

698

Separatdruck aus:

strasse
und
verkehr

route
et
trafic

Vogt-Schild/Habegger Medien AG, CH-4501 Solothurn

Salz- und Splittstreuung im Winterdienst

Neue Forschungserkenntnisse

Dr. Beatrice Ruess, RUS AG, Raum – Umwelt – Sicherheit, Baden

Salz- und Splittstreuung im Winterdienst

Neue Forschungserkenntnisse

Dr. Beatrice Ruess, RUS AG, Raum – Umwelt – Sicherheit, Baden

Ziel der Forschungsarbeit war es, aufgrund des heutigen Stands des Wissens, objektive und praxisbezogene Entscheidungshilfen zur Ermittlung der Einsparungsmöglichkeiten bei Splitt- oder Salzanwendung im Winterdienst (innerörtlicher Bereich) zu erarbeiten. Dabei stand eine integrale Betrachtung der Folgen für Sicherheit, Umwelt und Wirtschaftlichkeit im Vordergrund. Der Versuch mit den Teststrecken in Zürich und Chur zeigte, dass die Einsatzkosten für die Streuung eines Kilometers Strasse in einem normalen Winter etwa 6fach höher bei der Splitt- als bei der Salzstreuung liegen. In einem strengen Winter liegt der Faktor sogar bei etwa 10. Sowohl die Salz- (Schädigung der Vegetation) als auch die Splittstreuung (Entsorgung, Staubbelastung, Ökobilanz) sind als «erhebliche» Belastungen einzustufen. Massnahmen zur Reduktion der Streumengen beider Stoffe sind weiterhin notwendig. Die Salzstreuung gewährleistet die Verkehrssicherheit im Winter und kann bezüglich Sicherheit als sehr gute Lösung bezeichnet werden. Hingegen hält die Wirkung von Splitt nur selten längere Zeit an. Zudem zeigten Kraftschlussmessungen (Haftung von Fahrzeugrad an Fahrbahn massgebend für den Bremsweg und die Fahrstabilität), dass die Wirkung von Splitt nur gering ist. Die Nullstreuung (starkes Räumen, kein Streuen, nur in Spezialfällen wenig salzen) kommt nur in ebenen Quartierstrassen, ohne spezielle Gefahrenstellen. Diese Winterdienstmethode schneidet bei der Gesamtbewertung bezüglich Wirtschaftlichkeit, Umwelt und Sicherheit besser als die Splittstreuung ab. Die Nullstreuung kann in Zukunft in den Städten stufenweise eingeführt werden. B. R.

und Daten zum Thema. Das aktuelle, sehr umfassende Fachwissen auf diesem Gebiet soll nachvollziehbar und übersichtlich dargestellt werden.

Danach stehen die Ausarbeitung und Erforschung einiger noch fehlender Daten im Vordergrund. Dabei sollen einerseits anhand ausgewählter Teststrecken im städtischen Bereich die Betriebskosten des Winterdienstes, getrennt nach Salz- und Splittstreuung, genauer erfasst werden. Andererseits sollen auch die Umweltauswirkungen der beiden Stoffe mit Hilfe eines vereinfachten Ökobilanz-Ansatzes mit Schwergewicht auf relevante Teilbereiche wie beispielsweise Energieverbrauch und Entsorgung miteinander verglichen werden.

Schliesslich sind im Rahmen einer Synthesedarstellung alle relevanten Kriterien einander gegenüberzustellen und zu bewerten.

Ziele

Ziel der Forschungsarbeit «Salz- oder Splittstreuung im Winterdienst: Optimierung der Kosten-Nutzen-Verhältnisse unter Berücksichtigung von umwelt- und sicherheitsrelevanten Faktoren» war es, aufgrund des heutigen Stands des Wissens objektive und praxisbezogene Entscheidungshilfen zur Ermittlung der Einsparungsmöglichkeiten bei Splitt- oder Salzanwendung im Winterdienst (innerörtlicher Bereich) zu erarbeiten. Dabei stand eine integrale Betrachtung der Folgen für Sicherheit, Umwelt und Wirtschaftlichkeit im Vordergrund.

Die Darstellung und Bewertung der Vor- und Nachteile der beiden Winterdienstmethoden soll für die Strassenverwaltungen und deren übergeordnete politische Instanzen Grundlagen und Datenmaterial für eine sachgerechte Lagebeurteilung liefern. Zuerst erfolgt eine systematische Erhebung und Auswertung aller vorhandenen Informationen

