



Streusalzgeschädigte Rosskastanie – Folge eines intensiven Winterdienstes bei Fussgängerquerung; St. Galler-Ring, Basel (Bild: Stadtgärtnerei Basel)

STREUSALZ: AUSWIRKUNGEN AUF DIE STADTBÄUME

Wichtigste Erkenntnisse, Massnahmen und Empfehlungen
aus einer umfassenden Literaturstudie

Bäume sind die Zierde jedes Stadtbildes. Ihre ökologische Bedeutung ist vielfältig und kann kaum hoch genug eingeschätzt werden. Mancherorts widerspiegeln sie den historischen Zeitgeist und stellen damit ein Kulturgut dar. Sie erfüllen ebenso städtebauliche und grünpolitische Aufgaben und dienen der Verkehrslenkung.

Im Vergleich zu natürlichen und naturnahen Standorten sind die Stadtbäume im urbanen Freiraum und meist befestigten Umfeld enormen Belastungen ausgesetzt. Eine dieser Belastungen ergibt sich aus dem Winterdienst, namentlich durch die Ausbringung von Auftausalzen.

Die Vereinigung Schweizerischer Stadtgärtnereien und Gartenbauämter hat eine Literaturstudie in Auftrag gegeben, um den betroffenen Akteuren, insbesondere den Zuständigen des öffentlichen Grüns, die aktuellen Möglichkeiten aufzuzeigen. Die vielfältige Schweiz lässt kein Rezept für alle zu, jede Region muss nach ihren Gegebenheiten zusammen mit den Winterdienstverantwortlichen die Erkenntnisse, Massnahmen und Empfehlungen situativ umsetzen. Diese Seiten sollen dabei behilflich sein.

Winterdienst

Winterdienst als öffentliche Aufgabe ist eine Konsequenz aus der Werkeigentümerhaftung. Die Art und Intensität des Winterdienstes hat sich den Bedürfnissen der Verkehrsteilnehmer laufend angepasst. Die Auswirkungen auf die Umwelt sind unübersehbar.

Aufgabe der Strassendienste ist es, die Sicherheit für den Benutzer öffentlicher Strassen und Wege zu gewährleisten. Dazu gehört auch, bei Schnee, Frost und Eisglätte die Rutschgefahr möglichst klein zu halten. Da die öffentlichen Mittel nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen, soll dies nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten erfolgen. Schliesslich verlangen die Öffentlichkeit wie auch Private, dass der Winterdienst möglichst umweltschonend ausgeführt wird und Natur und Lebensräume nicht über Gebühr beeinträchtigt.

Von den Verkehrsteilnehmern ihrerseits wird zweckentsprechender und vernunftmässiger Gebrauch der zur Verfügung gestellten Infrastruktur erwartet. Anpassung an die jeweilige Situation, z.B. durch entsprechendes Benutzerverhalten, sowie zweckmässige Ausrüstung und Rücksicht auf andere Verkehrsteilnehmer vermögen den vielerorts an die Grenzen stossenden Winterdienst zu entlasten. Dies gilt für den motorisierten ebenso wie für den nicht motorisierten Verkehr.

Der Werkeigentümer haftet für mangelhaften Bau und Unterhalt nur im Rahmen der Zweckbestimmung des Werkes. Der Unterhalt, inkl. Winterdienst, muss zeitlich und inhaltlich zumutbar sein, es sei denn, durch entsprechende Regelungen und Signalisationen werde der Winterdienst eingeschränkt.

Verwendete Auftaumittel

Seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts werden im Winterdienst systematisch und in zunehmenden Mengen Auftausalze verwendet, allen voran Natriumchlorid (NaCl). Mit steigendem Umweltbewusstsein gab es in den 1980er- und 1990er Jahren einen vermehrten Einsatz von Splitt als abstumpfendes Mittel. Nach Bekanntwerden der erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt und der sehr hohen Entsorgungskosten von Splitt fand ein rascher Umstieg auf Streusalze statt.

Im heutigen Gebrauch ist überwiegend NaCl, im Feuchtsalz- und im Sole-Verfahren werden Calciumchlorid (CaCl₂) und Magnesiumchlorid (MgCl₂) bei-

gemischt. Weitere Zuschlagstoffe kommen im Strassen-Winterdienst nur ausnahmsweise und in vergleichsweise geringen Mengen zum Einsatz. Die Einschränkungen gibt die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, 2005) vor. Die Einschränkungen zum Einsatz der Auftaumittel werden in der Verordnung jedoch wie folgt an die Kantone delegiert: Die Kantone sorgen dafür, dass für öffentliche Strassen, Wege und Plätze festgelegt wird, wann, wo und wie Auftaumittel verwendet werden oder andere Verfahren zur Bekämpfung von Glatteis und Schnee-glätte zum Einsatz kommen.

In den vergangenen Jahren wurden, in Abhängigkeit von Ort und Witterung, schätzungsweise 100 bis deutlich über 1000 g NaCl pro m² Fahrbahn und Winter ausgestreut. Die Unterschiede zwischen Nationalstrassen und innerstädtischen Bereichen sind zum Teil beträchtlich, wobei die Belastungen in innerstädtischen Bereichen als deutlich grösser eingeschätzt werden. Dank der modernen Streutechnik besteht ein bedeutendes Einsparpotenzial.

Hauptlieferant des NaCl sind die Rheinsalinen in Pratteln. An die Schweizer Abnehmer wurden in den Jahren 2010–2012 etwa 300'000–350'000 t Auftausalz pro Jahr geliefert.



