Konzept zur Sanierung von Unfallschwerpunkten

Concept d'assainissement des points noirs

Defizite an der Strasseninfrastruktur können massgeblich zu Verkehrsunfällen beitragen. Die Dienstabteilung Verkehr (DAV) der Stadt Zürich nimmt gemäss Art. 6a des Schweizerischen Strassenverkehrsgesetzes (SVG) den Auftrag wahr, das städtische Strassennetz auf Unfallschwerpunkte und Gefahrenstellen zu untersuchen. Der Knoten Dörfli-/Schwamendingenstrasse ist ein solcher Unfallschwerpunkt. Der vorliegende Artikel zeigt an diesem Beispiel ein erfolgreiches Sanierungskonzept.

Les déficits de sécurité de l'infrastructure routière peuvent entraîner de nombreux accidents. Le Dienstabteilung Verkehr (DAV) de la ville de Zurich assume le mandat, confié sur la base de l'article 6a de la loi fédérale sur la circulation routière (LCR), qui consiste à examiner le réseau routier urbain eu égard aux points noirs ou endroits dangereux. Le carrefour reliant la Dörflistrasse et la Schwamendingenstrasse est un point noir de ce type. Le présent article montre un concept d'assainissement réussi à travers cet exemple.

VON
CHRISTIAN WILLI
Dipl. Forst-Ing. ETH, Leiter Sicherheit im Strassenverkehr bei EBP Schweiz AG

VON
HELGI HAFSTEINSSON
MSc Bau-Ing. ETH, Projektleiter Verkehrssicherheit bei EBP Schweiz AG

VON
MARKUS DEUBLEIN
Dr. sc. ETH, Projektleiter Verkehrssicherheit bei EBP Schweiz AG; jetzt Wiss. Mitarbeiter bei Beratungsstelle für Unfallverhütung, BFU

VON
WERNHER BRUCKS
Dr. phil. UZH, Sozialpsychologe, Leiter Verkehrssicherheit, Dienstabteilung Verkehr (DAV) der Stadt Zürich, Sicherheitsbeauftragter

Ausgangslage

Auf den Strassen der Stadt Zürich soll die Wahrscheinlichkeit von Unfällen sowie die Schwere ihrer Folgen minimiert werden. Um dies zu erreichen, kommt unter anderem das Black Spot Management (BSM) gemäss der Norm SN 641 724 (Unfallschwerpunkt-Management)[5] mit angepassten Parametern zum Einsatz, die der stark urbanen Situation Rechnung tragen. So wird zum Beispiel der Durchmesser des Suchperimeters von 50 Meter gemäss Norm auf 20 Meter reduziert, um auch bei hoher Knotendichte noch sinnvoll interpretierbare Kandidaten für Unfallschwerpunkte ermitteln zu können. Jährlich fliessen Daten von rund 6000 Verkehrsunfällen in das Verfahren ein – davon ein Viertel mit Personenschaden. Die übrigen drei Viertel oder rund 4500 Unfälle haben nur Sachschäden zur Folge. Der Einbezug von Sachschadenunfällen, darunter auch geringfügige Bagatellen, erlaubt eine hochauflösende Suche nach möglichen Defiziten an der Infrastruktur. Auf diese Weise werden jeweils auf der Datenbasis von drei Jahren massgebliche Unfallschwerpunkte lokalisiert, analysiert, periodisch aktualisiert und nach Möglichkeit einer Sanierung zugeführt.

Situation de départ

La ville de Zurich a décidé de réduire la probabilité d'occurrence des accidents sur ses routes ainsi que la gravité de leurs conséquences. À cet effet, le DAV a notamment utilisé le «black spot management» (BSM) conformément à la norme SN 641 724 (Gestion des points noirs)[5] et adapté certains paramètres qui tiennent compte de la forte concentration urbaine. Ainsi, le diamètre du périmètre de recherche, qui est de 50 m dans la norme, a été réduit à 20 m afin de mettre en évidence des points noirs potentiels qui puissent être interprétés de manière pertinente, même en cas de densité de circulation élevée. Chaque année, cette méthode recueille les données de près de 6000 accidents de la circulation, dont un quart avec des dommages personnels. Les trois quarts restants, à savoir près de 4500 accidents, ne causent que des dommages matériels. La prise en compte des accidents matériels, dont certains sont des «accidents-bagatelles», permet de rechercher les déficits de sécurité de l'infrastructure avec une grande précision. Sur la base des données collectées pendant trois ans, les points noirs importants sont alors localisés, analysés, actualisés périodiquement et si possible assainis.

1 | Unfallschwerpunkt bzw. Unfallherd für den Veloverkehr: Dörflistrasse in Zürich..
1 | Point noir resp. source de danger pour le trafic des cyclistes: Dörflistrasse à Zurich.

Als Folge des zunehmenden Veloverkehrs haben in den vergangenen Jahren auch die entsprechenden Unfallzahlen in der Stadt Zürich markant zugenommen. Die Zahl der verunfallten Velofahrenden erhöhte sich zwischen 2013 und 2018 um 83 Prozent. Die DAV reagierte darauf mit dem Handlungsprogramm «Velo Sicuro» als Teil eines Strategieschwerpunkts «Sicher Velofahren» des Stadtrats, das auch die spezifische Sanierung von so genannten Unfallherden (so benannt in Abgrenzung zu den allgemeinen Unfallschwerpunkten) des Veloverkehrs beinhaltet. Dazu wird das eingangs beschriebene BSM für die Unfalldaten des Veloverkehrs angewendet und auf dessen spezifische Charakteristika angepasst. Mittels dieses Velo-BSM wurden 35 Unfallherde auf dem Stadtgebiet identifiziert und gemäss ihrer Unfallrelevanz rangiert. Auf dem zweiten Rang aller Unfallherde des Veloverkehrs liegt die Kreuzung der Dörflistrasse mit der Schwamendingenstrasse im Stadtteil Oerlikon (vgl. Abbildung 1). Dieser Knoten ist zugleich auch ein allgemeiner Unfallschwerpunkt der Stadt Zürich gemäss [5].