Le but du travail de recherche a consisté à développer, sur la base des connaissances actuelles, un instrument de décision objectif et pratique qui permet de déterminer des possibilités d'économies pour le service hivernal (en milieu urbain) lors de l'utilisation de fondants chimiques ou de gravier. Les réflexions globales menées à ce sujet placent la sécurité, l'impact sur l'environnement et la rentabilité au premier plan. Les tests menés sur les tronçons d'essai à Zurich et Coire ont démontré que le coût pour l'épandage de gravier sur un kilomètre était environ 6 fois plus élevé que pour le salage. Lors d'hiver rigoureux, ce facteur passe même à 10. Tant l'épandage du sel (préjudices à la végétation) que celui du gravier (problème d'évacuation, de poussière, bilan écologique) constituent un impact environnemental «important». Il est donc toujours nécessaire de limiter l'utilisation de ces deux matériaux d'épandage. L'épandage de fondants chimiques assure la sécurité du trafic en hiver et est à ce titre une excellente solution. En revanche, l'utilisation du gravier n'a que rarement un effet de longue durée. D'autre part, des mesures d'adhérence (l'adhérence du véhicule à la chaussée étant déterminante pour la distance de freinage et la stabilité de la conduite du véhicule) ont permis de démontrer que le gravier a une efficacité minimale. Un renoncement à des matériaux d'épandage (déneigement avec salage uniquement dans des cas particuliers) ne rentre en ligne de compte que sur des rues de quartier sans pente ne présentant aucun danger particulier. Lors de l'appréciation finale, cette méthode pour le service hivernal donne, du point de vue de la rentabilité, de l'impact sur l'environnement et de la sécurité, des résultats nettement meilleurs que l'épandage de gravier. Le renoncement à des matériaux d'épandage dans les villes doit être introduit à l'avenir par étapes. réd.

Methodik bei den Untersuchungen

Die winterlichen Strassenzustände sind laufenden Veränderungen durch Witterungs- und Verkehrseinflüsse unterworfen. An jeder Strasse ist eine breite Palette von Einzelzuständen mit tageszeitlichen Veränderungen anzutreffen. Auch jeder Winter ist wieder ganz anders. Die gesammelten Daten sind für die Witterungsverhältnisse in dem jeweiligen Winter repräsentativ. Verallgemeinerungen können nur mit vielen Einschränkungen gemacht werden.

Vergleichbare winterliche Strassenzustände können am besten bei nahe-, möglichst parallelliegenden Strassen in einer Stadt angetroffen werden. Deshalb wurden für den Vergleich der Winterdienstmethoden mit Salz- oder Splittstreuung in den Städten Zürich, Baden und Chur Teststrassenpaare (eine Salz- und eine Splittstrecke; vier Paare in Zürich, zwei Paare in Baden, zwei Paare in Chur) ausgewählt, die folgende Kriterien erfüllen:

- gleiches Mikroklima (Strassenpaare, die möglichst nahe und parallel zueinander liegen)
- gleiche Höhenlage
- Länge der Strassenpaare etwa 1 km

Bei der Auswahl der Testpaare wurden die genannten Kriterien soweit wie möglich berücksichtigt. Aufgrund des in der Schweiz praktizierten, örtlich differenzierten Winterdienstes konnten weitere Kriterien wie «gleiche Verkehrsmenge» und «gleiche Dringlichkeitsstufe» bei den meisten Teststrecken, insbesondere in Zürich, nicht erfüllt werden. Bei der Auswertung der Daten wurde dies berücksichtigt.

Vereinfachte Ökobilanz

Die Ökobilanz wurde durchgeführt mit den Daten, die an den Teststrassen 1 (Restelbergstrasse – Forster-Billeterstrasse) in Zürich im Winter 1996 (Januar bis April) gesammelt wurden.

Die Daten wurden im Winter 1996 (Januar bis April) und im Winter 1996/97 (November bis April) durch das Winterdienst-Betriebspersonal erhoben.

Im Winter 1996/97 wurden entsprechende Daten auch für die Trottoirs der gewählten Teststrassen erhoben.

Die Angaben für Produktion, Transporte, Streuung, Einsammlung und Entsorgung der Streustoffe wurden mit Hilfe der betroffenen Betriebe zusammengestellt. Die Datenerhebung und die Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit der EMPA St.Gallen.

Für den eingesammelten Splitt wurden drei Szenarien berücksichtigt:

- Wiederaufbereitung mit mobiler Recyclinganlage (Heissreinigung)
- Aufbereitung zu Kies/Sand (Waschanlage, Nassreinigung)
- Entsorgung in Reaktordeponie

Grundsätzlich wurden folgende Prozesse in die Bilanzierung eingeschlossen:

- Abbau und Herstellung der Streumittel
- Aufwendungen für Streuung/Einsammlung
- Aufwendungen für Recycling/Aufbereitung
- Aufwendungen für Entsorgung
- alle Transporte
- Aufwendungen für die Energiebereitstellung

Die berechneten Werte (Energie- und Wasserbedarf, Luft- und Wasseremissionen, Abfallmengen) der Sachbilanz wurden mit der Methode der Umweltbelastungspunkte (UBP, Methode der ökologischen Knappheit) und mit der Eco-indicator-95-Methode bewertet.

