



Joachim Rozemeijer, Universiteit Utrecht / Deltares
Ype van der Velde, Wageningen Universiteit / Deltares

Oppervlakkige afstroming ook van belang in het vlakke Nederland

Oppervlakkige afstroming is belangrijker dan algemeen wordt aangenomen in het waterbeheer in Nederland. Dit blijkt uit veldwaarnemingen en metingen uit onderzoek naar de dynamiek in grond- en oppervlaktewaterkwaliteit (DYNAQUAL). Met name voor het transport van fosfaat en zware metalen vanaf landbouwpercelen blijkt oppervlakkige afstroming een belangrijke route te vormen.

Neerslag kan via snelle of langzame routes het oppervlaktewater bereiken. De allersnelste route van een perceel naar een watergang is de stroming direct over het landoppervlak: oppervlakkige afstroming. In internationale hydrologische literatuur over neerslag-afvoerprocessen komt deze stromingscomponent uitgebreid aan bod. Logisch omdat veel van deze studies worden uitgevoerd in reliëfrijke stroomgebieden waar tijdens buien duidelijk zichtbaar water over de hellingen afstroomt.

Nederland daarentegen is plat. Door waterbeheerders en onderzoekers wordt daarom relatief weinig rekening gehouden met oppervlakkige afstroming. Afgezien van wat direct in de watergang of op de schuine

oever valt, wordt veelal verondersteld dat het neerslagwater infiltreert naar het grondwater om vervolgens door de ondergrond naar het oppervlaktewaterstelsel te stromen. Hierbij wordt ook gerekend op de zuiverende werking van de ondergrond; verontreinigingen vanuit de landbouw of de atmosfeer worden voor een groot deel vastgelegd of omgezet in de bodem voordat ze het oppervlaktewater kunnen bereiken.

Zijn deze aannamen terecht? In het kader van het onderzoek naar de dynamiek in grond- en oppervlaktewaterkwaliteit zijn veldbezoeken gebracht aan het stroomgebied van de Hupselse beek tussen Groenlo en Eibergen. Regelmatig is oppervlakkige afstroming waargenomen,

ook vanaf vlakke percelen. In dit artikel wordt het verschijnsel vanuit zowel het waterkwantiteits- als het waterkwaliteitsaspect belicht en worden de gevolgen voor het Nederlandse waterbeheer bediscussieerd.

Waarnemingen

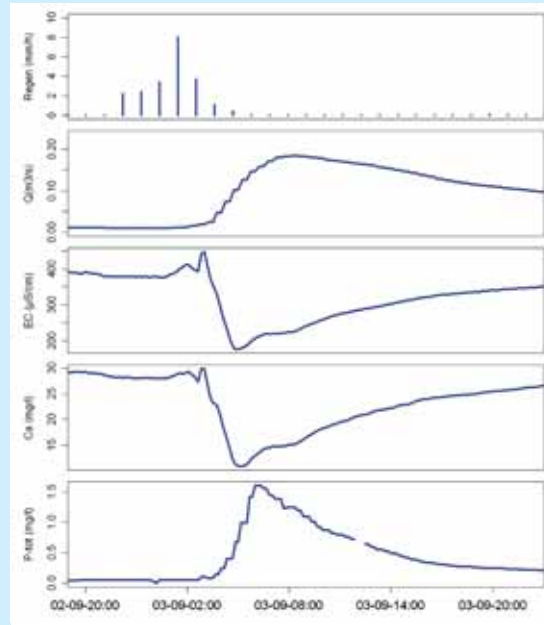
Oppervlakkige afstroming in het platte Nederland mag dan wel niet iedere hydroloog of waterbeheerder bekend in de oren klinken, plassen op akkers en weilanden zijn wel een bekend verschijnsel. Deze plassen ontstaan als de grondwaterspiegel in natte perioden stijgt tot boven het maaiveld of als de neerslagintensiteit groter is dan de infiltratiecapaciteit van de bodem. Tijdens een veldbezoek op 1 maart 2007 werd op talloze plaatsen waargenomen dat deze plassen rechtstreeks overliepen naar het oppervlaktewater. Graafgangen van mollen, ratten en muizen bleken hierbij een belangrijke rol te spelen. Deze dieren lijken een voorkeur te hebben voor het graven in de relatief droge, goed gedraineerde en weinig bewerkte bodem langs waterlopen. In veel gevallen legde de oppervlakkige afstroming de laatste stuk (decimeters tot enkele meters) naar de watergang af via de graafgangen in de oever. Verhogingen langs de waterloop kunnen het oppervlakkig afstromende water hierdoor niet altijd tegenhouden. Daarnaast stroomde vooral vanaf akkers water oppervlakkig af via kleine greppels, gegraven door de landeigenaar om de plassen van zijn perceel te krijgen.