Der Knoten wird durch eine Lichtsignalanlage im Dauerbetrieb (24 h) geregelt. Stadtauswärts wird der Verkehr auf der Dörflistrasse über zwei Fahrstreifen nach Norden geführt, neben einem separaten Linksabbiegestreifen. Entlang des östlichen Fahrstreifens verläuft ein rot eingefärbter Radstreifen, den der motorisierte Individualverkehr (MIV) beim Rechtsabbiegen in die Schwamendingenstrasse kreuzen muss. Die signalisierte Höchstgeschwindigkeit beträgt

Au cours des dernières années, la statistique des accidents correspondante de la ville de Zurich a révélé une hausse significative des accidents à la suite de l'accroissement du trafic des cycles. Le nombre des cyclistes blessés a augmenté de 83 pour cent entre 2013 et 2018. Dans le cadre du programme «Velo Sicuro» qui fait partie du thème stratégique «Sicher Velofahren» du Conseil municipal, le DAV prévoit également d'éliminer les sources de danger (ainsi dénommées afin de les distinguer des points noirs généraux) pour le trafic des cycles. Pour cela, la méthode BSM décrite ci-dessus a été appliquée à la statistique des accidents du trafic des cycles et adaptée à ses caractéristiques spécifiques. Ce BSM appliqué au vélo a permis d'identifier 35 sources de danger sur le réseau de la ville et de les classer selon leur incidence sur les accidents. Le carrefour reliant la Dörflistrasse et la Schwamendingenstrasse, situé dans le quartier d'Oerlikon (voir Figure 1), se classe au deuxième rang de toutes les sources de danger pour le trafic des cycles. Ce carrefour est également un point noir général de la ville de Zurich conformément au [5].

Le carrefour est réglé par des feux de circulation qui fonctionnent en continu (24h24). En direction de la sortie de la ville, le trafic sur la Dörflistrasse est guidé vers le nord par deux voies situées à côté d'une voie de présélection séparée qui oblique à gauche. Une piste cyclable marquée en rouge, que le trafic individuel motorisé (TIM) doit traverser lorsqu'il oblique à droite en direction de la Schwamendingenstrasse, longe la voie est. La vitesse maximale signalisée est de

50 km/h. Die Dörflistrasse weist auf diesem Abschnitt ein Gefälle auf, sodass auch gewöhnliche Velos Geschwindigkeiten über 30 km/h erreichen.

Sowohl auf der Dörflistrasse als auch auf der Schwamendingenstrasse verkehren täglich ca. 10 000 Fahrzeuge (DTV). Der Anteil des Veloverkehrs liegt gemäss separater Handzählungen in der Morgen- (07.00–08.00 Uhr) und Abendspitzenstunde (17.00–18.00 Uhr) im Bereich von 7 bis 8 Prozent, wobei eine Mehrheit stadtauswärts geradeaus über den Knoten fährt wie in Abbildung 1 dargestellt. Der Anteil des Schwerverkehrs beträgt ungefähr 5 Prozent, wobei ein Viertel des Schwerverkehrs stadtauswärts nach rechts in die Schwamendingenstrasse abbiegt.

Nachfolgend sind die sieben Module des Konzepts zur Sanierung von Unfallschwerpunkten von EBP beschrieben (siehe auch Abbildung 2). Das Konzept wurde in Anlehnung an die Inhalte der sich gerade in der Überarbeitung befindenden Norm SN 641 731 (Verkehrstechnische Unfallanalyse VTUA)[6] sowie an das Vorgehen der BASt zur Ableitung von Massnahmen zur Sanierung von Unfallhäufungsstellen[1] mit dem Fokus auf eine praktische Umsetzbarkeit entwickelt. Für jedes Modul werden die wichtigsten Erkenntnisse aus der Anwendung für den Knoten Dörfli-/Schwamendingenstrasse aufgezeigt.

50 km/h. Sur ce tronçon, la Dörflistrasse présente une pente de sorte que les vélos circulent habituellement à plus de 30 km/h.

Près de 10 000 véhicules (TJM) circulent chaque jour sur la Dörflistrasse et la Schwamendingenstrasse. Selon les comptages manuels aux heures de pointe du matin (7h00–8h00) et du soir (17h00–18h00), la part du trafic des cycles se situe dans une plage qui oscille entre 7 et 8 pour cent. La majorité de ce trafic sort de la ville en traversant le carrefour de bout en bout, tel que représenté sur la figure 1. La part du trafic lourd est d'environ 5 pour cent. Un quart de ce trafic sort de la ville en obliquant à droite en direction de la Schwamendingenstrasse.

Le présent article décrit ci-après les sept modules du concept d'assainissement des points noirs d'EBP (voir Figure 2). Le concept a été développé sur la base des contenus de la norme SN 641 731 (Analyse technique des accidents)[6], qui est actuellement en cours de révision, et de la procédure du BASt qui permet de déterminer des mesures pratiques pour l'assainissement des endroits à concentration d'accidents[1]. Les principaux enseignements tirés de l'application de ce concept au carrefour reliant la Dörflistrasse et la Schwamendingenstrasse sont présentés ci-dessous pour chaque module.

