devenir le «Netflix des transports». En dehors d'Helsinki, «Whim» s'est établie jusqu'ici à Birmingham et à Anvers. Le défi consiste surtout – à part la taille de l'agglomération, qui doit compter entre 500 000 et un million d'habitants – à trouver des partenaires disposés à participer au projet et dont la technique leur permette de se connecter au système. Le plus difficile, c'est toujours les négociations avec les entreprises de transport public, affirme S. Hietanen^[4].

«Trafi» révolutionne le trafic urbain

Les créateurs de l'application de mobilité intermodale «Trafi», qui doit révolutionner le trafic urbain à Vilnius, la capitale de la Lituanie, rêvent eux aussi d'expansion. Le premier site allemand d'informations en ligne, «Spiegel Online», a décrit il y a peu l'application, dont le lancement a eu lieu en septembre 2017, comme «l'une des applications de mobilité les plus modernes du monde». Elle permet sans problème de circuler en ville sans avoir de voiture et fournit parallèlement à l'administration municipale tellement de données qu'elle est en mesure de remanier en profondeur sa planification des transports^[6]. «Trafi», un projet lancé il y a onze ans par des étudiants, est en service depuis septembre 2017 et totalise aujourd'hui déjà plus de 100 000 utilisateurs, soit un cinquième environ de la population de la ville. Au fur et à mesure que le service se développe, Vilnius devient

entwickelt sich Vilnius gleichzeitig zu einer Art Testlabor für die globale Verkehrswende. Der Dienst hat das Potenzial, den städtischen Nahverkehr nicht nur effektiver zu gestalten, sondern ihn komplett zu verändern – zumindest laut eigenen Angaben^[7]. Private Autos könnten gänzlich aus Innenstädten verschwinden. Alles soll schneller, günstiger, bequemer und umweltfreundlicher werden. Für Forscher wie Stefan Bratzel sind Dienste wie «Trafi» jedenfalls ein wichtiger Baustein für die Verkehrswende. «Es gibt momentan nichts, das den Umstieg vom privaten Pkw auf öffentliche Verkehrsmittel attraktiver macht, als eine App, über die man alle in einer Stadt verfügbaren Verkehrsmittel zentral buchen und bezahlen kann», sagt der Autoexperte von der Fachhochschule der Wirtschaft in Bergisch-Gladbach gegenüber «Spiegel Online».

«Trafi» integriert sämtliche Fortbewegungsmittel in der App. Ride-Hailing (Mitfahrdienste), Uber, Carsharing, Bus, Tram, Leihräder oder der Fussweg werden miteinander kombiniert und für den Nutzer so der kürzeste oder auch der bequemste Weg berechnet. Je grösser die Datenmenge ist, mit der ein Benutzer «Trafi» füttert, desto besser, das heisst angepasster, ist die Route, welche die App ausspuckt. Bezahlt wird online mit einem Tippen auf das Display.

Kernstück der App ist die Echtzeitkarte, welche die aktuellen Positionen von Bussen, Trolleys und Uber-Fahrzeugen mit verschieden farbigen Punkten auf wenige Meter genau anzeigt. Auch aktuell verfügbare Car-Sharing-Autos oder Citybikes sind auf der Karte ersichtlich. Auch Baustellen, Wetter- und Staudaten werden bei der Routenberechnung berücksichtigt.

Reiserouten werden auf persönliche Bedürfnisse abgestimmt

Einen speziellen Mehrwert bietet «Trafi», indem es die persönlichen Vorlieben der Kunden berücksichtigt. So stehen für die Routenwahl mehrere Vorschläge zur Verfügung:

- wenig laufen und zwei verschiedene Busse nehmen («besonders günstig»),
- viel laufen und nur einen Bus nehmen («mehr Bewegung»),
- ein Car-Sharing-Auto mieten («besonders bequem»).

«Trafi» unterscheidet sich aber noch in anderer Hinsicht von den meisten aktuellen Mobilitäts-Apps: Die erhobenen Daten werden zwischen den beteiligten Partnern ausgetauscht. Während sich hierzulande und auch in vielen anderen Ländern sowohl öffentliche Verkehrsbetriebe als auch Car-Sharing-Anbieter oft dagegen sperren, ihre Daten den intermodalen Plattformen zu überlassen, betrachten die Verantwortlichen der ÖV-Betriebe in Vilnius dies durchaus als Vorteil. Für Sie sind Dienste wie «Trafi» keine Bedrohung. Im Gegenteil: «Die vielen Daten, die solche Apps liefern, unterstützen uns in der Verkehrsplanung», sagt Povilas Poderskis, Direktor der Stadtverwaltung, gegenüber «Spiegel Online».

So konnte die Stadt aus den «Trafi»-Daten beispielsweise herauslesen, wo besonders viele Fussgänger unterwegs sind. Nun werden dort breitere Trottoirs, Fussgängerstreifen und zusätzliche Strassenlampen installiert. Hilfreich war auch die Erkenntnis, mithilfe der Daten aus der Mobilitäts-App zu

un laboratoire d'essai du tournant mondial en matière de transports. Ce service pourrait non seulement améliorer l'efficacité du transport urbain, mais aussi le transformer de fond en comble – du moins selon lui^[7]. Les voitures particulières pourraient disparaître complètement du centre-ville. Tous les déplacements seraient plus rapides, moins chers, plus confortables et plus respectueux de l'environnement. Aux yeux de chercheurs comme Stefan Bratzel, des services comme «Trafi» sont en tout cas un élément essentiel du tournant en matière de transports. «Pour le moment, il n'y a rien qui rende le passage de la voiture particulière aux moyens de transport public plus attrayant qu'une application permettant de réserver et de payer de manière centralisée tous les moyens de transport disponibles dans une ville», explique l'expert en automobiles de la haute école d'économie de Bergisch-Gladbach au site d'informations «Spiegel Online».

L'application «Trafi» intègre tous les modes de déplacement. Le covoiturage, les services Uber, l'autopartage, le bus, le tram, les vélos de location et les trajets à pied sont combinés et l'itinéraire le plus court ou le plus confortable est calculé pour l'utilisateur. Plus la quantité de données que l'utilisateur fournit à «Trafi» est importante et mieux l'application peut personnaliser l'itinéraire. Le paiement se fait en ligne, d'une pression du doigt sur l'écran.

Le cœur de l'application est constitué par la carte en temps réel qui localise les bus, trolleybus et véhicules Uber à quelques mètres près et les distingue par des pastilles de différentes couleurs. Les voitures et vélos disponibles en partage sont également visibles sur la carte. Les chantiers, la météo et le degré de congestion sont également pris en compte lors du calcul de l'itinéraire.

Les itinéraires sont adaptés aux besoins individuels

«Trafi» offre une valeur ajoutée particulière, car elle prend en compte les préférences personnelles de l'usager. C'est ainsi que l'application propose plusieurs itinéraires au choix:

- trajets à pied courts et deux bus différents («économique»),
- trajets à pied plus longs et un seul bus («plus d'exercice physique»),
- location d'une voiture en autopartage («confortable»).

Mais «Trafi» se distingue aussi par d'autres aspects de la plupart des applications de mobilité actuelles: les données saisies sont échangées entre les partenaires impliqués. Tandis qu'ici et dans beaucoup d'autres pays, aussi bien les entreprises de transport public que les prestataires d'autopartage refusent de partager leurs données avec les plateformes intermodales, les responsables des entreprises de TP de Vilnius y voient plutôt un avantage. Pour eux, des services comme «Trafi» ne constituent pas une menace. Au contraire: «Les nombreuses données fournies par de telles applications nous aident dans le cadre de la planification des transports», déclare Povilas Poderskis, le directeur de l'administration municipale, dans «Spiegel Online».

C'est ainsi que la ville a pu constater à l'aide des données fournies par «Trafi» les points où les piétons se concentrent. À ces endroits, les trottoirs sont élargis, des passages cloutés et des lanternes supplémentaires sont installés. Identifier, à l'aide des données fournies par l'application, les points où les bus sont



2 | Trotz allem Fortschritt: In Vilnius fahren noch viele Trolleybusse, die bereits einige Jahrzehnte alt sind.
2 | En dépit du progrès: à Vilnius, de nombreux trolleybus âgés de quelques décennies circulent encore.

erfahren, wo Busse häufig im Stau stecken, um auf solchen Problemrouten den Verkehr umzuleiten.

Bereits denken die Verantwortlichen an den nächsten Schritt, eine Art von Super-Apps, die zum Beispiel helfen, die verschiedenen verfügbaren Verkehrsmittel effizienter in der Stadt zu verteilen. Man werde bald genau wissen, wie viele Busse, Car-Sharing-Autos, Mietvelos oder Taxis zu welcher Tageszeit in welchem Stadtteil gebraucht werden, sagt Poderskis. In der Folge könnten dynamische Busrouten entstehen, die sich je nach Wochentag oder Tageszeit ändern^[6].

Ambitionierte Expansionspläne

Fest steht bereits jetzt, dass «Trafi», ähnlich wie «Whim» aus Helsinki, zu einem globalen Player werden soll. Aktuell ist der Dienst in Estland, Lettland, Litauen, Brasilien, der Türkei und in Indonesien verfügbar. Zudem war «Trafi» offizieller Partner der Olympischen Spiele 2016 in Rio. Und in diesem Jahr soll der Dienst auch in Deutschland starten. In Berlin laufen bereits die Vorbereitungen dazu.

Ob die Litauer auch die Schweiz im Visier haben, steht noch nicht fest. Sie dürften hierzulande auf ähnliche Widerstände stossen wie derzeit in Deutschland. Mehr zur intermodalen Mobilität in der Schweiz lesen Sie im Interview auf den folgenden Seiten.

souvent bloqués dans des embouteillages a également permis de dévier le trafic à ces endroits stratégiques.

Les responsables envisagent déjà la prochaine étape, une espèce de super-application, qui aiderait par exemple à répartir avec davantage d'efficacité les différents moyens de transport disponibles dans la ville. On saura bientôt combien de bus, de voitures partagées, de vélos de location et de taxis sont nécessaires à quel moment de la journée dans quelle partie de la ville, explique P. Poderskis. Une conséquence pourrait être la conception d'itinéraires de bus dynamiques variant en fonction du jour de la semaine ou de l'heure^[6].

Des projets d'expansion ambitieux

Une chose est sûre: «Trafi», tout comme «Whim» à Helsinki, va devenir un acteur international. À l'heure actuelle, le service est disponible en Estonie, en Lettonie, en Lituanie, au Brésil, en Turquie et en Indonésie. De plus, «Trafi» était le partenaire officiel des Jeux olympiques à Rio en 2016. Cette année, le service va être lancé en Allemagne aussi. Les préparatifs vont bon train à Berlin. Nous ne savons pas encore si les Lituanais entendent aussi conquérir la Suisse. Ils peuvent s'attendre à y rencontrer la même résistance qu'en Allemagne actuellement. Dans l'entretien aux pages suivantes, vous pourrez en apprendre davantage sur la mobilité intermodale en Suisse.

Quellen/Sources

- [1] Deutsches Forschungs-Informationssystem für Mobilität und Verkehr (FIS), www.forschungsinformationssystem.de → Personenverkehr, Mobilität und Raum
- [2] SRF, TV-Sendung ECO vom 30.4.2018
- [3] Zeit Online. «Flatrate statt eigenes Auto», 19. Oktober 2016
- [4] Neue Zürcher Zeitung, «Ein unabhängiger Makler für Mobilität», Ausgabe vom 5.5.2018
- [5] <https://whimapp.com/>
- [6] Spiegel Online, «Trafi revolutioniert den Stadtverkehr» vom 18.3.2018
- [7] <https://www.trafi.com>

«Die Zusammenarbeit zwischen Individualverkehr und ÖV ist in der Schweiz praktisch inexistent»

Die ÖV-Branche müsse hinsichtlich der vernetzten Mobilität jetzt einen Schritt nach vorne machen und mit dem Individualverkehr zusammenarbeiten anstatt ihn zu bekämpfen. Das fordert Thomas Kuchler, Direktor der Schweizerischen Südostbahn und Mitglied im Vorstand des VSS. Im Interview erklärt er, mit welchen Herausforderungen sich die Branche konfrontiert sieht und welche Lösungen sich anbieten.

Der vernetzten Mobilität gehört die Zukunft. Mit einer App werden die verschiedenen Verkehrsmittel für das nahtlose Reisen von Tür zu Tür aufeinander abgestimmt. In ausländischen Grossstädten wie Helsinki oder Vilnius sind solche Apps bereits sehr erfolgreich im Einsatz. In der Schweiz steckt diese Entwicklung noch in den Kinderschuhen. Wieso sind wir im Vergleich zum Ausland langsamer?

Thomas Kuchler: Dafür gibt es drei Gründe: Erstens gibt es in der Schweiz, im Gegensatz zum Ausland, ein sehr gutes und dichtes ÖV-Angebot. Das Bedürfnis nach vernetzten Mobilitätsdienstleistungen ist daher noch eher gering. Zweitens führen wichtige Exponenten im ÖV immer noch den Kampf gegen den Individualverkehr. Sie wollen um jeden Preis Marktanteile halten bzw. zulasten des Individualverkehrs den Modalsplit erhöhen. Sie sehen keinen Markt im Bereich der vernetzten Mobilität bzw. verstehen diesen als Bedrohung des ÖV. Drittens ist die Zusammenarbeit zwischen Individualverkehr und öffentlichem Verkehr praktisch inexistent. Insbesondere der ÖV geht aufgrund seiner Monopol-Position im Vertrieb immer noch davon aus, dass eine Zusammenarbeit nur unter dem Lead des ÖV erfolgen kann.

Was also muss die ÖV-Branche tun?

Ihren Blickwinkel erweitern und das Gesamtsystem der Mobilität verstehen, akzeptieren und unter den neuen Perspektiven handeln.

Man hat den Eindruck, dass in der Schweiz jeder sein eigenes Süppchen kocht. Es herrscht eine Art Wildwuchs von Mobilitäts-Apps. Stimmt der Eindruck?

Im Bereich der Ticketlösungen stimme ich zu. Im Bereich der

«En Suisse, la coopération entre le trafic individuel et les transports publics est quasi inexistante»

Du fait de la mobilité interconnectée, le secteur des transports publics doit maintenant faire un pas en avant et collaborer avec le trafic individuel plutôt que de le combattre. C'est ce que requiert Thomas Kuchler, le directeur du Schweizerische Südostbahn (chemin de fer suisse du Sud-Est) et membre du comité de la VSS. Dans cet entretien, il explique les défis auxquels sa branche est confrontée ainsi que les possibilités d'y faire face.

L'avenir appartient à la mobilité interconnectée. Une application coordonne les différents moyens de transport, du point de départ au point d'arrivée, afin d'optimiser les déplacements. À l'étranger, dans des métropoles comme Helsinki ou Vilnius, de telles applications sont déjà mises en œuvre avec succès. En Suisse, en revanche, cette évolution n'en est encore qu'à ses balbutiements. Pourquoi sommes-nous en retard par rapport à l'étranger?

Thomas Kuchler: Il y a trois raisons à cela. Premièrement, par comparaison avec l'étranger, la Suisse dispose d'un réseau de transports publics dense et d'excellente qualité. C'est pourquoi les besoins en services de mobilité interconnectée sont encore plutôt restreints. Deuxièmement, des acteurs clés des transports publics combattent encore le trafic individuel. Ils veulent maintenir à tout prix leur part de marché, voire améliorer leur part modale, au détriment du trafic individuel. Ils ne considèrent pas la mobilité interconnectée comme un marché ou le ressentent comme une menace pour les transports publics. Troisièmement, la coopération entre le trafic individuel et les transports publics est quasi inexistante. Du fait de leur monopole au niveau de la vente, les transports publics partent du principe qu'une collaboration peut uniquement se faire sous leur égide.

Que doit donc faire le secteur des transports publics?

Élargir son horizon, appréhender la mobilité dans sa globalité, l'accepter et agir en tenant compte de ces nouvelles perspectives.

On a l'impression qu'en Suisse, chacun fait ce qu'il veut.

Les applications de mobilité connaissent une prolifération désordonnée. Cette impression est-elle correcte?

Certainement pour ce qui est des solutions de billetterie. Dans

intermodalen Mobilität gibt es nur zwei Lösungen, wovon nur eine voll integriert funktioniert.

Woran liegt es?

Es liegt daran, dass jeder nach dem optimalen Zukunftsrezept für seine Unternehmung sucht. Das ist übrigens auch ein Stück weit so gewollt, damit auch via diesen Wettbewerb neue innovative Lösungen entstehen. Die Erfahrung hat gezeigt, wenn es nur eine Lösung gibt, wird sich diese kaum im Sinne des besseren Kundennutzens weiterentwickeln.

Birgt das nicht die Gefahr, dass plötzlich grosse ausländische ICT-Firmen sich im Schweizer Markt etablieren, ohne eigene Fahrzeuge zu besitzen?