Winterdienst im Bereich von Stadtbäumen. (Bild: Fotolia)

Eintrag des ausgebrachten Streusalzes

Mit dem Trockensalzverfahren geht ein Teil des Salzes bereits beim Ausbringen durch Verwehungen verloren und lagert sich am Strassenrand auf Vegetationsflächen sowie an Bäumen und Sträuchern ab.

Auf die Fahrbahn ausgebrachtes Streusalz bildet ein Gemisch mit Eis und Schnee. Ein Teil dieses Salzes geht in Lösung und wird mit dem von der Strasse abfliessenden Schmelzwasser über die Abflusssysteme der Strasse in die Oberflächengewässer befördert und verdünnt, oder es gelangt in die Kanalisation und in einen Vorfluter oder in die Kläranlage.

Das seitliche Versprühen von Tausalzlösung durch Fahrzeuge in Form von Gischt und Aerosolen macht im innerstädtischen Bereich etwa 5 bis 15 % der ausgebrachten Salzmenge aus. Besonders nachteilig für die Strassenrandbäume ist zudem der seitlich deponierte Pflugschnee. Dadurch gelangt das Salz an die exponierten Blattorgane, Zweige und Borken oder es versickert nach dem Auftauen im Boden. Im innerstädtischen Bereich werden schätzungsweise bis zu 40 % der ausgebrachten Salzmengen mit dem Schmelzwasser in die Strassenrandböden befördert.

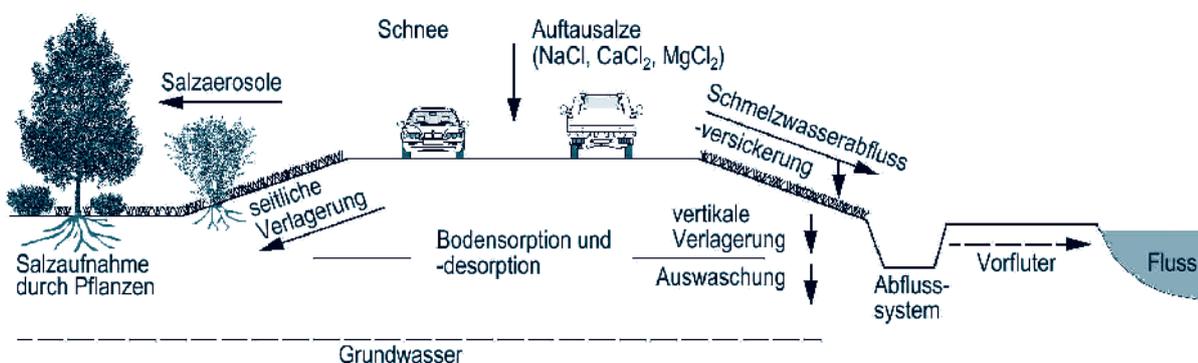
Schäden an Infrastrukturen

Unter dem Streusalz leiden Betonbeläge und Kunstbauten aus Beton und Stahl. Vor allem bei Bauten aus den Jahren 1960 bis 1980 besteht ein enormer Instandsetzungsbedarf. Eine aktuelle Nationalfondsstudie beziffert die Kosten des landesweiten Erhaltungsbedarfs der Infrastrukturen mit rund 19 Milliarden Fr. pro Jahr. Etwa 40 % dieser Bauwerke sind dem Streusalz ausgesetzt, und nach Expertenschätzung gehen über 70 % der Korrosionsschäden an Strassenbauwerken auf das Konto von Chlorid. Dies ergibt jährliche Salzschäden in der Grössenordnung von 5 bis 6 Milliarden Franken.

Hinzu kommen die Korrosionsschäden an Fahrzeugen von mehreren 100 Millionen Fr. pro Jahr.

Auswirkungen auf Gewässer

Die direkten Auswirkungen auf die Gewässer lassen sich nicht beziffern. Zu einer genauen Kostenschätzung zählen die Aufwendungen für die Strassenentwässerung und die Spülung der Kanalisationen, ebenso wie die speziellen Vorkehrungen zum ordnungsgemässen Betrieb von Kläranlagen.



Wege der Auftausalze in der Umwelt. [Aus: Brod, H.G., 1993]

Einfluss auf die Stadtbäume

Streusalz schädigt die Bäume durch direkten Kontakt wie auch über den Boden und den Nährstoffhaushalt sowie über den Stoffwechsel.

Kontaktschäden

Durch direkten Kontakt mit den Bäumen über Verwehungen, Gischt, Aerosole und Pflugschnee gelangen die Salze auf die Oberfläche der Nadeln, Blätter, Knospen und Rindengewebe. Sie dringen über die Epidermis, die Spaltöffnungen (Stomata) oder die Lentizellen in die Zellen ein. Bei einer Überdosis im Cytoplasma sind sie in der Lage, die Chloroplastenstrukturen anzugreifen und den Chlorophyllabbau zu fördern. Eine Überdosis vermag auch die Enzyme anzugreifen, welche für die Funktion der Proteine bei der Osmose zuständig sind. Dadurch oxydieren verschiedene Stoffe in der Zelle. Die anschliessende Verbräunung der Nadeln und Blätter ist das Ergebnis einer **Austrocknung und Verbrennung der Gewebe**. Sie tritt erst Monate nach dem Salzkontakt in Erscheinung und ist an den Bäumen und Hecken örtlich auffällig begrenzt. Weniger auffällig sind hingegen absterbende Knospen und junge Triebe sowie Rindennekrosen.