Konzept

1 **Voranalyse**
Abklärung Komplexität, Detaillierungsgrad

2 **Situationsanalyse**
Verkehrstechnische Erhebung, Unfallanalyse

3 **Auslegeordnung Massnahmen**
kurz-, mittel- und langfristig

4 **Bewertung Massnahmen**
Sicherheitswirkung, Kosten, Realisierbarkeit

5 **Priorisierung Massnahmen**
Kosten-Nutzen-Verhältnis, strategische Präferenzen, Realisierungszeit

6 **Planung, Projektierung, Umsetzung**
kurz-, mittel- und langfristige Massnahmen

7 **Monitoring, Wirkungskontrolle**
Vorher-Nachher-Vergleich

Concept

1 **Analyse préliminaire**
Clarification de la complexité, degré de précision

2 **Analyse de la situation**
Recensement des conditions de circulation, analyse des accidents

3 **Présentation des mesures**
à court, moyen et long terme

4 **Évaluation des mesures**
Efficacité, coût, faisabilité

5 **Ordre de priorité des mesures**
Rapport coûts/avantages, préférences stratégiques, temps de réalisation

6 **Rapport coûts/avantages, préférences stratégiques, temps de réalisation**
à court, moyen et long terme

7 **Monitorage, contrôle d'efficacité**
Comparaison avant-après

2 | Siebenstufiges Konzept zur Sanierung von Unfallschwerpunkten.
2 | Concept d'assainissement des points noirs en sept étapes.

Modul 1: Voranalyse

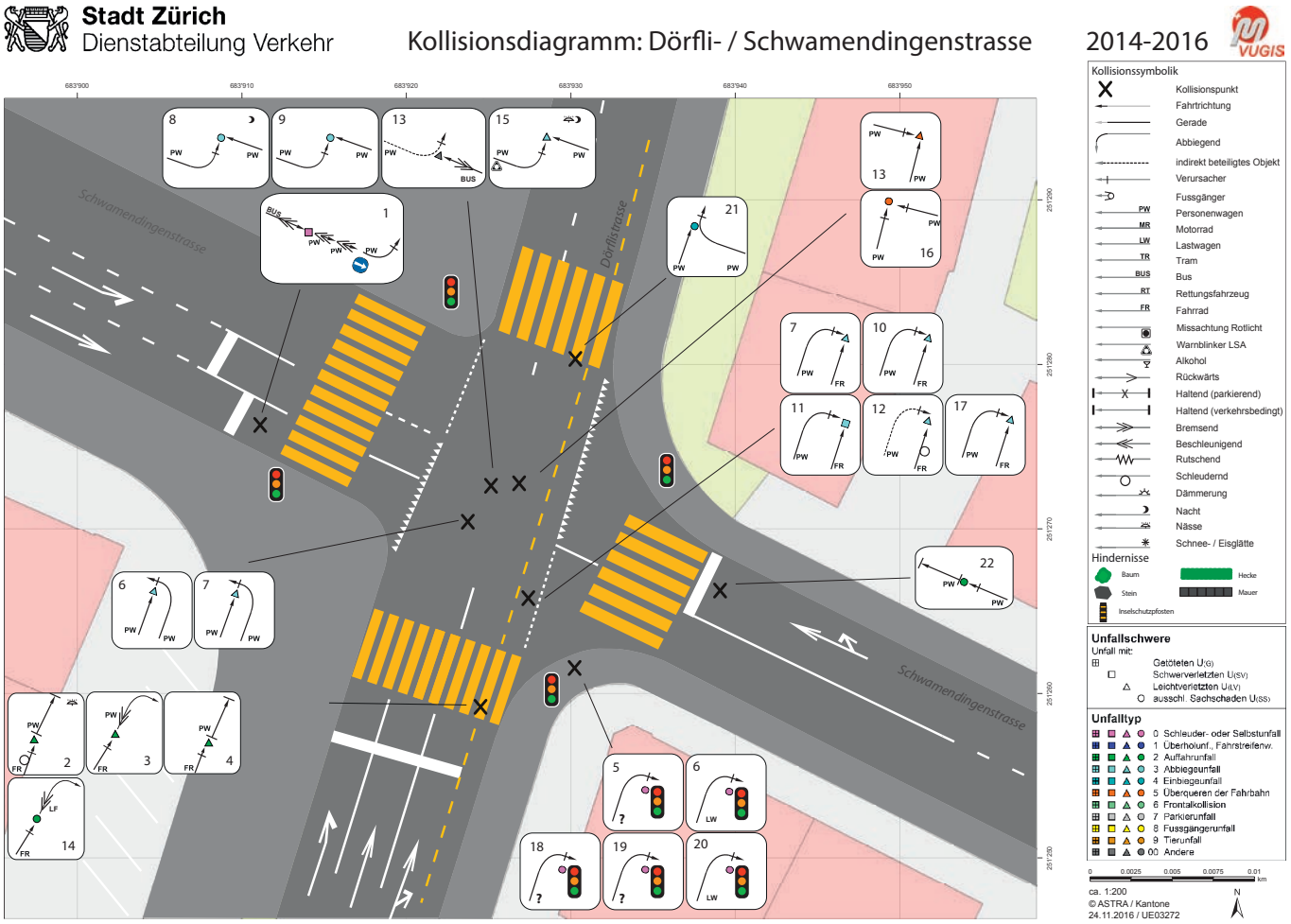
Die Voranalyse gibt einen ersten Überblick über die Komplexität und den angemessenen Detaillierungsgrad der nachfolgenden Untersuchungen. Die DAV führt die Voranalyse in der Regel selbst durch und entscheidet anschliessend auf Grundlage der Resultate, welche der folgenden Module des Sanierungsprozesses ebenfalls selbst oder mithilfe von externen Unterstützungsleistungen durchgeführt werden.