Nein, wie oben dargelegt ist die Vielfalt und die damit verbundene Innovation ein besserer Schutz als eine monopolistische Einheitslösung.

Was würde der Eintritt von ausländischen Firmen für die Schweizer ÖV-Unternehmen bedeuten?

Aktuell noch wenig. Uber und Fernbusse haben bisher kaum Spuren beim ÖV hinterlassen. Kritisch wird es meines Erachtens erst, wenn ab 2030 die ersten vollautomatisierten Autos auf unseren Strassen fahren. Dann können neue interessante On-Demand-Angebote entstehen, welche den ÖV direkt konkurrenzieren. Dies zeigen unter anderem Simulationen der ETH Zürich für den Grossraum Zürich.

Wie generieren diese branchenfremden Firmen eigentlich ihre Einnahmen? Die Marge erschliesst sich ja aus dem Transport (Kerngeschäft) und nicht aus der Abwicklung des Ticketgeschäfts ...

Deren Wertschöpfung liegt tatsächlich nicht beim Verkauf eines Tickets und der damit verbundenen Provision. Die Wertschöpfung dieser intermodalen Mobilitätsprovider liegt bei der intelligenten Bündelung von verschiedensten Mobilitätsdienstleistungen, die dem Kunden einen echten Mehrwert bzw. Convenience bringt. Das Modell finden wir heute auch zum Beispiel im Bereich der Lebensmittel. Der Kunde ist bereit für konfektionierte Lebensmittel mehr zu bezahlen als für nicht konfektionierte.

In der Schweiz wollen gleich mehrere ÖV-Unternehmen vernetzte Mobilität anbieten. Zum Teil sind sie noch in der Entwicklungsphase, zum Teil schon auf dem Markt. Wie beurteilen Sie diesbezüglich die aktuelle Situation?

Mit Ausnahme der Postauto AG und der Schweizerischen Südostbahn AG hat noch keine weitere ÖV-Unternehmung eine intermodale Lösung auf den Markt gebracht. Wir wissen, dass



«Die ÖV-Branche muss ihren Blickwinkel erweitern und das Gesamtsystem der Mobilität verstehen, akzeptieren und unter den neuen Perspektiven handeln.»

Thomas Küchler
Direktor Schweizerische Südostbahnen
und Mitglied des VSS-Vorstands

le domaine de la mobilité intermodale, il n'existe que deux solutions dont une entièrement intégrée.

À quoi cela tient-il?

Cela tient au fait que chacun cherche la solution d'avenir optimale pour sa propre entreprise. Cela est d'ailleurs en partie voulu, car cette concurrence donne naissance à des solutions inédites et innovantes. L'expérience a montré qu'en présence d'une seule solution, celle-ci évolue rarement au bénéfice de l'utilisateur.

Mais est-ce qu'on ne court pas le risque que de grandes entreprises étrangères de TIC sans parc propre s'établissent sur le marché suisse?

Non, car comme je l'ai expliqué auparavant, la diversité et l'innovation qui s'ensuit offrent une meilleure protection qu'une solution unique de caractère monopolistique.

Quelles seraient les conséquences de l'émergence de sociétés étrangères pour les entreprises suisses de transport public?

Actuellement, elles seraient limitées. Jusqu'ici, Uber et les autocars n'ont guère eu de répercussions sur le transport public. À mon avis, la situation deviendra critique lorsque les premières voitures entièrement automatisées rouleront sur nos routes à partir de 2030. Des offres à la demande intéressantes pourraient alors voir le jour et constituer une concurrence directe. C'est ce que montrent notamment les simulations effectuées par l'EPF de Zurich pour l'agglomération zurichoise.

Comment ces entreprises étrangères au secteur génèrent-elles leurs revenus? Le bénéfice est produit par l'activité centrale qu'est le transport et non par la billetterie ...

En effet, la valeur ajoutée n'est pas obtenue lors de la vente du billet et de la provision qui y est liée. La valeur ajoutée est créée chez ces opérateurs de mobilité intermodale en regroupant de manière intelligente des prestations de mobilité très diverses qui se traduisent par une véritable valeur ajoutée ou un surcroît de confort pour le client. C'est un modèle que nous retrouvons par exemple dans le domaine de l'agro-alimentaire. Le client est prêt à payer davantage pour des aliments pré-confectionnés que pour ceux qui ne le sont pas.

En Suisse, plusieurs entreprises de transport public veulent proposer une mobilité interconnectée. Une partie se trouve encore en phase de développement, une partie est déjà sur le marché. Quel est votre point de vue sur la situation actuelle?

À l'exception de CarPostal SA et de Südostbahn AG (chemin de fer suisse du Sud-Est), aucune entreprise de TP n'a commercialisé de solution intermodale à ce jour. Nous savons que

die SBB ebenfalls an einer Lösung arbeitet. Diese hält sich jedoch sehr bedeckt.

Die Südostbahn (SOB) bietet mit «abilio» in der Schweiz eine intermodale Lösung an. Welche Erfahrungen haben Sie beim Aufbau dieser App gemacht?

Unsere Angebote zur Zusammenarbeit wurden bisher von allen ÖV-Partnern abgelehnt. Hingegen konnten wir den TCS als wichtigen Partner gewinnen. Mit dem TCS zusammen sind wir nun recht gut unterwegs und haben damit auch sehr viel Interesse von Dritten aus dem Non-ÖV-Bereich ausgelöst. Hier laufen diverse Gespräche zur Klärung einer möglichen Zusammenarbeit.

Sie haben «abilio» mit Siemens entwickelt. Wie unterscheidet sie sich von der Konkurrenz?

Unsere App ist aktuell die einzige, die voll integriert funktioniert und auch das intermodale Routing beherrscht. In unserer App können neben den gesamten ÖV-Leistungen zusätzlich Parkplätze und Taxis gebucht und bezahlt werden. Ebenso steht der gesamte ÖV-Fahrplan mit Echtzeitinformation zur Verfügung. Neben dem direkten Kauf eines normalen ÖV-Tickets kann alternativ die SwipIn-Funktion im ganzen ÖV der Schweiz genutzt werden. Mit dieser Funktion checken Sie sich vor Beginn der Fahrt ein und nach Abschluss der Fahrt wieder aus. Die App berechnet dann aufgrund der erfassten Fahrt das korrekte Ticket und rechnet dieses ab. Noch bequemer geht es in den Zügen der SOB. Dort können Sie mit der WalkIn-Funktion einfach einsteigen, fahren und wieder aussteigen, ohne etwas zu tun. Einfach die WalkIn-Funktion muss einmal aktiviert werden.

Wo sehen Sie Ihre App im internationalen Vergleich?

Ich glaube, die Auflistung zeigt eindrücklich deren Funktionsumfang. Es gibt aktuell auch international keine vergleichbare Lösung, inklusive der Reichweite. Aus dem Ausland wurde uns, unter anderem auch von MaaS-Anbietern, attestiert, dass unsere Lösung aktuell die einzige national funktionierende Lösung weltweit sei.

Die App «Trafic», die in Vilnius und zahlreichen anderen Grossstädten in Asien und Südamerika erfolgreich etabliert ist, gilt zurzeit als eine der fortschrittlichsten der Welt. Im Unterschied zu vielen anderen Apps tauschen Stadt und App-Betreiber die erhobenen Daten untereinander aus, damit die Stadt beispielsweise Schwächen in der Verkehrsinfrastruktur erkennt und beheben kann. Wäre es auch in der Schweiz denkbar oder sogar notwendig, dass die vielen Daten, die solche Apps liefern, die Städte bei der Verkehrsplanung unterstützen könnten?

Das Thema Verfügbarkeit der Mobilitätsdaten ist eine der grossen ungelösten Fragen. Im Gegensatz zum Individualverkehr ist der ÖV hier sehr gut aufgestellt. Alle wichtigen Informationen sind zentral verfügbar und werden nach dem Willen des Bundes zunehmend öffentlich verfügbar. So laufen aktuell auch Bestrebungen des Bundes, den Zugang zum Vertriebs des ÖV für Dritte zu öffnen. Im Gegensatz dazu sind die Daten beim Individualverkehr sehr dispers verteilt und

les CFF planchent sur une solution. Mais ils sont très discrets à ce sujet.

Avec «abilio», le Südostbahn (SOB) propose une solution intermodale en Suisse. Quelles expériences avez-vous faites lors du développement de cette application?

Jusqu'ici, tous les partenaires de TP ont rejeté nos offres de collaboration. En revanche, nous avons pu convaincre le TCS, un partenaire important. Nous sommes très satisfaits de ce partenariat, qui a suscité beaucoup d'intérêt parmi les tiers en dehors du secteur des TP. Des entretiens sont en cours afin de définir une éventuelle collaboration.

Vous avez développé «abilio» conjointement avec Siemens. En quoi cette application se distingue-t-elle de la concurrence?

Notre application est à l'heure actuelle la seule dont le fonctionnement soit entièrement intégré et qui maîtrise le routage intermodal. À côté de toutes les prestations de TP, notre application permet également de réserver et de payer des places de stationnement et des courses de taxi. De même, l'intégralité des horaires des transports publics est disponible avec des informations en temps réel. Il est possible d'acheter directement un billet normal pour les transports publics ou de se servir de la fonction SwipIn pour se déplacer dans l'ensemble des transports publics suisses. Avec cette fonction, vous vous connectez avant le départ et vous déconnectez à la fin du trajet. L'application calcule alors sur la base du trajet effectué le prix du billet et vous le facture. Dans les trains du SOB, c'est encore plus facile. Avec la fonction WalkIn, vous embarquez et vous descendez une fois parvenu à destination. Il suffit d'activer une seule fois la fonction WalkIn.

Comment voyez-vous votre application en comparaison internationale?

Je pense que la liste montre clairement les fonctionnalités dont elle est dotée. À l'heure actuelle, il n'y a pas de solution comparable même à l'échelle internationale, y compris pour l'autonomie. À l'étranger, des prestataires MaaS notamment nous ont attesté que notre solution est actuellement la seule au monde à fonctionner à l'échelle nationale.

L'application «Trafic», qui a pu s'établir à Vilnius et dans de nombreuses métropoles d'Asie et d'Amérique du Sud, est considérée aujourd'hui comme l'une des plus modernes du monde. Contrairement à de nombreuses autres applications, la ville et les exploitants de l'application procèdent à un échange des données saisies, permettant ainsi à la ville d'identifier par exemple les points faibles de l'infrastructure de transport et d'y remédier. Serait-il envisageable voire nécessaire en Suisse aussi que les innombrables données fournies par de telles applications secondent les villes dans la planification des transports?

Le thème de la disponibilité des données de mobilité est l'une des grandes questions qu'il reste à régler. Contrairement au trafic individuel, les transports publics sont ici dans une excellente position. Toutes les informations importantes sont centralisées et sont de plus en plus rendues publiques comme

nur zum geringen Teil öffentlich verfügbar. Vielfach sind diese privat und werden kommerziell genutzt. Die Herausforderung liegt also darin, ein Modell zu finden, unter welchem sowohl staatlich finanzierte als auch privat finanzierte Datensammlungen zusammengebracht werden können. So kann ein Mehrwert für die Entwicklung und Steuerung der Mobilität erzeugt werden.

Welche Position sollte der Bund beim Thema Datenverfügbarkeit einnehmen?

Meiner persönlichen Meinung nach hat der Bund mit den vom ihm finanzierten ÖV-Daten durchaus einen gewichtigen Hebel in der Hand, um auch Private dazu zu bewegen, ihre Daten teilweise öffentlich zur Verfügung zu stellen. Er könnte im Sinne der Reziprozität die Gratisnutzung der öffentlichen Daten davon abhängig machen. Its-ch hat im Rahmen der laufenden Diskussion zur Öffnung der ÖV-Vertriebssysteme konkrete Vorschläge unterbreitet, die in Richtung eines offenen Ansatzes gehen. Its-ch hat sich bei der Erarbeitung ihrer Vorschläge unter anderem auf unseren Erfahrungen mit dem offenen Modellansatz von «abilio» abgestützt und diesen auch sinnvoll weiterentwickelt.

Im Zusammenhang mit der Digitalisierung geht es immer auch um Datensicherheit. Besteht nicht die Gefahr, dass diese vernetzten Mobilitätssysteme mit Cyber-Angriffen lahmgelegt werden oder Daten missbraucht werden können?

Die Gefahr besteht immer. Absolute Sicherheit gibt es auch in diesem Feld nicht. Es wird immer ein Katz-und-Maus-Spiel zwischen Angreifern und Verteidigern sein. Wir müssen lernen, mit diesem Sachverhalt zu leben und permanent im Sicherheitsmodus zu sein. Bei allen Konzepten und Projekten müssen wir von Beginn weg und systematisch die Cyber-Security einbeziehen.

Welche Erfahrungen haben Sie bezüglich Cyber-Security bisher gemacht?

Unsere jährlich durchgeführten Cyber-Audits, inklusive aktiver Penetrationsversuche durch Dritte, zeigen uns immer wieder, dass die Schwachstellen primär bei den Menschen und weniger bei den technischen Systemen liegen.

Wagen Sie eine Prognose: Wann werden wir in der Schweiz ein flächendeckendes intermodales Mobilitätswesen haben und wie wird es organisiert sein?

Für ein flächendeckendes Angebot wird es schon noch längere Zeit dauern. Ich glaube, es wird dann einen grossen Schub geben, wenn die vollautomatisierten Autos zur Verfügung stehen und darauf basierend neue On-Demand-Angebote entstehen. Dann werden meiner Meinung nach die Karten zwischen den heutigen Verkehrsträgern neu gemischt und verteilt.

le souhaite le gouvernement fédéral. C'est ainsi que pour le moment, le gouvernement s'efforce d'ouvrir à des tiers l'accès à la vente de billets pour les moyens de transport public. En revanche, les données relatives au trafic individuel sont dispersées et seule une partie infime est publique. Une grande partie des données est privée et exploitée à des fins commerciales. Le défi consiste donc à trouver un modèle qui permette de combiner les collectes de données financées par l'état et celles à financement privé. Ainsi, il sera possible de générer une valeur ajoutée pour le développement et la gestion de la mobilité.

Quelle devrait être la position du gouvernement suisse en ce qui concerne la disponibilité des données?

À mon avis, avec les données de TP qu'il finance, le gouvernement suisse dispose d'un instrument efficace pour inciter les sociétés privées à rendre leurs données en partie publiques. Il pourrait par exemple faire dépendre l'utilisation gratuite des données publiques de la mise à disposition de données privées. Its-ch a fait des propositions concrètes pour une approche ouverte dans le cadre de la discussion en cours sur l'ouverture du système de vente des transports publics. Pour élaborer ses propositions, Its-ch s'est basée entre autres sur l'expérience que nous avons acquise avec le modèle ouvert «abilio» et en a poursuivi le développement.

Lorsque l'on parle de numérisation, la question de la sécurité des données se pose-t-elle toujours aussi? Ces systèmes de mobilité interconnectée ne risquent-ils pas d'être paralysés par des cyberattaques ou de voir leurs données utilisées à mauvais escient?

Ce risque est toujours présent. Il n'y a pas de sécurité absolue dans ce domaine-là non plus. C'est toujours un jeu de cache-cache entre les attaquants et les défenseurs. Nous devons apprendre à vivre avec cet état de fait et rester en permanence en mode sécurisé. Peu importe le projet, nous devons dès le départ intégrer systématiquement la cybersécurité.

Quelles sont vos expériences jusqu'ici en ce qui concerne la cybersécurité?

Nos audits de la cybersécurité, qui sont réalisés chaque année et tiennent compte des tentatives de pénétration par des tiers, montrent régulièrement que les points faibles sont le facteur humain plutôt que la technique.

Oseriez-vous une prévision? Quand disposerons-nous en Suisse d'un réseau de mobilité intermodale couvrant tout le territoire et comment sera-t-il organisé?

Il faudra encore un certain temps avant d'en arriver à un réseau couvrant l'ensemble du territoire. Je pense que l'apparition de voitures entièrement automatisées et la création de nouvelles offres à la demande basées sur celles-ci donneront un véritable élan. À mon avis, cela changera la donne parmi les acteurs actuels des transports.

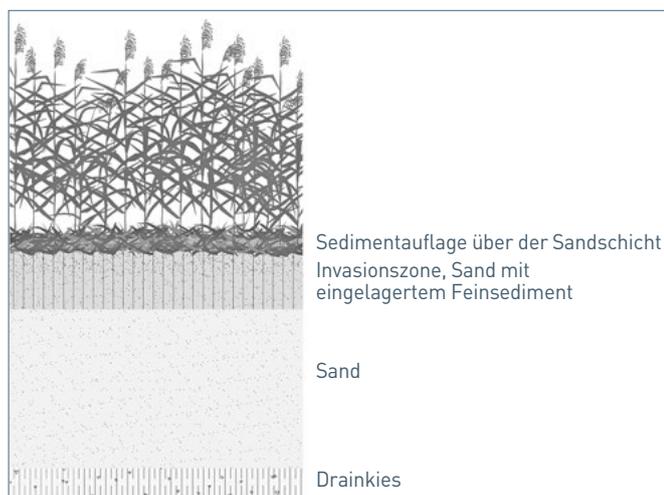
«Meiner persönlichen Meinung nach hat der Bund mit den vom ihm finanzierten ÖV-Daten durchaus einen gewichtigen Hebel in der Hand, um auch Private dazu zu bewegen, ihre Daten teilweise öffentlich zur Verfügung zu stellen.»