Übersicht über das gesamte Arbeitsvorgehen

In einem ersten Schritt wurde eine grobe Auswertung der vorhandenen Literatur auf der Basis der Literaturdatenbank der Technischen Hochschule Lausanne vorgenommen. In einem zweiten Schritt wurde eine Auswahl von Publikationen weiter vertieft.

Die bisherigen umfangreichen Publikationen zum Thema Winterdienst liefern wertvolle Informationen zu den Aspekten Wirtschaftlichkeit, Umwelt und Sicherheit. Einige Lücken bestehen allerdings beispielsweise in der Ermittlung der Betriebskosten des Winterdienstes, differenziert nach Salz- und Splitt-

streuung im innerörtlichen Bereich. Bark et al. (1993) [1] weisen darauf hin, dass die Abschätzung der Betriebskosten aufgrund der Komplexität des Winterdienstes im innerörtlichen Bereich sehr aufwendig ist.

Im Hinblick auf die in diesem Forschungsvorhaben angestrebte ganzheitliche Bewertung der Anwendung von Splitt oder Salz im Winterdienst war es aber unerlässlich, genauere Angaben zu den Streumengen und Betriebskosten der beiden Winterdienstmethoden in den gewählten Städten zu bekommen. Dazu sollte eine relativ einfache Methode mit vertretbarem Aufwand zum Einsatz kommen.

Der Schwerpunkt wurde auf die Beurteilung derjenigen Belastungen gelegt, die in der Fachliteratur bisher nur ansatzweise erfasst wurden. Es handelt sich primär um die Umweltbelastungen Energieverbrauch, Ressourcenverbrauch, Luft-/Abwasserbelastung und Entsorgung.

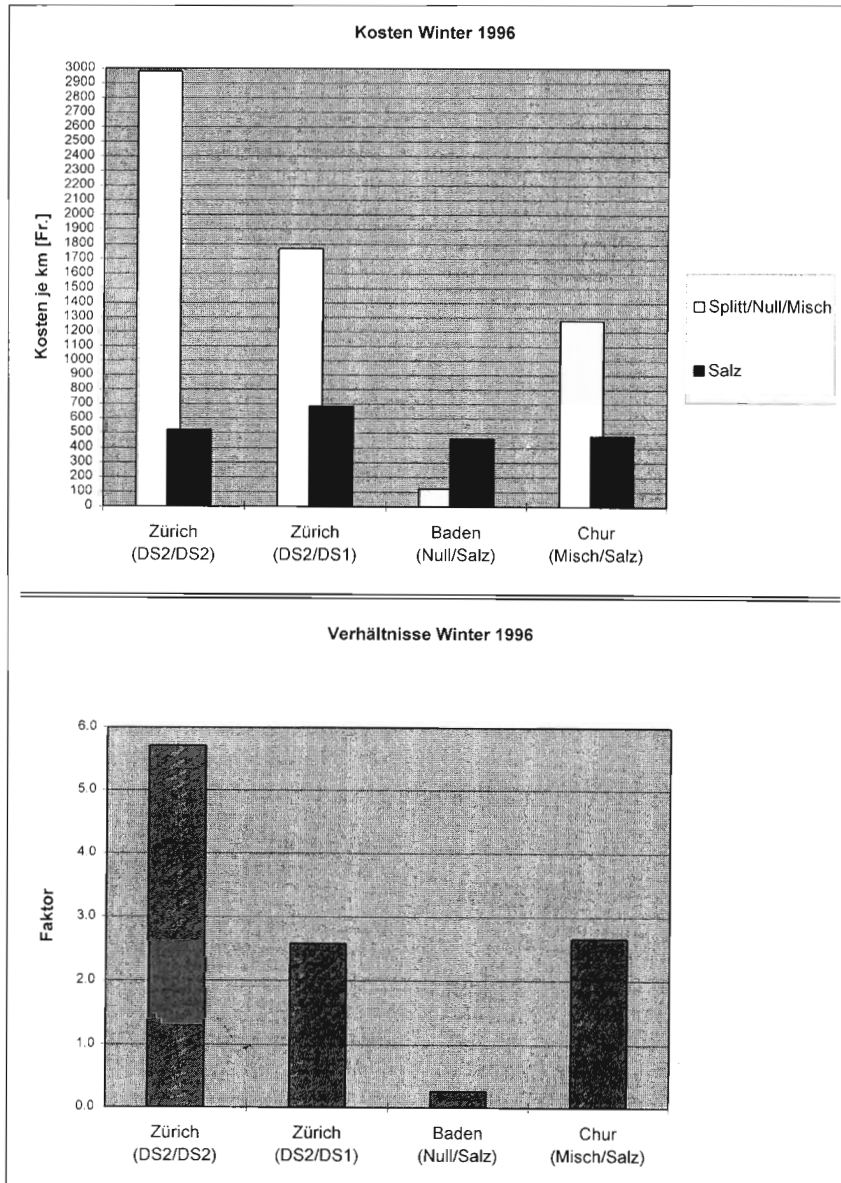
Bewertungsmethodik für die Synthesedarstellung

Die Aspekte Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Umwelt lassen sich nur schwer mit einer einheitlichen Skala bewerten. Die Definition von Bewertungsklassen bildet ein Instrument im Hinblick auf solche fachübergreifenden Gesamtbewertungen.