Für eine erste Beurteilung werden Unfalllisten und Unfallkarten aus der zentralen Unfalldatenbank (DWH-VU) des Bundesamts für Strassen erstellt. Im vorliegenden Fall zeigte sich eine hohe und über die Jahre steigende Zahl von Unfällen. Bei starkem und komplexem Unfallgeschehen, gerade auf einem Knoten, ist die Aussagekraft von Unfalllisten bzw. -karten aber begrenzt. Diese beiden umfangreichen Informationsquellen können dann unter vertretbarem Verlust von weniger relevanten Daten zu einem sogenannten Kollisionsdiagramm zusammengefasst werden, auf dem das Unfallgeschehen systematisch und besser interpretierbar dargestellt ist (vgl. Abbildung 3). Im vorliegenden Fall zeigte das Kollisionsdiagramm vier Cluster mit typgleichen Unfallereignissen – zwei davon mit Beteiligung des Radverkehrs. Das Kollisionsdiagramm bestätigte, dass das Unfallgeschehen auf dem Knoten eine Grössenordnung und Komplexität auf-

Module 1: Analyse préliminaire

L'analyse préliminaire donne un premier aperçu de la complexité et du degré de précision adéquat des études ci-dessous. En règle générale, le DAV réalise l'analyse préliminaire lui-même et détermine ensuite sur la base des résultats, les modules du processus d'assainissement qui seront réalisés uniquement par lui ou bien également avec l'aide de prestataires externes.

Pour réaliser une première évaluation, il a créé des listes et des cartes d'accidents à partir de la banque de données des accidents (DWH-VU) de l'Office fédéral des routes. Dans le présent cas, elle a révélé un nombre d'accidents élevé qui croît au fil des ans. En cas d'accidentalité élevée et complexe, en particulier sur un carrefour, la pertinence des listes et des cartes d'accidents est cependant limitée. Ces deux sources d'informations volumineuses peuvent ensuite être regroupées dans un diagramme de collisions, où l'accidentalité est représentée de façon systématique et aisément interprétable, en tenant compte de la perte inévitable de quelques données pertinentes (voir Figure 3). Ce diagramme a mis en évidence quatre groupes composés chacun des accidents du même type, dont deux impliquant le trafic des cycles. Il a confirmé que l'étendue et la complexité de l'accidentalité du carrefour nécessitent l'adoption d'une approche globale et la mise en



3 | Kollisionsdiagramm des Knotens Dörfli-/Schwamendingenstrasse.
3 | Diagramme de collisions du carrefour reliant la Dörflistrasse et la Schwamendingenstrasse.

weist, die eine umfassende Herangehensweise erforderlich machen und auf einen vergleichsweise aufwendigen Sanierungsprozess hindeuten. Nach Durchführung der Voranalysen wurde für den Knoten Dörfli-/Schwamendingenstrasse entschieden, zusätzlich eine (vertiefte) Situationsanalyse gemäss Modul 2 durchzuführen.

Modul 2: Situationsanalyse

Ziel der Situationsanalyse ist die Identifikation von Sicherheitsdefiziten im Untersuchungsperimeter. Dies geschieht einerseits auf Grundlage einer differenzierten, empirischen Analyse des Unfallgeschehens. Andererseits erfolgen eine umfassende verkehrstechnische Erhebung sowie eine Ortsbegehung mit visueller Begutachtung der infrastrukturellen und verkehrlichen Situation.

Die differenzierte Unfallanalyse liefert wichtige Hinweise, welche Unfallursachen, -typen und Verkehrsteilnehmergruppen bei der Sanierung des Unfallschwerpunkts und der Auswahl möglicher Massnahmen besonders zu beachten sind. Dabei wird ein Zeitraum von mindestens drei Jahren berücksichtigt. Auch lässt sich in diesem Modul die Wirksamkeit von bereits vorgekehrten Sicherheitsmassnahmen untersuchen. Sowohl die Zeitreihenanalyse wie auch die Wirkung von bereits früher realisierten Massnahmen werden methodisch auf Grundlage des Forschungsprojekts VSS 2016/511[10] durchgeführt, das die Basis für die geplante Norm SN 641 712 (Statistische Analyse von Unfallzahlen)[3] bildet.

Die verkehrstechnische Erhebung entspricht im Wesentlichen den Schritten «Voranalyse» und «Begehung/Befahrung» einer Road Safety Inspection (RSI) gemäss SN 641 723 (Strassenverkehrssicherheit, Inspektion)[4]. Sie umfasst einerseits die Beschreibung der Verkehrsführung und des Verkehrsablaufs. Andererseits werden die Verkehrsmengen dokumentiert und eine Verkehrszählung vor Ort durchgeführt. Die Beschreibung der Verkehrsregelung mit Angabe der signalisierten Höchstgeschwindigkeit sowie die Analyse der Phasendiagramme vorhandener Lichtsignalanlagen(basierend auf Signalisationsplänen) gehört ebenfalls zur verkehrstechnischen Erhebung. Zusätzlich erfolgt eine expertenbasierte Prüfung der Knotengeometrie im Abgleich mit dem geltenden Normenwerk.

Bereits diese Analysen liessen für den Knoten Dörfli-/Schwamendingenstrasse ohne Kenntnis des ortsspezifischen Unfallgeschehens mehrere potenzielle Sicherheitsdefizite erkennen. Abbildung 4 zeigt die Konfliktstelle zwischen geradeausfahrenden Velofahrenden und rechtsabbiegendem Verkehr. Bei der Ortsbegehung festgestellte Velobremsspuren auf dem Velostreifen vor der Lichtsignalanlage bestätigten, dass es an dieser Stelle öfters zu kritischen Situationen für die Velofahrenden kommen muss (siehe auch Abbildung 1).

Die vertiefte Analyse des Unfallgeschehens am Knoten und das von der DAV erstellte Kollisionsdiagramm bestätigten, dass die Abbiegesituation zu eindeutig erkennbaren Mustern

œuvre d'un processus d'assainissement particulièrement coûteux. Après la réalisation des analyses préliminaires, il a été décidé, pour le carrefour reliant la Dörflistrasse et la Schwamendingenstrasse, de réaliser en plus une analyse (approfondie) de la situation conformément au module 2.