Salzeintrag schädigt Pflanzen und Böden. (Bild: Franziska Werner)

Veränderung von Böden

Gelangt das salzhaltige Schmelzwasser in den Boden, so findet eine Anreicherung von Na^+ - und Cl^- -Ionen in der Bodenlösung statt. Das Na^+ wird einerseits durch Ionentausch an die Tonminerale gebunden. Beim Ionentausch öffnen sich die Tonminerale und zerfallen allmählich. Bei fortschreitender Dispergierung verschlämmt der Boden, er verdichtet und büsst seine Durchlüftungs- und Wasserleitfähigkeit ein. Daneben bleibt ein grosser Teil des Na^+ in der Nährlösung und konkurrenziert dadurch die Aufnahme essenzieller Nährstoffe.

Die Cl^- -Ionen nehmen unter alkalischen Verhältnissen nicht am Ionenaustausch teil. Sie werden aus der Bodenlösung direkt von den Wurzeln aufgenommen und gelangen dadurch in den Nährstoffkreislauf.

Schäden durch Dehydratations- und Ionenstress

Bei hoher Salzkonzentration in der Bodenlösung bedarf es eines grossen Energieaufwandes, um die Nährsalze über die Wurzeln aufzunehmen. Bleibt dann wenig Wasser für den Ausgleich in den Zellen und für die Transpiration, verursacht dies Defizite und Trockenheitsstress. Bei der unspezifischen Aufnahme der Ionen in die Zellen stellen hohe Anteile an Na^+ und Cl^- Störfaktoren dar. Na^+ konkurrenziert das für die Transpiration essenzielle K^+ und stört den Energiehaushalt im System. Cl^- trägt zum Wasserdefizit bei, erhöht den osmotischen Wert im Cytosol, unterstützt die Zerstörung der Chloroplastenfeinstruktur und erhöht indirekt die Durchlässigkeit von Zellmembranen für Ca^{2+} und Mg^{2+} .

Geschwächte Wurzelfunktion, Fehlernährung, reduzierte Zellproduktion für den Stofftransport, massive Störung des Wasserhaushaltes, Beeinträchtigung wichtiger Stoffwechselforgänge, Zerstörung von Zellstrukturen, Überdosen an Cl^- , Ca^{2+} und Mg^{2+} sind einige wesentliche Ursachen von Absterbevorgängen und führen zu folgenden **Absterbesymptomen**:

- reduziertes Dicken- und Längenwachstum
- chronische Kleinblättrigkeit
- beschleunigte Fäulnisprozesse
- erhöhte Anfälligkeit auf Krankheiten und Schädlinge
- Blattrand- und Nadelnekrosen
- vorzeitige Vergilbung der Blätter
- dürre Kronenpartien

Einfluss auf die Stadtbäume

Kreislauf der Salze

Die verhängnisvolle Situation belastet das ganze System. Es entsteht ein Kreislauf der Tausalz-Ionen zwischen Baumkrone, Substrat und Wurzel, welcher laufend verstärkt wird. Eine allmähliche Entlastung ist erst nach mehreren Jahren bei vollständigem Ausbleiben von Salzeintrag erkennbar.

Ökologische Auswirkungen

Geschwächte Bäume sind sturmanfälliger. Die Störung des Wasserhaushaltes und der Nährstoffverhältnisse, vor allem aber die Veränderung des pH-Wertes im Boden gefährden die Bodenlebewesen und die Mykorrhizapilze.



Blattrandnekrosen im Sommer aufgrund des Streusalzeinsatzes im Winter. (Bild: Stadtgärtnerei Basel)

Weitere Belastungen der Bäume

Im Umfeld der Strassenbäume herrschen oft sehr ungünstige Verhältnisse. Bei den Böden unmittelbar neben der Fahrbahn handelt es sich meist um künstlich verdichtete Aufschüttungen mit Bauabfällen und anderen Beimischungen.

Nachteilige Auswirkungen haben der oft zu kleine Wurzelraum, die zu kleine Baumscheibe, ungeeignetes Bodensubstrat, fehlende oder ungenügende Nährstoffversorgung, geschädigte oder fehlende Mykorrhiza, Beschädigungen der Wurzeln und der Rinde, Erkrankungen, Hundefäkalien, undichte Leitungen, Schäden durch Herbizide und Motorenöl etc.

Hinzu kommen Immissionen durch Abgase, Staub, Feinstaub, Schwermetalleintrag, Fahrtwind, Parasiten, Mäuse, Sonneneinstrahlung, Trockenheit und Hitze etc.

Zunehmende Nachteile entstehen durch den Klimawandel, welcher sich in Städten besonders akzentuiert durch längere Trockenheits- und Hitzeperioden, sich aber auch durch Spätfröste bei verfrühtem Austreiben bemerkbar macht.

Kumulative Wirkung von Streusalz

Bei Abgasen, Staub, sauren Niederschlägen, Trockenheit und Merkmalen des Klimawandels wirkt sich die zusätzliche Belastung durch Streusalz kumulativ aus.



Städtische Baumstandorte leiden unter der Kombination mehrerer schädigender Einflüsse. (Bild: Stadtgärtnerei Basel)



Kontroverse Situation: Abgase und Feinstaub belasten die Bäume und die Menschen, gesunde Bäume können aber Schadstoffe binden und Luft filtern. (Bild: Fotolia)

Massnahmen und Empfehlungen

In der Streusalzfrage gibt es kurz- bis mittelfristige Lösungsansätze. Es stehen Möglichkeiten bei der Strategie des Winterdienstes, bei der Wahl der Streumittel und bei den Ausbringungsverfahren zur Verfügung.