Bei jedem Bewertungsschritt sind die berücksichtigten Kriterien, Teilkriterien und Aggregationsmethoden darzulegen und verbal zu begründen. Mit diesem methodischen Ansatz lassen sich komplexe Zusammenhänge vereinfachen und überschaubar darstellen. Jeder Bewertungsschritt muss aber für den Leser transparent und nachvollziehbar sein.

Gleichzeitig wurde der Informationsgehalt und die Vollständigkeit der bestehenden Untersuchungen und der vorhandenen Daten bewertet.

Anhand der definierten Bewertungsklassen (Abbildung 4) konnten die Aspekte Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Umwelt in einem verbal begründeten Urteil, gestützt auf die neusten Forschungsergebnisse in der Fachliteratur und die Ergebnisse der Forschungsarbeit, gesamtartig bewertet werden.



1: Kosten pro km und Winter für die Teststrecken (Winter 1996). DS1 = Dringlichkeitsstufe 1; DS2 = Dringlichkeitsstufe 2.

Ergebnisse

Die Ergebnisse aus dem Studium der bisherigen Publikationen, aus dem Teststrecken-Versuch und weiterer Auswertungen, werden in den Abbildungen 3, 4 und 5 zusammengefasst.

Wirtschaftlichkeit

Umfangreiche Publikationen zeigen eindeutig, dass die Salzstreuung einen hohen volkswirtschaftlichen Nutzen aufweist. Nach Durchgang von wenigen Fahrzeugen auf der gestreuten Fahrbahn übersteigt der Nutzen (hauptsächlich Einsparun-

gen bei den Unfallkosten) die Kosten des Winterdienstes. Der volkswirtschaftliche Nutzen der Splittstreuung ist hingegen aufgrund verschiedener Hinweise aus der Literatur eher gering. Die Einsatzkosten liegen beim Winterdienst mit Splitt um ein Mehrfaches höher als diejenigen mit der Salzstreuung. In der Literatur wurde geschätzt, dass die Kosten für die Streuung eines Kilometers Strasse in Deutschland etwa 10- bis 20fach höher bei der Splitt- als bei der Salzstreuung liegen (Hanke, 1996) [3]. Der Versuch mit den Teststrecken in Zürich und Chur zeigte, dass die Kosten für die Streuung eines Kilome-

ters Strasse in einem normalen Winter etwa 6fach höher bei der Splitt- als bei der Salzstreuung liegen (Abbildung 1). In einem strengen Winter liegt der Faktor sogar bei etwa 10. Dies bestätigt die obige Schätzung.

Umwelt

Sowohl die Salzbelastung der Böden als auch diejenige der Fließgewässer und des Grundwassers werden aufgrund des örtlich und zeitlich beschränkten Auftretens als gering bewertet.

Die Beeinträchtigung der Vegetation, insbesondere der Bäume im innerstädtischen Bereich, darf nicht unterschätzt werden. Massnahmen zur Reduktion der Salzbelastung werden weiterhin empfohlen. Aufgrund der Bedeutung der Vegetation im innerstädtischen Bereich und der Forderung nach Massnahmen wird die Salzbelastung als «erheblich» eingestuft.

Neuere Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass auch die Splittstreuung bezüglich Umweltauswirkungen nicht unbedenklich ist. Altsplitt ist in der Schweiz insbesondere aufgrund der Grobverunreinigung mit Strassenabfall, Kunststoffen, Laub usw. auf einer Reaktordeponie zu entsorgen oder muss aufbereitet und wiederverwertet werden. Das massive Ausbringen von Splitt und die damit verbundene Abfallproduktion steht im Widerspruch mit dem Vorsorge- und Vermeidungsprinzip nach Umweltschutzgesetz und Technischer Verordnung über Abfälle (TVA). Die Belastung der Umwelt mit dem Splittabfall wird als «erheblich» eingestuft.

Die im Rahmen der vorliegenden Studie erstellte Ökobilanz zeigt, dass die Salzstreuung bezüglich ökobilanzrelevanten Belastungen (Energie- und Wasserbedarf, Luft- und Wasseremissionen, Abfallmengen) deutlich besser als die Splittstreuung abschneidet (Abbildung 2). Untersuchungen in Deutschland kommen zum Schluss, dass die Staubbelastung beim Wiedereinsammeln des Splitts gravierende Auswirkungen auf die Gesundheit des Strassenpersonals und in geringerem Masse der Passanten haben kann. Die Belastung wird ebenfalls als «erheblich» eingestuft.

Sowohl die Salz- (Schädigung der Vegetation) als auch die Splittstreuung (Entsorgung, Staubbelastung, Ökobilanz) sind als «erhebliche» Belastungen einzustufen. Massnahmen zur Reduktion der Streumengen beider Stoffe drängen sich auf.