Module 2: Analyse de la situation

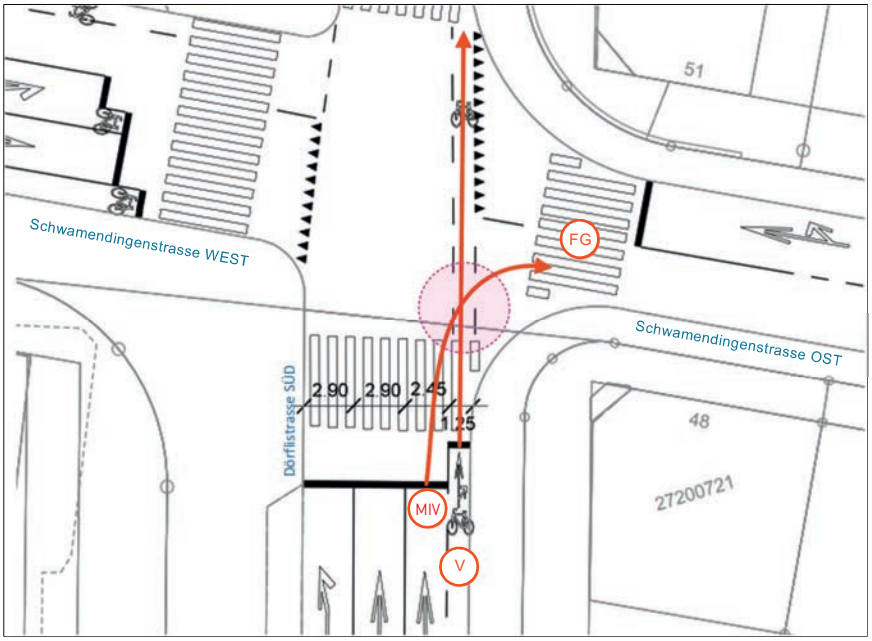
L'analyse de la situation a pour but d'identifier les déficits de sécurité dans le périmètre examiné. Elle a d'abord été réalisée sur la base d'une analyse empirique et différenciée de l'accidentalité. Ensuite, le DAV a effectué un recensement complet des conditions de circulation et une visite d'inspection afin d'expertiser visuellement la situation de l'infrastructure et du trafic.

L'analyse différenciée de l'accidentalité fournit des indications importantes sur les causes des accidents, les types d'accidents et les groupes d'usagers de la route qui doivent être pris en compte pour la sélection des mesures possibles et l'assainissement du point noir. Pour cela, il faut prévoir une période d'au moins trois ans. Ce module permet également d'examiner l'efficacité des mesures de sécurité déjà prises. L'analyse chronologique et l'évaluation des mesures déjà mises en œuvre sont réalisées de façon méthodique sur la base du projet de recherche VSS 2016/511[10], qui sert de référence pour la norme planifiée SN 641 712 (Analyse statistique des chiffres des accidents)[3].

Le recensement des conditions de circulation correspond pour l'essentiel aux étapes «Analyse préliminaire» et «Visite d'inspection» (RSI) conformément à la norme SN 641 723 (Sécurité routière, inspection)[4]. D'une part, il consiste à décrire le guidage et l'écoulement de la circulation, et d'autre part, à documenter le volume de la circulation et à réaliser un comptage du trafic sur site. La description de la régulation de la circulation avec l'indication de la vitesse maximale signalisée, ainsi que l'analyse des diagrammes de phases des feux de circulation existants (basée sur les plans de feux) font partie de ce recensement. Un examen de la géométrie du carrefour est également réalisé par des experts sur la base du recueil de normes en vigueur.

Pour le carrefour reliant la Dörflistrasse et la Schwamendingenstrasse, ces analyses ont déjà permis de mettre en évidence des déficits de sécurité potentiels, sans prendre en compte l'accidentalité du site. La figure 4 montre des points de conflit entre les cyclistes qui traversent le carrefour de bout en bout et le trafic qui oblique à droite. Les traces de freinage constatées lors de la visite d'inspection sur la piste cyclable située devant les feux de circulation ont confirmé que les cyclistes sont fréquemment confrontés à des situations critiques à cet endroit (voir aussi Figure 1).

L'analyse approfondie de l'accidentalité du carrefour et le diagramme de collisions créé par le DAV ont confirmé que la situation des voies de présélection a conduit à des modèles clairement identifiables qui peuvent être utilisés pour dé-



4 | Beispiel für eine aufgrund der Situationspläne erkennbare potenzielle Gefahrenstelle: Durch gleichzeitige Grün-Phasen beim Rechtsabbiegen des Verkehrs in die Schwamendingenstrasse (MIV) und der geradeausfahrenden Velos (V) resultiert ein hohes Kollisionsrisiko. Verstärkt wird dies durch stehende Fahrzeuge auf dem Velostreifen infolge der Querungsstelle (FG); sie behindern geradeausfahrende Velos, die aufgrund des Gefälles der Dörflistrasse stadtauswärts mit hohen Geschwindigkeiten fahren.

4 | Exemple d'endroit potentiellement dangereux et identifiable sur la base des plans de situation: lorsque les feux sont simultanément verts, le trafic qui oblique à droite en direction de la Schwamendingenstrasse (TIM) et les vélos (V) qui traversent le carrefour de bout en bout génèrent un risque élevé de collision. Ce risque est accentué par le stationnement de véhicules sur la piste cyclable dû au point de croisement (PP). Ces véhicules gênent les vélos qui traversent le carrefour à une vitesse élevée à cause de la pente de la Dörflistrasse.

hinsichtlich Unfallursache und Unfalltypen geführt haben, insbesondere unter Beteiligung von Velofahrenden. Zusätzlich zeigte die vertiefte Unfallanalyse, dass es neben den Abbiegeunfällen aufgrund der Gefällelage des Knotens und den daraus resultierenden hohen Fahrgeschwindigkeiten der Velofahrenden auch zu Auffahrunfällen der Velofahrenden kommt.