Bewachsene Boden- oder Sandfilter zur Reinigung von Strassenabwasser?

Strassenabwasser-Behandlungsanlagen (SABA) mit bepflanzten Retentionsfiltern erlauben eine wirkungsvolle Behandlung von Strassenabwasser. Der theoretisch bessere Schadstoffrückhalt von tonhaltigem Bodenmaterial wegen der Adsorptionskapazität der Tonminerale steht der höheren Wasserleitfähigkeit von Sandfiltern gegenüber, die es erlaubt, die Anlagen kleiner zu dimensionieren und damit den Kulturlandverbrauch zu vermindern. Ein Vergleich der Reinigungsleistung, der Schadstoffverlagerung, aber auch von Unterhalt und Kosten erlaubt eine Neubeurteilung der Situation.

Filtertypen und Substrate

In SABA wird das Strassenabwasser eines Strassenabschnitts oft mittels Absetzbecken und Retentionsfilterbecken (RFB) gereinigt. Das RFB enthält als Filtermaterial entweder Bodenmaterial oder Sand. Bodenmaterial besteht nebst Sand und Schluff auch aus feinen Tonteilchen, ist strukturiert, biologisch aktiv und in der Regel durchwurzelt. Im Gegensatz dazu ist Sand grobkörniger, im Ausgangszustand biologisch kaum aktiv und unstrukturiert. Abbildung 1 zeigt die schematische Darstellung eines Sandfilters. Unterhalb der Filterschicht, befindet sich eine Drainageschicht aus Kies oder Kiessand. Bei Bodenfiltern befindet sich an Stelle der Sandschicht eine Schicht aus Ober- und Unterboden. Sedimentauflage und Invasionszone fehlen



1 | Schematische Darstellung eines Sandfilters mit Schilf, der bereits einige Zeit in Betrieb ist.

1 | Représentation schématique d'un filtre en sable végétalisé avec des roseaux, qui est exploité depuis quelque temps.



VON
BEATRICE KULLI
Dr. sc. nat. ETH,
Forschungsgruppe
Bodenökologie, ZHAW



VON
MICHELE STEINER
Dr. sc. techn. ETH,
WST21



VON
ADALBERT PAZELLER
Dipl. Ing. Agr. ETH,
Geotest



VON
CHRISTOPH VON KÄNEL
Dipl. Natw. ETH,
Geotest



VON
FELIX RUTZ
Dipl. Kulturingenieur ETH,
ilu AG

oder sind nur schwach ausgeprägt. Die Filteroberfläche ist immer mit einer geeigneten Vegetation bepflanzt, die die Filteroberfläche schützt, Fremdbewuchs unterdrückt und deren Streu zur Ausbildung einer strukturreichen Filteroberfläche beiträgt.

Die Reinigungswirkung eines bepflanzten RFB beruht auf der physikalischen Filtration von partikulären Stoffen,

auf der chemischen Adsorption von gelösten Stoffen an die inneren Oberflächen des Filtersubstrats und kann – je nach Stoff – auch durch biologische Abbauprozesse unterstützt werden. Im Gegensatz zum Sand enthält Bodenmaterial Tonminerale, die Ad-

sorptionsoberflächen für gelöste Schadstoffe bieten. Deshalb wird in vielen Richtlinien und Wegleitungen für Filtermaterial ein gewisser Tonanteil empfohlen. Andererseits gibt es in Böden mit ihrer üblichen Aggregatstruktur oft Makroporen, die als präferenzielle Fließwege wirken können, durch die das Wasser relativ schnell und schlecht gefiltert in grössere Tiefen gelangen kann.

Filterung von Partikeln und gelösten Stoffen

Die Schadstoffe, die typischerweise im Strassenabwasser vorhanden sind, stammen vom Pneubetrieb, sind Korrosionsprodukte metallischer Teile des Fahrzeugs, Produkte aus dem Verbrennungsprozess oder Öle und Schmiermittel (SN 640 347). Sie enthalten organische Komponenten wie Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), aber auch Schwermetalle wie Kupfer oder Zink. Die PAK liegen im Strassenabwasser zu ca. 95 % in partikulärer Form vor. Nach eigenen Untersuchungen liegt der partikulär gebundene Anteil der Schwermetalle Kupfer und Zink im Zulauf zu einer SABA zwischen 70 und 90 %. Der Rest, also 10 bis 30 %, ist gelöst (SN 640 347). Entsprechend spielt beim Schwermetallrückhalt zusätzlich zur Filtration auch die Adsorption dieser



2 | Vergleich zwischen Boden- und Sandfilter. Links: oberste Schicht eines Sandfilters mit Invasionszone. Rechts: oberste Schicht eines Bodenfilters mit als dunklere Stellen erkennbaren Ablagerungen von partikulären Schadstoffen entlang präferenzierter Fließwege.

2 | Comparaison entre filtre en terre et filtre en sable. À gauche: couche supérieure d'un filtre en sable avec une zone d'invasion. À droite: couche supérieure d'un filtre en terre avec des dépôts de particules de substances nocives, reconnaissables aux zones sombres et situées le long de la trace de l'écoulement préférentiel.

gelösten Stoffe an Tonminerale und organische Substanz eine wichtige Rolle.

An der Oberfläche und im oberen Bereich von Sandfiltern sind üblicherweise Schichten mit einer massiven Ablagerung der partikulär vorliegenden Schadstoffe zu finden. Diese lagern sich als Sedimentauflage (Filterkuchen) oberhalb der Sandschicht ab und dringen einige Zentimeter in die Sandschicht ein, wobei sie die sogenannte Invasionszone bilden (Abbildung 1). In Abbildung 2 (links) sind die entsprechenden Schichten zu sehen. Die Stärke von Sandfiltern liegt also bei der mechanischen Filterung partikulär vorliegender Stoffe. Im Gegensatz dazu zeigten sich bei Bodenfiltern Ablagerungen partikulärer Stoffe oft als dunkel gefärbte Stellen entlang präferenzierter Fließwege (Abbildung 2, rechts), welche in eine grössere Tiefe vordringen als bei den Sandfiltern. Bezüglich der mechanischen Filterung sind

die Bodenfilter gegenüber den Sandfiltern also deutlich im Nachteil.

Um das Eindringen gelöster Schadstoffe in die Retentionsfilter zu untersuchen, wurden im Rahmen unseres Projektes in verschiedenen Anlagen Messungen mit einem mobilen XRF gemacht (engl. X-ray fluorescence spectroscopy; Röntgenfluoreszenzanalyse). Das Messgerät erlaubt eine einfache und schnelle Abschätzung von Schwermetallgehalten, hat aber eine relativ hohe Detektionsgrenze und ist weniger genau als Labormethoden.

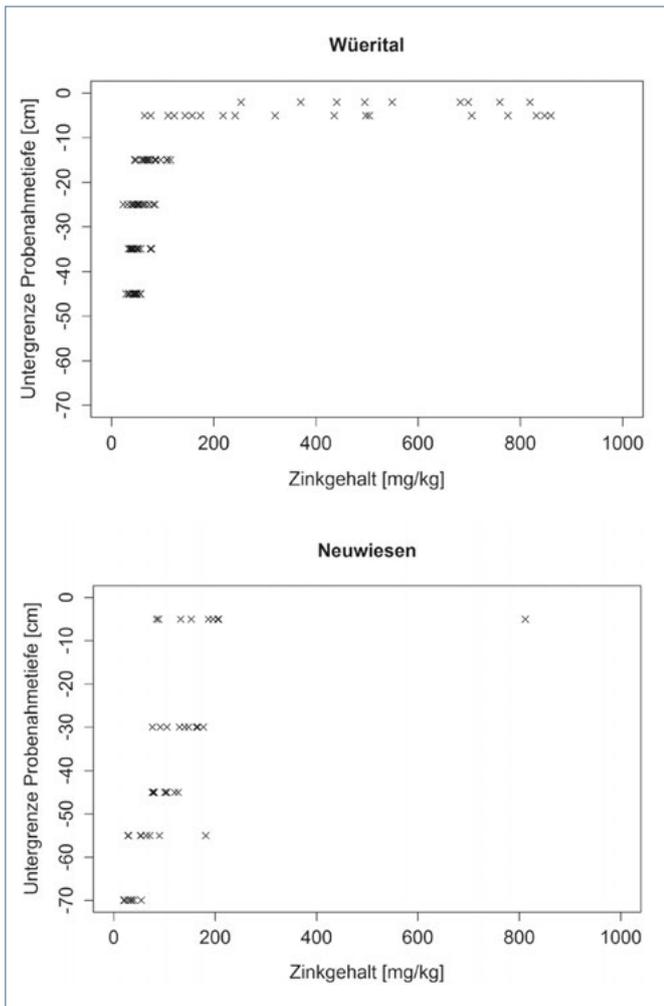
Abbildung 3 zeigt die Tiefenverteilung Zink der SABA Wüerital und der SABA Neuwiesen. Beide Anlagen sind seit 2009 in Betrieb. Wüerital ist eine Sandfilteranlage. Die Schadstoffe sind im oberen Teil des Profils (Sedimentauflage, Invasionszone) sehr hoch, nehmen aber mit der Tiefe stark ab. Die Anlage Neuwiesen ist ein Bodenfilter und zeigt

FR

Faut-il traiter les eaux de chaussée polluées avec des filtres en terre engazonnée ou avec des filtres en sable végétalisé?

Les installations de traitement des eaux de chaussée polluées (SETEC), équipées de filtres de rétention végétalisés, permettent de traiter efficacement les eaux de chaussée contenant des substances nocives. Dans le cadre du présent projet, des filtres en terre engazonnée et des filtres en sable végétalisé ont été analysés et comparés eu égard à leur performance hydraulique, à leur capacité d'épuration ainsi qu'aux coûts générés par leur exploitation et leur entretien. Ces analyses ont révélé que les substances nocives, qui sont principalement présentes à l'état de particules ou reliées à des particules, sont retenues par les filtres en sable au niveau de la surface du filtre tandis que dans les filtres en

terre, elles s'infiltrant plus rapidement en profondeur par l'écoulement préférentiel. Les filtres en sable présentent une capacité d'épuration au moins aussi élevée que les filtres en terre. Ils ont en outre une performance hydraulique nettement supérieure et ils prennent moins de place que les filtres en terre, ce qui limite la perte des surfaces agricoles lors de la construction d'une installation. L'évaluation de 49 installations a révélé que le coût du traitement des eaux de chaussée polluées pour un hectare de route est moins élevé avec les installations de filtre en sable, que ce soit au niveau de la construction ou de l'exploitation. Par conséquent, il faut plutôt utiliser des filtres en sable que des filtres en terre.



3 | Tiefenverteilung von Zink in der Anlage Wüerital (Sandfilter) und Neuwiesen (Bodenfilter).

3 | Répartition du zinc en profondeur dans les installations de Wüerital (filtre en sable) et Neuwiesen (filtre en terre).

eine deutlich stärkere Verlagerung von Zink in die Tiefe. Dieses Bild ist typisch für die Unterschiede zwischen Sand- und Bodenfiltern.

Partikuläre Stoffe helfen, gelöste Stoffe zu adsorbieren

Die Verlagerung der Schwermetalle zeigt ein ähnliches Bild wie die Verlagerung der partikularen Stoffe. Erklären lässt sich das dadurch, dass die Schwermetalle gut an die Partikel adsorbiert werden. Zudem ist ein bewachsener Sandfilter im Betrieb auch biologisch aktiv und führt zur Anreicherung von organischem Material, das ebenfalls, wie die Tonminerale, Adsorptionsmöglichkeiten bietet. Das Strassenabwasser enthält ausserdem auch Eisenhydroxide, welche zusätzlich als Adsorber wirken. Ein Teil der löslichen Stoffe erreicht die SABA schon in an Partikel adsorbierter Form. Andere adsorbieren erst beim Durchfliessen von Sedimentauflage und Invasionszone. Eine Sättigung der Adsorptionsoberflächen ist nicht zu befürchten, da die entsprechenden Partikel mit dem Strassenabwasser laufend nachgeliefert werden.

Die Tonminerale der Bodenfilter bringen also auch bezüglich des Rückhalts gelöster Stoffe keinen Vorteil gegenüber Sandfiltern. Dies bestätigen Messungen im Ausfluss verschiedener Strassenabwasserreinigungsanlagen. Die Sandfilter-SABA zeigen eine mindestens gleich hohe und zudem stabilere Schadstoffentfernung als Bodenfilter-SABA.

Tracer-Versuche und präferenzierter Fluss

Um den Zusammenhang zwischen der Bodenstruktur, dem präferenziellen Fluss und der Schadstoffverlagerung genauer zu untersuchen, wurden in verschiedenen Anlagen Farbtracer-Experimente durchgeführt. Der Farbtracer wurde dem Wasser, das für die Messung der hydraulischen Leitfähigkeit verwendet wurde, beigemischt. Kurz darauf wurde der Boden aufgegraben und das durch das infiltrierende Wasser hervorgerufene Fließmuster untersucht und fotografiert. Gleichzeitig wurden Proben zur Bestimmung der Schwermetallgehalte mit einem mobilen XRF genommen.

Die Fließmuster zeigen eindeutig einen stärkeren Effekt präferenzierter Fließwege unter Bodenfiltern als unter Sandfiltern. Abbildung 4 zeigt einen Sandfilter (links), in



4 | Unterschiede bezüglich präferenzierel Flusses in einem Sand- und einem Bodenfilter.
4 | Différence d'écoulement préférentiel entre un filtre en sable et un filtre en terre.



5 | Fließmusterbild am Standort Forch 6, bei dem im Bereich des Zulaufes nachträglich Sand in den bestehenden Bodenfilter eingebaut wurde. Die Abbildung zeigt die «Böschung» der Sandschicht. Der Boden wurde nach Einbringen des Sandes wieder darübergezogen, um eine gleichmässige Oberfläche zu erhalten.

5 | Ecoulement réalisé à Forch 6 où le filtre en terre existant a été creusé, puis rempli de sable au niveau de l'arrivée. L'illustration montre le «bas-côté» de la couche de sable. Après le remplissage du filtre avec du sable, la terre excavée a été remise par-dessus afin d'obtenir à nouveau une surface régulière.

dem sich das infiltrierende Wasser gleichmässig unterhalb der Applikationsstelle ausbreitet und der keine Hinweise auf präferenzielle Fliesswege zeigt. Das Fließmuster im Bodenfilter (rechts) zeigt im Gegensatz dazu ein ungleichmässiges Fließmuster. Das Wasser infiltriert an gewissen Stellen und erreicht eine grössere Tiefe. Im oberen Teil des Profils wird ein Teil des Bodens umflossen. Dadurch kann die Reinigungsleistung beeinträchtigt werden, da die Schadstoffe eine kürzere Filterstrecke zur Verfügung haben.

Mit zunehmendem Alter und zunehmender Durchwurzelung zeigen auch Sandfilter stärkere Tendenzen zu präferenziellen Fließmustern. Art und Tiefe der Wurzeln spielen dabei eine wichtige Rolle. Bei zu wenig mächtigen Filterschichten gelangen die Schilfwurzeln schon nach wenigen Jahren in den Bereich des Kiessandes. Die dicken Schilfwurzeln (Rhizome) verlaufen vorwiegend horizontal. Nur die feineren Schilfwurzeln wachsen vertikal in die Tiefe. Auch wenn nach längeren Betriebszeiten die Schilfwurzeln bis zu den Drainageleitungen wachsen, verringert sich die Reinigungsleistung nicht wesentlich. Eine Sand-Filter-schicht von mindestens 50 cm genügt gemäss den bisherigen Untersuchungen den Anforderungen. Der Filtersand

muss allerdings genau definierte Qualitätsanforderungen erfüllen (Kornverteilung, Ausgangsdurchlässigkeit, steile Körnungslinie, Karbonatgehalt, Kornform etc.), um die gewünschte Reinigungsleistung zu erbringen.

In der SABA Forch 6 wurde im Bereich des Zuflusses nachträglich Sand eingebaut, der dann von Boden abgelöst wird. Abbildung 5 (oben): Hier sind alle beschriebenen Effekte in einem Bild zu sehen. Im Boden fliesst das Wasser ungleichmässig, und entlang der Fließwege sind die dunkleren Ablagerungen partikulärer Schadstoffe zu erkennen. Am Übergang zur Sandschicht häufen sich diese Ablagerungen, hier ist der Effekt der besseren mechanischen Filterung durch den Sand deutlich ersichtlich. Im Sand fliesst das Wasser dann sehr viel gleichmässiger weiter und es werden kaum noch partikulär gebundene Schadstoffe abgelagert. Dieses Detail zeigt auch, dass Partikel aus dem Strassenabwasser bevorzugt an Schichtgrenzen abgelagert werden. Dieses Phänomen kann mit der Zeit zur inneren Kolmatierung des Filters führen.