Na afloop van hevige buien bleven sporen van de oppervlakkige afstroming achter. Kleine erosie- en sedimentatievormen in de oever van de watergang markeerden



Directe oppervlakkige afstroming.

Bij het uitstroompunt van de Hupselse beek zijn continue waterkwaliteitsmetingen verricht met een Hydrion-10 en een fosfaatanalyser. Op 3 september 2007 viel tijdens een heftige bui in korte tijd 20 millimeter neerslag. In de grafiek is de reactie te zien van de afvoer en de waterkwaliteit van de Hupselse beek. Tijdens deze bui daalde de EC van het water van 380 naar 170 mS/cm. De calciumconcentratie daalde van 30 mg/l naar 12 mg/l. De daling van de EC en de calciumconcentratie wordt veroorzaakt door verdunning met vers regenwater met een EC van circa 20 mS/cm en een calciumconcentratie van 0,24 mg/l¹⁾.



Uit de mate van verdunning kan worden geschat welk deel van de afvoer bestaat uit vers regenwater, gevallen tijdens deze bui. Dit deel van de afvoer heeft een zeer snelle (oppervlakkige) route gevolgd naar het oppervlaktewater. Tijdens de afvoerpiek blijkt meer dan 60 procent van de afvoer uit vers gevallen neerslag te bestaan. De piek in de concentratie totaal-fosfaat na de bui wordt met name veroorzaakt door het loskomen en meestromen van organische verbindingen en ijzer- en aluminiumoxidevlokken waaraan fosfaat gebonden zit. De grafiek maakt duidelijk dat veruit het grootste deel van het fosfaatvrucht (concentratie x afvoer) tijdens korte afvoerpieken wordt getransporteerd.



Graafgang in oevers van watergangen.

komt (zie kader). Hieruit blijkt dat tijdens de afvoerpiek meer dan 60 procent van de afvoer bestaat uit vers neerslagwater dat klaarblijkelijk een zeer snelle route heeft afgelegd naar het oppervlaktewatersysteem.

Op een perceel in hetzelfde stroomgebied zijn voor een 45 meter lang sloottransect metingen gedaan van de bijdragen van verschillende transportroutes aan de slootafvoer. Oppervlakkige afstroming bleek tijdens hevige regenbuien goed te zijn voor tot 70 procent van de totale slootafvoer³⁾. De zeer snelle afvoer van neerslagwater kan leiden tot wateroverlast. Een ander gevolg van de snelle afvoer is dat het water niet bijdraagt aan de aanvulling van het grondwater. Algemeen wordt aangenomen dat de grondwateraanvulling in Nederland gelijk is aan het neerslagoverschot met een jaarlijks gemiddelde van ongeveer 300 millimeter. Door het oppervlakkig afstromen van neerslagwater, ook in infiltratiegebieden, kan deze grondwateraanvulling in werkelijkheid lager zijn.

Gevolgen voor de waterkwaliteit

Op 1 maart 2007 is de oppervlakkige afvoer op 20 locaties bemonsterd. De meetresultaten zijn samengevat in de tabel. Voor alle stoffen zijn de opgeloste

de locaties waar oppervlakkige afstroming was opgetreden. Soms was een duidelijk erosiegeultje in de slootkant uitgesleten. Ook zijn soms de afzettingen van het meegevoerde zand nog zichtbaar op de oever. Meestal waren de sporen van oppervlakkige afstroming echter subtieler.