Strategie des Winterdienstes

Differenzierter Winterdienst

Ein differenzierter Winterdienst mit verringertem Salzeinsatz versucht, den bestmöglichen Kompromiss zwischen den Erfordernissen der Verkehrssicherheit, der Wirtschaftlichkeit und des Umweltschutzes zu erreichen.



Das richtige Streumaterial am richtigen Ort verwenden.
(Bild: CPAG SA – Suisse, stopglissbio)

Grundlage des differenzierten Winterdienstes ist ein **umsetzbares Winterdienstkonzept**. Dieses zielt im wesentlichen auf eine Priorisierung ab und beinhaltet nach heutigem Stand des Wissens:

- Umschreibung der Zielsetzung
- gesetzliche Vorgaben
- Definition von Begriffen
- Dringlichkeitsstufen
- verbindliche Zuweisung sämtlicher Strassen und Wege etc. zu den Dringlichkeitsstufen (Strassenplan)
- Umschreibung des Inhaltes der Streueinsätze (Kategorien)
- Inhalte des Winterdienstes (Umfang der Räumungen)
- begleitende Massnahmen (z.B. Zurückschneiden der Bäume und Sträucher, Benachrichtigung der Eigentümer der Liegenschaften etc.)

Weitere allgemeine Vorgaben sind nicht zielführend. Jede Gemeinde, jede Stadt weist ihre Besonderheiten und damit auch ihre eigenen Chancen und Risiken auf. Beispiele von besonderen Situationen sind innerstädtische Bereiche (Fussgängerzonen, Wohnquartiere), Radwege, Winterkurorte etc.

Zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit dienen noch folgende Hinweise und Empfehlungen:

- Die mechanische Schneeräumung hat Vorrang.
- Nach der mechanischen Räumung soll die Salzung auf Ausserortsstrassen und stark befahrene Strassen innerorts sowie auf Gefahrenstellen (starke Steigungen, verkehrsreiche Kreuzungen, Engstellen, Brücken, Fussgängerüberwege) beschränkt werden. Auf allen anderen Strassen empfiehlt sich grundsätzlich die Nullstreueung, d. h. der Verzicht auf jegliche Streumittel.
- Deponie des geräumten Schnees im Bereich der (Baum-)Vegetation und im Bereich von Tauwasserabflüssen ist zu vermeiden. Dies gilt gleichermaßen für Schneepflüge wie für Schneefräsen und Schneeschleudern.
- Radwege innerorts sind bevorzugt zu behandeln.
- Bei der Salzstreueung ist das vorgegebene Dispositiv strikte einzuhalten und zu überwachen.
- Splitt, Sand, Stop Gliss Bio, Ökotau, Liapor Tau u. a. kommen im Bereich des Langsamverkehrs fallweise als umweltschonende Alternativen in Frage.
- Nullstreueung als Option bedarf der entsprechenden Legitimierung, muss kommuniziert und vor Ort signalisiert werden. Dadurch können die Verkehrsteilnehmer angehalten werden, ihr Verhalten der Witterung und dem Strassenzustand anzupassen.

Massnahmen und Empfehlungen

Optimierung der Streutechnik und der Dosierung

Umweltschonender Winterdienst

Die Optimierung der Streutechnik ermöglicht die Reduktion der erforderlichen Streumenge, die Effizienzsteigerung auf der behandelten Fläche und damit die Schonung der Umwelt. Dazu gehören eine **zeitgemässe Ausstattung des Maschinen- und Geräteparks** sowie die Lagerung des Streugutes in Silos.

Heute zählen Kombinationen von Schneepflug und Kehrblassgerät zum Standard bei den Geräten für die mechanische Räumung.

Bei den Streufahrzeugen und Streugeräten gilt die automatische Steuerung der Salzausbringung als wegweisend (Tachosteuerung; voll elektronisch geregelte Streuautomaten; stufenlos einstellbare, voll-synchronisierbare Streubreiteneinstellung; Streudienstrechner bis zur Streudatenverarbeitung über Mikroprozessorrechner im Digitalsystem).

Neuzeitliche Streugeräte ermöglichen die Begrenzung der Streumenge auf maximal 10 (bis 15) g/m² pro

Streugang und die richtige Einstellung der Streubreite (Optimierung Abstand Streugerät zur Fahrbahn).

Die Dosierung kann automatisch laufend an den Fahrbahnzustand und die Temperaturverteilung angepasst werden (Messung mit dem Einsatzfahrzeug, «Thermographie»). Ebenso kann die Menge Restsalz auf der Fahrbahn optoelektronisch laufend erfasst werden.

Räum- und Streupläne können mit EDV unterstützt witterungskonform ausgestaltet werden. Dies erlaubt die Optimierung des Einsatzes, insbesondere auch bei der präventiven Streuung.

Besonders wichtig sind Aufklärung, Sensibilisierung und Instruktion des Personals des Winterdienstes, insbesondere der Einsatzleiter, der Maschinenführer und der Fahrzeuglenker. Auf «vorsorgliche» Überdosierung muss verzichtet werden (kontraproduktiv, reduzierte Sicherheit für Verkehrsteilnehmer).

Neue Winterdienst-Strategie, wie sie vor allem in Deutschland propagiert wird.