Separat durchgeführte Messungen mit dem mobilen XRF zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Schwermetallkonzentrationen an dunkler gefärbten Stellen, wo sich mehr

partikuläre Schadstoffe abgelagert haben, und der normal gefärbten Bodenmatrix. Es ist also davon auszugehen, dass die Schwermetalle an die Partikel adsorbiert sind und zusammen mit diesen zurückgehalten werden.

Grösse, Betrieb und Unterhalt der Anlagen

Die Grösse eines Retentionsfilterbeckens wird auch durch die hydraulische Leistung bestimmt. Diese beschreibt, wie viele Liter Wasser ein Filter pro Minute und pro Quadratmeter Filterfläche behandeln kann. Der spezifische hydraulische Durchfluss von Sandfiltern ist im Vergleich zu Bodenfiltern im Mittel um das Vierfache höher. Bei der Dimensionierung liegt ein Wert von 3 bis 5 l/min/m² für Sandfilter klar auf der sicheren Seite, denn die untersuchten Anlagen zeigen mehrheitlich höhere Werte, und zwar bei stabilen hohen Reinigungsleistungen.

Die Auswertung von Daten aus dem SABA-Kataster (MISTRA SABA) zu den Investitionskosten ergab eine grosse Bandbreite. Für SABA mit Bodenfiltern liegt der Median pro Hek-

tare entwässerter Strassenfläche bei CHF 230 000, für SABA mit Sandfiltern bei günstigeren CHF 180 000. Die erfassten Angaben zu den mittleren jährlichen Betriebskosten pro Hektare entwässerter Strassenfläche zeigen Werte für SABA mit Bodenfilter von ca. CHF 3000 und für SABA mit Sandfilter von ca. CHF 2000. Der Unterhalt von Sandfiltern ist wesentlich einfacher, da diese nicht wie Bodenfilter jährlich gemäht werden müssen und kein Schnittgut zu entsorgen ist. Zudem sind die spezifischen Filterflächen pro Hektare entwässerter Strassenfläche bei den ausgewerteten Bodenfiltern grösser als bei den Sandfiltern, (Bodenfilter: ca. 300 m², Sandfilter: ca. 200 m², Mittelwerte).

Fazit

Sandfilter sind demnach den Bodenfiltern in der Regel vorzuziehen. Sie weisen eine mindestens gleich hohe Reinigungsleistung wie Bodenfilter auf, und das bei deutlich besserer hydraulischer Leistung. Sie sind günstiger im Bau und einfacher im Unterhalt.

Anzeige

DIE GRAFFITISCHUTZ-SPEZIALISTEN
www.desax.ch

DESAX AG Ernetschwilstr. 25 8737 Gommiswald T 055 285 30 85	DESAX AG Felsenastr. 17 3004 Bern T 031 552 04 55	DESAX AG Ch. Mont-de-Faux 2 1023 Crissier T 021 635 95 55	Graffitischutz Betonschutz Desax Betonkosmetik Betongestaltung Betonreinigung	DESAX Schöne Betonflächen
---	---	---	---	-------------------------------------

Österreichisches Verkehrsinfrastruktur-Forschungsprojekt EINSTEIN

Risikobasiertes Entscheidungsmodell zur Ermittlung des optimalen Instandsetzungszeitpunkts

Im Projekt EINSTEIN wurde ein auf den Prinzipien des Risikomanagements basierendes Modell zur Optimierung der Erhaltungsstrategie für Verkehrsinfrastruktur auf Mikro- und Makroebene entwickelt. Mit diesem Modell können die Auswirkungen und Risiken unterschiedlicher Instandhaltungsstrategien berechnet und die betriebs- und volkswirtschaftlich vorteilhafteste Variante ermittelt werden. Das Hauptziel dieses österreichischen Verkehrsinfrastruktur-Forschungsprojekts besteht in der Entwicklung geeigneter Risikobewertungsmodelle und darin, diese anschliessend einer gesamtheitlichen Betrachtung zuzuführen. Die Integration der Risikobetrachtung in ein holistisches Lebenszykluskonzept zur Ermittlung optimaler Instandhaltungsstrategien ermöglicht damit eine zukunftsorientierte und nachhaltige Vorgehensweise im Asset Management der Verkehrsinfrastruktur.

Einleitung und Problemstellung

Die Auswahl von Erhaltungsmaßnahmen und deren Durchführungszeitpunkte erfolgte vor 10 bis 15 Jahren fast ausschliesslich auf der Grundlage von «Worst-First»-Reihungen und nur in einzelnen Teilbereichen auf Basis von Lebenszyklusmodellen. Ende der 90er-Jahre wurde mittels heuristischer Optimierungsverfahren ein erster Schritt in eine zukunftsorientierte Planung von Erhaltungsmaßnahmen getätigt. In der Zwischenzeit ist die Lebenszyklusanalyse mittels deterministischer und (semi-)probabilistischer Verfahren ein integrierter Bestandteil im Asset Management. Da eine Anlage nicht unabhängig von den Anforderungen des Gesamtnetzes beurteilt werden darf, ist es bei der Entscheidungsfindung für einen optimalen Instandsetzungszeitpunkt notwendig, die Netzanforderungen und Netzbesonderheiten zu berücksichtigen. Wird dies nicht getan, kann das Versagen einer einzelnen Anlage bereits zu einem Teilversagen des Netzes führen und damit zu einer massiven Beeinträchtigung der Nutzer. In diesem Sinne sind Erhaltungsmaßnahmen und deren Umsetzungszeitpunkte von verschiedenen Einflussfaktoren abhängig, die einer risikobasierten Betrachtung unterzogen werden sollten.

Dabei spielt nicht nur das Risiko des Ausfalls einer Anlage eine wesentliche Rolle (technisches Risiko), sondern es muss auch eine Aussage im Hinblick auf die Auswirkungen auf das



VON
ALFRED WENINGER-VYCUDEL
Dipl.-Ing.Dr., PMS-Consult,
Ingenieurbüro für Verkehrs-
wesen und Infrastruktur-
planung GmbH, Wien



VON
CHRISTIAN STEFAN
Dipl.-Ing., Projektleiter Aus-
trian Institute of Technology
(AIT), Mobility Department,
Transportation Infrastruc-
ture Technologies, Wien



VON
GÜNTHER ACHS
Dipl.-Ing.Dr. Prokurist FCP
Fritsch, Chiari & Partner ZT
GmbH, Wien



VON
ROBERT VEIT-EGERER
Dipl.-Ing.Dr.
Leiter Competence Center
Asset Management &
BRIMOS, VCE Vienna
Consulting Engineers, Wien

gesamte Netz möglich sein. Versagt die Anlage auf einer Netzkante mit Ausweichstrecke, dann ist das Versagen weniger sensitiv und erfordert eine andere Risikobewertung. Das Risiko von Erhaltungsmaßnahmen ist sowohl auf der Objekt- als auch auf einer Netzebene zu bewerten und in den Entscheidungsprozess zu integrieren^[1].

VIF-Projekt EINSTEIN

Hauptziel des Projektes

Das Ziel des im Rahmen der österreichischen Verkehrsinfrastrukturforschung (VIF) geförderten Projektes «EINSTEIN – Risikobasiertes Entscheidungsmodell zur Ermittlung des optimalen Instandsetzungszeitpunkts von Infrastrukturbauwerken» war es, einen auf dem Risikomanagement basierenden Algorithmus zur Optimierung der Erhaltungsstrategien für Verkehrsinfrastruktur zu entwickeln. In Erweiterung zur derzeitigen zustandsbasierten baulichen Erhaltungsplanung sollen mit den entwickelten Instrumenten Prognosen der mittelfristig benötigten budgetären Ressourcen auf Grundlage gezielter Risikoanalysen ausgearbeitet werden. Anhand der entwickelten Risikomodelle werden die Auswirkungen auf die künftige Erhaltung in Form von Massnahmenabfolgen und resultierenden Lebenszykluskosten bewertbar gemacht.

Ein weiteres wesentliches Ziel von EINSTEIN war, den risikobasierten Algorithmus in Hinblick auf dessen Anwendbarkeit an einem Teilnetz praktisch zu erproben. Der Algorithmus wurde dabei so gestaltet, dass er direkt in die bestehenden Managementsysteme der ÖBB (Österreichische Bundesbahnen) und der ASFINAG (Autobahnen- und Schnellstrassen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft) übernommen werden kann. Das Projekt beinhaltet somit folgende Aufgabenstellungen:

- Modelle zur Lebenszyklusanalyse und zur Erhaltungsprognose, unterschieden in Kategorien für Strasse, Schiene und Kunstbauten
- Lebenszyklusprognose und Erhaltungsplanung auf Objekt- und Netzebene
- Risikobewertung auf Basis der Restlebensdauern und unter Berücksichtigung unterschiedlicher Instandsetzungsszenarien
- Beschreibung von risikobasierten Entscheidungsmodellen im Vergleich mit den bereits bei der ASFINAG und der ÖBB eingesetzten Modellen
- Bestimmung des optimalen Instandsetzungszeitpunkts von Verkehrsinfrastrukturbauten auf Basis von risikobasierten Entscheidungsmodellen unter Berücksichtigung der Erhaltungsstrategien der ASFINAG und der ÖBB
- Beispielhafte Umsetzung anhand einer konkreten Netz-anwendung für Strasse und Schiene

Auftraggeber, Forschungskonsortium und Projektablauf

Die Durchführung des Projektes erfolgte im Rahmen der Verkehrsinfrastrukturforschung 2013, die mit Mitteln der ASFINAG, des BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) und der ÖBB finanziert wird. Das gewählte Forschungskonsortium bestand aus FCP Fritsch, Chiari & Partner ZT GmbH (Projektleitung), VCE Vienna Consulting Engineers ZT GmbH, AIT – Austrian Institute of Technology GmbH und PMS-Consult, Ingenieurbüro für Verkehrswesen und Infrastrukturplanung GmbH und wurde im Bereich der Qualitätssicherung durch die Unternehmen Prof. Litzka ZT und TÜV Austria unterstützt.

Das Projekt begann im Juli 2014 und konnte nach ca. 2 Jahren Projektlaufzeit im Sommer 2016 erfolgreich abgeschlossen werden. Um den integralen Ansatz im Projekt EINSTEIN umsetzen und letztendlich auch im Rahmen einer Demonstration

anwenden zu können, wurden fünf Arbeitspakete definiert und umgesetzt.

Risikobewertung im Erhaltungsmanagement

Integraler Ansatz

Die Abschätzung des optimalen Instandsetzungszeitpunkts einzelner Anlagen bzw. Bauwerke beruht heutzutage in erster Linie auf der Entwicklung realitätsnaher, zustandsbasierter Alterungs- bzw. Zustandsprognosemodelle. Deren Basis sind gemessene Zustandsdaten bzw. die auf objektiven Kriterien beruhenden Zustandsbeurteilungen (siehe hierzu [2]).

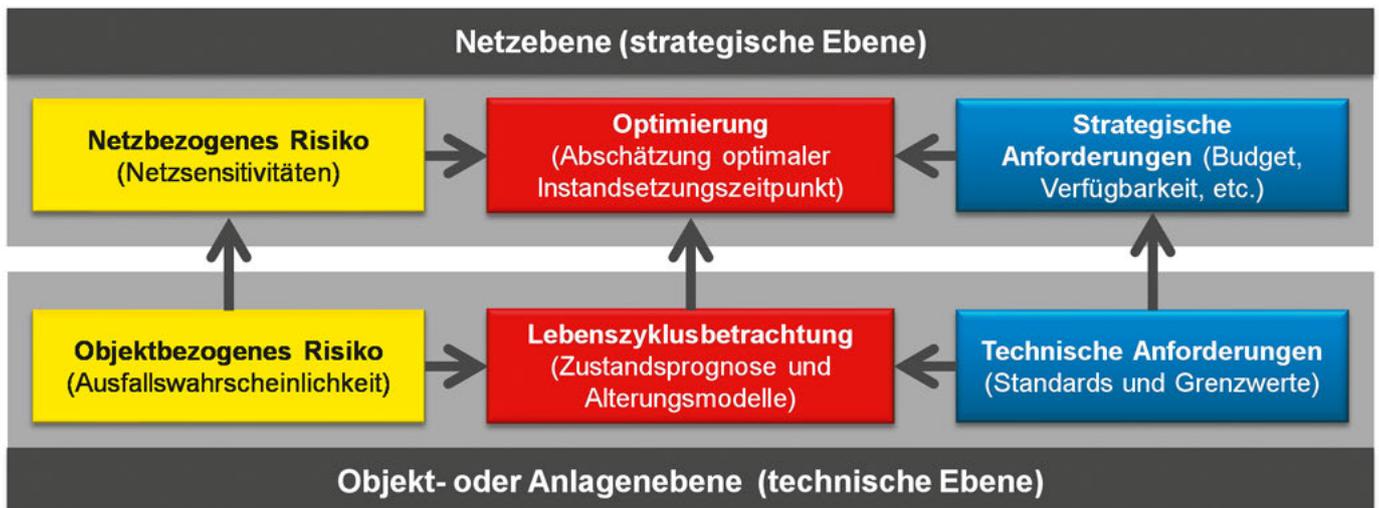
Unter Heranziehung der Alterungs- und Zustandsprognosemodelle sowie des aktuellen Zustands kann für jede Anlage bzw. für jedes Objekt (Oberbau, Tunnel, Brücke etc.) eine Prognose für den weiteren Zustandsverlauf erstellt und daraus können potenziell erforderliche Erhaltungsmassnahmen beim Erreichen eines bestimmten Zustandes abgeleitet werden.

Diese Vorgehensweise entspricht der «klassischen» Lebenszyklusanalyse auf technischer Ebene, die massgebend durch die Einhaltung bestimmter technischer Grenzwerte (Warnwerte, Schwellenwerte etc.) definiert ist. Der optimale Instandsetzungszeitpunkt ist dabei jener, der aus rein technischer Überlegung hergeleitet wurde und der bei einer Betrachtung der Erhaltungsnotwendigkeiten bzw. des Erhaltungsbedarfs auf Netzebene (z.B. Einschränkung durch budgetäre Vorgaben) oft nicht mehr gehalten werden kann. Diese Betrachtungsweise auf Netzebene ist bei jeder grösseren Infrastrukturanlage eine strategische Notwendigkeit, da auch strategische Überlegungen wie Erhaltungsbudget, Netzverfügbarkeit, Verkehrssicherheit etc. einen massgebenden Einfluss auf den optimalen Instandsetzungszeitpunkt haben. Die Erhaltungsnotwendigkeiten einzelner Objekte oder Anlagen stehen plötzlich in Konkurrenz zueinander, sodass weitere Entscheidungsmodelle in den Prozess integriert werden müssen. In den meisten Fällen erfolgt dies durch einen Vergleich zwischen den Erhaltungskosten und dem durch die Massnahme erzielbaren Nutzen (positive Wirkung).

Ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis einer möglichen Massnahme gering, so wird sich der Zeitpunkt der Erhaltungsmassnahme in der Regel nach hinten verschieben (bis womöglich ein nicht mehr akzeptabler Zustand vorliegt). Um einem inte-

Le projet EINSTEIN a permis de développer un modèle d'optimisation des stratégies d'entretien fondé sur les principes de gestion du risque pour les infrastructures de transports, au niveau macro et micro. Grâce à ce modèle, il est possible de calculer les conséquences et les risques de diverses stratégies d'entretien et de déterminer l'option la plus avantageuse du point de vue de l'exploitation et de l'économie nationale. L'objectif principal de ce pro-

jet autrichien de recherche sur les infrastructures de transport est de développer des modèles adaptés d'évaluation des risques et de les intégrer ensuite à une considération globale. L'intégration de l'analyse des risques à un concept holistique de cycle de vie visant à déterminer les stratégies optimales d'entretien permet d'envisager une procédure durable, orientée vers l'avenir, de la gestion des actifs des infrastructures de transport.



1 | Integraler Ansatz Projekt EINSTein nach [1].
 1 | Approche intégrale projet EINSTein selon [1].

gralen Ansatz gerecht zu werden, betrachtet EINSTein beide Ebenen und verknüpft auch beide Ebenen letztendlich mit einem holistischen Risikoansatz (siehe Abbildung 1).