Na deze eerste waarnemingen is nog regelmatig oppervlakkige afstroming waargenomen of zijn de sporen ervan gevonden in het stroomgebied van de Hupselse beek. Een enkele keer gebeurde dit tijdens de natte zomer van 2007, maar voornamelijk gedurende de winter die

Oppervlakkige afstroming legt de laatste decimeters van het perceel naar de waterloop af via graafgangen.



hierop volgde. In de winter ontstaan vaker en langduriger plassen op het land door de geringe verdamping. Het dichtslaan van de landbouwgrond gedurende de winter werkt oppervlakkige afstroming verder in de hand.

Gevolgen voor waterkwantiteit

Een belangrijk gevolg van oppervlakkige afstroming voor de respons van stroomgebieden op neerslag is dat een flink deel van de neerslag vrijwel direct tot afvoer komt. Dit kan worden geïllustreerd aan de hand van continue metingen van de afvoer en de waterkwaliteit die in het kader van DYNAQUAL bij het uitstroompunt van de Hupselse beek zijn verricht. Aan de hand van de verandering in de waterkwaliteit na een bui kan worden bepaald wat het aandeel is van neerslagwater dat direct tot afvoer

Gemiddelde opgeloste concentraties in oppervlakkige afstroming in het Hupsel stroomgebied op 1 maart 2007. Ook de standaarddeviaties zijn weergegeven.

	gemiddeld (standaarddeviatie) alle monsters (n = 20)	gemiddeld (standaarddeviatie) akker (n = 10)	gemiddeld (standaarddeviatie) grasland (n = 10)
P (mg/l)	0,65 (1,06)	0,76 (1,42)	0,56 (0,64)
NO ₃ (mg/l)	7,3 (16,1)	11,6 (22,5)	3,0 (2,4)
SO ₄ (mg/l)	4,0 (5,8)	5,4 (8,3)	2,8 (2,0)
Na (mg/l)	5,5 (3,2)	4,2 (2,8)	6,7 (3,3)
K (mg/l)	9,8 (9,7)	9,7 (12,0)	9,8 (7,7)
Cl (mg/l)	4,1 (4,4)	2,8 (0,9)	5,2 (5,9)
Cd (µg/l)	0,11 (0,10)	0,13 (0,15)	0,08 (0,02)
Cu (µg/l)	13,6 (9,4)	14,7 (13,5)	12,6 (3,8)
Zn (µg/l)	4,1 (4,4)	2,8 (0,9)	5,2 (5,9)



Sporen van oppervlakkige afstroming. Links een erosiegeul in de oever. Rechts zijn kleinschalige zandafzettingen te zien (foto links: Joris Schaap).

concentraties gegeven. Voor met name fosfaat en zware metalen zullen de totaalconcentraties (opgelost + geadsorbeerd) nog flink hoger liggen. De kwaliteit van het afstromende water varieert sterk van perceel tot perceel. Met name de fosfaatconcentraties liggen hoog. De gemiddelde opgeloste hoeveelheid fosfaat overschrijdt al vijf maal de oude MTR-norm van 0,15 mg/l*. Het fosfaat dat gebonden is aan de meegevoerde organische deeltjes en ijzer- en aluminiumvlokken, is hierbij dus nog niet inbegrepen.

De hoge fosfaatconcentraties in het snel afstromende water en het opwervelen van fosfaatrijk sediment door de hoge stroomsnelheden veroorzaken een fosfaatpiek in het oppervlaktewater vlak na de bui (zie grafiek in het kader). Deze korte pieken zijn verantwoordelijk voor het overgrote deel van de fosfaatvracht uit het stroomgebied gedurende het jaar. Hetzelfde geldt waarschijnlijk voor de sterk aan klei en organisch materiaal adsorberende zware metalen (cadmium, zink, koper). De korte concentratiepieken worden echter over het algemeen niet waargenomen in de maandelijkse metingen van de waterschappen van de oppervlaktewaterkwaliteit. De grote vrachten aan fosfaat en

zware metalen kunnen benedenstrooms echter leiden tot verontreiniging van waterbodems en nalevering van fosfaat en zware metalen naar het oppervlaktewater.