Vorbeugende Streuung zum richtigen Zeitpunkt und mit dem richtigen Verfahren ermöglicht wesentliche Einsparungen von Streusalzmengen und letztlich die Schonung der Umwelt.

(Nach H. Hanke, Winterdienstkongress 2012)

Zu bekämpfender Zustand	Empfohlene Winterdienstmassnahmen
Reifglätte	Vorbeugende Streuung <ul style="list-style-type: none">– bevorzugt Flüssigstreuung*– sonst mit Feuchtsalz
Überfrierende Feuchte (dünne Eisglätte)	Vorbeugende Streuung <ul style="list-style-type: none">– bevorzugt Flüssigstreuung*– sonst mit Feuchtsalz
Überfrierende Nässe (Eisglätte)	Vorbeugende Streuung <ul style="list-style-type: none">– Feuchtsalz oder Flüssigstreuung*
Eisregen (Glatteis)	Wenn möglich vorbeugende Streuung <ul style="list-style-type: none">– bevorzugt Flüssigstreuung*– sonst mit Feuchtsalz
Schneefall (Schneeglätte)	<ol style="list-style-type: none">1. Soweit möglich vorbeugende Streuung als Flüssigstreuung* oder Feuchtsalz2. Während Schneefall Räumen und Streuen mit geringer Streudichte mit Feuchtsalz3. Nach Ende des Schneefalls aggressives Räumen und Streuen mit Feuchtsalz

* **Hinweis:** Flüssigstreuung nur bis –6°C, bei tieferer Temp. nur Feuchtsalz

In der Schweiz ist aktuell eine vorbeugende Streuung gemäss Chem RRV nur bei kritischen Wetterlagen und nur an exponierten Stellen zugelassen.

Massnahmen und Empfehlungen

Wahl der Streumittel

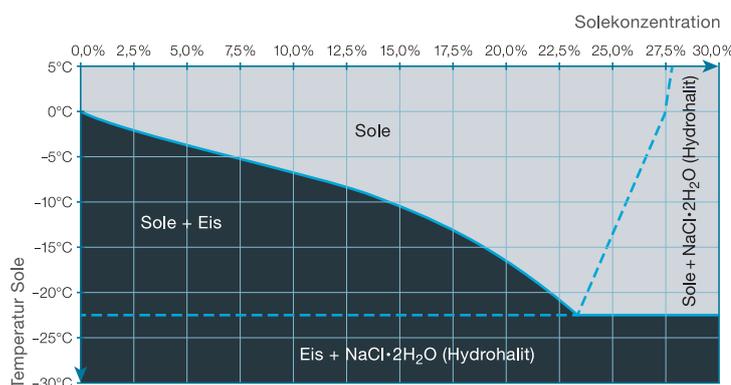
Alternative Auftaumittel

Jedes Auftausalz hat seine Vor- und Nachteile. Ein wichtiges Kriterium ist der tauwirksame Temperaturbereich. Wasser gefriert bei Temperaturen unterhalb 0°C. Bei Salzlösungen liegt der Gefrierpunkt wesentlich tiefer und weist bei einer für das jeweilige Salz bestimmten Konzentration einen Tiefstwert auf (**eutektischer Punkt**). Bei höheren Konzentrationen kommt es zu keiner weiteren Herabsetzung des Gefrierpunktes. Um eine Eisbildung der Sole zuverlässig zu verhindern, muss ihre Gefriertemperatur unterhalb der Temperatur der Strassenoberfläche liegen. Dies erfolgt durch Zudosierung von Salz oder durch Verwendung eines anderen Taumittels.

Die eutektischen Punkte marktgängiger Taumittel und die entsprechenden Salz-Konzentrationen betragen:

NaCl	- 21.3 °C.	22.4 %
CaCl ₂	- 55 °C.	30.2 %
MgCl ₂	- 21.4 °C.	21.4 %

Die jeweilige Dosierung in Abhängigkeit von der Temperatur lässt sich am eutektischen Diagramm ablesen und bei der Salzausbringung automatisieren. Eine Überdosierung ist wegen der Auskristallisierung des Salzes für die Benützung der Strasse kontraproduktiv und zudem unwirtschaftlich.



Eutektisches Diagramm einer Natriumchloridsale in Abhängigkeit von Konzentration und Temperatur, wobei der Aggregatzustand im hellen Bereich flüssig, im dunklen fest ist. [Nach LIGHT, 2007]

Beim **Calciumchlorid** (CaCl₂) wird die verbesserte Tauwirkung durch den höheren Preis und andere negative Auswirkungen auf das Ökosystem (erhöhter Eintrag an Cl⁻) erkauft. Deshalb gelangt CaCl₂ nur beim Feuchtsalz- und beim Soleverfahren zum Einsatz.

Magnesiumchlorid (MgCl₂) stellt bezüglich Cl⁻ keine Alternative zu NaCl dar, hat aber ähnlich negative Eigenschaften wie CaCl₂ und ist teurer als NaCl.

Harnstoff hat eine relativ bescheidene Tauwirkung und weist zusätzliche Nachteile für das Ökosystem auf: unerwünschte Chloridaufnahme, Überdüngung der Gewässer mit Stickstoff. Er ist teurer als NaCl.

Calcium-Magnesium-Acetat (CMA) ist teuer und wegen der Auswirkungen auf die Umwelt in der Schweiz nicht zugelassen.

