

Gladheidbestrijding en waterkwaliteit



## **Gladheidbestrijding en waterkwaliteit**

**Een verkenning naar de gevolgen van het gebruik van strooizout  
voor grond- en oppervlaktewater in Twente**

**J.H. Spijker  
H. van Blitterswijk  
C.M. Niemeijer  
E.A. de Vries**

**Alterra-rapport 1072**

**Alterra, Wageningen, 2004**

## REFERAAT

Spijker, J.H., H. van Blitterswijk, C.M. Niemeijer, E.A. de Vries, 2004. *Gladheidbestrijding en waterkwaliteit; een verkenning naar de gevolgen van het gebruik van strooizout voor grond- en oppervlaktewater in Twente*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1072. 30 blz.; 1 tab.; 33 ref.

Dit rapport brengt in opdracht van Waterpact Twente in beeld wat de effecten zijn van het gebruik van strooizout op het oppervlaktewater.

Trefwoorden: Strooizout, wegzout, gladheidbestrijding, milieueffecten, oppervlaktewater

ISSN 1566-7197

Foto omslag: Dienst Weg- en Waterbouw, Rijkswaterstaat, Delft

Dit rapport kunt u bestellen door €13,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 1072. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten. Het rapport is ook te downloaden vanaf [www.alterra.nl](http://www.alterra.nl)

© 2004 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl)

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

# Inhoud

|  |    |
|--|----|
| Samenvatting   | 7  |
| 1 Inleiding  | 9  |
| 1.1 Achtergrond  | 9  |
| 1.2 Doelstelling   | 9  |
| 1.3 Afbakening   | 9  |
| 1.4 Onderzoeksmethode  | 9  |
| 1.5 Leeswijzer   | 10 |
| 2 Beleid en uitvoering van de gladheidbestrijding            | 11 |
| 2.1 Beleid   | 11 |
| 2.2 Communicatie   | 11 |
| 2.3 Uitvoering   | 12 |
| 2.4 Kennis   | 12 |
| 3 Milieueffecten van het gebruik van strooizout              | 15 |
| 3.1 Algemeen   | 15 |
| 3.2 Hoeveelheden zout  | 16 |
| 3.3 Verspreiding van zout                                    | 17 |
| 3.4 Effecten van gladheidbestrijding op het oppervlaktewater | 18 |
| 3.5 Effecten van strooizout op het grondwater                | 19 |
| 3.6 Strooizout in een stedelijke omgeving                    | 20 |
| 3.7 Effecten op de flora                                     | 22 |
| 3.7.1 Kruidachtige planten                                   | 22 |
| 3.7.2 Effecten op houtige gewassen                           | 23 |
| 3.8 Effecten op de fauna                                     | 23 |
| 4 Conclusies en aanbevelingen                                | 25 |
| 4.1 Conclusies   | 25 |
| 4.2 Aanbevelingen  | 26 |
| Literatuur   | 29 |
| Bijlage 1 Overzicht respondenten                             | 30 |
| Bijlage 2 Vragenlijst zoutgebruik Twentse gemeenten          | 30 |



## Samenvatting

Het Waterpact Twente (provincie, gemeenten, waterschap en waterbedrijf) beschikte niet over een overzicht van het strooi beleid van alle wegbeheerders en had een onvoldoend beeld van de milieueffecten van het gebruik van strooizout voor de gladheidbestrijding. Alterra heeft dit in opdracht van het Waterpact onderzocht.

De gladheidbestrijding in Twente is efficiënt georganiseerd. Binnen twee tot drie uur nadat de coördinator gladheidbestrijding opdracht tot strooien heeft gegeven zijn alle wegen die daarvoor in aanmerking komen gestrooid. De meeste Twentse gemeenten maken gebruik van het meldsysteem van Rijkswaterstaat, de Provincie Overijssel hanteert een eigen meldsysteem.

Uit de literatuur blijkt dat in Nederland weinig onderzoek is uitgevoerd naar de milieueffecten van strooizout op oppervlakte- en grondwater. Gegevens uit buitenlands onderzoek (Canada, Zweden) wijzen er op, dat het zoutgebruik bij gladheidbestrijding tot problemen met bijvoorbeeld de drinkwaterwinning kan leiden.

In Twente wordt jaarlijks ca. 10.000 ton NaCl gebruikt voor de gladheidbestrijding. Ter vergelijking: met het regenwater valt jaarlijks ca. 4.500 ton NaCl op Twentse bodem.

In de bebouwde omgeving komt veel van het strooizout door afspoeling in het riool terecht. De (beperkt) beschikbare gegevens over het zoutgehalte van het influent van de afvalwaterzuiveringsinstallaties in Almelo en Enschede laten echter geen significante stijging zien van de chloridenbelasting na strooiperiodes.

Met betrekking tot gebruik van strooizout in woongebieden, waarbij de regenwaterafvoer is afgekoppeld via (verbeterd) gescheiden riolering of wadisystemen, is er een risico voor hogere gehalten van Chloride in het grond- en oppervlaktewater. Deze risico's zijn groot indien het water, dat afstroomt van een relatief grote oppervlakte, terecht komt in een relatief klein stilstaand water of geconcentreerd wordt geïnfilteerd. Afhankelijk van de bodemsituatie kan de laatstgenoemde situatie zelfs leiden tot een achteruitgang van de drainerende werking van bijvoorbeeld wadi's en infiltratievoorzieningen. Om goed de risico's in te kunnen schatten is echter nader onderzoek noodzakelijk.

Door veranderde strooi methoden wordt tegenwoordig minder strooizout per vierkante meter wegdek gebruikt dan dertig jaar geleden. De omslag van droog strooien naar natstrooien heeft de benodigde hoeveelheid zout doen afnemen van 20-40 gram tot 7-10 gram NaCl per vierkante meter wegdek. Enkele gemeenten gebruiken nog de methode van droog strooien vanwege de hoge omschakelingskosten. Wanneer ook zij omschakelen, kan de benodigde hoeveelheid NaCl voor Twente met naar schatting 800 ton per jaar worden teruggebracht.

Met de nieuwste apparatuur die ook de temperatuur van het wegdek meet, kan de benodigde hoeveelheid strooizout mogelijk verder worden teruggebracht.





# **1 Inleiding**

## **1.1 Achtergrond**

Het Waterpact Twente is een samenwerkingsverband van de provincie Overijssel, de gemeenten Almelo, Borne, Enschede, Hengelo en Wierden, het waterschap Regge en Dinkel en het waterbedrijf Vitens. Het waterpact streeft naar een duurzame waterketen en een gezond watersysteem.

Binnen het waterpact bestond onduidelijkheid over de effecten van het gebruik van strooizout op de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater. Vooral in de winter strooien beheerders van wegen intensief zout voor de gladheidbestrijding. Na toepassing verdwijnt dit zout naar het milieu: door afspoeling naar het riool of rechtstreeks naar het oppervlaktewater, naar de bodem van de aanliggende wegberm en via opwaaien naar de lucht weer neerslaand op omliggende terreinen. Het waterpact had geen goed beeld van de effecten van dit zout op grond- en oppervlaktewater.

Daarnaast beschikte het Waterpact Twente niet over een goed overzicht van het strooibeeld van de verschillende wegbeheerders en de uitvoering hiervan.

## **1.2 Doelstelling**

Het doel van dit project is tweeledig. Enerzijds brengt het project de huidige kennis in beeld van de milieu-effecten van strooizout vooral op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Anderzijds is bij de leden van het waterpact een inventarisatie uitgevoerd naar hun beleid ten aanzien van de gladheidbestrijding en vermindering van de schadelijke effecten van zout op het milieu.

## **1.3 Afbakening**

Dit onderzoek richt zich in eerste instantie op de effecten van strooizout op het grond- en oppervlaktewater en niet op de invloed op flora en fauna. Aan dit laatste onderwerp wordt zijdelings aandacht besteed.

## **1.4 Onderzoeksmethode**

Het onderzoek bestaat uit een literatuurstudie en een inventarisatie onder betrokken wegbeheerders. De literatuurstudie zet de huidige kennis op een rij en richt zich vooral op de effecten van het zout op het oppervlakte- en grondwater. Daarnaast worden effecten meegenomen op het ecosysteem en op de gezondheid van bomen.