Insgesamt resultierten aus der Gegenüberstellung der verkehrstechnischen Erhebung und der Unfallanalyse sechs Sicherheitsdefizite, für die es Massnahmen zu evaluieren galt. Um den finanziellen Handlungsspielraum für Massnahmen ausloten zu können, wurden im letzten Schritt der Situationsanalyse die Unfallkosten anhand der Kostenansätze gemäss VSS 41 824 (Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr, Unfallraten und Unfallkostensätze)[8] ermittelt.

Modul 3: Auslegeordnung der Massnahmen

Zur Behebung der Sicherheitsdefizite werden im Modul 3 mögliche Massnahmen für eine Sanierung des Unfallschwerpunkts identifiziert. Gestützt auf die Erkenntnisse der Situationsanalyse wird eine breit gefächerte und im Sinne der 4E* ausgerichtete Auslegeordnung möglicher Massnahmen zusammengestellt. Dabei werden auch möglichst innovative Massnahmen wie neu konzipierte Hinweisschilder in die Überlegungen miteinbezogen. Durch eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit von Experten aus den Bereichen Verkehrssicherheit, Verkehrstechnik und Infrastrukturbau wird eine breite und umfassende Sicht auf das Massnahmenspektrum sichergestellt. Bereits geplante Massnahmen und Projekte werden ebenfalls berücksichtigt und soweit erforderlich aufgrund neuer Erkenntnisse aus der Situationsanalyse

* Vier Massnahmenfelder: Education (Bildung), Engineering (Technik), Enforcement (Recht und Vollzug), Economy (Anreizsysteme).

terminer les causes des accidents et les types d'accidents, notamment les accidents impliquant des cyclistes. L'analyse approfondie des accidents a également montré qu'en plus des accidents en changement de direction dus à la pente du carrefour et aux vitesses élevées qui en résultent, les cyclistes sont également victimes de collisions.

La comparaison des résultats du recensement des conditions de circulation et de ceux de l'analyse des accidents a révélé pas moins de six déficits de sécurité pour lesquels il convenait de prendre des mesures. Afin de déterminer une marge de manœuvre financière pour les mesures, les coûts des accidents ont été calculés lors de la dernière étape de l'analyse de la situation, à l'aide d'estimations de coûts conformément à la norme VSS 41 824 (Analyses coûts/avantages dans la circulation routière, taux d'accidents et coûts unitaires des accidents) [8].

Module 3: Présentation des mesures

Le module 3 présente des mesures pour assainir le point noir et combler les déficits de sécurité. Ces mesures y font également l'objet d'une vaste analyse ciblée sur les 4E* et réalisée sur la base des enseignements tirés de l'analyse de la situation. Pour cela, cette analyse prend en compte les mesures les plus innovantes telles que les nouveaux panneaux indicateurs. La collaboration interdisciplinaire d'experts issus des domaines de la sécurité routière, de la technique du trafic et de la construction d'infrastructures donne une vue large et complète sur l'éventail des mesures. Les mesures et projets déjà planifiés sont également pris en compte et adaptés si nécessaire sur la base des enseignements tirés de l'analyse de la situation. Pour l'aperçu des mesures, on se réfère également aux documents com-

* Quatre domaines de mesures: Education (Formation), Engineering (Technique), Enforcement (Application de la législation), Economy (Systèmes d'incitation).

angepasst. Zusätzlich wird für die Massnahmenübersicht auf ergänzende Unterlagen zu sicherheitstechnischen Empfehlungen von fachlichen Kompetenzträgern zurückgegriffen wie z.B. die Velo-Standards der Stadt Zürich[9] oder die BFU-Datenbank MEVASI[2].

Im Rahmen von Workshops mit Experten aus verschiedenen Fachbereichen der DAV wurden insgesamt 15 kurz-, mittel- und langfristige Massnahmenansätze und -varianten identifiziert.

Modul 4: Bewertung der Massnahmen

Die identifizierten Massnahmen wurden bezüglich ihrer Sicherheitswirkung und ihrer Grobkosten bewertet. Dies kann qualitativ mittels Bewertungsklassen erfolgen oder aber auch in quantitativer Form, basierend auf der SN 641 820 (Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr, Grundnorm)[7] und den dazugehörenden Detailnormen.

Die Beurteilung der Sicherheitswirkung der Massnahmen umfasst die Ermittlung des erwarteten Nutzens, abgeschätzt anhand der erwarteten Reduktion der jährlichen Unfallkosten. Als geringe Massnahmenkosten gelten bei einer qualitativen Bewertung zum Beispiel Kosten für einfache Signalisation- oder Markierungsänderungen. Als hoch werden hingegen Kosten für eine bauliche Umgestaltung des Knotenperimeters beurteilt. In die Bewertung der Realisierbarkeit fliessen u.a. ein: Der Einfluss der Massnahme auf die Verkehrsströme und Verkehrskapazitäten, der Platzbedarf für die Massnahme oder die Kompatibilität der Massnahme mit den vorhandenen Strassenraumelementen sowie den aktuellen Regelwerken. Letztlich wird aufgrund der Bewertung durch den Sicherheitsverantwortlichen des Untersuchungsperimeters entschieden, welche Massnahmen weiterverfolgt werden.

Insgesamt wurden im vorliegenden Fall fünf Massnahmen zur Weiterverfolgung empfohlen.

Modul 5: Priorisierung der Massnahmen

Die Priorisierung der Massnahmen erfolgt unter Berücksichtigung von drei Aspekten: Kosten-Nutzen-Verhältnis, strategische Präferenzen sowie Realisierungszeit.