Bei der Betrachtung des Risikos ergibt sich eine ähnliche Situation. Auf Objekt- oder Anlagenebene ist es möglich, das Risiko eines Ausfalls anhand einer technischen Beurteilung abzuschätzen. Aus Alter und Zustand lassen sich mögliche Wahrscheinlichkeiten für ein Versagen relativ einfach ableiten, die – wenn ein bestimmter Zustand erreicht wird – zu einem nicht mehr akzeptablen Risiko führen, sodass eine Erhaltungsmassnahme zur Reduktion des Risikos unausweichlich wird. Vom Prinzip sind Risikobetrachtung und Lebenszyklusanalyse sehr ähnlich, da beide auf dieselben Daten zurückgreifen. Wird die Ausfallswahrscheinlichkeit mit der Zustandsprognose bzw. bestimmten Alterungsmodellen verknüpft, so können auf technischer Ebene Prognosen des Risikos getätigt werden, und eine risikobasierte Lebenszyklusanalyse steht zur Verfügung. Liefert das Prognosemodell eine klare Aussage im Hinblick auf das technische Erhaltungsrisiko, so kann auch der Zeitpunkt der Durchführung einer Erhaltungsmassnahme mit diesem Risiko verknüpft werden, und es ist möglich, zu ermitteln, mit welcher Massnahmenstrategie (Abfolge unterschiedlicher Erhaltungsaktivitäten) das geringste Risiko erreicht werden kann. Jedoch handelt es sich auch hier zunächst um eine Betrachtung auf Objektebene, die letztendlich auf eine Netzsicht gehoben werden muss.

Die Risikobetrachtung auf Netzebene ist jedoch nicht nur eine Zusammenführung des Risikos (aus der risikobasierten Lebenszyklusanalyse) einzelner Objekte und deren Vergleich bzw. Gegenüberstellung. Das Risiko auf Netzebene ist eine wesentlich komplexere Angelegenheit, da auch die Wirkungen im Netz selbst berücksichtigt werden müssen. So ist z.B. die Ausfallswahrscheinlichkeit eines Streckenabschnittes, wo keine Ausweichmöglichkeiten bestehen, mit einem höheren Risiko zu bewerten als ein Streckenabschnitt, der eine deutlich geringere Versagenssensitivität aufweist. Dies bedeutet, dass letztendlich der optimale Instandsetzungszeitpunkt in

beiden Fällen unterschiedlich sein wird. Im ersten Fall ist eine vorausschauende Erhaltungsstrategie (Durchführung der Massnahme zu einem sehr frühen Zeitpunkt) besser zu bewerten als ein Zuwarten bis zum technisch optimalen, aber möglicherweise deutlich späteren Zeitpunkt. EINSTein widmet sich dieser Problematik und definiert hierzu einen pragmatischen Ansatz. Details zur Methodik sind [3] zu entnehmen

Definition Erhaltungsrisiko

Unter Risiko versteht man die Kombination aus der Wahrscheinlichkeit, mit der ein Ereignis auftritt, und dem Ausmass des damit verbundenen Schadens (Ausmass der Konsequenz). Die Eintrittswahrscheinlichkeit (auch Schadenswahrscheinlichkeit, Versagenswahrscheinlichkeit) bezeichnet den statistischen Erwartungswert oder die geschätzte Wahrscheinlichkeit für das Eintreten eines bestimmten Ereignisses in einem bestimmten Zeitraum.

In der Prozessindustrie sind «Risk Based Inspection» (RBI) und «Risk Based Maintenance» (RBM) bereits gelebte Praxis im Zuge des Erhaltungsmanagements. Das Risiko wird dabei als rechnerische Verknüpfung der sogenannten PoF (Probability of Failure) mit der sogenannten CoF (Consequence of Failure) ermittelt.

Das Risiko wird oftmals in Form von Risikomatrizen mittels der beiden Parameter «Versagenswahrscheinlichkeit» (PoF) und «Konsequenz des Versagens» (CoF) bestimmt, da in den meisten Fällen vor allem die Quantifizierung der Konsequenzseite über monetäre Werte sehr schwierig ist (Abgrenzung der Kosten).

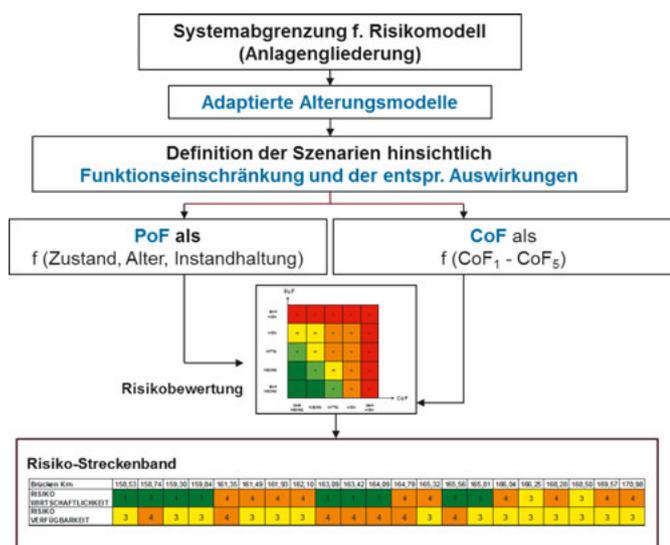
Im Rahmen der Analyse bestehender Risikobewertungsverfahren wurde mit den Auftraggebern Übereinstimmung darüber erzielt, dass die zu entwickelnde Risikomatrix als 5x5-Matrix aufgebaut sein soll, wobei auf der senkrechten Achse die Wahrscheinlichkeit eines Versagensverlusts (PoF) und auf der waagrechten Achse die damit verbundenen Konsequenzen (CoF) für die einzelnen Szenarien aufgetragen sind. Dabei ist für die Definition des Erhaltungsrisikos von wesentlicher Bedeutung, dass mit der Versagenswahrschein-

lichkeit im Zusammenhang mit dem Erhaltungsmanagement keineswegs ein völliges Versagen, sondern vielmehr eine Einschränkung der Funktionsfähigkeit beurteilt wird^[3]. Auf der Ebene der Risiko-Konsequenzen (CoF) wird vordergründig unterschieden zwischen den beiden Konsequenzklassen:

- Wirtschaftlichkeit: alle direkten Kosten, d.h. Baulastträgerkosten inkl. etwaiger Wiederbeschaffungskosten
- Verfügbarkeit: etwaiger Mautentgang und die entstehenden volkswirtschaftlichen Strassennutzerkosten bzw. etwaige Betriebserschwerungskosten der Eisenbahn

Berechnung Erhaltungsrisiko

Grundlage für das risikobasierte Erhaltungsmanagement sind adaptierte Alterungsmodelle (PoD), anhand welcher Prognosen hinsichtlich Funktionseinschränkungen erstellt werden können. Für jedes Prognosejahr werden PoF und CoF bzw. das Risiko (Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit) ermittelt. Der Berechnungsprozess zur Ermittlung des Erhaltungsrisikos kann der nachfolgenden Abbildung 2 entnommen werden.



2 | Schematischer Überblick zum EINSTEIN-Risikomodell^[4].
2 | Vue d'ensemble schématique du modèle de risques EINSTEIN^[4].

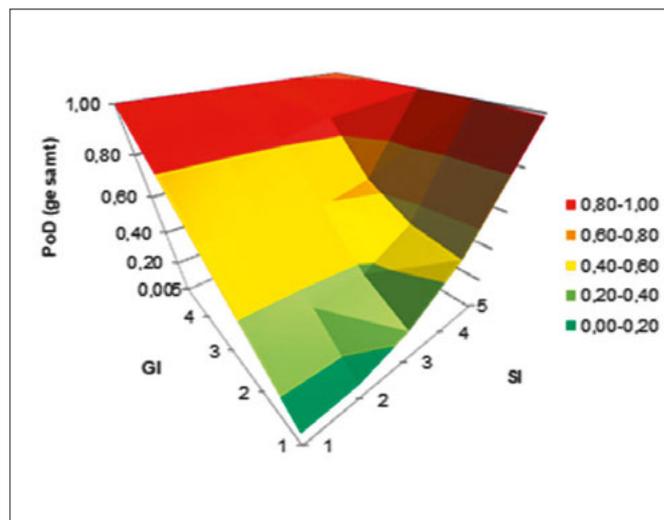
Die Berechnung des zu erwartenden Funktionsverlustes (PoF) erfolgt dabei wie folgt^[4]:

$$PoF = PoD \times CF$$

wobei:

- PoF Wahrscheinlichkeit eines Funktionsverlustes
- PoD Probability of Deterioration (Alterungsfunktion)
- CF Konfidenzfaktor

In der nachfolgenden Abbildung 3 ist die Berechnung des PoD für den Strassenoberbau als Funktion des Substanzwertes SI (Bewertung der strukturellen Beschaffenheit des Oberbaus) und des Gebrauchswertes GI (Bewertung Fahrsicherheit und Fahrkomfort) grafisch dargestellt.



3 | PoD gesamt Strassenoberbau^[4].
3 | Probability of Deterioration (PoD, fonction de dégradation) chaussée^[4].

In der Risk Based Inspection (RBI) werden sogenannte Konfidenzfaktoren (CF) verwendet, um die Qualität der Ausgangsdaten, die der Beurteilung zugrunde liegen, zu bewerten. Im Wesentlichen wird die Effektivität von Inspektionen und Prüfungen durch folgende drei Faktoren massgebend beeinflusst:

- Die Fähigkeit (E) bzw. Erfahrung des Inspektors, den Schaden zu finden und dessen Schwere zu beschreiben
- Der Umfang (S) der geplanten Inspektionen bzw. Prüfungen am Bauwerk/Bauteil
- Die Anzahl (H) der in der Vergangenheit durchgeführten Inspektionen bzw. Prüfungen.

Der Konfidenzfaktor CF wird wie folgt berechnet^[4]:

$$CF = E \times S \times H$$

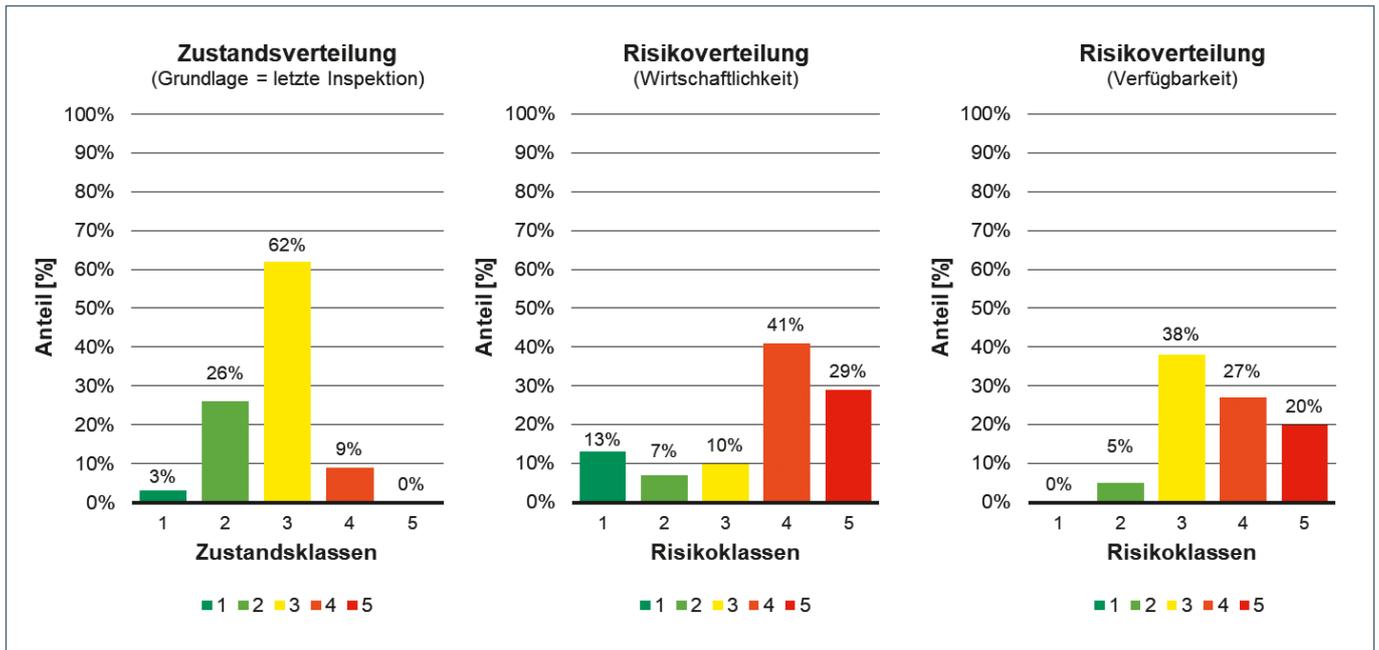
wobei:

- E Qualität der Inspektion/des Inspektors
- S Umfang der geplanten Inspektionen
- H Anzahl der in der Vergangenheit durchgeführten Inspektionen bzw. Prüfungen

Grundlage der Erweiterung der bisherigen Lebenszyklusbewertung um den Aspekt der Risikobewertung sind die derzeitigen Zustands-Streckenbänder (Zustandsklassen der einzelnen Anlagen entlang von Streckenabschnitten). Demgegenüber können in Zukunft ergänzend Risiko-Streckenbänder generiert werden, die in Aussehen und Handhabung den Zustands-Streckenbändern ähneln, aber auch das Risiko darstellen.

Praktische Anwendung und Ergebnisse

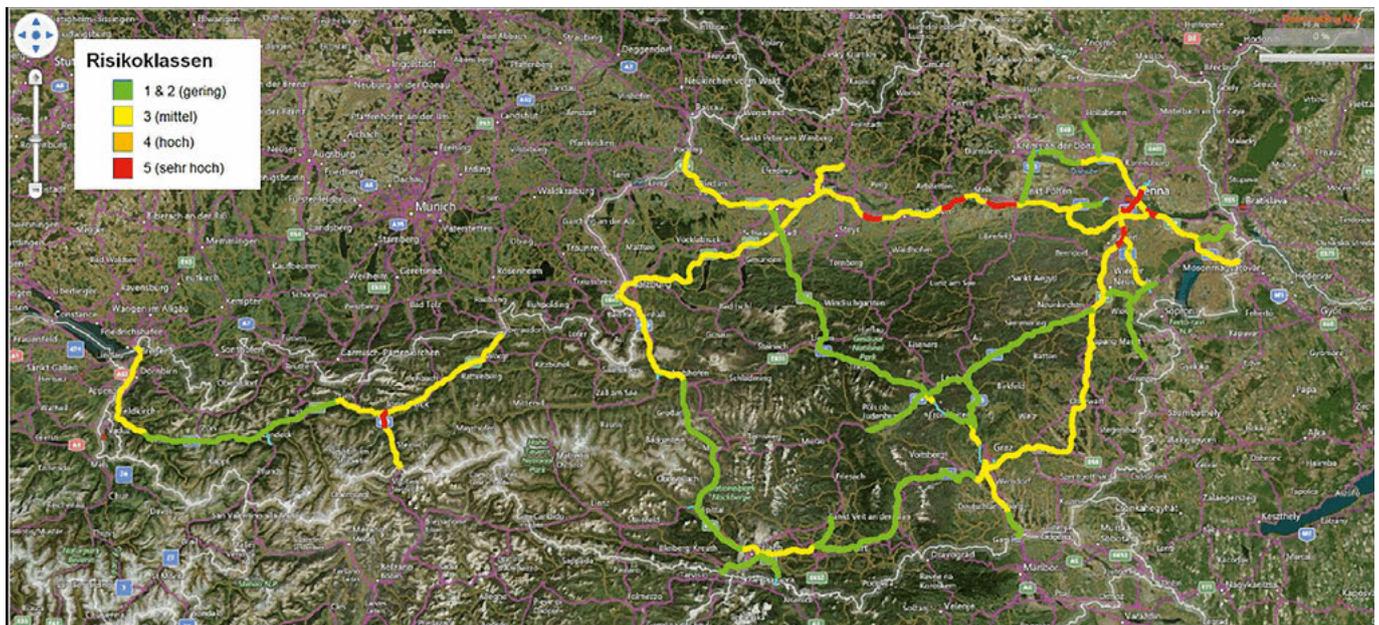
Die entwickelten Modelle und Algorithmen wurden für die Auftraggeber ÖBB und ASFINAG in entsprechend spezifizierte Modellapplikationen übergeführt und anhand von Pilotprojekten für Strassen- und Schieneninfrastruktur ge-