Sicherheit

Der Winterdienst mit Salzstreuung führt zu einem schnellen und sehr starken Rückgang des Unfallrisikos. Untersuchungen zeigten, dass die Zahl der Unfälle nach der Streuung lediglich ein Viertel derer vor der Streuung beträgt. Die Zahl aller Unfallarten geht zurück, aber ganz besonders die der Unfälle mit schweren Personenschäden.

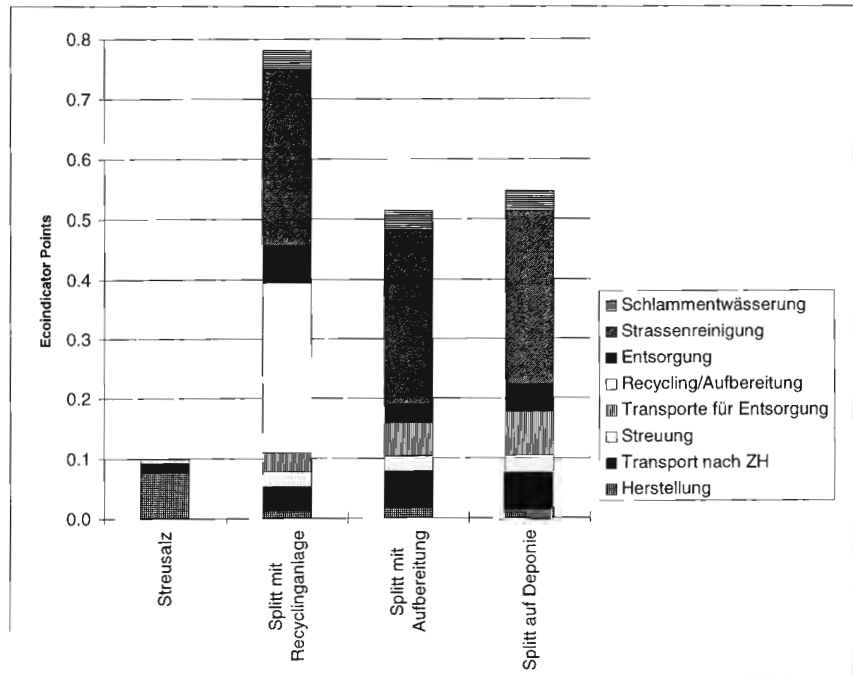
Die Salzstreuung gewährleistet die Verkehrssicherheit im Winter und kann bezüglich Sicherheit als sehr gute Lösung bezeichnet werden.

Hingegen hält die Wirkung von Splitt nur selten längere Zeit an. Zudem zeigten Kraftschlussmessungen (Haftung von Fahrzeugrad an Fahrbahn; massgebend für den Bremsweg und die Fahrstabilität), dass die Wirkung von Splitt nur gering ist. Die Verwendung von Splitt bei normaler Glätte auf den Hauptverkehrsstrassen bewirkt eine Erhöhung der Unfallrate gegenüber der trockenen bzw. nassen Fahrbahn, während bei der Verwendung von Salz die Unfallrate auf dem Niveau der nichtwinterlichen Fahrbahn verbleibt (Hoffmann, 1986) [4].

Splittstreuung suggeriert dem Autofahrer eine stärkere Erhöhung der Griffbarkeit als sich tatsächlich einstellt, was zu hohe Geschwindigkeiten zur Folge hat. So ergibt sich bei der Splittstreuung eine höhere Überschreitung des Risikofaktors als bei der Salzstreuung (Bark et al., 1993) [1].

Aufgrund dieser neuesten Erkenntnisse wird die Sicherheit mit der Splittstreuung «nur teilweise gewährleistet».

Bei der Nullstreuung (starkes Räumen, kein Streuen, nur in Spezialfällen wenig salzen) sind tendenziell eine geringere Unfalldichte und auch geringere mittlere Unfallkosten zu verzeichnen als bei der Splittstreuung (Bark et al., 1993). In den untergeordneten Strassen ohne Winterdienst wird also bewusster auf die



2: Wirkungsabschätzung mit Umweltbelastungspunkten (ohne UBP für Deponie).

winterlichen Gefahren reagiert. Die Nullstreuung kommt nur in Frage in ebenen Quartierstrassen, ohne spezielle Gefahrenstellen.

Synthese

Bewertung Salz-/Splittstreuung

Die Salzstreuung ist sowohl bezüglich Wirtschaftlichkeit als auch Sicherheit der Variante Splittstreuung weit überlegen. Die Umweltaspekte können hingegen bei den beiden Winterdienst-Methoden mit der Bewertung «erhebliche Belastung, mit Massnahmen lösbar» charakterisiert werden. Bei beiden Varianten sind weitere Anstrengungen zur Senkung der Streumengen erforderlich.