Conclusie

Het belang van oppervlakkige afstroming lijkt te worden onderschat in het Nederlandse waterbeheer. De exacte bijdrage van oppervlakkige afstroming aan de afvoer van oppervlaktewater en het effect op de waterkwaliteit is moeilijk te kwantificeren, doordat het zeer lokaal en gedurende korte periodes optreedt. Verschillende waarnemingen en metingen op verschillende schaalniveaus (DYNAQUAL en DOVE (zie ook kader)) hebben echter aannemelijk gemaakt dat oppervlakkige afstroming een zeer belangrijke transportroute voor water en stoffen van landbouwgronden naar het oppervlaktewater vormt.

Begrip van (de dynamiek in) transportroutes is belangrijk bij de definitie van waterkwaliteitsdoelen, de selectie van effectieve maatregelen en het meten van de effecten van deze maatregelen (monitoring).

Met name voor de aanpak van de fosfaatproblematiek hebben de in dit

Bemonstering van oppervlakkige afstroming op 1 maart 2007.



artikel beschreven inzichten belangrijke consequenties. De kortdurende pieken tijdens regenbuien blijken bepalend te zijn voor de jaarlijkse fosfaatvracht uit het stroomgebied en dus ook voor de water(bodem)kwaliteit benedenstrooms. Het verminderen van de fosfaatvracht tijdens deze pieken zou daarom één van de doelstellingen moeten zijn van het waterkwaliteitsbeheer. Het gehanteerde normenstelsel zou hiermee rekening moeten houden. Maatregelen zouden in ieder geval deels gericht moeten zijn op het verminderen van oppervlakkige afstroming en/of het verminderen van de fosfaatconcentraties in het oppervlakkig afstromende water. Een voorbeeld van een mogelijke maatregel is het afvangen van slibdeeltjes in laagtes voordat het oppervlakkig afstromende water de waterloop bereikt. Met de gangbare maandelijkse metingen is het echter niet mogelijk het effect van dergelijke maatregelen op de piekvrachten vast te stellen. Hiertoe zullen debietproportionele of continue fosfaatmetingen verricht moeten worden.

NOTEN

- * Het MTR-normenstelsel (het maximaal toelaatbaar risico) is niet meer van kracht, maar wordt hier nog gebruikt ter referentie. De nieuwe KRW-normen zijn veelal vergelijkbaar aan de MTR, maar verschillen per watertype. Voor beken op zand is de KRW-werknorm 0,14 mg/l³.

LITERATUUR

- 1) RIVM (2001). Landelijk meetnet regenwatersamenstelling. Meetresultaten 2000. RIVM-rapport 723101 057 / 2001.
- 2) Van der Velde I., J. Rozemeijer, G. de Rooij, F. van Geer en H. Broers (2008). Field scale measurements for separation of catchment discharge into flow route contributions. Submitted to Vadose Zone Journal.
- 3) Van der Molen D., P. Boers en N. Evers (2006). KRW-normen voor algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen in natuurlijke wateren. H₂O nr. 25/26, pag. 31-33.
- 4) STOWA (2007). Uitspoeling van meststoffen uit grasland. Emissieroutes onder de loep. STOWA-rapport 2007-14.

Onder de naam DOVE (Diffuse belasting Oppervlaktewater door de VEehouderij) is door onder andere Alterra, Arcadis, RIVM en Waterschap Regge en Dinkel, Hoogheemraadschap Rijnland en Waterschap Rivierenland onderzoek verricht naar de uitspoeling van meststoffen uit grasland⁴. Aan de hand van metingen en modellen zijn water- en nutriëntenbalansen opgesteld voor graspercelen op zand-, veen- en kleigrond. Ook uit dit onderzoek kwam naar voren dat oppervlakkige afstroming een belangrijke transportroute voor nutriënten naar het oppervlaktewater is. Met name het transport van fosfaat via oppervlakkige afstroming was significant (van ca 30 procent tot ca 85 procent)⁴. Op 7 oktober vindt een slotsymposium plaats over het DOVE-project. Voor meer informatie of registratie: DOVE@arcadis.nl.