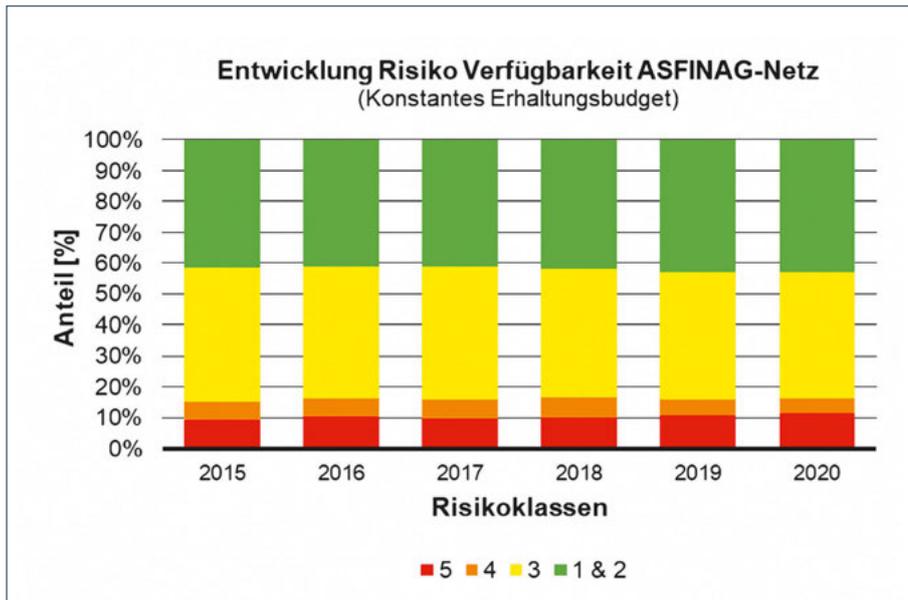
4 | Risikobewertung Pilotstrecke ÖBB – Brückenobjekte^[4].
 4 | Évaluation du risque tronçon pilote ÖBB – ponts^[4].

testet. Die Anwendung der EINSTEIN-Algorithmen liefert somit eine Vielzahl von Ergebnissen, die für eine weiterführende Erhaltungsplanung und den Entscheidungsprozess verwendet werden können. Details sind in [4] enthalten. Die obenstehende Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse der praktischen Anwendung des Algorithmus auf einer Teststrecke der ÖBB. Die relative gute Ausgangssituation des Brückenzustandes (linke Grafik) führt bei Anwendung der Risikobewertung vor allem durch die Berücksichtigung der Auswirkungen zu einer deutlich schlechteren Situation sowohl im Bereich der Wirtschaftlichkeit (Grafik Mitte) als auch der Verfügbarkeit (rechte Grafik). Die Priorität der Erhaltungsmaßnahmen

wird dadurch deutlich verändert (höchste Priorität bei den Bauwerken in den Risikoklassen 4 und 5). Im Vergleich zur ÖBB, wo eine Pilotstrecke untersucht werden konnte, erfolgt die praktische Anwendung im Bereich der Strasse auf dem Gesamtnetz der ASFINAG. Die nachfolgende Karte (Abbildung 5) zeigt die Risikobewertung des ASFINAG-Netzes für das Thema Verfügbarkeit in einem Beispieljahr als Ergebnis der Implementierung des Algorithmus in das Pavement Management System VIAPMS™. Auch hier zeigt sich sehr deutlich, dass bestimmte Strecken eine deutlich höhere Sensitivität aufweisen und daher die Reihung der Erhaltungsmaßnahmen unter diesen Gesichtspunkten erfolgen kann.



5 | Risikokarte ASFINAG, Verfügbarkeit, Beispieljahr^[4].
 5 | Carte des risques ASFINAG, disponibilité, année exemple^[4].



6 | Risikoentwicklung ASFINAG, Verfügbarkeit^[4]
6 | Évolution des risques ASFINAG, disponibilité^[4]

Durch die Verknüpfung der Risikobewertung mit der Lebenszyklusanalyse und einer Optimierung der Massnahmen unter Heranziehung einer risikobasierten Zielfunktion kann auch die Entwicklung der Risikoverteilung über die Zeit berechnet und dargestellt werden. In der obenstehenden Abbildung 6 ist diese Entwicklung für ein konstantes Erhaltungsbudget für das Risiko der Verfügbarkeit dargestellt. Dabei zeigt sich, dass mit den vorhandenen Geldmitteln zwar das Risiko konstant gehalten werden kann, jedoch eine Verbesserung praktisch nicht möglich ist.

Schlussfolgerung

Die vorliegenden Risikoanalysen verfolgen das Ziel, für die Priorisierung der Dringlichkeit potenzieller Instandsetzungsmassnahmen eine weitere Entscheidungsgrundlage hinzuzufügen. Dabei wird keinerlei Favorisierung von einem der dargelegten Zugänge vorgenommen, da alle Verfahren für eine ausgewogene Massnahmenentscheidung auf möglichst breiter Basis bzw. unter Berücksichtigung verschiedener Gesichtspunkte herangezogen werden.

Von wesentlicher Bedeutung ist eine umfassende Sichtweise auf die verschiedenen Aspekte der Erhaltungsplanung. Die Ergebnisse des Projektes EINSTEIN zeigen jedoch sehr deutlich,

dass die Erweiterung der klassischen Lebenszyklusanalyse vor allem im Hinblick auf die Auswirkungen (in Form des Risikos) zu einer verbesserten Entscheidungsgrundlage führt.

Literaturverzeichnis

- [1] EINSTEIN – Risikobasiertes Entscheidungsmodell zur Ermittlung des optimalen Instandsetzungszeitpunkts von Infrastrukturbauten. Current Practice risikobasierter Entscheidungsmodelle im Instandhaltungsmanagement & State-of-the-Art, Deliverable D1.1. VIF-Projekt 2013 im Auftrag der ASFINAG, des BMVIT und der ÖBB, Wien, 2015.
- [2] EINSTEIN – Risikobasiertes Entscheidungsmodell zur Ermittlung des optimalen Instandsetzungszeitpunkts von Infrastrukturbauten. Bericht zur Datengrundlage, Datenanalyse und Adaptierung des Alterungsmodells für Strasse, Schiene und Ingenieurbauwerke, Deliverable D2.1. VIF-Projekt 2013 im Auftrag der ASFINAG, des BMVIT und der ÖBB, Wien, 2015.
- [3] EINSTEIN – Risikobasiertes Entscheidungsmodell zur Ermittlung des optimalen Instandsetzungszeitpunkts von Infrastrukturbauten. Test risikobasierter Entscheidungsverfahren im Instandhaltungsmanagement, Deliverable D3.1. VIF-Projekt 2013 im Auftrag der ASFINAG, des BMVIT und der ÖBB, Wien, 2015.
- [4] EINSTEIN – Risikobasiertes Entscheidungsmodell zur Ermittlung des optimalen Instandsetzungszeitpunkts von Infrastrukturbauten. Dokumentation der EINSTEIN-Systemapplikationen für Schienen- und Strasseninfrastruktur inkl. Demoprojekten und Bericht, Deliverable D4/5.1. VIF-Projekt 2013 im Auftrag der ASFINAG, des BMVIT und der ÖBB, Wien, 2016.

Zusammenfassungen der neu publizierten Forschungsberichte

An dieser Stelle veröffentlichen wir die Zusammenfassungen der neu erschienenen Forschungsberichte (teilweise gekürzt). Die einzelnen Forschungsberichte können Sie unter www.mobilityplatform.ch bestellen.

Résumés des rapports de recherche nouvellement publiés

Ci-après nous publions les résumés des rapports de recherche nouvellement parus (partiellement raccourcis). Vous pouvez commander les rapports de recherche sur www.mobilityplatform.ch.

DE

FORSCHUNGSBERICHT NR. 1640

Passive Sicherheit auf Bergstrassen

Ingenieurbüro Ghielmetti
MARCO GHIELMETTI, dipl. Ing. ETH SIA SVI
BETTINA LEUTHE, dipl. Ing. FH
BBS Ingenieure AG
MARTIN STAUBER, dipl. Ing. ETH SIA
DANIEL SCHULER, dipl. Ing. FH
JASMINE CUENIN, dipl. Ing. BSc
Forschungsprojekt VSS 2013/203 auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS

Definition der Bergstrassen

Bergstrassen sind Strassen mit folgenden Eigenschaften:

- Strassen ausserorts von mindestens 1 bis 2 km Länge,
- Strassentyp Hauptverkehrs- oder Verbindungsstrasse nach Norm SN 640 040b,
- Lokale Merkmale: Strassenlängsneigung $\geq 5\%$ oder Geländeneigung $\geq 40\%$ unterhalb der Strasse.

Resultate der Erhebungen

Anhand der Auswertungen der Verkehrszählungen, der Geschwindigkeitsmessungen und Unfallstatistiken wurde für Bergstrassen Folgendes festgestellt:

- Bergstrassen weisen an Sonntagen höhere Verkehrsmengen auf als an Werktagen: auf allen Bergstrassen +10%, auf ganzjährig befahrbaren

Passstrassen +20%, auf Passstrassen mit Wintersperre +50%.

- Die Anteile der Motorräder am Verkehrsaufkommen sind höher als der Durchschnitt auf allen schweizerischen Gemischtverkehrsstrassen (3%): auf allen Bergstrassen 6%, auf ganzjährig befahrbaren Passstrassen 7%, auf Passstrassen mit Wintersperre 20%.
- Über die gefahrenen Geschwindigkeiten auf Bergstrassen lässt sich keine statistisch signifikante Aussage machen.
- Die Anteile der Unfälle mit Motorradbeteiligung sind hoch: auf allen Bergstrassen 16%, auf ganzjährig befahrbaren Passstrassen 20%, auf Passstrassen mit Wintersperre fast 60%. Unfälle mit Velofahrern ereignen sich selten.
- Die Hindernisse ausserhalb der Fahrbahn, mit denen Fahrzeuge am häufigsten kollidieren, sind Leitschranken und Geländer/Zäune/Mauern.
- Auf vielen Passstrassen besteht ein ausgewiesenes Infrastrukturpotenzial, d.h., es lassen sich Unfallkosten durch die Verbesserung der Infrastruktur vermeiden. Am grössten ist es auf Passstrassen mit Wintersperre. Die Grösse des Infrastrukturpotenzials ist entscheidend von den Motorradunfällen abhängig. Daraus kann abgeleitet werden, dass an zahlreichen Bergstrassen – insbesondere an Passstrassen – der Bedarf nach

zusätzlichen Sicherheitsmassnahmen besteht. Diese sollen hauptsächlich auf den Schutz der Zweiradfahrer ausgerichtet sein.

Empfohlene Massnahmen

Massnahmen der aktiven Sicherheit betreffen alle Verkehrsteilnehmer. Zu prüfen sind insbesondere:

- Punktuelle Massnahmen wie Verbesserung der Signalisation, Leiteinrichtungen, Markierungen oder bauliche Umgestaltungen an Unfallschwerpunkten oder Orten mit hoher Abkommenswahrscheinlichkeit.
- Abschnittsweise Massnahmen wie Geschwindigkeitsreduktionen verbunden mit polizeilichen Kontrollen oder Ausbau ganzer Strassenabschnitte.

Massnahmen der passiven Sicherheit sind hauptsächlich auf Zweiradfahrer auszurichten. Im Einzelfall sind die Interessen der verschiedenen Verkehrsteilnehmer bzw. die positiven und negativen Wirkungen der Massnahmen einander gegenüberzustellen:

- Entfernen von Hindernissen, Versetzen von Strassenausstattungen mit Hinderniswirkung, Entfernen oder Sanieren von Leitschranken und Geländern.
- Einsatz von Leiteinrichtungen aus Kunststoff.
- Ergänzung von Leitschranken mit Sicherheitsmassnahmen für Zweiradfahrer (Unterfahrerschutz).

Die VSS-Normen betreffend aktive und passive Sicherheit sind bezüglich der Sicherheitsaspekte des Zweiradverkehrs auf Bergstrassen anzupassen.

Für Passstrassen mit Wintersperre soll ein schnell demontierbares Fahrzeugrückhaltesystem entwickelt werden, das mit Anfahrversuchen zu prüfen und zu zertifizieren ist. Es wird empfohlen, die ASTRA-Richtlinie Fahrzeugrückhaltesysteme entsprechend zu ergänzen.

Weitergehender Forschungsbedarf

Die Forschungsarbeit hat gezeigt, dass den Sicherheitsmassnahmen zugunsten der Motorradfahrenden auf Bergstrassen eine grosse Bedeutung zukommt. Hier besteht weitergehender Forschungsbedarf, der unter anderem auch die Umsetzung der Massnahmen im Rahmen der Normen beinhalten soll.

FORSCHUNGSBERICHT NR. 1631

Verfahren und Kennwerte zur Abschätzung von Verkehrswirkungen

EBP
FRANK BRUNS
BENCE TASNADY
NICOLAAS DE VRIES
NATHALIE FRISCHKNECHT

yVerkehrsplanung
EMANUEL SELZ
STEVE GRÖSSL

TU Wien, Fachbereich für Verkehrssystemplanung
der TU Wien
MARTIN BERGER

Forschungsprojekt SVI 2014/005 auf Antrag
der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrs-
ingenieure und Verkehrsexperten (SVI)

Die Forschungsarbeit behandelt Kennwerte und Verfahren zur Abschätzung der Veränderung der Verkehrsnachfrage bei einer geänderten oder neuen Nutzung von Bauzonen.

In dieser Studie wurden insgesamt 457 Kennwerte in einer elektronischen Datensammlung dokumentiert. Kennwerte sind «Rechenwerte», mittels denen das Verkehrsaufkommen oder der Modal-Split durch Multiplikation mit Bezugswerten (wie z.B. Bruttogeschossfläche) berechnet werden können. In der elektronischen Datensammlung sind zusätzlich zum Kennwert und dessen Einheit weitere spezifische Angaben erfasst. Damit können Anwender im Einzelfall die Übertragbarkeit und Anwendbarkeit für ihre Fragestellung prüfen. Jeder ermittelte Kennwert wurde beurteilt. Kein Kennwert erzielte die Qualität «gut». Dies liegt daran, dass Informationslücken bestehen. So publizieren zahlreiche der betrachteten Quellen nicht sämtliche als relevant erachteten Informationen.

Die Verfahren dienen dazu, um aus den Kennwerten die Verkehrserzeugung zu ermitteln. Unter einem Verfahren kann im einfachsten Fall eine Multiplikation mehrerer Kennwerte verstanden werden. Wie die Analyse der Verfahren gezeigt hat, sind weniger die Verfahren als vielmehr die Qualität der Kennwerte problematisch.

Ziel der Forschungsarbeit war die Verbesserung der elektronischen Daten-

sammlung durch die Bereitstellung neuer oder verbesserter Kennwerte. Als Ergebnis der Forschungsarbeit steht ein Tool zur Abschätzung des Modal-Split zur Verfügung. Damit können für eine geplante Nutzung aus den ergänzten MZMV-Daten mittels Filterfunktionen jene Datensätze selektiert werden, bei denen die durch den Anwender erfassten Attribute «Wegezweck», «ÖV-Güteklasse», «Bevölkerungsdichte», «Beschäftigtendichte» und «Sprachraum» zutreffen.

Der Anwender erhält die Anteile von zehn Verkehrsmitteln, getrennt für den Quell- und für den Zielverkehr ausgewiesen. Dazu gehören auch Verkehrsmittelkombinationen wie «Kiss and Ride», «Bike and Ride» und «Park and Ride». Um die Aussagekraft des gefilterten Ergebnisses abschätzen zu können, wird zudem die Anzahl der zugrunde liegenden Wege für Quell- und Zielverkehr angegeben.

Der Bericht beinhaltet eine Verfahrensanleitung, wie mit neuen oder geänderten Arealnutzungen das Verkehrsaufkommen je Verkehrsmittel für unterschiedliche Fragestellungen ermittelt werden kann. Dabei wird die Integration der elektronischen Datensammlung und des Modal-Split-Tools im Prozessablauf der SN 640 283 dargestellt. Weiterer Forschungsbedarf wird aufgezeigt.

FORSCHUNGSBERICHT NR. 691

Prüfung und Bewertung der Betonqualität am Bauwerk

TFB AG
FRANK JACOBS, Dr.
FRITZ HUNKELER, Dr.
BJÖRN MÜHLAN

Forschungsprojekt AGB 2014/008 auf Antrag
der Arbeitsgruppe Brückenforschung (AGB)

Ziel dieser Forschungsarbeit war die Abklärung, wie sich die Betonqualität von separat hergestellten Prüfkörpern von der von Bohrkernen aus Bauteilen unterscheidet. Hierzu wurden bei Bauwerken Bauteile untersucht, die zu verschiedenen Jahreszeiten mit Tiefbaubeton (Be-

tonsorte F oder G gemäss SN EN 206) hergestellt wurden. Es zeigte sich, dass

- die Rohdichte im Bauteil zumeist 1 bis 2% unter der im separat hergestellten Würfel lag,
- die 28-Tage-Bohrkerndruckfestigkeit im Mittel fast 20% unter der Würfeldruckfestigkeit lag,
- der am Bohrkern bestimmte Chloridmigrationskoeffizient im Mittel fast 50% höher als der am Würfel bestimmte war,
- der an Bohrkernen bestimmte Frosttausalz widerstand ähnlich zu dem am Würfel bestimmten war, wobei die Streuung sehr gross war,
- der an Bohrkernen bestimmte Karbonatisierungskoeffizient im Mittel ca. 40% höher als der an separat hergestellten Prismen war.