Das Kosten-Nutzen-Verhältnis ergibt sich dabei aus der Analyse des Verhältnisses zwischen Massnahmenkosten und vermiedenen Unfallfolgekosten. Zu den strategischen Präferenzen zählen innovative Massnahmen mit hohem Wiedererkennungswert, die sich auch an weiteren Unfallschwerpunkten analog replizieren und umsetzen lassen. Strategische Präferenzen können aber auch den Verzicht auf spezifische Massnahmen umfassen, selbst wenn diese eigentlich ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen würden (z.B. Geschwindigkeitsreduktion für Velofahrende). Unterscheiden sich Massnahmen nur in ihrer Realisierungszeit deutlich voneinander, werden kurzfristig umsetzbare Massnahmen den mittel- bis langfristig umsetzbaren Massnahmen vorgezogen. Der Entscheid, welche

plémentaires des organes compétents qui contiennent des recommandations en matière de sécurité routière, telles que les «Velostandards» de la ville de Zurich[9] ou la banque de données MEVASI du bpa[2].

En tout, quinze propositions et variantes de mesures à court, moyen et long terme ont été identifiées dans le cadre des ateliers composés d'experts issus des différents domaines spécialisés du DAV.

Module 4: Évaluation des mesures

Les mesures identifiées ont été analysées eu égard à leur efficacité et à leur estimation globale en termes de coûts. Cette analyse peut être réalisée qualitativement au moyen de critères d'évaluation ou quantitativement en se basant sur la norme SN 641 820 (Analyses coûts/avantages dans la circulation routière, norme de base)[7] et les normes détaillées y afférentes.

L'évaluation de l'efficacité des mesures consiste notamment dans la détermination des avantages ciblés, qui sont estimés à l'aide de la réduction attendue des coûts annuels des accidents. Dans le cadre d'une évaluation qualitative, les coûts estimés pour le changement de la signalisation ou des marquages sont par exemple considérés comme de faibles coûts, contrairement aux frais de réaménagement du périmètre du carrefour dont l'estimation est nettement plus élevée. Pour évaluer la faisabilité de la mesure, il convient de prendre en compte son influence sur les flux et les capacités du trafic, le besoin de place pour sa mise en œuvre ou sa compatibilité avec les éléments existants de l'espace routier ainsi que les réglementations actuelles. Sur la base de l'évaluation, le responsable de la sécurité du périmètre examiné décide en dernier ressort des mesures à poursuivre.

Dans le présent cas, la poursuite de cinq mesures a été recommandée.

Module 5: Ordre de priorité des mesures

L'ordre de priorité des mesures est établi en tenant compte de trois aspects: rapport coûts/avantages, préférences stratégiques et temps de réalisation.

Le rapport coûts/avantages résulte de la comparaison entre le coût de la mesure et l'économie réalisée grâce aux accidents évités. Parmi les préférences stratégiques, on trouve les mesures innovantes avec une valeur de reconnaissance élevée, qui peuvent être mises en œuvre de façon analogue sur d'autres points noirs. Cependant, les préférences stratégiques peuvent également exclure des mesures spécifiques même si elles présentent un bon rapport coûts/avantages (p. ex. réduction de la vitesse pour les cyclistes). Lorsque des mesures diffèrent sensiblement l'une de l'autre uniquement en termes de temps de réalisation, les mesures applicables à court terme sont privilégiées par rapport aux mesures applicables à moyen et à long terme. Au final, la décision de

der priorisierten Massnahmen letztlich projektiert und umgesetzt werden, erfolgt durch den Auftraggeber.

Beim Knoten Dörfli-/Schwamendingenstrasse wurden aufgrund der Untersuchungen vorerst zwei Massnahmenbereiche priorisiert: Als kurzfristige Massnahme die Sensibilisierung und Aufmerksamkeitssteigerung der Verkehrsteilnehmenden durch Beschilderung sowie verschiedene Varianten zur mittel- bis langfristigen Sanierung des Unfallschwerpunktes. Diese Varianten reichen von einer einfachen Anpassung des Knotens mittels Veloweiche bis hin zur vollständigen, baulichen Umgestaltung der Knotengeometrie. Für eine abschliessende Entscheidung für oder gegen einzelne Massnahmen sind aktuell noch planerische Abklärungen und vertiefte Machbarkeitsuntersuchungen erforderlich.

Modul 6: Planung, Projektierung und Umsetzung

Sind die umzusetzenden Massnahmen identifiziert, priorisiert und ausgewählt, erfolgt im Modul 6 die Projektierung der Massnahmen.

Abbildung 5 zeigt eine bereits umgesetzte, kurzfristige Massnahme, die zur Entschärfung der Konfliktsituation gemäss Abbildung 4 beiträgt. Das dafür eigens gestaltete Schild soll die Verkehrsteilnehmenden sensibilisieren und deren Gefahren-

planifier et de mettre en œuvre une mesure priorisée revient au mandant.

Pour le carrefour reliant la Dörflistrasse et la Schwamendingenstrasse, deux domaines de mesures ont d'abord été priorisés: la sensibilisation à court terme des usagers de la route à travers la signalisation, pour qu'ils soient plus vigilants, et diverses variantes pour assainir le point noir à moyen et à long terme. Ces variantes vont d'une simple adaptation du carrefour au moyen de pistes cyclables jusqu'au réaménagement complet de la géométrie du carrefour. Des clarifications concernant la planification et des examens approfondis de la faisabilité sont encore nécessaires avant qu'une décision définitive ne puisse être prise en faveur ou contre des mesures.

Module 6: Planification, conception d'un projet et mise en œuvre

Dans le module 6, il s'agit de concevoir un projet pour la mise en œuvre des mesures, après que les mesures ont été identifiées, priorisées et sélectionnées.

La figure 5 montre une mesure à court terme déjà mise en œuvre qui contribue au désamorçage de la situation de conflit conformément à la figure 4. Le panneau indicateur conçu à cet effet est censé sensibiliser les usagers de la route et à les

5 | Beispiel der Beschilderung zur Sensibilisierung und Erhöhung der Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmenden.