Om het beleid en de uitvoering van de gladheidbestrijding in beeld te brengen zijn interviews gehouden met wegbeheerders van de provincie Overijssel, wegbeheerders

van de gemeenten Almelo, Borne, Enschede, Hengelo en Wierden, en beleidsmedewerkers van Rijkswaterstaat (zie voor een overzicht van de respondenten bijlage 1) Aanvullende informatie werd verzameld bij waterschappen, NIDO Universal in Holten en AKZO zout in Hengelo/Amersfoort.

## **1.5 Leeswijzer**

Het rapport beschrijft in hoofdstuk 2 de resultaten van de inventarisatie onder wegbeheerders: het beleid, de praktische uitvoering van de gladheidbestrijding, de verschillende meldsystemen en de afstemming tussen verschillende beheerders. In hoofdstuk drie worden de resultaten uit het literatuuronderzoek op een rij gezet: milieueffecten van strooizout, aangevuld met enkele rekenvoorbeelden die de orde van grootte van het zoutgebruik ten opzichte van de natuurlijke belasting aangeven. In hoofdstuk 4 tenslotte trekken de auteurs conclusies en doen zij aanbevelingen.

## **2 Beleid en uitvoering van de gladheidbestrijding**

### **2.1 Beleid**

Zowel bij gemeenten als bij de provincie en Rijkswaterstaat staat bij gladheidbestrijding de verkeersveiligheid centraal. Voor Rijkswaterstaat is bovendien de doorstroming van het verkeer een belangrijk aandachtspunt; elke stremming betekent immers een economische schadepost.

De zorg voor het milieu (vermindering van emissie van zout naar het milieu) komt bij de gladheidbestrijding op de tweede plaats en heeft ook de aandacht van de wegbeheerders. Beperking van het zoutverbruik wordt gerealiseerd door het optimaliseren van de gladheidmeldsystemen, door toepassing van zoutbesparende technieken en door zonering.

Op basis van verkeersintensiteit en verkeersveiligheid hebben alle gemeenten een verdeling gemaakt tussen doorgaande wegen waar wel wordt gestrooid en wegen, bijvoorbeeld woonstraten, waar niet wordt gestrooid. Daarnaast wordt speciaal aandacht besteed aan bruggen, tunnels, viaducten en ziekenhuizen, scholen en bejaardenhuizen. Het strooi beleid is bij de meeste gemeenten vastgelegd in gladheidbestrijdingsplannen, die een normale tervisielegging kennen. Over het algemeen komen hierop volgens de respondenten vanuit de burgerij weinig reacties. De provincie en Rijkswaterstaat hebben de gladheidbestrijding niet op deze wijze gezoneerd. Zij strooien in principe alle wegen die zij in het beheer hebben.

Provincie, RWS en de meeste gemeenten strooien preventief. Enkele gemeenten strooien curatief. De begroting voor gladheidbestrijding is gebaseerd op grofweg 40 acties per jaar; het totaalbedrag is bij alle wegbeheerders een richtlijn. Als er tekorten zijn worden die aangevuld uit de algemene middelen.

### **2.2 Communicatie**

Elke strooiactie begint bij een gladheidmeldsysteem. Rayon Hengelo van Rijkswaterstaat beheert een zevental meetstations op en naast de snelwegen. Deze stations sturen hun gegevens automatisch naar een centrale computer. Op basis hiervan stuurt de computer zonodig een alarm naar de semafoon van de dienstdoende medewerkers. Dit alarm wordt 2 uur vóór de verwachte gladheid verstuurd.

De coördinator interpreteert de gegevens en neemt daarbij factoren als temperatuur van de weg, weersverwachting, luchtvochtigheid en dauwpunt mee.

Rayon Hengelo heeft daarnaast een contract met Meteoconsult; Meteoconsult informeert RWS over naderende buien (radargegevens), weersverwachting, etc. Ook wordt informatie van de verkeerscentrale van de rijkspolitie meegenomen.

Als de coördinator besluit om te strooien belt hij de gecontracteerde aannemers en een medewerker van RWS die op het steunpunt toezicht houdt. Deze medewerker controleert of het strooien goed en binnen de gestelde tijd gebeurt. De coördinator informeert ook de omliggende dienstkringen, de betrokken gemeenten (Almelo, Hengelo, Enschede, Bathmen) en Twentemilieu. Deze gemeenten liften mee op het RWS meldsysteem. De gemeente Borne baseert zich op informatie van de Provincie Overijssel om met strooien te beginnen. Er is daarnaast altijd overleg met de omliggende Nederlandse dienstkringen, maar niet met die in Duitsland; de meeste gladheid komt uit het westen. Er zijn volgens de respondenten goede afspraken over de verdeling van te strooien wegen, zodat het gehele gebied is “gedekt”.

De Provincie Overijssel heeft een eigen gladheidsmeldsysteem. Verbetering is mogelijk door betere afstemming te bewerkstelligen tussen de meldsystemen van Rijkswaterstaat en die van de Provincie.

### **2.3 Uitvoering**

De meeste wegbeheerders besteden het daadwerkelijke strooien uit aan aannemers. Deze aannemers zijn een half uur na oproep ter plaatse om met strooien te beginnen. Rijkswaterstaat levert het strooizout en strooiapparatuur, de aannemer komt met de vrachtauto's. Ook de provincie en de meeste gemeenten werken op deze manier. Almelo, Hengelo, Enschede, Wierden en Hengelo laten het strooien uitvoeren door Twentemilieu, op basis van een meerjarig contract. (Twentemilieu is ontstaan uit een samensmelting van de gemeentelijke reinigingsdiensten). Na 2007 zal dit gebeuren op basis van openbare inschrijving. Alle wegbeheerders hebben vaste strooiroutes vastgesteld en protocollen voor de manier van strooien.

De gemeenten Borne, Wierden en Enschede strooien droog. De aanschaf van apparatuur voor natstrooien is een financiële hinderpaal voor omschakeling. De overige gemeenten en de provincie zijn overgestapt op nat-strooien. Rijkswaterstaat gebruikt sinds 1992/1993 de nat-strooi methode.

Normaal gesproken duurt het 2,5 uur na binnenkomst van de melding totdat alle doorgaande routes zijn gestrooid.

### **2.4 Kennis**

Over het algemeen zijn alle wegbeheerders goed op de hoogte van nieuwe ontwikkelingen. Rijkswaterstaat en de Provincie besteden duidelijk meer aandacht aan het - intern - delen van kennis en informatie. Bij de gemeenten, vooral de kleinere, lijkt hiervoor minder ruimte aanwezig.

Bij Rijkswaterstaat vindt uitwisseling plaats tussen de coördinatoren gladheidsbestrijding van de verschillende rayons. Jaarlijks organiseert de landelijke Dienst Weg- en Waterbouw (DWW) van Rijkswaterstaat een dag met alle coördinatoren om over verschillende thema's te discussiëren en informatie uit te

wisselen. De laatste bijeenkomst ging onder andere over efficiëntie van de gladheidbestrijding en het op stapel staande nieuwe computermeldsysteem.

Het onderzoek naar strooimiddelen en de effecten daarvan wordt vooral uitgevoerd door DWW. Experimenten met machines en apparatuur worden vooral uitgevoerd door NIDO Universal in Holten, de belangrijkste leverancier van strooimachines. NIDO werkt nu bijvoorbeeld aan een volgsysteem gebaseerd op GPS, waarmee nog optimalere routes berekend kunnen worden en waarmee meteen wordt vastgelegd waar de strooiauto's op welk moment zijn geweest.