Bewertung mechanische Räumung (Nullstreuung)

Beim Vergleich Splitt/mechanische Räumung schneidet die Splittstreuung bezüglich Sicherheit schlechter als die mechanische Räumung ab. Dies ist auf die geringe Wirkung von Splitt bezüglich Kraftschlussverbesserung und auf das Fahrverhalten der Verkehrsteilnehmer zurückzuführen. Die Variante mechanische Räumung (Nullstreuung) ist zudem gleichzeitig wirtschaftlich attraktiv

und bezüglich Umwelt unbedenklich. Aufgrund dieser Bewertung kann die Nullstreuung auf den ebenen Quartierstrassen ohne spezielle Gefahrenstellen in Zukunft empfohlen werden.

Empfehlungen für ergänzende Forschungsarbeiten

Aufgrund der vorliegenden Arbeit lässt sich der Forschungsbedarf ableiten. Folgende Themen sollten in Zukunft vertieft werden:

- Die erstellte Ökobilanz Salz/Splitt liefert wertvolle Informationen zum umweltrelevanten Lebenszyklus der beiden Streumittel. Im Hinblick auf genauere Aussagen sollten gewisse Bereiche der Ökobilanz weiter vertieft werden.
- Einige Annahmen und Parameter wie beispielsweise die Staubemissionen beim Splitt bei den verschiedenen Winterdienst-Aktivitäten sollten verifiziert bzw. genauer erfasst werden.
- Die Entsorgungsmöglichkeiten von Splitt sind zu analysieren. Dabei ist die Schadstoffbelastung des Altsplitts auf Strassen, Radwegen und Trottoirs zu messen und entsprechend den Resultaten die besten Entsorgungswege zu evaluieren. Die Resultate könnten von grossem Interesse für einen

AUFTAUENDE STREUSTOFFE (SALZ)		
ARGUMENTE	Bew.	Info.
Wirtschaftlichkeit		
- hoher volkswirtschaftlicher Nutzen	++	▶
- geringe Winterdienst-Einsatzkosten	++	▶
- Schäden an älteren Bauwerken		○
- Korrosionsschäden an Fahrzeugen		○
Umwelt		
- Schäden an Vegetation (v.a. Bäume)	-	●
- geringe Bodenbelastung	0	●
- geringe Belastung von Oberflächengewässer, Grundwasser	0	●
- Ökobilanz	0	▶
Sicherheit		
- hohe Verkehrssicherheit ist gewährleistet	++	●
Leistungsfähigkeit		
- gute Leistungsfähigkeit der Strassen	++	●
Soziale Aspekte		
- höhere Effizienz der Notdienste (Notarzt, Notunfallretungswagen, Feuerwehr etc.)		○
- hoher Fahrkomfort dank schneefreier Fahrbahn		○
- positive Aspekte von weniger Unfallverletzten und -toten		○
ABSTUMPFENDE STREUMITTEL (SPLITT)		
ARGUMENTE	Bew.	Info.
Wirtschaftlichkeit		
- volkswirtschaftlicher Nutzen vermutlich gering	--	○
- sehr hohe Winterdienst-Einsatzkosten (ca. 6x höher als Salzstreuung)	--	▶
- Lack- und Korrosionsschäden an Fahrzeugen		○
Umwelt		
- Gefährdung der Gesundheit durch Staubbelastung (v.a. Kehrpersonal)	-	▶
- Abfallproduktion, Entsorgungsproblem	-	▶
- mechanische Schädigung angrenzender Vegetation, evtl. auch Schadstoffbelastung (Langzeiteffekt)		○
- Ökobilanz	-	▶
Sicherheit		
- erhöhtes Unfallrisiko wegen geringer Wirkung von Splitt und nicht angepassten Geschwindigkeiten	0	▶
Leistungsfähigkeit		
- Leistungsfähigkeit der Strassen reduziert	0	▶
Soziale Aspekte		
- Notdienste sind weniger rasch an der Zielstelle		○
- Fahrkomfort durch Anstrengung, Nervenanspannung reduziert		○
- soziale Konsequenzen von mehr Unfallverletzten und -toten, ältere Personen bleiben zuhause		○
Legende		
++, +, 0, -, --	vgl. Bewertungsskala in Abbildung 4	
●	hoher Informationsgehalt; Thema gut untersucht	
▶	Informationsgehalt mittelmässig; weitere Untersuchungen sind erwünscht	
○	geringer Informationsgehalt; weitere Untersuchungen sind notwendig	

3: Vor- und Nachteile der Salz-/Splittstreuung im innerstädtischen Bereich auf Fahrbahnen: Überblick.

umweltfreundlichen und wirtschaftlichen Winterdienst in den Städten sein.