Safecote, eine Melasse auf Zuckerrohrbasis, hat eine sehr gute Tauwirkung. Als Nachteil gilt der deutlich höhere Preis im Vergleich zu NaCl. Deshalb wird es nur als Zuschlagstoff in der Sole bei der präventiven Streuung verwendet. Auf schneebedeckten Fahrbahnen hat es keine Wirkung.

Abstumpfende Mittel

Splitt ist das bekannteste abstumpfende Mittel. Es hat auf flachen Gehwegen bei Handausbringung durchaus seine Berechtigung, wird auch noch für Trottoirs und Flächen im privaten Bereich sowie in Winterkurorten bei der Weissräumung der Strassen mitverwendet.

Seit Bekanntwerden der Nachteile (verminderte Griffigkeit, Verfrachtung durch Fahrverkehr, Schäden an Windschutzscheiben und Karosserie, Deponie in Grünflächen, Schwierigkeiten beim Einsammeln und Entsorgen, hohe Kosten bei der Reinigung etc.) ist Splitt allgemein in Verruf geraten und wird auf Strassen mit Schwarzzäumung praktisch nicht mehr verwendet.

Sand könnte da und dort auf Radwegen eine Alternative zu Splitt darstellen, weist aber sonst dieselben Nachteile auf.

Blähton ohne Zuschlagstoffe (Ökostreu) hat im praktischen Gebrauch mengenmässig keine Bedeutung.

Kombinierte Mittel

Stop Gliss Bio, eine Kombination von Holzspänen und MgCl₂-Lösung mit gleichzeitig abstumpfender und auftauender Wirkung, stösst auf zunehmendes Interesse. Es kommt für den Winterdienst auf Fusswegen, Plätzen etc. oder auf Strassen mit geringem Verkehr in Frage und darf als relativ umweltschonend betrachtet werden. Deshalb eignet es sich auch für städtische Anlagen mit Bäumen und Begleitgrün. Nachteilig sind der eher hohe Preis und die Bezugsmöglichkeit über nur einen Hersteller.

Massnahmen und Empfehlungen

Liapor Tau/Ökotau ist eine Kombination aus Blähton und Harnstoff, mit gleichzeitig abstumpfender und tauender Wirkung. Der Einsatz von Harnstoff ist bisher nur auf korrosionsgefährdeten Strassenabschnitten zugelassen.

Ausbringungsverfahren

Alternative Streuverfahren

Beim **Feuchtsalzverfahren** werden üblicherweise 70% Salz mit 30% Sole (FS 30) direkt während der Ausbringung vor Ort gemischt. Als Salzlösung (Sole) werden in der Regel CaCl_2 oder MgCl_2 , ausnahmsweise auch NaCl , meist in einer Konzentration von 20%, verwendet. Wesentliche Vorteile sind die Verringerung der Wehverluste, die gleichmässige Ausbringung, grössere Streubreiten, Verbesserung des Haftvermögens, beschleunigte Tauwirkung, längere Wirkungsdauer, effektivere Ausnutzung der Fläche (weniger Salz im Begleitgrün) und damit geringerer Salzbedarf. Die höheren Kosten der Zuschlagstoffe werden durch den Minderbedarf kompensiert. Im innerstädtischen Bereich können etwa 40 bis 45% der Salzmenge eingespart werden. Nachteilig sind das längere Haftvermögen an den Pflanzen (Gischt, Pflugschnee) und der höhere Eintrag an Cl^- .

Mit dem **Flüssigverfahren** (Soleverfahren) könnte die Verbrauchsmenge pro Streugang nochmals wesentlich auf bis 2 g pro m^2 und Streugang reduziert werden. Die Ausbringung einer reinen Sole eignet sich auf flachen bis wenig geneigten Strassen für die präventive Streuung bei Temperaturen oberhalb -6°C . Solche Situationen treten in tieferen Lagen im Verlaufe des Winters sehr häufig auf. Beim Soleverfahren handelt es sich deshalb um eine echte wirtschaftliche und umweltschonende Alternative. Leider ist in der Schweiz die vorbeugende Streuung gemäss ChemRRV nur bei kritischen Wetterlagen und nur an exponierten Stellen zugelassen. Unser Nachbar Deutschland ist diesbezüglich offener. Anhand der Literaturrecherche konnte festgestellt werden, dass die Solestreuung Bestandteil moderner Winterdienstkonzepte ist und die Infrastrukturen dementsprechend modernisiert werden. Aus Umweltsicht ist es deshalb notwendig, dass auch in der Schweiz diese Einschränkungen gelockert werden.



Solestreuer – eine salzsparende Technik.
(Bild: EPOKE, City Sprayer)

Bauliche Massnahmen

Bei baulichen Massnahmen ist **vorsorglich** an den Winterdienst zu denken. So kann z.B. das Personal durch Instruktion und Herausgabe von Merkblättern für solche Fragen sensibilisiert werden. Eishemmende (aufheizbare) Strassenbeläge können an heiklen Stellen eine Option darstellen. Vorkehrungen gegen das Abfliessen des Oberflächenwassers in Vegetationsflächen wirken sich hingegen negativ aus, da im Sommer die Wasserzufuhr ebenfalls verhindert ist.



Baumgerechte Grünflächen: Oberflächenwasser kann einfließen, Salzurückstände auswaschen und die Wasserversorgung des Baumes verbessern. (Bild: Stadtgärtnerei Basel)

Gärtnerische Aspekte

Die richtige Baumartenwahl stellt eine Gratwanderung in einem komplexen Belastungsmilieu dar. Düngung und Pflege der Stadtbäume vermögen den Einfluss von Auftausalzen nicht zu kompensieren.