*Tabel 1 Overzicht van hoeveelheden strooizout en kosten van gladheidbestrijding bij Twentse wegbeheerders*

|                                 | <b>Totale hoeveelheid strooizout (NaCl) Per jaar</b>  | <b>Totale hoeveelheid te strooien verharding</b>  | <b>Totale kosten</b>   | <b>Tijdsduur voordat alles gestrooid</b>                  | <b>Methode</b>                                     | <b>Opmerking</b>  |
|---------------------------------|---|---|--|---|--|---|
| <b>Rijkswaterstaat</b>          | 3000 ton  | 1 km <sup>2</sup> Asfalt<br>1,2km <sup>2</sup> ZOAB<br>1 km <sup>2</sup> overig   | €250.000<br>plus 32 acties a<br>€7.500                             | 2 uur ;<br>snelwegen<br>binnen 1,5<br>uur                 | Nat  | Materieel<br>en zout van<br>RWS,<br>aannemers<br>voeren uit       |
| <b>Enschede</b>                 | 1200-1300<br>ton  | 528 km  | €500.000   | 3 uur<br>hoofdroutes<br>5 uur<br>fietspaden               | Droog  | Uitbesteed<br>aan Twente<br>milieu                                |
| <b>Borne<br/>Hengelo</b>        | 250 ton<br>500-600 ton  | 325.000 m <sup>2</sup><br>400 km<br>gestrooid (DAB,<br>Klinkers,<br>fluisterasfalt,<br>roodasfalt,<br>tegelfietspaden)  | €60.000<br>€200.000  | 2 uur<br>3,5 uur alles<br>gestrooid                       | Droog<br>Omschakeling<br>van droog naar<br>nat     | Uitbesteed<br>aan Twente<br>milieu                                |
| <b>Almelo</b>                   | 1250 ton in<br>2000/2001<br>(droog)<br>640 ton (ged.<br>Nat) 2001/2<br>840 ton (nat)<br>2002/3<br>520 ton (nat)<br>2003/4 | 1.470.000 m <sup>2</sup> te<br>strooien<br>plus<br>300.000 m <sup>2</sup> bij<br>langdurig glad   | €400.000   | 3 uur alles<br>gestrooid                                  | Sinds 2002<br>omgeschakeld<br>naar nat<br>strooien |   |
| <b>Wierden</b>                  | 120 ton   | 890.000 m <sup>2</sup> asfalt<br>475.000 m <sup>2</sup><br>klinkers<br>270.000 m <sup>2</sup><br>trottoir<br>3000 m <sup>2</sup><br>sierbestrating<br>10.000 m <sup>2</sup><br>betonweg | €10.000<br>alleen<br>voor zout<br>(dus ex<br>materieel<br>en uren) | 1,5 uur<br>bebouwde<br>kom<br>1,5 uur<br>buiten<br>kommen | Droog  |   |
| <b>Provincie<br/>Overijssel</b> | Twente ca.<br>1800-2000 ton   | 235 km<br>hoofdrijbaan<br>49 km<br>(parallelwegen),<br>fietspaden 234<br>km   | Twente<br>ca.<br>€300.00   | 2,5 uur<br>hoofdrijbaan                                   | Nat  | Materieel<br>en zout van<br>Provincie,<br>aannemers<br>voeren uit |



## 3 Milieueffecten van het gebruik van strooizout

### 3.1 Algemeen

Nadat jarenlang vooral met zand en grind werd gestrooid is men in de jaren zestig overgestapt op strooizout. In de zeventiger jaren werd uitsluitend droog zout gestrooid; hoeveelheden van 20 tot 40 gram NaCl per vierkante meter per strooibeurt zijn bekend uit die tijd (o.a. Sonneveld, Van Beusekom en Verduyn den Boer, 1970). In de jaren tachtig en negentig zijn veel wegbeheerders overgestapt op natstrooien, veelal preventief. Bij deze methode gebruikt men een hoeveelheid van ca 7 gram NaCl per vierkante meter. Behalve dat door het natstrooien de totale hoeveelheid zout is verminderd, wordt het zout ook minder verspreid en verwaaid dan bij droog strooien (oa. Anonymus 2000, Anonymus 1977). Door het nat strooien is een belangrijke slag gemaakt om de milieueffecten van strooizout bij gladheidsbestrijding te verminderen. Ter illustratie: de stichting Milieukeur verstrekt in principe het milieukeurmerk 'Groen en verhardingen' uitsluitend aan instanties die nat strooien.

De installaties waarmee het zout wordt verspreid zijn steeds verder ontwikkeld; de hoeveelheid zout wordt gedoseerd afhankelijk van o.a. de rijsnelheid en de breedte van de weg. Tegenwoordig kan de chauffeur vanuit de cabine de dosering aanpassen. De nieuwste ontwikkelingen betreffen het installeren van infraroodvoelers waarmee de temperatuur van het wegdek wordt gemeten en de hoeveelheid zout automatisch wordt aangepast. De meeste respondenten zijn van oordeel dat de hoeveelheid te gebruiken zout niet veel verder kan worden teruggedrongen. Nieuwe ontwikkelingen als het gebruik van warmteopslag onder het wegdek zijn nog in een experimenteel stadium.

De effecten van strooizout op beplanting zijn in Nederland redelijk in beeld gebracht, maar naar de effecten op oppervlaktewater, grondwater en bodem is veel minder onderzoek verricht. Uit de Verenigde Staten, Zweden en Duitsland is hierover meer bekend.

De Commissie Integraal Waterbeheer stelt dat chloride uit strooizout mogelijk een effect kan hebben op het gedrag van zware metalen in de bodem maar laat de effecten van chloride op water en bodem in haar rapportage over afstromend wegwater verder buiten beschouwing, omdat "gladheidsbestrijding om veiligheidsredenen noodzakelijk is en er op dit moment ook geen reële alternatieven schikbaar zijn" (Anonymus 2002).

Tot slot moet worden opgemerkt dat behalve strooizout ook zware metalen, PAK's, zink, etc. van de (snel)weg in het milieu, de berm, het grondwater, het oppervlaktewater en op de vegetatie terecht komen door verwaaien en afspoeling. Dat maakt het soms lastig om effecten op het milieu toe te schrijven aan het gebruik van strooizout alleen.

## 3.2 Hoeveelheden zout

Over het jaarlijkse NaCl-verbruik voor gladheidbestrijding in Nederland lopen de schattingen uiteen. In 1960/1970 werd in Nederland jaarlijks ca 500.000 ton NaCl gestrooid. Het gemiddelde jaarverbruik lag in 1986 op ca. 200.000 ton NaCl per jaar (Terpstra, 1986). AKZO meldt in 2004 een gemiddeld verbruik van ongeveer 275.000 ton op jaarbasis (Mond. Med. R. Vitale, 2004). Ter Stege stelt dat het gemiddelde jaarverbruik van strooizout op ongeveer een half miljoen ton ligt (Ter Stege, 2002). Op basis van bovenstaande verbruiksschattingen kan worden aangenomen dat op deze manier jaarlijks tussen 275.000 en 500.000 ton strooizout, vooral NaCl, in het milieu terecht komt.

De totale hoeveelheid NaCl die met neerslag in Nederland valt ligt in de orde van grootte van 250.000 ton NaCl (in het westen van Nederland bevat regenwater meer NaCl dan in het oosten van het land). (Basisgegevens Stolk, 2001)

In Twente strooien provincie, rijkswaterstaat en de gemeenten Almelo, Borne, Enschede, Hengelo en Wierden gezamenlijk ca. 5.600 ton NaCl per jaar voor gladheidbestrijding. Hierbij komt het gebruik van de niet in dit onderzoek meegenomen Twentse gemeenten (Dinkelland, Haaksbergen, Hof van Twente, Losser, Oldenzaal, Tubbergen en Twenterand) en gebruik door bedrijven en particulieren. Het totale gebruik van strooizout in Twente ligt daarmee jaarlijks naar schatting gemiddeld rond 10.000 ton NaCl.

Rijkswaterstaat en de provincie Overijssel strooien hun zout voornamelijk buiten de bebouwde kommen, terwijl aangenomen kan worden dat de gemeenten het merendeel van hun zout strooien binnen de bebouwde kom. Ook van particulieren en bedrijven kan gevoegelijk worden aangenomen dat het merendeel van het zout binnen de bebouwde kom wordt toegepast. Op basis van de beschikbare gegevens (zie tabel 1) kan worden geschat dat het gebruik binnen de bebouwde kommen van Twente ca. 6000 ton NaCl/jaar is.

De achtergrondbelasting met chloride uit neerslag varieert van meer dan 4000 mol Cl per ha per jaar in Zeeland tot minder dan 1000 mol per ha in het oosten van Nederland (RIVM, 2001). Dat betekent een hoeveelheid chloride van ca 12 g per vierkante meter per jaar maximaal in het westen tot 3 g chloride per vierkante meter per jaar in Oost Nederland (dit komt overeen met ca 6 g NaCl).