5 | Exemple de signalisation pour sensibiliser les usagers de la route et les rendre plus attentifs aux dangers.

bewusstsein und Aufmerksamkeit erhöhen. Mittelfristig wird zusätzlich angestrebt, den Unfallherd des Radverkehrs mittels oberflächlicher Anpassungen wie zum Beispiel einer Veloweiche nach Radverkehrsstandards der Stadt Zürich zumindest teilweise zu sanieren oder andere verkehrstechnische Massnahmen umzusetzen. Dies umfasst beispielweise Anpassungen der Fahrstreifen und Fahrbeziehungen. Langfristig wird der Knoten überdies als Unfallsanierungsprojekt in das koordinierte Strassenbauprogramm der Stadt Zürich aufgenommen, um ihn umfassend sanieren und damit auch die anderen Unfallpunkte auf dem Knoten, die nicht den Radverkehr betreffen, berücksichtigen zu können.

Modul 7: Monitoring und Wirkungskontrolle

Gemäss SN 641 724[5] sind alle umgesetzten Massnahmen an Unfallschwerpunkten bezüglich ihrer Wirkung auf die Verkehrssicherheit im Sinne eines Vorher-Nachher-Vergleiches zu kontrollieren. Eine solche Wirkungskontrolle erfordert einen Mindestzeitraum von drei Jahren vor und nach Umsetzung der Massnahme. Um bereits früher erste Erkenntnisse zur Massnahmenwirkung ermitteln zu können, eignet sich ein videobasiertes Monitoring des Verkehrsgeschehens auf dem umgestalteten Untersuchungsperimeter. Anhand von repräsentativ ausgewählten Beobachtungszeiträumen und Videoanalysen kann erkannt werden, ob die Konfliktsituation durch die Massnahme entschärft wurde und/oder ob neue Konfliktsituationen entstanden sind.

Zur Wirkungskontrolle entwickelte EBP in Zusammenarbeit mit der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) und der ETH Zürich eine statistische Methodik, anhand derer das Unfallgeschehen vor und nach Umsetzung einer Massnahme analysiert und verglichen werden kann (Forschungsprojekt VSS 2016/511)[10]. Die Analyseergebnisse ermöglichen, die effektive Wirkung einer Massnahme abzuschätzen, und erlauben überdies eine Einschätzung der Verlässlichkeit der statistischen Auswertungen. Unterstützt wird dies durch ein entwickeltes Software-Tool, sodass die Methodik sehr einfach und verständlich in der Praxis anwendbar ist und die Ergebnisse gut interpretierbar sind.

rendre plus attentifs aux dangers. À moyen terme, le DAV a pour objectif d'assainir, au moins partiellement, la source de danger pour le trafic des cyclistes au moyen d'adaptations superficielles, telles que l'aménagement d'une piste cyclable selon les standards correspondants de la ville de Zurich, ou de mettre en œuvre d'autres mesures techniques. Cela consiste par exemple dans l'adaptation des voies et des règles de priorité. À long terme, le carrefour sera intégré au programme de construction de routes coordonné de la ville de Zurich en tant que projet de prévention des accidents, afin d'assainir complètement ce point noir en prenant également en compte les autres sources de danger qui ne concernent pas le trafic des cyclistes.

Module 7: Monitorage et contrôle d'efficacité

Conformément à la norme SN 641 724[5], l'efficacité de toutes les mesures mises en œuvre pour assainir les points noirs doit être contrôlée en comparant la situation avant et après la réalisation des mesures. Ce type de contrôle d'efficacité nécessite une période minimale de trois ans avant et après la mise en œuvre de la mesure. Afin de pouvoir tirer les premiers enseignements sur l'efficacité de la mesure suffisamment tôt, il convient de réaliser une vidéo-surveillance de la circulation dans le périmètre réaménagé. À l'aide de périodes d'observation et d'analyses vidéo pertinentes, on peut savoir si la situation de conflit a été désamorcée et/ou si de nouvelles situations de conflit ont été engendrées.

Pour le contrôle d'efficacité, EBP a développé, en collaboration avec la Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) et l'EPFZ, une méthode statistique grâce à laquelle l'accidentalité avant et après la mise en œuvre d'une mesure peut être analysée (Projet de recherche VSS 2016/511)[10]. La comparaison des résultats des analyses permet d'évaluer l'efficacité effective d'une mesure et également d'apprécier la fiabilité des analyses statistiques. Cette méthode est appliquée de manière simple et compréhensible à l'aide d'un logiciel qui fournit des résultats aisément interprétables.

Quellen/Sources

[1] Bundesanstalt für Strassenwesen BASt, Hg. Weiterentwicklung der Verfahren zur Ableitung von Massnahmen gegen Unfallhäufungsstellen. Bremen: Carl Schünemann Verlag GmbH; 2017. Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen BASt – Verkehrstechnik; V 281.

[2] Niemann S, Deublein M, Hafsteinsson H, Eberling P., Massnahmenevaluation Verkehrsinfrastruktur MEVASI: Erste Ergebnisse. Bern: BFU – Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2018. Report Nr. 77. DOI:10.13100/bfu.2.341.01.

[3] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. Statistische Analyse von Unfallzahlen: SN 641 712; in Planung.

[4] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. Strassenverkehrssicherheit, Inspektion: SN 641 723.

[5] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. Strassenverkehrssicherheit, Unfallschwerpunkt-Management: SN 641 724.

[6] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. Verkehrstechnische Unfallanalyse VTUA: SN 641 731; noch nicht publiziert.

[7] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr, Grundnorm: SN 641 820.

[8] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr, Unfallraten und Unfallkostensätze: VSS 41 824.

[9] Stadt Zürich, Tiefbauamt: Velostandards. https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/taz/fachunterlagen/richtlinien.html

[10] UVEK, Bundesamt für Strassen ASTRA. Statistische Analyse von Unfallzahlen: Forschungsprojekt VSS 2016/511: UVEK, Bundesamt für Strassen ASTRA 1643.