Auswahl geeigneter Baum- und Straucharten

In der Natur kommen **Glykophyten** (Nichtsalzpflanzen) und **Halophyten** (Salzpflanzen) vor. Sie unterscheiden sich im wesentlichen in der Toleranz gegenüber hohen Salzkonzentrationen. Grundsätzlich verfügen sie über dieselben Anpassungsmechanismen, wobei Halophyten schnell adaptieren und extreme Salinität ertragen. Glykophyten adaptieren schrittweise bis zur Toleranz gegenüber mässig hoher Salinität. Die Übergänge von extrem salzempfindlichen bis zu extrem salztoleranten Pflanzen sind fließend, eine scharfe Trennung wird durch die Fähigkeit zur Anpassung sehr schwierig.

Alle in unseren Städten klimabedingt in Frage kommenden Bäume und Sträucher zählen zu den Glykophyten (Nichtsalzpflanzen).

Die Salztoleranz ist artspezifisch. Es gibt aber auch innerhalb der Arten genetische Unterschiede. Eine Selektion über das Saatgut ist bei Bäumen wegen der Langlebigkeit schwierig erreichbar. Zudem enthält jeder Same eine individuelle Genkombination. Versuche mit vegetativer Vermehrung (z.B. über Stecklinge) haben hingegen gewisse Erfolge gezeigt.

Eine eigentliche Salzresistenz gibt es (mindestens unter den Glykophyten) nicht. Massgebend für die Stärke der Salztoleranz sind aber auch die «Grundverfassung» (Konstitution) der Pflanze, das Milieu und die weiteren Einflussfaktoren.

Grenzwerte für die eingebrachten Salzmengen sind weitgehend illusorisch.

Die Verteilung der gestreuten Salzmengen auf die verschiedenen Eintragungsorte (Pflanze, Strassenentwässerung, Boden etc.) ist nur schwer quantifizierbar. Aber auch die gemessenen Konzentrationen im Boden und in den Blättern/Nadeln können nicht verallgemeinert werden. Selbst Blätter ohne äusserlich erkennbare Schadenssymptome können hohe Salzgehalte aufweisen. Zudem sagen die Konzentrationen wenig aus über die effektiv ausgebrachten Salzmengen des vergangenen Winters. Das System wird als Ganzes belastet, die Salze akkumulieren sich über mehrere Jahre und befinden sich in einem Kreislauf zwischen Boden und Baumkrone. Hinzu kommen die Mobilisierung in der Bodenmatrix und die Ausschwemmung aus dem Boden in das Grundwasser.

Die Gartenbauämter stehen vor der schwierigen Aufgabe, die richtige Baumartenwahl zu treffen. Es gibt wohl Verzeichnisse mit geeigneten Baumarten für städtisches Milieu. Doch diese dienen lediglich als Anhaltspunkt. Bei jeder Entscheidung sind neben der Salztoleranz weitere Aspekte zu berücksichtigen, so z.B.

- Biodiversität (ökologische, genetische Vielfalt)
- Standort (Wurzelraum, Stadtklima)
- Pflegemöglichkeiten (Wuchseigenschaften, technische Möglichkeiten an stark befahrenen Strassen)
- Erscheinungsbild und Wirkung (Gestaltung, Blüten, Farbe, Jahreszeiten etc.)

Daneben haben, je nach Situation, die geringe Empfindlichkeit gegenüber Pathogenen, die Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel, die Trockenheitsstresstoleranz, die geringe Empfindlichkeit gegenüber Luftschadstoffen, die Anspruchslosigkeit gegenüber den Bodeneigenschaften usw. eine massgebende Bedeutung. Invasive Neophyten kommen grundsätzlich nicht in Frage.

Unter Beachtung aller Kriterien ist die Auswahlmöglichkeit bei den Baumarten stark eingeschränkt.

Reduktion von Stress für Bäume und Sträucher

Selbstredend muss jeglicher Stress für Bäume im Siedlungsmilieu so weit wie möglich vermieden oder mindestens reduziert werden. Dazu gehören beispielsweise

- regelmässige Düngung mit einem harmonisch zusammengesetzten Volldünger, welcher organische Komponenten enthält,
- Einbau von Bewässerungs- und Belüftungssystemen,
- periodische gründliche Wässerung mit Schlauch oder besser über einen in die Baumscheibe eingebrachten Bewässerungskanal,
- regelmässiges Lockern der Baumscheiben und Einarbeiten von Humus zur Förderung der Durchlüftung und Belebung der Bodenmikroorganismen,

- nach Abgängen und bei Neupflanzungen: Ersatz von ungeeignetem Substrat durch humus- und nährstoffreiche «Erde»,
- Verhinderung und Beseitigung von Bodenverdichtungen,
- grosszügige Bemessung der Baumscheiben und Baumstreifen,
- Schliessung der Pflanzräume durch Unterwuchs.

Düngung

Anhand zahlreicher Boden- und Blattanalysen konnte festgestellt werden, dass den Strassenbäumen oft zu wenig K_2O , MgO , P_2O_5 , NO_3 , B und Mn zur Verfügung steht. Dagegen werden sie mit CaO und NaCl überreichlich versorgt. Eine nicht ausreichend und nicht ausgeglichen gedüngte Pflanze wird aber überempfindlich gegenüber physiologischen Krankheiten.

Die Düngung dient in erster Linie der Behebung von Mangelerscheinungen und dadurch der Vitalitätsverbesserung. Sie stellt kein geeignetes Mittel gegen «Versalzung» dar.