Het RIVM stelde een gemiddelde concentratie van 1,5 mg Cl/l vast in neerslag in Twente (landelijk gebied). In het stedelijk gebied van Enschede is een concentratie in het regenwater van gem. 3 mg Cl/l vastgesteld (TAUW, Floris Boogaard, niet-gepubliceerd).

Uitgaande van een oppervlakte van Twente van ca 750 km<sup>2</sup> en een jaarlijkse belasting met NaCl uit neerslag van 6 g per vierkante meter in Oost-Nederland, brengt de neerslag ca 4.500 ton NaCl in geheel Twente. (Basisgegevens Stolk, 2001). Daarbij moet wel rekening worden gehouden met het feit dat het NaCl uit neerslag over het hele jaar en zeer diffuus verspreid neerregent en het NaCl uit strooizout in korte tijd en relatief geconcentreerd in het milieu terecht komt.



### 3.3 Verspreiding van zout

De voor het verkeer noodzakelijke gladheidbestrijding brengt voor het milieu neveneffecten met zich mee. Na het strooien wordt het zout verspreid door afspoelen van smeltwater, afspoelen met regenwater, opspatten door het verkeer en verwaaïing door de wind. Een groot deel van het gebruikte dooimiddel komt terecht in de directe omgeving van de wegen waarop het is gestrooid. Uiteindelijk bereikt het dooimiddel de bodem, het grondwater en het oppervlaktewater of de riolering.

Binnen de bebouwde kom zijn wegen meestal voorzien van een waterafvoer, die aangesloten is op de riolering (gemengd stelsel). Het in de bebouwde kom uitgestrooide zout zal dus voor een groot deel worden afgevoerd naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie.

Er zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd naar de beweging van zout en emissies van het verkeer vanaf het wegdek naar de omgeving.

Uit onderzoek langs provinciale wegen in Noord- en Zuid-Holland is gebleken dat de gemiddelde hoeveelheid afstromend wegwater die in de winterperiode (minder vegetatie) direct (door oppervlakkige afspoeling) de sloot bereikt, varieert van 0,2 tot 0,5%. Alleen tijdens hevige buien kan dit percentage hoger zijn (Anonymus 2000b). De Commissie Integraal Waterbeheer neemt aan dat dit eveneens voor autosnelwegen geldt door de aanwezigheid van vluchtstroken en bredere bermen (Anonymus 2002).

Rijkswaterstaat heeft onderzoek gedaan naar de hoeveelheden afstromend regenwater bij autosnelwegen. Daaruit blijkt dat op wegen met Dicht Asphalt Beton (DAB) ongeveer 80% van het regenwater tot afstroming komt. Bij wegen met Zeer Open Asphalt Beton is dat percentage ca 20%.

De provincies Noord- en Zuid-Holland hebben onderzoek verricht naar de manier waarop emissies van het verkeer zich verspreiden. Daaruit blijkt dat op provinciale wegen met DAB 90% wordt verspreid door verwaaïing en 10% door run-off. Op autosnelwegen met DAB is die verhouding 70-30% en op autosnelwegen met ZOAB 30-70%.

Hoeks (1978) geeft aan dat bij droog strooien direct 12% van het gestrooide zout buiten de weg terecht komt, dus in de wegberm en op de daar aanwezige planten. Door natstrooien is dat percentage teruggebracht tot 5%. Deze gegevens zijn gebaseerd op het gebruik van droog strooizout op dicht asphalt beton (DAB).

Circa 5% van het zout wordt over grotere afstand verstoven. Onder invloed van de wind kan dit 5 à 10 meter zijn (Sýkora, 1993) of soms nog meer (Mentink, 1986). Het verstoven en afgespoelde zout hebben effect op de (water)flora en (water)fauna nabij de weg.

Blomqvist en Johansson (1999) constateren dat 90% van alle zout dat op de weg wordt gebruikt terecht komt in een strook van minder dan 20 meter. Tussen 20 en 63% van het zout wordt door de lucht verplaatst en komt neer tussen 2 en 40 meter van de weg.

Uit alle onderzoeken blijkt dat het grootste deel van het zout in de directe omgeving van de weg terecht komt. In de bebouwde omgeving komt het grootste deel van het strooizout in het riool terecht.

### 3.4 Effecten van gladheidsbestrijding op het oppervlaktewater

De zoutgehalten van het oppervlaktewater zijn uiteraard afhankelijk van de hoeveelheid water die de watergang bevat, van de oppervlakte weg die er op afwatert, van het zoutverbruik op deze weg en van het percentage zout dat tot afspoeling komt. Op bijzondere plaatsen zoals viaducten, bruggen, tunnels en klaverbladen, wordt het regenwater opgevangen en afgevoerd, vaak naar bermsloten. Een belangrijk deel van deze zogenaamde run-off van de weg komt hierdoor in het oppervlaktewater terecht (Anonymus 2002). In Nederland is weinig onderzoek verricht naar de concentraties chloride in bermsloten in dergelijke situaties. Sonneveld, Van Beusekom en Verduyn den Boer (1972) vonden verhoogde chloridegehalten in een doodlopende bermstoot (327 mg per liter). Onderzoek langs een Duitse autobaan laat maximale chloridegehalten van bijna 9000 mg per liter zien in een sloot waarop een middenbermsloot van de autoweg op afwatert.

Water met een chloridegehalte van minder dan 300 mg Cl per liter geldt als zoet; chloridegehalten van 300-1000 gelden als brak en water met meer dan 1000 mg chloride per liter is zout.

Rekenvoorbeeld (op basis van ruwe aannames)  
bermsloot met een inhoud van 0,5 m<sup>3</sup> per strekkende meter  
snelweg, 9 m breed (2 stroken plus vluchtstrook)  
zoutgift van 7-10 g NaCl per m<sup>2</sup>

Bij een afspoeling van 70% van het zout komt 70% van 63-90 g NaCl = 43-63 g NaCl per strekkende meter in de berm terecht per strooiroede. Als dit ook in de sloot belandt, betekent het een belasting van het oppervlaktewater met ca 90 tot 125 mg NaCl per liter slootwater per strooiroede. Bij stromend water zal dit snel worden afgevoerd, bij stagnerend water kan de zoutconcentratie na meerdere strooiroedes snel oplopen.

Als strooizout in het oppervlaktewater terecht komt kan dit effect hebben op het ecosysteem. Indien dit leidt tot (sterke) wisselingen van het zoutgehalte, kunnen gevoelige soorten verdwijnen waardoor het ecosysteem verarmt. Hierbij moet wel in ogenschouw genomen worden dat in de periode dat strooizout wordt gebruikt, in de winter, de hoeveelheid waterleven kleiner is. Bij stromend water is het gebruik van strooizout wel merkbaar, maar blijft beperkt tot een lichte verhoging van het chloridegehalte gedurende enkele dagen (Kopinga et al., 2001).

Andere auteurs (o.a. Haynes et al., 1993) merken veranderingen op in ecosystemen van het zoete water als gevolg van de toevoer van zout afkomstig van de gladheidsbestrijding. Voor Nederland zijn dergelijke onderzoeken niet bekend.

Godwin, Hafner en Buff (2003) namen tussen 1952 en 1998 in het water van de Mohawk rivier een toename waar van Natrium- en Chloride-ionen met respectievelijk 130 en 243%, terwijl de concentraties van andere stoffen constant bleven. Zij stellen dat het gebruik van strooizout hiervoor verantwoordelijk is.

Als het gebruik van zout leidt tot een structureel hoger zoutgehalte kan er een verschuiving optreden in de soortensamenstelling richting brakwaterflora en -fauna. Brakwatersystemen zijn weliswaar heel rijk aan soorten (Van Haren en Van Wieringen, 1997), maar de vraag is ten eerste of dit een wenselijke ontwikkeling is en ten tweede of de aan dit milieu aangepaste soorten de brakwatersloten kunnen bereiken (Wolff, 2000).

### 3.5 Effecten van strooizout op het grondwater

In Nederland is weinig recent onderzoek beschikbaar naar de effecten van zout op het grondwater. Wel zijn gegevens beschikbaar uit 1970, 1977 en uit o.a. de Verenigde Staten en Zweden.