Vor allem bei der Druckfestigkeit, bestimmt an Bohrkernen aus Bauteilen, zeigte sich ein systematischer Einfluss der Umgebungstemperatur. Höhere Temperaturen (ca. 15 °C und mehr) führten zu niedrigeren 28-Tage-Druckfestigkeiten als niedrigere Temperaturen (<5 °C). Die prozentuale Streuung der Eigenschaften war bei allen Bauwerken ähnlich und unabhängig davon, ob es ein separat hergestellter Probekörper oder ein Bohrkern war. Bei allen Festbetoneigenschaften ergab sich eine Verbesserung mit zunehmendem Alter. Die zerstörungsfreie Prüfung der Prellhärte ergab wenig aussagekräftige Ergebnisse. Bei der zerstörungsfreien Prüfung der Luftpermeabilität sollte ein Wert < 0.1 x 10⁻¹⁶ m² für eine ausreichende Dauerhaftigkeit angestrebt werden.

Der in der SN EN 206 enthaltene Grenzwert des Chloridmigrationskoeffizienten für XD3 für die Prüfungsart TT-1 sollte für gewisse Expositionen überprüft werden. Die in der SN EN 206 enthaltenen Grenzwerte des Karbonatisierungswiderstandes für XC3/XC4 sowie des Frosttausalz widerstandes für XF4 für die Prüfungsart TT-1 sind zweckmässig. Bei der Bestimmung der 28-Tage-Bohrkerndruckfestigkeit können Abweichungen von mehr als 15% zur Würfeldruckfestigkeit auftreten.

Es besteht noch weiterer Forschungsbedarf, um die hier ermittelten Befunde genauer zu quantifizieren. Hierzu sind weitere Bauwerke mit unterschiedlichen Betonsorten und -zusammensetzungen zu untersuchen.

Leistungsfähigkeit und Verkehrsqualität von Verflechtungsbereichen auf Hochleistungsstrassen

ETH Zürich (IVT)
M. MENENDEZ, PhD
H. HE

Rudolf Keller & Partner Verkehringenieure AG
T. KAREL
T. HOHL
L. ISENRING

Forschungsprojekt VSS 2011/309 auf Antrag des Schweizerischen Verbands der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Verflechtungsstrecken sind Abschnitte von Hochleistungsstrassen, bei denen eine Ein- und Ausfahrt dicht beieinander liegen. Die Manöver der ein- und ausfahrenden Fahrzeuge beeinflussen sich dabei gegenseitig und erzeugen dabei oft einen potenziellen Engpass während der Spitzenstunden. Bis jetzt wird in der Praxis meist das amerikanische «Highway Capacity Manual» (HCM) und das deutsche «Handbuch für die Bemessung von Strassen» (HBS) angewandt, um eine Abschätzung machen zu können. Diese sind jedoch nur mit Vorbehalt auf den Anwendungsfall in der Schweiz übertragbar, da das Fahrverhalten in der Schweiz von dem in Deutschland und den USA abweichen kann. Aufgrund der Bedeutung von Verflechtungsstrecken als möglichen Engpässen auf dem Hochleistungsstrassennetz stellt dies eine Lücke dar.

Ziel dieser Forschungsarbeit ist es, diese Lücke zu schliessen, indem ein Normvorschlag speziell für Verflechtungsstrecken auf Hochleistungsstrassen in der Schweiz entwickelt wird. Die Norm soll sich möglichst in die bestehende Gruppe integrieren lassen. Dazu werden Vorgehen und Referenzwerte von bestehenden VSS-Standards soweit möglich übernommen. In der Schweiz gibt es rund 150 Verflechtungsstrecken auf Hochleistungsstrassen. Diese unterscheiden sich in der Anordnung der Rampen und Fahrstreifen. Die Mehrheit der Verflechtungsstrecken sind vom Typ A0, B0 oder G0. Auf diese Typen wurde deshalb in der Forschungsarbeit der Fokus gelegt.

Basierend auf den Resultaten einer empirischen Erhebung und einer Verkehrssimulation wurde eine Bemessungsmethodik für die Abschätzung der Kapazität und der Verkehrsqualität (VQS) für Verflechtungsstrecken des Typs A0 und B0 entwickelt. Es wurde eine zweistufige Methodik vorgeschlagen.

Im ersten Schritt wird die Stabilität des Verkehrsflusses betrachtet. Diese wird anhand der Verkehrsmengen auf den beiden Zuflüssen (Stammstrecke und Rampe) und dem zugehörigen Graphen gemacht. Liegt ein instabiler Verkehrsfluss vor, muss als nächstes geprüft werden, ob VQS E oder F vorliegt. Bei stabilem Verkehrsfluss wird in die VQS A/B/C/D eingeteilt. Dies wird mithilfe einer Tabelle mit Referenzwerten gemacht. Im vorliegenden Bericht werden Referenzwerte für Kombinationen von verschiedenen Verflechtungsanteilen, Steigungen (0–6 %) und Schwerverkehrsanteilen (0–20 %) vorgegeben. Beim Vergleich mit dem deutschen HBS hat sich gezeigt, dass die Resultate (Kapazität und VQS) aus der vorgeschlagenen Methodik und die Referenzwerte sehr ähnlich sind im Bereich der «gültigen» Daten (ohne externe Einflüsse).

Statistische Analyse von Unfallzahlen

EBP Schweiz AG
MARKUS DEUBLEIN, Dr. sc. ETH
HELGI HAFSTEINSSON, dipl. Ing. ETH
Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften, ZHAW
MARTIN FREY, Dr. sc. ETH
MARCEL DETTLING, Dr. sc. ETH

ETH Zürich
LUKAS MEIER, Dr. sc. ETH
MARKUS KALISCH, Dr. sc. ETH
Forschungsprojekt VSS 2016/511 auf Antrag des Schweizerischen Verbands der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Die systematische Untersuchung und Auswertung des Unfallgeschehens im Strassenverkehr ermöglicht es den Sicherheitsverantwortlichen, fundierte Aussagen über das beobachtete Unfallgeschehen zu treffen und zielgerichtete Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit einzuleiten. Im Rahmen

dieser Forschungsarbeit werden mit der Entwicklung standardisierter, praxistauglicher Methoden zur Beurteilung der zeitlichen Entwicklung von Unfallzahlen und zur Wirkungskontrolle von Massnahmen die entsprechenden Grundlagen geschaffen.

Die Konzeption des Lösungsansatzes besteht im Wesentlichen aus einer auf die Fragestellungen und Anwendungsfälle des Forschungsprojekts zugeschnittenen Norm in Kombination mit einer praxistauglichen und nutzerfreundlichen Implementierung der statistischen Methoden in IT-Applikationen, die den Sicherheitsverantwortlichen bereits heute zur Verfügung stehen. Durch diese Kombination wird sichergestellt, dass die wichtigsten methodischen Elemente und Verfahren für eine rechtliche Absicherung in der Norm verankert sind und gleichzeitig auch zu einer breiten Anwendung unter den Sicherheitsverantwortlichen in der Schweiz gelangen. Mit dem Zeitreihen-Monitoring wird dem Sicherheitsverantwortlichen ein Instrument zur Verfügung gestellt, mit dessen Hilfe er allgemeine Entwicklungen im Unfallgeschehen untersuchen kann (z.B. Unfälle mit Fussgängerbeteiligung innerhalb einer Gemeinde oder eines Kantons). Beobachtete Trends können damit quantifiziert und auf ihre statistische Signifikanz (Verlässlichkeit der Resultate) hin beurteilt werden. Dem Anwender wird zudem gemeldet, ob das aktuelle jährliche Unfallgeschehen im Vergleich zu früheren Jahren auffällig hoch ist, und wann/wie dringend er geeignete Massnahmen treffen sollte.

Bei der Methodik der Wirkungsanalyse geht es darum, durchgeführte Massnahmen im Strassenverkehr auf ihre (Sicherheits-)Wirkung zu überprüfen. Das Verfahren ermöglicht dem Anwender, die Wirkung der untersuchten Massnahme zu quantifizieren (z.B. Reduktion des mittleren Unfallgeschehens um X Unfälle pro Jahr), und liefert Hinweise zur statistischen Signifikanz (Verlässlichkeit) der Resultate.

Das vorliegende Forschungsprojekt bildet die Grundlage für die Erarbeitung der neuen Norm «Statistische Analyse von Unfallzahlen» mit der geplanten Nummer VSS SN 641 712. Die Norm wird von der VSS Normierungs- und Forschungskommission NFK 5.3 erarbeitet.

Forschungspaket Recycling von Ausbauphase in Heissmischgut: VP6 In-situ Validierung

Empa, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt

FABIO PIEMONTESE, M.Sc.

MARTIN HUGENER, Dr., Dipl. Phil. II.

MARTIN ARRAIGADA, Dr., Dipl. Ing.

Forschungsprojekt VSS 2005/457 auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Im Fokus dieser Arbeit stand die praxisorientierte Validierung von Laborergebnissen aus früheren Forschungsprojekten zum Recycling von Asphaltbeton mit dem Verkehrslastsimulator MLS10, der in der Lage ist, durch beschleunigte Verkehrssimulation das Versagen eines Belages in einer verkürzten Zeitspanne herbeizuführen. Hierzu wurden zwei Mischgüter, eine Tragschicht ACT 22 S mit 75 % RAP und eine Deckschicht AC 11 S mit 60 % RAP, im Labor optimiert. Diese wurden im Strasseninnovationspark Lenzburg einschichtig als Tragschicht und zweischichtig als Deckschicht auf einer Tragschicht ACT 16 S eingebaut.

Als Vergleichsbasis wurde je ein entsprechendes Referenzobjekt ohne RAP erstellt, das zusammen mit dem Versuchsobjekt zeitgleich mittels MLS10 belastet wurde, was neben einer Zeit- und Ressourcenersparnis die Gewährleistung gleicher Umwelteinflüsse zum Vorteil hatte. Entstandene Risse wurden visuell und Spurrinntiefen mit einem automatischen Profilometer gemessen. Um die Fahrbahnreaktion auf die MLS10-Lasten zu überwachen, wurden Dehnmessstreifen und Beschleunigungssensoren eingesetzt sowie die Temperatur im Belag erfasst.

Die Laborergebnisse an Belagsproben waren mit früheren Resultaten vergleichbar und bestätigten, dass ein hoher RAP-Anteil keinen relevanten Einfluss hat. Im Widerspruch dazu standen allerdings die Resultate der Feldmessungen. Hier wurde hauptsächlich anhand der höheren Rissneigung deutlich, dass beide Versuchsobjekte mit RAP schlechter als ihre entsprechenden Referenzen

abschnitten. Die höhere Rissneigung der Versuchsobjekte stand im Einklang mit den Sensordaten aus Dehn- und Deflektionsmessungen.

Zusammenfassend kann geschlossen werden, dass die Versuchsobjekte mit RAP eine niedrigere Dauerfestigkeit und folglich Lebensdauer aufwiesen als die entsprechenden Referenzobjekte ohne RAP. Eine Ursache dieses ungünstigeren Verhaltens wird in der Inhomogenität des Bitumens in den Recyclingmischungen und der dadurch schwächeren Bindung zu den Mineralstoffen vermutet. Forschungsbedarf besteht bezüglich Wirkung des Verjüngungsmittels, Auswahl der Prüfmethode sowie der Einfluss der inhomogenen Vermischung von RAP, Zugabe bitumen und Verjüngungsmittel. Diese Arbeit hat eindrücklich gezeigt, dass eine Validierung von Laborresultaten mittels beschleunigter Belastung oder an Teststrecken unumgänglich ist, um in der Praxis keine unnötigen Risiken einzugehen.

FR

RAPPORT DE RECHERCHE N°1638

Couches liées à froid avec liants hydrauliques et/ou bitumineux – Approche théorique

Infralab SA

J.-L. CUÉNOUD, ING. DIPL EPFL

P. RYCHEN, Dr. ès sc EPFL

IMP Bautest AG

CH. ANGST, Dr. sc. techn., dipl. Ing. ETH

PH. BÜRGISSER, Dr. rer. Nat., dipl. Erdw.

Projet de recherche VSS 2010/505 sur demande de l'Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

Dans le domaine de la construction routière suisse il existe une multitude de possibilités pour la conception d'une couche de fondation d'une chaussée. En présence d'une fondation de mauvaise qualité, ses caractéristiques peuvent être améliorées par des méthodes bien connues comme les mélanges traités au ciment ou à la chaux ou les couches de fondation en enrobés bitumineux AC F, ou alors le recours à des techniques à froid peut être envisagé. Avec ces dernières des pourcentages très élevés de

matériaux de récupération peuvent être visés. Même si ces techniques sont déjà appliquées en Suisse, il existe actuellement encore un grand nombre de questions ouvertes, que ce soit par rapport à la composition de ces matériaux, la prise en compte dans le dimensionnement, etc.

Les objectifs principaux de la recherche sont l'évaluation de différentes techniques de mélanges traités à froid en laboratoire et la définition des paramètres de composition optimaux des mélanges. En outre une exploitation des résultats des essais en laboratoire pour la définition de paramètres théoriques pour le dimensionnement de la structure des chaussées est effectuée.

Un nombre important de mélanges à froid, avec une émulsion de bitume pure ou avec un mélange de ciment et d'émulsion de bitume (liant combiné), ont été testés en laboratoire. Plusieurs paramètres ont été évalués, tels que le pourcentage d'agrégats d'enrobés, le dosage en liant, le type de liant, etc.

La fabrication d'un mélange à froid avec émulsion de bitume ou avec un liant combiné de type émulsion de bitume avec ciment, peut être envisagé sans ajout de sable d'apport. En effet, les mélanges avec 100 % d'agrégats d'enrobés respectent les exigences des normes. La maniabilité de ce dernier doit par contre être contrôlée sur chantier.

Les résultats des essais en laboratoire ont par la suite été utilisés pour définir des paramètres théoriques pour le dimensionnement de la structure des chaussées pour les différentes techniques à froid. Grâce à l'utilisation d'un logiciel de dimensionnement le comportement des différentes techniques à froid a pu être modélisé, et comparé par rapport aux techniques traditionnelles. Cette approche théorique a permis de définir un ordre de grandeur des valeurs de portance.

Les résultats de la présente recherche permettent d'apporter des recommandations sur la composition des techniques à froid (type de liant, dosage, sable d'apport, etc.), sur leurs caractéristiques mécaniques (résistance à la compression, sensibilité à l'eau, etc.), ainsi que sur leur emploi dans les structures routières en Suisse (valeurs de portance).



Jahreskonferenz Weltstrassenverband AIPCR Schweiz

«Der AIPCR – Berichte aus erster Hand»

Die aktuelle vierjährige Legislatur des Weltstrassenverbands AIPCR dauert von 2016 bis 2019. Sie wird mit dem Weltstrassenkongress 2019 in Abu Dhabi abgeschlossen. Grund genug also, sich über die aktuell erarbeiteten Erkenntnisse aus den technischen Komitees mit Schweizer Beteiligung informieren zu lassen. Anlässlich des letzten Weltstrassenkongresses in Seoul 2015 musste die Schweiz feststellen, dass sie bezüglich Big Data und Verkehrsmanagement nicht in der vordersten Reihe sitzt. Hat sich dies geändert, ist die zukünftige Mobilität wirklich nur noch selbstfahrend, sterben die benzinfressenden V8-Motoren und damit die Emotion des Autofahrens tatsächlich aus?

Keiner könnte diese Fragen besser beantworten, als der Präsident des AIPCR, Claude van Rooten. Es freut uns ungemein, dass er aus erster Hand über den AIPCR und seine weltweite Wirkung im Bereich der Strasse und der Mobilität zu uns sprechen wird. ASTRA-Direktor Jürg Röthlisberger wird den Stellenwert des AIPCR aus Schweizer Sicht beleuchten, und verschiedene Schweizer Vertretungen aus den Technischen Komitees werden über die neuesten Erkenntnisse berichten – noch bevor die Schlussfolgerungen in Abu Dhabi gezogen werden können.

AIPCR Schweiz möchte mit der diesjährigen Herbsttagung nicht nur die Arbeiten ausgewählter Technischer Komitees vorstellen, vielmehr besteht das Interesse, was die Schweiz denn im internationalen Vergleich von anderen Staaten lernen kann und wo – umgekehrt – andere Staaten von der Schweiz lernen könnten.