Vorgängig der Düngung sollen Boden- und Blattanalysen durchgeführt werden. Es kann keine allgemeine Regel für die Düngung aufgestellt werden. Aufgrund einschlägiger Erfahrungen kann empfohlen werden:

- Zur Förderung des Wurzelwachstums sowie zur Steigerung der Dürresistenz bedarf es einer reichlichen K_2O - und P_2O_5 -Düngung.
- Das N:P:K:Mg-Verhältnis im Nährsubstrat soll zwischen 6:10:18:2 und 10:15:20:2 liegen. Hinzu kommen die Spurenelemente B und Mn.
- Der Dünger soll nicht zu stark wasserlöslich sein, um über eine längere Zeit zur Wirkung zu kommen (slow release).
- Der Dünger muss frei von Cl^- und physiologisch sauer sein und darf den N nicht als NH_4^+ oder als Harnstoff enthalten.

Die Düngung wird sich erst im 2. oder 3. Jahr bemerkbar machen und ist alle 3–4 Jahre zu wiederholen.



Begrünte Baumstandorte mit gärtnerischer Pflege verhindern schädliche Belastungen und fördern einen gesunden Boden.
(Bild: Stadtgärtnerei Basel)

Baumpflege

Im Rahmen einer Baumwertberechnung verglich die Stadt Basel die Gesamtkosten für Pflanzung und durchschnittlichen jährlichen Pflegeaufwand von Stadtbäumen an unbelasteten und an belasteten Standorten. Die durchschnittliche Lebenserwartung wurde für den unbelasteten Standort mit 100 und für den belasteten Standort mit 60 Jahren veranschlagt. Unter Berücksichtigung des grösseren Pflegeaufwandes im höheren Alter (v. a. Baumschnitt, Gefahrenbeseitigung) gelangt sie an beiden Standorttypen zu denselben durchschnittlichen Jahreskosten.

In diesen Berechnungen nicht berücksichtigt sind jedoch der Verlust der ökologischen Leistungen kränkelder und kranker Bäume, ebenso der Verlust an ideellen, kulturellen, städtebaulichen, siedlungsplanerischen Werten etc.

Allein zur Kompensation des ökologischen Verlusts müssten neben den streusalzgeschädigten Bäumen hunderte zusätzliche Bäume gepflanzt und gepflegt werden. Dies würde zu erheblichen Mehrkosten führen.

Dokumentation und Erfolgskontrolle

Langfristige Beobachtungen und Beurteilungen von ausgewählten Bäumen hinsichtlich Habitus, Wachstum und Gesundheitszustand (Baumbonitierungen) sind geeignet, Veränderungen wahrzunehmen, für die Dynamik zu sensibilisieren und auf Signale hinzuweisen.

Im weiteren wird empfohlen, die Versuche gut zu dokumentieren sowie über die ausgeführten Arbeiten eine **Erfolgskontrolle** durchzuführen.



Der ökologische Verlust beim Ersatz eines Altbaumes durch einen Jungbaum ist schwer messbar. Ökobilanzen im Zusammenhang mit Winterdienst müssen dies aber zwingend berücksichtigen! (Bild: Stadtgärtnerei Basel)

Zusammenarbeit Gartenbauämter – Bauämter

Die Erhaltung des Stadtgrüns, der ökologischen Leistungen sowie der ideellen, kulturellen und städtebaulichen Werte der Stadtbäume wie auch wohnlicher Siedlungen sind öffentliche Aufgaben. Dazu gehört ebenfalls der Winterdienst. Dieser verfolgt jedoch zum Teil andere Interessen. Auf der Suche nach gemeinsamen Lösungen geht es oft nicht ohne Kompromisse. Dafür ist aber eine enge Zusammenarbeit der zuständigen Stellen unerlässlich.

Öffentlichkeitsarbeit

Zur Erreichung eines umweltschonenden Winterdienstes bedarf es weiterer Aufklärung und Öffentlichkeitsarbeit. Die Zusammenhänge sind vielschichtig und komplex. Geeignete Lösungen sind bei gegenseitiger Toleranz, Verzicht auf allzu grosse Ansprüche beim Winterdienst und entsprechendem Benutzerverhalten möglich. Mit neuen Streumitteln und neuen Streutechniken sind Möglichkeiten vorhanden, die Auswirkungen des Winterdienstes auf die Strassen, die begleitenden Bauwerke, die Entwässerungsanlagen und die Stadtbäume zu mildern.

Impressum

Herausgeber

VSSG Geschäftsstelle
Breitloostrasse 5, 8802 Kirchberg,
Tel. +41 44 771 68 34, Fax. +41 771 68 33
vssg@bluewin.ch, www.vssg.ch

Projektgruppe VSSG

Konrad Bruderhofer,
Betriebsleiter Stadtgärtnerei Schaffhausen
Axel Heinrich,
FG Pflanzenverwendung, ZHAW
Wädenswil
Dominique Jeanneret,
Projektleiter Stadtgärtnerei Basel

Autor

Dr. Rudolf Zuber, dipl. Forsting. ETH/SIA,
Büro für forstliche Beratung und Planung,
7000 Chur

Quelle:

Zuber, R. (2013)
Streusalz: Auswirkungen auf die Stadtbäume und Gegenmassnahmen.
Literaturstudie.
Bericht im Auftrag des VSSG.
94 Seiten

Gestaltung

Schärer + Bachmann graphic design, Basel

Druck

Dreispietz Druck, Basel