De Provincies Noord- en Zuid Holland en Rijkswaterstaat hebben onderzoek uitgevoerd run-off van vooral autosnelwegen. Het betreft hier niet alleen zout maar alle emissies van het verkeer. De afspoeling van het wegwater zal van grote invloed zijn op het afspoelen van zout, doordat zout gemakkelijk oplosbaar is.

Sonneveld, Van Beusekom en Verduyn den Boer (1970) vonden verhoogde chloridegehalten (350-400 mg chloride per liter) in grondwaterbuizen in wegbermen van provinciale wegen in het Westland. De verhoogde waarden werden gedurende het gehele jaar aangetroffen; de auteurs concluderen dat het zout langzaam naar het grondwater wordt afgevoerd.

Het chloridegehalte in de bodem, bodemvocht (onverzadigde zone) en het grondwater is naast de grootte van de zoutgift ook afhankelijk van de mate van doorspoeling van het bodemprofiel. Vlak langs de weg (1 tot 2 m) is de doorspoeling groter dankzij het regenwater dat afspoelt van het wegdek. Gedurende de zomerperiode kan op 2 tot 5m vanaf de weg het chloridegehalte 20 maal hoger zijn dan vlak langs de weg (Hoeks, 1977). Het merendeel van het chloride is in de zomer op 0 tot 2 meter vanaf de weg uitgespoeld.

In een onderzoek langs een autosnelweg (Hoeks 1977) blijkt dat een verhoging van het chloridegehalte als gevolg van zout strooien is waargenomen in het grondwater. De grondwaterstroombaan bevond zich op 3 meter onder maaiveld. De verblijftijd van het chloride verontreinigde grondwater in de bodem varieerde van een half jaar tot anderhalf jaar afhankelijk van de hoeveelheid neerslag. De verblijftijd van anderhalf jaar zou betekenen dat bij een jaarlijkse zoutgift het gehalte zou blijven toenemen.

Howard en Haynes (1993) vonden in Toronto dat slechts 45% van de jaarlijkse gift van strooizout uit het gebied verdwijnt. Zij verwachten op grond hiervan dat chloridegehalten in het grondwater binnen 20 jaar onacceptabele niveaus zullen bereiken. Ook andere onderzoekers in Amerika laten zien dat het zoutgehalte in grondwater toeneemt en op verschillende plaatsen heeft geleid tot problemen bij de drinkwaterwinning (Howard *et al* 1993).

Verschillende Zweedse onderzoeken laten verhoogde chloridegehalten zien in oppervlakte- en grondwater in de nabijheid van wegen (o.a. Thunqvist, 2004) Op regionale schaal levert strooizout in Zweden een belangrijke bijdrage aan het chloridegehalte in het oppervlaktewater.

Uit onderzoek in Beieren (Anonymus 1999) blijkt dat de chlorideconcentraties in de directe nabijheid van hoofdwegen in de periode van februari tot april hogere gehalten voorkomen in grondwaterstroombanen. Waarden tot enkele 100 mg/l werden gevonden, terwijl de natuurlijke achtergrondbelasting ca. 20-30 mg/l bedraagt.

De buitenlandse onderzoeken laten zien dat er reden is om in de Nederlandse situatie onderzoek te doen naar chloridegehalten in grondwater.

### **3.6 Strooizout in een stedelijke omgeving**

In een stedelijke omgeving wordt het meeste strooizout via het riool afgevoerd, tenzij er een gescheiden of verbeterd gescheiden riolering aanwezig is, of de waterafvoer geschiedt door systemen van wadi's, zoals in de wijk Ruwenbos van de gemeente Enschede (Wentink et al., 2003).

#### ***Gemengde riolering***

Bij gemengde rioleringssystemen (en bij de eerste neerslagafvoer bij verbeterd gescheiden stelsels) wordt het strooizout in het afstromende water naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI) afgevoerd.

Voor het beoordelen van de invloed van strooizout op riolering zijn gegevens bestudeerd van de AWZI's in Hengelo en Enschede. De chloridebelasting van de AWZI in Hengelo varieert van 2.200 tot 14.800 kg per dag, en van de AWZI in Enschede van 2.000 tot 10.000 kg per dag, met een uitschieter naar 14.000 kg per dag. Omdat de metingen slechts eenmaal per week zijn uitgevoerd, valt geen verband te constateren met het uitrijden van strooizout. Ook is er geen eenduidige trend tussen zomer en winter. Zo worden ook in de zomerperiode hoge piekbelastingen waargenomen.

Indien het afspoelende regen- en smeltwater niet naar de AWZI wordt afgevoerd dan is de situatie als volgt:

#### ***(Verbeterd) gescheiden riolering***

Bij een gescheiden rioleringsstelsel (en in mindere mate bij een verbeterd gescheiden stelsel) wordt het zout met het afstromende regenwater naar het oppervlaktewater gevoerd. In de geraadpleegde literatuur zijn geen meetgegevens over deze situatie gevonden. Deductief kan het volgende gesteld worden.

De effecten op het oppervlaktewater zijn sterk afhankelijk van de grootte van het afspoelend oppervlak, het zoutgebruik en de maatvoering en afwatering van het ontvangende oppervlaktewater. Afhankelijk van deze parameters kunnen hoge concentraties verwacht worden indien het afspoelend oppervlak relatief groot is, en

het ontvangend oppervlaktewater een relatief geringe omvang heeft. In de literatuur zijn echter geen meetgegevens gevonden. De grootste problemen zijn te verwachten bij de eerste geringe neerslag na 1 of meerdere strooi beurten. Bij een verbeterd gescheiden stelsel gaat deze geconcentreerde afvoer naar de AWZI.

Een deel van de zoutbelasting kan afhankelijk van de hydrologische situatie van het ontvangende oppervlaktewater naar het grondwater worden afgevoerd.

### **Wadi's**

In de geraadpleegde literatuur zijn geen relevante meetgegevens in grond- en oppervlaktewater rond wadi's gevonden. Wel heeft TAUW metingen uitgevoerd (Wentink et al. 2003), maar gedurende de monitoringsperiode is er van gemeentewege in de wijk geen gladheidbestrijding uitgevoerd, zodat de cijfers geen inzicht geven in de effecten hiervan. De gevonden concentraties in het water dat afstroomt van het dak en de weg liggen in dezelfde orde van grootte als die van de regen in de wijk (gemiddeld 3 mg/l). Deductief kan het volgende gesteld worden over afspoeling van NaCl van verhardingen op wadi's indien hier strooizout zou worden toegepast.

Bij wadi's wordt een belangrijk deel van het afstromende regenwater naar het grondwater afgevoerd (zie onder meer Wentink et al. 2003). Indien er zout in dit water aanwezig is stroomt dit ook naar het grondwater, tenzij het zout bijvoorbeeld door kleideeltjes in de bodem wordt gebonden<sup>1</sup>. Lokaal kan hier een sterke toename van de zoutconcentraties worden verwacht. Mogelijk is deze toename nog sterker dan gevonden in berm langs een autosnelweg (zie paragraaf 3.5), omdat er een groot oppervlakte verharding op de wadi is aangesloten en omdat de wadi's zo zijn aangelegd dat de doorstroming naar het grondwater optimaal is.

In de bodem onder de wadi's bevinden zich leemlaagjes. De kleideeltjes in deze leemlagen kunnen zoutdeeltjes binden. In hoeverre deze leemlaagjes gevoelig zijn voor verslemping als gevolg van het binden van deze zoutdeeltjes is niet duidelijk. Bekend is dat de bodem in Twente zeer gevarieerd is van samenstelling en dat geldt ook voor de eigenschappen van deze leemlaagjes (mondelijke mededeling P. Ehlert 2004).

Bij hoge wateraanvoeren wordt het water vanuit de wadi's naar het oppervlaktewater afgevoerd. Naar verwachting is het effect van eventueel aanwezig zout op de kwaliteit van het oppervlaktewater relatief gering, omdat het meeste zout bij de eerste afstroom naar de wadi's is afgevoerd. Een uitzondering kan optreden in situaties dat de opslagcapaciteit van de wadi's al volledig is benut op het moment dat neerslag- of smeltwater van het verharde oppervlak afspoelt. In deze situatie wordt het zout in de meeste wadi-systemen rechtstreeks naar het oppervlaktewater afgevoerd en kunnen zich hier knelpunten voordoen, vergelijkbaar met situaties bij een gescheiden riolering (zie eerder deze paragraaf).