- Die möglichen Langzeit-Auswirkungen einer mechanischen Schädigung der angrenzenden Vegetation durch den gestreuten Splitt sowie die Auswirkungen des verunreinigten Splitts auf den Boden und die Vegetation wurden bisher nur ansatzweise untersucht.
- Die Sicherheitsaspekte für Fussgänger auf Trottoirs bzw. Velofahrer auf Radwegen im Winterdienst wurden bisher nur ungenügend erfasst. Eine Gesamtdarstellung der Vor- und Nachteile der Salz-/Splittstreuung auf Trottoirs und Radwegen wäre für die Ausgestaltung des Winterdienstes in den Städten von Bedeutung.
- Die sozialen Aspekte des Winterdienstes werden in der Literatur nur am Rande erwähnt (Bedeutung für ältere Personen, Einsatzfähigkeit der Notdienste, soziale Konsequenzen von Unfällen usw.). Genauere Aussagen zu diesem Thema wären für eine Gesamtbewertung des Nutzens des Winterdienstes von Bedeutung.

Empfehlungen für die zukünftige Durchführung des Winterdienstes

Basierend auf den Ergebnissen dieser Studie und den Empfehlungen der VKS-Informationsschrift (1997) [6] können für die zukünftige Durchführung des Winterdienstes in den schweizerischen Städten folgende Empfehlungen formuliert werden.

Generell

- Der Winterdienst hängt von so vielen Faktoren ab, dass sich ein allgemein gültiges, starres System kaum definieren lässt. Wichtig ist die Berücksichtigung der speziellen Verhältnisse in den jeweiligen Städten. So bekommen beispielsweise in Skigebieten wie Davos oder Arosa Kriterien wie «Ästhetik des weissen Schnees» ein ganz anderes Gewicht als in anderen Städten. In solchen Städten kann die Splittstreuung in Zukunft weiterhin von Bedeutung sein.
- Auch in Städten wie beispielsweise Chur, mit regelmässigem

	Definition der Bewertungsklassen				
Zeichen	++	+	0	-	--
Zahlen	5	4	3	2	1
Bedeutung allgemein	sehr gut	gut	mittelmässig	schlecht	sehr schlecht, nicht akzeptabel
Bedeutung für Wirtschaftlichkeit	geringe Einsatzkosten	mittlere Einsatzkosten	hohe Einsatzkosten	sehr hohe Einsatzkosten	extreme Kosten
Bedeutung für Sicherheit	Sicherheit gewährleistet	Sicherheit bei vorsichtigem Fahren gewährleistet	Sicherheit nur teilweise gewährleistet	Sicherheit herabgesetzt, gefährlich	Sicherheit stark herabgesetzt, nicht akzeptabel
Bedeutung für die Umwelt	keine negativen Auswirkungen	äusserst geringe Belastung	geringe Belastung	erhebliche Belastung, mit Massnahmen lösbar	absoluter Konflikt, Gesetze verletzt

4: Definition der Bewertungsklassen für die Aspekte Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Umwelt.

- hohem Schneefall und speziellen Witterungsverhältnissen (oft Föhn am Tag und Frostverhältnisse in der Nacht) können sich Winterdienst-Massnahmen aufdrängen, die in anderen Städten nur ausnahmsweise erforderlich sind (z.B. Schneeabfuhr, präventive Salzstreuung).
- Durch eine regelmässige und systematische Ausbildung des Winterdienst-Betriebspersonals kann ein sparsamerer Umgang mit der Salzstreuung erzielt werden. Bei der Durchführung solcher Kurse könnten sich verschiedene Städte gemeinsam organisieren und beteiligen. Erfahrungen und Kursmaterial aus dem Ausland könnten dabei hilfreich sein.
- Die Bevölkerung sollte systematisch und regelmässig über den Winterdienst und die neuesten Entwicklungen in diesem Bereich sowie über die Zusammenhänge bezüglich Sicherheit, Umwelt und Wirtschaftlichkeit informiert werden. Wichtig ist, dass die Kommunikation auf oberster kommunaler Hierarchiestufe erfolgt.
- Die neuesten technischen und wissenschaftlichen Entwicklungen im Winterdienst sollten fortlaufend erfasst und für die Schweiz ausgewertet werden. Dies sollte organisiert und institutionalisiert werden (z.B. alle 4 Jahre).
- Die Wirkung der neu eingeführten Massnahmen sollte im Sinne einer Erfolgskontrolle erfasst und bewertet werden.

Salzstreuung

- Die präventive Salzstreuung sollte nur bei kritischer Wetterlage zur Anwendung kommen.
- Die systematische Einführung der Feuchtsalz-Streuung und eine verstärkte mechanische Räumung sollten in allen Städten im Vordergrund stehen. Der Einsatz der neuesten technischen Entwicklung, wie beispielsweise die Thermostreuer, ist zu fördern. Die Verbesserung der Qualität, der Übertragung und der korrekten Interpretation (Ausbildung) der Meteorologen ist anzustreben.
- Zum Schutz der Baumalleen in den Städten sind weiterhin Massnahmen, basierend auf den neuesten Erkenntnissen und Erfahrungsberichten, zu realisieren (siehe dazu Brod, 1993) [2].
- Gemäss einer Empfehlung von Hanke (mündliche Mitteilung, Vortrag VKS, 1997) soll zumindest ein Teil der erzielten Einsparungen durch die Umstellung von der Splittstreuung auf die Nullstreuung für einen effektiveren und sparsameren Einsatz von Salz genutzt werden (Feuchtsalz, verstärkte mechanische Räumung, Thermostreuer, Organisation, Ausbildung usw.).