Mittwoch, 28. November 2018

Zentrum Paul Klee, Monument im Fruchtländ 3, 3000 Bern

13.00 Uhr bis 17.00 Uhr

Die Teilnahme ist für AIPCR-Mitglieder und Studenten kostenlos (Nichtmitglieder: CHF 80)

Programm

- 13.00 Uhr **Empfang/Café**
- 13.20 Uhr **Begrüssung**
Andy Heller, dipl. Ing. ETH, Präsident National Komitee Schweiz AIPCR und zweiter Delegierter der Schweiz im AIPCR
- 13.30 Uhr **Der AIPCR – le Monde des Routes**
Claude Van Rooten, Prof. Ing-Dipl., Président AIPCR
- 14.00 Uhr **Der AIPCR – die Schweiz der Strassen**
Jürg Röthlisberger, dipl. Bauing. ETH, Direktor ASTRA und erster Delegierter der Schweiz im AIPCR
- 14.30 Uhr **Asset Management: Innovative Herangehensweisen**
Dr. Rade Hajdin, dipl. Bauing. ETH, Geschäftsführer, Infrastructure Management Consultants
- 14.50 Uhr **Betrieb von Strassentunneln: Ein vielfältiges Thema**
Christian Gammeter, dipl. Bauing. ETH, Fachverantwortlicher Tunnel/Geotechnik, ASTRA
- 15.20 Uhr **Pause**
- 15.40 Uhr **Gütertransport: Multimodale Nationale Güterverkehrspolitik und Management des Strassengüterverkehrs**
Martin Ruesch, dipl. Ing. ETH, Mitglied der Geschäftsleitung, Rapp Trans AG
- 16.00 Uhr **Entwurf und Betrieb einer sichereren Strasseninfrastruktur**
Marion Doerfel, Dipl. Ing. TH, Professorin für Verkehrswesen, Berner Fachhochschule
Gerhard Schuwerk, Dipl. Ing. FH, Fachbereichsleiter Abteilung Strassenverkehr, ASTRA
- 16.20 Uhr **Strassenbrücken: Inspektions- und unterhaltsorientierter Brückenentwurf**
Dr. Manuel Alvarez, dipl. Ing. ETH, Fachverantwortlicher Kunstbauten, ASTRA
- 16.40 Uhr **Fragen an die Referenten, Diskussion**
- 17.00 Uhr **Ende der Konferenz**

Anmeldung AIPCR-Jahreskonferenz

Name:

Vorname:

Firma:

Adresse:

PLZ/Ort:

E-Mail:

AIPCR-Mitglied Ja Nein

Anmeldeschluss: 26. Oktober 2018

Einsenden an: AIPCR Schweiz, Sihlquai 255, 8005 Zürich | Tel. 044 269 40 26 | info@aipcr.ch

Der VSS fördert exzellente Leistungen von Studierenden im Strassen- und Verkehrswesen

Die Stiftung des VSS zur Förderung der Aus- und Weiterbildung im Strassen- und Verkehrswesen schreibt jedes Jahr VSS-Preise für Bachelor- und Masterarbeiten sowie Dissertationen aus. Zudem gewährt die Stiftung Studierenden, die sich im Rahmen eines Masterprogramms oder einer Doktoratsarbeit mit Strassen- und Verkehrsfragen befassen, Stipendien.

VSS-Preis

Mit den Preisen will die VSS-Stiftung junge, ambitionierte Absolventen, die aussergewöhnliche Leistungen im Strassen- und Verkehrswesen erbringen, in ihrem beruflichen Fortkommen fördern und Studierende animieren, sich mit dem Strassen- und Verkehrswesen zu beschäftigen. Für die Preise können folgende Unterlagen eingereicht werden:

- **Diplomarbeiten**, anerkannt von einer Schweizer Universität, Hochschule oder Fachhochschule (Bachelor oder Master).
- **Dissertationen**, anerkannt von einer Schweizer Universität oder Hochschule.

Die Arbeiten dürfen bei Einsendeschluss nicht älter als zwei Jahre sein und nicht bereits mit einem anderen Preis ausgezeichnet worden sein.

Welche Preise werden vergeben?

Es gibt zwei Arten der Prämierung:

- VSS-Preis für ausgezeichnete **Bachelor- oder Masterarbeiten**: Verfasser dieser Arbeiten erhalten ein Preisgeld von CHF 1500 je Arbeit. Es werden pro Jahr maximal drei Preise dieser Kategorie vergeben.
- VSS-Preis für **ausgezeichnete Dissertationen**: Verfasser dieser Arbeiten erhalten ein Preisgeld von CHF 3000 je Arbeit. Es wird pro Jahr maximal ein Preis dieser Kategorie vergeben.

Bei der Preisvergabe werden die Anforderungen für Dissertationen und Diplomarbeiten differenziert behandelt. Alle prämierten Arbeiten werden in einer gekürzten Fassung im VSS-Fachmagazin «Strasse und Verkehr» veröffentlicht. Die Preisverleihung erfolgt im Rahmen einer Präsentationsveranstaltung. Den prämierten Verfassern wird eine kostenlose, fünfjährige Einzelmitgliedschaft im VSS angeboten.

Sämtliche Details zum VSS-Preis stehen auf der Website www.vss.ch → VSS-Stiftung → Reglement zum VSS-Preis bereit.

Stipendien der VSS-Stiftung

Die VSS-Stiftung zur Förderung der Aus- und Weiterbildung im Strassen- und Verkehrswesen gewährt jedes Jahr einem Studierenden, der sich im Rahmen eines Masterprogramms oder einer Doktoratsarbeit mit Strassen- und Verkehrsfragen befasst, ein Stipendium. Ziel des Stipendiums ist es, die Verwirklichung eines Projekts in einer anderen Einrichtung, in einem Labor oder Unternehmen und im Ausland zu fördern.

Höhe des VSS-Stipendiums

Das Stipendium der VSS-Stiftung beträgt pro Studierenden höchstens CHF 5000.

Wer ist förderungswürdig?

- Alle Studierenden, die im Besitz eines Bachelors oder eines gleichwertigen Abschlusses und in einem Masterprogramm oder als Doktorand eingeschrieben sind.
- Alle Studierenden oder Doktoranden, die in dem dem Master vorausgegangenem Studium ein hervorragendes Leistungsniveau aufgewiesen haben.

Jeder Kandidat kann der Stiftung nur einmal seine Bewerbungsunterlagen einreichen. Die Kriterien für die Auswahl und die Vergabe der Stipendien sind ausschliesslich an die Qualität des akademischen Dossiers des Kandidaten und an die Qualität des vorgestellten Projekts geknüpft.

Sämtliche Details zum VSS-Stipendium stehen auf der Website www.vss.ch → VSS-Stiftung → Reglement zu den Stipendien zum Download bereit.

La VSS encourage l'excellence et récompense les travaux de qualité d'étudiants dans le domaine de la route et des transports

La Fondation VSS pour l'encouragement de la formation et de la formation continue dans le domaine de la route et des transports décerne chaque année des prix VSS pour des travaux de Bachelor, de Master et des thèses de doctorat. Par ailleurs, elle offre des bourses à des étudiants inscrits à un programme de Master ou de doctorat dans le domaine de la route et des transports.

Prix VSS

Grâce à ces prix, la Fondation VSS souhaite promouvoir l'avancement de la carrière professionnelle de jeunes diplômés ambitieux ayant fourni des prestations exceptionnelles dans le domaine de la route et des transports. Elle a également pour but de motiver les étudiants à s'intéresser aux techniques de la route et des transports. Pour postuler, les documents suivants doivent être remis:

- **mémoires de diplômes** reconnus par une université, une haute école ou une haute école spécialisée suisse (Bachelor ou Master);
- **thèses reconnues** par une université ou une haute école suisse.

Ces travaux ne doivent pas avoir plus de deux ans à la date de constitution du dossier et ne peuvent avoir déjà été récompensés par un autre prix.

Quels sont les prix décernés?

Les distinctions sont de deux sortes:

- Prix VSS pour **les travaux de Bachelor ou de Master** de grande qualité: chacun des auteurs de ces travaux reçoit un prix d'un montant de 1500 francs. Trois prix maximum de cette catégorie sont décernés chaque année.
- Prix VSS pour **les thèses de grande qualité**: chacun des auteurs de ces travaux reçoit un prix d'un montant de 3000 francs. Un prix maximum de cette catégorie est décerné chaque année.

Pour l'attribution des prix, les exigences sont différentes pour les thèses et les mémoires de diplômes. Tous les travaux récompensés sont publiés en version abrégée dans la revue de la VSS «Route et trafic». La remise des prix se fait dans le cadre d'une manifestation de présentation. Les auteurs récompensés peuvent adhérer gratuitement pendant cinq ans à la VSS.

Tous les détails relatifs aux prix VSS peuvent être téléchargés sur le site www.vss.ch → **Fondation VSS** → **Prix VSS – Règlement**.

Bourses de la Fondation VSS

La Fondation VSS pour l'encouragement de la formation et de la formation continue en matière de routes et de transports offre chaque année une bourse à un étudiant inscrit à un programme de Master ou de doctorat dans le domaine de la route et des transports. L'objectif de cette bourse est de soutenir la réalisation d'un projet dans une autre institution, dans un laboratoire ou dans une entreprise, en Suisse ou à l'étranger.

Montant de la bourse VSS

Le montant de la bourse de la Fondation VSS est de 5000 francs au maximum par étudiant.

Qui sont les étudiants éligibles?

- Tous les étudiants titulaires d'un Bachelor ou d'un diplôme équivalent et inscrits dans un programme de Master ou titulaires d'un Master et inscrits dans un programme de doctorat.
- Tous les étudiants ou doctorants ayant présenté un excellent niveau de réussite dans leurs études avant le Master.

Chaque candidat ne peut présenter qu'une seule fois son dossier à la fondation. Les critères de sélection et d'attribution des bourses dépendent uniquement de la qualité du dossier académique du candidat et de la qualité du projet proposé.

Tous les détails relatifs aux bourses VSS peuvent être téléchargés sur le site www.vss.ch → **Fondation VSS** → **Bourse VSS – Règlement**.

Verkehrsunfallstatistik bestätigt positiven Trend

In der ersten Jahreshälfte 2018 ging die Zahl der bei Verkehrsunfällen getöteten und schwerverletzten Personen zurück. Auf der Strasse verloren 100 Personen ihr Leben. Dies entspricht dem zweittiefsten Stand seit Bestehen der halbjährlichen Verkehrsunfallstatistik. 1726 Personen wurden schwer verletzt, was dem tiefsten Stand überhaupt entspricht. Dies geht aus den provisorischen Zahlen des Unfallregisters des Bundesamtes für Strassen (ASTRA) hervor.

Seit 1992 werden die Verkehrsunfallzahlen halbjährlich erfasst und publiziert. Im ersten Halbjahr 2018 wurden 1726 Personen schwer verletzt (2017: 1844) und 100 Personen getötet (2017: 113). Damit setzt sich der langjährige abnehmende Trend fort. Auch die Anzahl der Unfälle mit Personenschaden sinkt.

Bei den Getöteten wurde die stärkste Abnahme im Vergleich zum Vorjahr bei den Velofahrenden – vor allem in der Gruppe der 30- bis 59-Jährigen – sowie den Fussgängern beobachtet. Im Vergleich zum Vorjahr leicht angestiegen

ist die Zahl der getöteten Motorradfahrenden, wovon es vor allem die Altersgruppe der 50- bis 69-Jährigen war. Im Vergleich zum fünfjährigen Mittel nahmen die Zahlen jedoch ab.

Weiterhin steigende Zahlen bei Verunfallten mit E-Bikes

Während die Anzahl der Schwerverletzten bei einem Grossteil der Verkehrsteilnehmenden abnahm, ist diese bei den E-Bike-Fahrenden von 103 auf 138 angestiegen, wovon insbesondere die Altersgruppe der über 40-Jährigen

betroffen war. Die schwer Verletzten 40- bis 49-Jährigen verunfallten vermehrt auf schnellen E-Bikes, während die über 50-Jährigen in höherem Mass auf langsamen E-Bikes verunfallten.

Auffällig ist, dass im April 2018 viele E-Bike- und Motorradfahrende bei Unfällen getötet oder schwer verletzt wurden. Grund hierfür ist vermutlich das Wetter: Nach einem winterlichen, feuchten März war es im April frühlingsmässig warm und trocken, was viele Zweiradfahrer auf die Strasse lockte.

Die Halbjahresstatistik der Strassenverkehrsunfälle basiert auf dem Strassenverkehrsunfall-Register des ASTRA. Dieses erfasst Unfälle auf öffentlichen Strassen oder Plätzen, in die mindestens ein motorisiertes oder nicht motorisiertes Fahrzeug oder ein fahrzeugähnliches Gerät verwickelt ist. Die Ergebnisse der Halbjahresstatistik sind provisorisch. Die definitiven Zahlen werden im Frühjahr 2019 publiziert.

(ASTRA)

Cargo sous terrain

Bundesrat erteilt Auftrag für Vernehmlassungsvorlage

Der Bundesrat will eine Vernehmlassung zu Cargo sous terrain (CST) einleiten. Er hat das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) an seiner Sitzung vom 28. September 2018 daher beauftragt, bis Ende 2018 ein Bundesgesetz über unterirdische Gütertransportanlagen zu erarbeiten.

Bei Cargo sous terrain handelt es sich um ein Gesamtlogistiksystem, das einen automatisierten, unterirdischen Transport von Paletten und Behältern erlaubt («Strasse und Verkehr» berichtete in der Aprilausgabe 2018 ausführlich über das Projekt). Die Vernehmlassung soll zeigen, ob das Projekt CST die Unterstützung der wesentlichen politischen und wirtschaftlichen Akteure gewinnt. Aufgrund der Ergebnisse aus der Vernehmlassung und der weiteren Arbeit von CST wird der Bundesrat den Rückhalt des Projekts

besser einschätzen und in der Folge gestützt darauf entscheiden können, ob er das Projekt und die Schaffung einer Gesetzesgrundlage weiter unterstützt.

Finanzielle Unterstützung durch Bund ist ausgeschlossen

Der Bundesrat hat sich bereits am 23. November 2016 einmal mit dem Projekt beschäftigt. Er beschloss damals, das privatwirtschaftlich initiierte Gesamtlogistiksystem mit der Schaffung einer zweckmässigen rechtlichen

Rahmenbedingung zu unterstützen, sofern gewisse Bedingungen erfüllt sind. Eine finanzielle Unterstützung schloss er klar aus.

Am 23. Januar 2018 übergaben die Initianten die in der Zwischenzeit vertieften Unterlagen dem UVEK. Der Bundesrat hat die Ergebnisse aus der Überprüfung Ende September zur Kenntnis genommen. Für den Bundesrat ist daraus noch nicht abschliessend ersichtlich, ob CST alle 2016 genannten Bedingungen erfüllt. Er fordert CST auf, die damals gestellten Bedingungen bis nach Ablauf der Vernehmlassung vollständig zu erfüllen. Er erwartet von den Initianten, das Engagement der Branche und der Schweizer Investoren im Aktionariat weiter zu stärken. Dies auch, um die finanziellen Garantien für das Projekt zu sichern.

(ASTRA)

Kost + Partner AG, Schubiger AG Bauingenieure und Trachsel AG Bauingenieure in Sursee und Luzern sind innovative Ingenieurunternehmen mit einer breiten Tätigkeitspalette und rund 120 Mitarbeitenden.

Zur Ergänzung und Führung unseres Teams Verkehr in Sursee suchen wir eine initiative Persönlichkeit.

TEAMLEITER/IN VERKEHR 80 – 100%

Bauingenieur/in ETH/FH

Zu Ihren Aufgaben gehören:

- Selbständige Bearbeitung und Koordination von Projekten inkl. Termin- und Kostenkontrolle im Tief-, Werkleitungs- und Verkehrsanlagenbau
- Pflege von bestehenden und Aufbau von neuen, dauerhaften Kundenbeziehungen
- Erstellung von Ingenieur-Offerten
- Leitung des Teams Verkehr
- Stellvertretung des Bereichsleiters

Sie verfügen über:

- Bauingenieur-Ausbildung an einer anerkannten Hochschule
- Berufserfahrung in der Projektleitung von Verkehrsanlagen und Werkleitungen
- Leistungsbereitschaft, Verantwortungsbewusstsein und unternehmerisches Denken
- Führungserfahrung oder Interesse an Mitarbeiterführung
- Natürliche Autorität, Team- und Kommunikationsfähigkeit

Wir bieten:

- Vielseitige Aufgaben bei interessanten Projekten
- Die Möglichkeit, Ihre Führungserfahrung einzubringen und auszubauen
- Bei Eignung Entwicklungsmöglichkeiten in der Firmengruppe

Für weitere Informationen steht Ihnen der Bereichsleiter Erich Odermatt (Tel. 041 926 06 41) gerne zur Verfügung. Ihre Bewerbungsunterlagen senden Sie bitte an Beatrice Blättler, Ressortleiterin Personelles (beatrice.blaettler@kost-partner.ch).

KOST+PARTNER AG Ingenieure und Planer
Industriestrasse 14 | Postfach | 6210 Sursee
T 041 926 06 06 | info@kost-partner.ch
www.kost-partner.ch

Ein Unternehmen der Firmengruppe
KOST+PARTNER AG | SCHUBIGER AG | TRACHSEL AG





Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
Association suisse des professionnels de la route et des transports
Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti
Swiss Association of Road and Transport Experts

TOPANGEBOT FÜR STUDIERENDE

- Kostenlose Mitgliedschaft
- Grosszügige Rabatte
- Zugriff auf das VSS-Normenwerk
- Ausgezeichnetes Experten-Netzwerk
- VSS-Preise für Master- und Bachelor-Arbeiten
- Stipendien

Jetzt den Flyer bestellen oder runterladen
info@vss.ch | www.vss.ch

Ihr Platz ist reserviert!
Im VSS die Zukunft der Mobilität mitgestalten