---

<sup>1</sup> Indien dit proces optreedt dan vermindert het drainerend effect van de wadi door verslemping, zie paragraaf 3.7.

### 3.7 Effecten op de flora

Zout kan zowel als spatzout beplantingen bereiken, als na inspoeling in de bodem schade veroorzaken. Als inspoelingszout kan het opgeloste NaCl de doorwortelde bodemzone binnendringen en door de plant worden opgenomen. Omdat veel van het zout door afspoeling in de eerste meters naast het wegdek terecht komt kan de zoutbelasting plaatselijk hoog oplopen.

#### Rekenvoorbeeld

Weg met 2 rijbanen plus vluchtstrook, totaal 9 m breed

Zoutgift 7-10 g NaCl per m<sup>2</sup>

70 % van het zout belandt in de eerste twee meter van de berm naast de weg

Per strooibeurt wordt 63-90 g NaCl per strekkende meter weg gestrooid.

Daarvan komt bij afspoeling 44-63 g in de eerste meter van de berm terecht, dus 22-63 g per m<sup>2</sup> (per strooibeurt)

NaCl heeft een structuurbedervend c.q. verslempend effect op kleihoudende bodems wanneer als gevolg van de verdringing van kleigebonden kationen (Ca en K) door Na agglutinaties van kleicolloïden plaatsvindt. De bodem direct ter zijde van de meeste wegen bestaat, ook op kleiige en venige gronden, doorgaans uit zand (als onderdeel van het wegcunet). Dit is weinig gevoelig voor klink en verslemping.

#### 3.7.1 Kruidachtige planten

Veel planten kunnen niet tegen zout, ook niet tegen tijdelijke blootstelling en sterven af (Stolwijk, 1998). Sýkora (1993) stelt dat plantensterfte door strooizout kan optreden in een strook van 0,4 tot meer dan 1 m breedte of meer vanaf de weg, wat kan leiden tot kale plekken waar de oorspronkelijke plantengroei is verdwenen. De effecten op de kruidenvegetatie op wat langere termijn bestaan hoofdzakelijk uit een “verschuiving” naar een milieu waarin zouttolerante planten zoals Zilte schijnspurrie (*Spergularia salina*), Stomp kweldergras (*Puccinellia distans*), en Engels gras (*Armeria maritima*) (Sýkora *et al.*, 1993) de meest voorkomende soorten zijn. Deze ontwikkeling is ook in Twente aangetroffen. Zo is Hertshoornweegbree (*Plantago coronopus*) sinds 1991 uit Twente bekend (Stolwijk, 1998) en is een duidelijke uitbreiding van de zoutminnende soorten waar te nemen.

Stolwijk (1998) is van mening dat enkele weken na de laatste strooiroonde het zoutgehalte in de bodem grotendeels met de regen naar het grondwater is weggespoeld. Het effect op de vegetatie is echter blijvend omdat de zouttolerante soorten zich ook na uitspoeling van het zout in het voorjaar dan blijvend hebben gevestigd.

Indien op de verhardingen rond wadi's in de winter strooizout wordt gebruikt zijn soortgelijke verschuivingen van de vegetatie te verwachten. Of door de andere aard van de bodem van wadi's en het andere gebruik van deze wadi's (bijvoorbeeld betreding) er ook andere effecten te verwachten zijn is niet bekend.

### 3.7.2 Effecten op houtige gewassen

Spatzout kan door het verkeer als een nevel over grotere afstand worden verspreid en terecht komen op de bovengrondse plantendelen. Daar kan het “verbranding” (fysiologische uitdroging als gevolg van plasmolyse) veroorzaken (Kopinga et al, 2001). Deze schade is herhaaldelijk in Nederland gerapporteerd, maar over het algemeen groeien de bomen en struiken hier wel overheen.

Wanneer het zout via de wortels de bomen en struiken bereikt kan chloride resulteren in vergiftigingsverschijnselen van het uitlopende blad (Kopinga et al, 2001). De meeste bomen en struiken groeien echter niet direct naast het wegdek, maar in de zone waar de zoutbelasting geringer is. Bovendien is goed bekend welke bomen en struiken meer en minder zouttolerant zijn; de wegbeheerder kan daarmee sortimentskeuze afstemmen op de situatie ter plekke.

### 3.8 Effecten op de fauna

Direct effect van de verzilting van de bodem is dat de bodemvormende dieren zoals wormen, mijten en mieren van de oorspronkelijke bodem zich uit de verzilte zone zullen terugtrekken (Brown, 1999). Hierdoor wordt de bodem door het ontbreken van graafoctiviteiten niet meer opengewerkt en kan deze versneld inklinken. Daardoor kan enerzijds minder kieming van plantenzaden optreden en anderzijds zal de waterafvoer naar het oppervlaktewater toenemen. Dit heeft een direct effect op de structuur van de wegberm: er is weinig water beschikbaar en de moeizame kieming leidt tot een laagblijvende en verspreide begroeiing. Ook in natuurlijke situaties is het zilte ecosysteem arm aan diersoorten, en door de afwezigheid van water en structuur zal de dichtheid van dierpopulaties geringer zijn dan in de minder door zout beïnvloede gedeelten van de berm (Kopinga et al, 2001).

De bermstrook die extra met zout wordt belast en waar het bovengenoemde effect optreedt, is gering van breedte, aangezien de pekkel in een smalle strook (naar schatting < 1 m breed) infiltreert. De eerste meter van de berm is ook overigens van weinig belang voor de natuurwaarden in bermen (De Jong *et al.* 2001) door het intensieve maaibeheer dat hier wordt gevoerd .





## 4 Conclusies en aanbevelingen

### 4.1 Conclusies

#### *Milieueffecten*

Het gebruik van NaCl als dooimiddel heeft gevolgen voor het milieu. De meeste directe invloed van zout in de berm treedt op in de eerste meters naast de weg. Op veel plaatsen heeft een verschuiving plaatsgevonden in de richting van een meer zouttolerante vegetatie.

Effecten van strooizout op het oppervlaktewater en het grondwater zijn voor Nederland nauwelijks onderzocht. Hoewel onderzoeken in andere landen laten zien dat strooizout een bijdrage kan leveren aan de toename van zout in zowel oppervlakte- als grondwater (drinkwater) is het onderwerp in Nederland nauwelijks onderwerp van discussie.

Niettemin is onduidelijk of er geen probleem bestaat voor de kwaliteit van oppervlakte- of grondwater als gevolg van het gebruik van strooizout.

Het is zeer wel denkbaar dat lokaal hoge zoutconcentraties optreden in bermsloten en in kwetsbare gebieden; hiervan zijn echter in Nederland geen concrete voorbeelden bekend. Een zelfde probleem kan ook optreden indien in het stedelijk gebied grote oppervlakten verharding waar gladheidsbestrijding met zout plaatsvindt, zijn afgekoppeld van de riolering.

Voor de wadi's in Enschede is niet duidelijk of een gebruik van strooizout de drainerende werking van de wadi's kan bemoeilijken. Verslemming door binding van zout aan lutumdeeltjes in een teeltlaag op de wadi's of in leemlaagjes onder de wadi's zou deze drainerende werking ernstig kunnen belemmeren.

Uit rekenvoorbeelden blijkt dat, op regionale schaal bekeken, de hoeveelheid zout die in Twente wordt gestrooid voor gladheidsbestrijding ruim twee keer zo veel is als de hoeveelheid NaCl die met de neerslag wordt aangevoerd. Wegbeheerders strooien in Twente jaarlijks naar schatting gemiddeld ca 10.000 ton NaCl en de achtergrondbelasting uit neerslag is ca 4.500 ton.

De gegevens van de afvalwaterzuiveringsinstallaties (AWZI's) laten geen verband zien tussen het gebruik van strooizout en de belasting in de AWZI met keukenzout.