Quartierstrassen ohne Gefahrenstellen (heutiges Weissräumgebiet)

- Auf den Quartierstrassen ohne Gefahrenstellen soll die Nullstreuung

stufenweise die Splittstreuung ersetzen. Dies kann in einer ersten Phase auf einem Teil des Quartiernetzes erfolgen und später auf das ganze geeignete Quartiernetz einer Stadt ausgedehnt werden.

- Die betroffene Bevölkerung ist vorgängig gezielt zu informieren (z.B. lokale Zeitschrift, Informationstafeln in den Quartieren, Übergänge Salzstreuung/Nullstreuung gut markieren).

Ausblick

Mit der differenzierten Anwendung der Salzstreuung und der Nullstreuung in den Städten lässt sich der Winterdienst in Zukunft nicht nur umweltfreundlicher und kostengünstiger gestalten. Auch der Verkehrsfluss und die Verkehrssicherheit können dadurch deutlich verbessert werden. Im Winterdienst sind aber nicht nur die Leistungen der Administration wie Öffentlichkeitsarbeit, Verstärkung des öffentlichen Verkehrsangebots, verkehrslenkende Massnahmen und kommunaler Winterdienst von Bedeutung. Ebenso wichtig sind auch die Leistungen der Bevölkerung. Im Vordergrund steht dabei die Informationsnachfrage, der Umfang der Verkehrsteilnahme, der Ort und die Zeit der Verkehrsteilnahme, das gewählte Verkehrsmittel, die Ausrüstung des Verkehrsmittels und das Geh-/Fahrverhalten.

	Hauptstrassen/ steile Quartierstrassen			Quartierstrassen		
	SALZ			SPLITT		
	WIRTSCH.	SICHERHEIT	UMWELT	WIRTSCH.	SICHERHEIT	UMWELT
Bewert.	++	++	-	--	0	-
Gewichtung W:S:U 1:1:1	4 (gut)			2 (schlecht)		
Gewichtung W:S:U 1:2:1	4.3 (gut)			2.3 (schlecht)		

nur Quartierstrassen ohne Gefahrenstellen		
MECHANISCHE RÄUMUNG*		
WIRTSCH.	SICHERHEIT	UMWELT
++	+	++
4.7 (sehr gut)		
4.5 (gut)		

* Auftaumittel in Spezialfällen (Nulllösung)

Bewertungsskala

Zeichen	++	+	0	-	--
Zahlen	5	4	3	2	1
Bedeutung	sehr gut	gut	mittelmässig	schlecht	sehr schlecht - nicht akzeptabel

5: Bewertungsmatrix Wirtschaftlichkeit, Sicherheit, Umwelt.

Die OECD unterstreicht die Wichtigkeit dieser Faktoren in folgender Stellungnahme: «Die Sicherheit der Strassennutzer im Winter hat aus sozialen und wirtschaftlichen Gründen erste Priorität, hängt aber nicht nur vom Leistungsumfang und der Qualität der Leistungen ab, sondern auch zu einem grossen Teil vom Verhalten der Fahrer und der Leistung der Fahrzeuge. Es wird empfohlen, dass systematische Massnahmen (Informationskampagnen, Ausbildung usw.) verfolgt werden, die dem Autofahrer seine Eigenverantwortung bewusst machen...» (OECD, 1990) [5].

Literatur

[1] Bark, A; Böhm, P.M., Levin, Ch.: Matthes, V. (1993). Winterdienst und Verkehrssicherheit – FP 8938. Schlussbericht Technische Hochschule, Darmstadt, 11/93.
 [2] Brod, H.G. (1993): Langzeitwirkung von Streusalz auf die Umwelt. Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen. Verkehrstechnik Heft V2.
 [3] Hanke, H. (1996): Neue Erkenntnisse und Empfehlungen zum differenzierten Winterdienst. Der Städte- tag 1, S. 53.
 [4] Hoffmann, G. (1986): Abstumpfende Streustoffe und Verkehrssicherheit. Strassenwinterdienst. Kolloquium in Darmstadt 1985. Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Köln.

[5] OECD (1990): Reduzierter Einsatz von Auftaumitteln im Winterdienst. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, Heft 583, Bundesministerium für Verkehr, Abt. Strassenbau, Bonn-Bad Godesberg.
 [6] VKS (1997): Differenzierter Winterdienst im kommunalen Bereich. Informationsschrift des Verbandes kommunale Abfallwirtschaft und Stadtreinigung (VKS), Köln.