#### *Beleid en uitvoering*

Rijkswaterstaat, de Provincie Overijssel en de gemeenten Almelo en Hengelo passen nat-strooien toe. De overige gemeenten gebruiken nog het droog-strooien vanwege de hoge omschakelingskosten.

De meeste milieuwinst is geboekt bij het omschakelen van droog naar nat strooien en verder door betere apparatuur en betere afstellingmogelijkheden. Verdere milieuwinst

is mogelijk wanneer de gemeenten die nog niet zijn omgeschakeld ook overstappen op nat-strooien.

De organisatie van de gladheidbestrijding is efficiënt, waardoor binnen 2-3 uur na de oproep alle doorgaande wegen en hoofdfietspaden zijn gestrooid. De aansturing van de gladheidbestrijding is in de regel professioneel georganiseerd. Een grotere mate van afstemming, bijvoorbeeld tussen de gladheidsmeldsystemen van provincie en Rijkswaterstaat levert naar verwachting geen (grote) milieuwinst op.

## 4.2 Aanbevelingen

### ***Meer duidelijkheid over effecten strooizoutgebruik in stedelijk gebied***

Het is gewenst dat in Nederland veldonderzoek wordt uitgevoerd naar de aanwezigheid van chloriden uit strooizout in het oppervlakte- en grondwater en naar de effecten hiervan. Dit geldt met name voor het stedelijk gebied in verband met nieuwe inzichten in het waterbeleid. Door water ‘vast te houden’ wordt ook een deel van het gebruikte strooizout ‘vastgehouden’. Het onderzoek dient erop gericht te zijn in beeld te brengen welke effecten optreden bij gescheiden en verbeterd gescheiden riolering (voornamelijk oppervlaktewater) en of het zout dat doorsijpelt door de bodem en naar het grondwater problemen kan veroorzaken, bijvoorbeeld voor de drainerende werking van wadi’s en infiltratierioleringen.

### ***Vermindering zoutbelasting door overschakeling op nat-zoutstrooien***

Het overschakelen van droog-strooien op nat-strooien kan leiden tot een aanzienlijke vermindering van het zoutgebruik in Twente. Het verdient aanbeveling om gemeenten die nog droog-strooien te stimuleren om deze overstap te maken. Provincie, Rijkswaterstaat en de gemeenten kunnen efficiencywinst boeken door de informatie van meteorologische diensten en van de gladheidsmeldsystemen meer met elkaar te delen.

### ***Terughoudendheid met gebruik strooizout in kwetsbare gebieden***

Het verdient aanbeveling om terughoudend te zijn bij het gebruik van strooizout voor de gladheidbestrijding in kwetsbare gebieden. Deze terughoudendheid geldt mede in verband met andere vervuilende stoffen die van verkeerswegen kunnen afspoelen.

Kwetsbare gebieden zijn drinkwaterbeschermingsgebieden, natuurgebieden en kleine stilstaande wateren waarop van de weg stromend water wordt geloosd. Deze laatste situatie kan optreden in wijken met een (verbeterd) gescheiden rioolstelsel, maar ook indien er overstorten zijn die (frequent) lozen op kleine wateren.

### ***Terughoudendheid bij gebruik strooizout rond wadi’s en infiltratie***

Bij geconcentreerde infiltratie, waarbij afstromend water vanuit een relatief grote oppervlakte in een relatief klein gebied wordt geïnfilteerd, wordt aanbevolen om het gebruik van strooizout op de verharde oppervlakte tot een minimum beperkt te houden. Anders zouden er lokaal hoge concentraties chloride in het grondwater

kunnen optreden, en indien de wadi's zijn voorzien van overlopen, bij ongunstige omstandigheden ook in het oppervlaktewater.

Deze terughoudendheid kan invulling krijgen door in deze gebieden alleen gladheidbestrijding toe te passen in extreme situaties.

Het verdient aanbeveling om de noodzaak voor deze terughoudendheid nader te onderbouwen door op experimentele basis in een wadi-systeem te volgen hoe gebruikt strooizout zich verspreidt.



## Literatuur

Anonymus, 1972. *Gladheidsbestrijding en milieu*. Stichting Relatie Gladheidsbestrijding en Milieubeheer.

Anonymus, 1977. *Het effect van wegeenzout op het zoutgehalte van bodemvocht, grondwater en oppervlaktewater*. Werkgroep zoutbalans van de stichting relatie gladheidsbestrijding-milieu-beheer. IMG TNO.

Anonymus 1999. *Salzstreuung – Auswirkungen auf die Gewässer*. Merkblatt nr. 3.2/1. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft. München.

Anonymus, 2000a. *Gladheid: preventie en bestrijding*. CROW, Kenniscentrum voor verkeer vervoer en infrastructuur, Ede. Publicatienummer 52.100 p.

Anonymus 2000b. *Van de weg in de sloot. Belasting van de bodem en het oppervlaktewater door run-off en verwaaiing langs provinciale wegen in Noord- en Zuid-Holland*. Regioteams diffuse bronnen Noord- en Zuid-Holland. 2000.

Anonymus, 2000c. *Natuurplanner*. Op [www.rivm.nl/milieu/natuurplanner](http://www.rivm.nl/milieu/natuurplanner).

Anonymus, 2002. *Afstromend wegwater*. Commissie Integraal Waterbeheer, Den Haag. Publicatie nummer 4 in de serie Water en milieu. 72 p plus bijlagen.

Anonymus, 2003. *Onkruidbestrijding en gladheidsbestrijding op verhardingen*. Infoblad Nationaal DuBo centrum.

Blomqvist, G en E.-L. Johansson, 1999. *Airborne spreading and deposition of de-icing salt – a case study* In *The science of the total environment*, 235 (1999), p 161-168.

Brown, R.W., 1999. *Grass margins and earthworm activity in organic and integrated systems*. *Aspects of Applied Biology* 54, Field margins and buffer zones: ecology management and policy, pp 207 – 210

Burg, J. van den 1982. *De betekenis van chloride voor bomen: toxische gehalten in blad, naalden en grond; een literatuuroverzicht*. Rapport nr. 323, RBL De Dorschkamp, Wageningen, 123 p.

CROW, 1987. *'Glad-weg veilig...'*. CROW. Publ. nr. 5, Ede.

CROW, 2000. *Gladheid: preventie en bestrijding*. CROW. Publ. nr. 152. Ede.

Doorn, R.A. van, 2002. *Gladheidsbestrijding niet over een nacht ijs*. In: *Wegeninfo*, Rijkswaterstaat, juni 2002.

- Godwin, K.S., S.D. Hafner en M.F. Buff, 2003. *Long-term trends in sodium and chloride in the Mohawk river, New York. The effect of fifty years of roadsalt application.* In: Environmental Pollution, Volume 124, Issue 2, July 2003, p 273-281.
- Haren, J.C.M. van en M. van Wieringen, 1997. *De ecologie van het Noordzeekanaal. Evaluatie ecologisch onderzoek een aanzet tot ecologische doelstelling.* Directoraat Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland, Nota ANW 97.01
- Hoeks, J, 1978. *Bodemverontreiniging langs verkeerswegen.* Recreatievoorzieningen 10 (3): 133-137.
- Howard, K.W.F. en J. Haynes, 1993. *Groundwater contamination due to road de-icing chemicals – salt balance implications.* In Geoscience Canada, Volume 20, issue 1, 1993, p 1-8.
- Howard, K.W.F., J. I. Boyce, S. J. Livingstone, S. L. Salvatori, Groundwater Research Group at University of Toronto: GSA TODAY, "Road Salt Impacts on Groundwater Quality -- The Worst is Still to Come!" Vol. 3, No. 12 December 1993.
- Jong, J.J. de, J.H. Spijker, R.J.A.M. Wolf (red) 2001. *Beheerskosten en natuurwaarden van groenvoorzieningen langs rijkswegen. Een vergelijking tussen traditioneel beheer, ecologisch beheer van grazige bermen, boomweiden en bermsloten.*
- Kopinga, J., H. Timmermans & J.H. Spijker 2001. *Een milieuverkenning van de effecten van strooizout in vergelijking met spuiten met glyfosaat.* Onderdeel van de rapportage 'Bestrijding onkruidgroei op ZOAB, deel 2, onderzoek 2001', (publicatie RWS-DWW- 100; PRI-nota 136).
- Mentink, P.J.M. 1986. *Zoutschade aan beplantingen langs autosnelwegen - verslag van een inventarisatie, uitgevoerd na de winter van 1984/1985.* Rapport nr. 438, RBL De Dorschkamp, Wageningen, 34 p.
- Milieukeur Groen en Verhardingen. *Certificatieschema 2003.* Stichting Milieukeur. Productschap Wegbelasting en Gladheidsbestrijding, DWW 2001. *Richtlijn gladheidsbestrijding.* Rapportnummer IB-R-01-63. Rijkswaterstaat, november 2001.
- Nieuwsma, R. 2002. *Kan het wat minder zout?* In Wegeninfo, april 2002. p. 10. Uitgave Rijkswaterstaat.
- Sonneveld. C., J. van Beusekom en J.J. Verduyn den Boer, 1972. *De invloed van wegenzout op de verzilting van grond- en oppervlaktewater.* Proefstaion voor de Groenten- en fruittelt onder glas, Naaldwijk en Hoogheemraadschap van Delfland. 8 p plus bijlagen.
- Stege, C. ter, 2002. *Ideaal Strooisceario bestaat niet.* In Milieumagazine februari 2002. Uitg Rijkswaterstaat.

- Stolk, A.P. 2001. Landelijk meetnet regenwatersamenstelling. Meetresultaten 1999. RIVM rapport 723101-056. RIVM Bilthoven.
- Stolwijk, P.F., 1998. De zilte berm. In: Natuurmuseum Jannink Jaargang 1, 1998, nr 6, p 9-10.
- Sýkora, K.V., L.J. de Nijs en T.A.H.M. Pelsma. 1993. Plantengemeenschappen van Nederlandse wegbermen. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Naurhistorische vereniging, Utrecht. 280 p.
- Terpstra, H., 1986. Het effect van wegezout op het milieu. Rijksuniversiteit Groningen. 44 p.
- Thunqvist, E.L. 2004. Regional increases of mean chloride concentration in water due to the application of deicing salt. In: Science of the total environment, volume 325, issues 1-3, June 2004, p 29-37.
- Wentink R., F.C. Boogaard, G. Bruins & P. Bode 2003. Wadi's doorgelicht. Tussenrapportage over het hydrologisch en milieuhygiënisch functioneren en de waardering van bewoners. Stichting RIONED. Ede.
- Werkgroep Zoutbalans, 1977. Het effect van wegezout op het zoutgehalte van bodemvocht, grondwater en oppervlaktewater. Instituut voor Milieugehygiëne en gezondheidstechniek TNO, Delft
- Wolff, W.J., 2000. Recent human-induced invasion of freshwaters by saltwater animals? *Aquatic Ecology* 34: 319 - 321





## Bijlage 1 Overzicht respondenten

Interviews zijn gehouden met:

- Dhr. J. Muizelaar, Provincie Overijssel, Zwolle. (Buitendienst sectie Midden)
- Dhr. J. Groener, Provincie Overijssel, Zwolle. (Buitendienst sectie Oost)
- Dhr. P. Koekkoek, Gemeente Enschede.
- Dhr. R. Nijhuis, Gemeente Wierden. (Afdeling civiel; onderhoud en beheer)
- Dhr. K. Zijlema, Gemeente Hengelo (O).
- Dhr. Th. Jansen, Gemeente Almelo. (Beleidsmedewerker)
- Dhr. R. Gerrits, Gemeente Almelo (Medewerker Integraal Beheer)
- Dhr. A. Boertien, Twente Milieu.
- Dhr. J. Ebben, Gemeente Borne. (Clusterleider buitendienst)
- Dhr. E. Takkenberg, Gemeente Borne. (Medewerker bedrijfsbureau)
- Dhr. R. de Jong, Rijkswaterstaat (Coördinator gladheidbestrijding Rayon Hengelo)

Verder werd informatie verkregen van:

- Dhr. R. Vitale, AKZO Nobel Zout, Amersfoort.
- Dhr. R.. Nieuwsma, Dienst Weg en Waterbouw van Rijkswaterstaat Delft.  
(uitgebreide literatuursurvey in de bestanden van de ministeries van Verkeer en Waterstaat en VROM)
- Dhr. F. Boogaard, TAUW Utrecht. (ter beschikking stellen van ongepubliceerde meetgegevens van zout in afstromend hemelwater in Enschede).

## Bijlage 2 Vragenlijst zoutgebruik Twentse gemeenten

*Alterra voert in opdracht van het Waterpact Twente een onderzoek uit naar het gebruik en de milieu-effecten voor het oppervlaktewater van strooizout ten behoeve van gladheidsbestrijding. Doel van het interview is om een inzicht te krijgen in het gebruik van strooizout in Twente.*

Gemeente: .....

Oppervlakte : .....

### Contactpersonen

1:..... 2:.....

Tel:..... Tel:.....

Email:..... Email:.....

### Algemeen

- 1 Hoeveel verharding dient u te beheren? Kunt u onderscheid maken naar soort verharding? halfverh/zoab/beton/betonklinkers/niet betonklinkers/onverhard
- 2 Kunt u in de hoeveelheid verharding onderscheid maken naar functie? Parkeerplaatsen/fietspaden/buurtwegen/hoofdwegen enz.
- 3 Wat zijn de kosten van gladheidsbestrijding? Evt. uitsplitsen naar verharding/functie (range aangeven)?

### Beleid

- 4 Wat is het strooibeleid?
- 5 Wordt er gezoneerd gestrooid?
- 6 Rekening met milieu-effecten/hoe?
- 7 Wat heeft prioriteit bij het strooien?
- 8 Wordt geprobeerd om het gebruik van strooizout terug te dringen?
- 9 Wordt er gebruik gemaakt van verstroevende middelen zoals zand en split?
- 10 Wordt zoutstrooien uitbesteedt. Waarom wel/niet?
- 11 Wat is het beleid t.a.v. zoutstrooien?

### Praktijk

- 12 Hoe wordt in de praktijk het strooi beleid ten uitvoer gebracht?
- 13 Gebruikte hoeveelheid strooizout per jaar?
- 14 Maakt u gebruik van verschillende soorten strooizout?
- 15 Wanneer maakt u gebruik van strooizout?
- 16 Welke methode maakt u gebruik van (nat/droog)?
- 17 Hoelang duurt het eerdad het gebied gestrooid is?
- 18 Worden aan het strooizout hulpmiddelen toegevoegd?
- 19 Welke complicaties treden er op bij het zoutstrooien?
- 20 Maakt u bij het strooien onderscheid naar verharding?
- 21 Verschilt gladheidsbestrijding op fiets- en voetpaden van wegen?
- 22 Waar wordt extra aandacht aan besteed bij gladheidsbestrijding?
- 23 Wat t.a.v. bruggen, beschutte plaatsen e.d.?
- 24 In hoeverre wijkt de praktijk af van het beleid?
- 25 Komt het wel eens voor dat u de gladheid niet de baas kan?

### Communicatie

- 26 Wie bepaalt wanneer er gestrooid gaat worden?
- 27 Hoe verloopt de communicatie?
- 28 Wordt er gecommuniceerd over de gladheidsbestrijding? Naar wie?
- 29 Heeft u weleens reacties gehad op het zoutstrooien?

### Kennis delen

- 30 Is naar uw mening strooizout schadelijk?
- 31 Waarvoor is naar uw mening zout schadelijk?
- 32 Heeft u de schadelijke gevolgen van het gebruik van strooizout weleens ergens geconstateerd? (bijv. chlorose, necrose, bladval)
- 33 Wordt er gebruik gemaakt van kennis en ervaringen van anderen?
- 34 Heeft u onderzoek uitgevoerd naar gebruik van strooimiddelen?
- 35 Hoe houdt u zich op de hoogte van nieuwe ontwikkelingen op gebied van gladheidsbestrijding?
- 36 Bezoekt u weleens contactdagen, lezingen en dergelijken?
- 37 Heeft u over strooizout contact met collega's bij andere instanties/gemeenten?
- 38 Aan welke kennis heeft u behoefte?
- 39 Heeft u weleens experimenten uitgevoerd m.b.t. strooizout?
- 40 Zijn er omschakelingen geweest, (methode, middelen, enz.)?