



Christy van Beek, Alterra  
 René Rietra, Alterra  
 Joop Harmsen, Alterra  
 Frank van der Bolt, Alterra

# De effecten van baggeren op emissies naar water en lucht

**Baggeren van sloten is een gangbare praktijk in grote delen van laag Nederland. Bagger is rijk aan nutriënten en organische stof. Bij organisch rijke bagger - zoals in veengebieden - wordt bij iedere baggeronde ongeveer 350 kilo stikstof en 20 kilo fosfaat per hectare opgebracht en draagt daarmee sterk bij aan de bemesting zonder dat dit terugkomt in de mestboekhouding. Het op de kant brengen van bagger kan echter ook leiden tot ongewenste emissies van lachgas en kooldioxide naar de atmosfeer en uitspoeling van stikstof en fosfaat naar grond- en oppervlaktewater. De omstandigheden waaronder dit gebeurt blijken af te hangen van de herkomst van de bagger, aldus een verkennende studie.**

De waterbodem in sloten groeit aan door afkalven van de slootkant, afsterven van waterplanten, aanvoer van bodemdeeltjes door oppervlakkige afstroming en sedimentatie van met slootwater aangevoerde vaste delen. De aangegroeide waterbodem wordt regelmatig (circa eens per vijf tot tien jaar) uitgebaggerd en direct naast de sloot op de kant gezet of over het perceel verspreid. In vergelijking tot de aanliggende grond bevat bagger meer organische stof, is de redoxpotentiala lager en de pH hoger. Bij verspreiding van bagger en het in contact komen met de lucht vindt een snelle stijging van de redoxpotentiala plaats en breekt een deel van de organische stof snel af (binnen een jaar). Bij deze afbraak komen nutriënten vrij. Ook kunnen gereduceerde verbindingen oxideren en in oplossing gaan. Het opbrengen van bagger kan

dan als een 'trigger' optreden voor het mobiliseren van stoffen in de bodem die kunnen uitspoelen naar grond- en oppervlaktewater of vervluchtigen als broeikasgas. In een verkennende studie is het effect van bagger op de uitspoeling van stikstof en fosfaat naar grond- en oppervlaktewater en op de emissies van lachgas en kooldioxide naar de atmosfeer onder geconditioneerde omstandigheden onderzocht.

## Effect van bagger op uitspoeling stikstof en fosfaat

In juni 2008 zijn verschillende behandelingen met bagger en grond in triplo aangebracht in lysimeters, waarbij de dikte van de laag bagger al dan niet op de grond is gevarieerd (zie tabel 1). De effecten van het direct naast de sloot op de kant zetten van bagger (tien centimeter dikke laag) versus het over het gehele perceel verspreiden van bagger

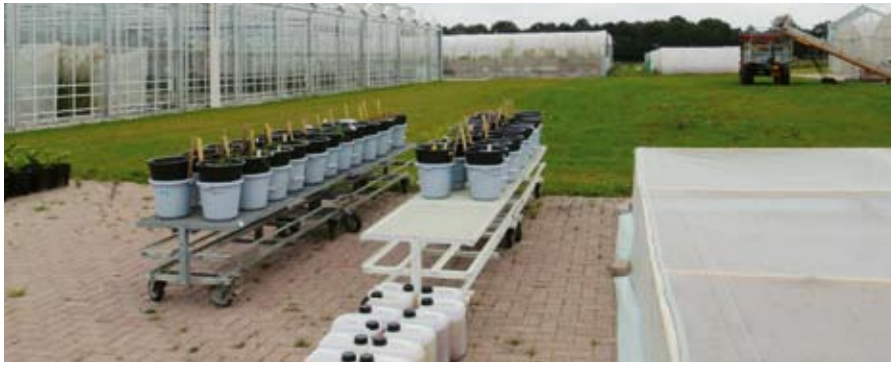
door gebruik van een baggerspuit (twee centimeter dikke laag) en de gevolgen van de interactie tussen bodem en bagger zijn zo bestudeerd. De grond en bagger waren afkomstig uit de Vlietpolder nabij Leiden en uit Zegveld nabij Woerden. Dit zijn veengebieden waarvan zowel de grond als bagger rijk is aan organische stof (zie tabel 2).

Nadat de bagger uit de sloot was gehaald, werd het overgebracht in lysimeters van tien liter met een geperforeerde bodem (zie foto). De bodem was afgedekt met filterdoek (poriëngrootte 5 µm). Percolatiewater werd opgevangen in een reservoir en geconserveerd door toevoeging van HgCl<sub>2</sub>. De minimale (verticale) afstand tussen de lysimeters en het reservoir was tien centimeter. De lysimeters werden opgesteld in de buitenlucht in een omheinde locatie in Wageningen. Grond en bagger

**Tabel 1. Cumulatieve uitspoeling van stikstof en fosfaat uit bagger na 160 dagen als functie van de dikte van de baggerlaag en wel of geen bodemlaag (gift als bagger, en uitspoeling in kilo's per hectare).**

	Vlietpolder					Zegveld					*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
lysimer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
bagger (cm)	10	2	10	2	-	10	2	10	2	-	
bodem (cm)	-	-	2	2	2	-	-	2	2	2	
fosfaatgift via bagger	169	41	189	44		156	6	175	38		
stikstofgift via bagger	1529	369	1701	400		2174	496	2441	534		
fosfaatuitspoeling	10	2,8	0,3	0,3	0,5	0,6	0,2	0,3	0,3	0,6	0,1
stikstofuitspoeling	26	14	14	21	26	9	10	13	21	31	12

\* In de controlebehandeling was geen grond en bagger aanwezig.



**Lysimeter-opstelling:** verschillende verhoudingen grond en bagger werden aangebracht in de bovenste (zwarte) geperforeerde emmers. Het percolatiewater werd opgevangen in de onderste (grijze) emmer en regelmatig geanalyseerd.

zijn voorafgaand aan het experiment en tweemaal gedurende het experiment gewogen. Gedurende zes maanden is elke maand het percolaat geanalyseerd op nitraat, ammonium, fosfaat, DOC, totaal-stikstof en de pH. Bij aanvang en aan het einde van de proef zijn totaalgehalten aan stikstof, fosfaat, zwavel en koolstof in bagger en grond bepaald.

**Effect van bagger op emissies van lachgas en koolstof**

Tegelijkertijd zijn in een laboratoriumproef de emissies van lachgas en kooldioxide uit de grond en bagger bepaald. Hiertoe zijn drie behandelingen met vers materiaal ingezet: alleen grond, alleen bagger én bagger en grond, waarbij het materiaal afkomstig was uit de Vlietpolder. Teruggerekend bestond iedere behandeling uit 100 gram

droog materiaal. De behandelingen zijn geïncubeerd bij 15°C. Na één, drie, zeven, 14, 28, 60, 120 en 200 dagen zijn de emissies van lachgas en kooldioxide gemeten met behulp van foto-akoestische analyses<sup>1)</sup>.

**Uitspoeling van stikstof en fosfaat uit bagger**

De initiële gehalten aan nutriënten in veengrond en bagger waren hoog en de verschillen tussen de locaties beperkt (zie tabel 2). Uit de bagger uit de Vlietpolder spoelde veel meer fosfaat uit dan uit de bodem van de Vlietpolder (zie afbeelding 1). De verschillen in fosfaatuitspoeling tussen alleen de bagger uit de Vlietpolder en alleen de bagger uit Zegveld zijn fors (circa een factor 15) en kunnen worden verklaard uit de fosfaatverzadigingsgraad van de bagger (zie tabel 2).

Uit de bagger afkomstig van Zegveld spoelde minder of evenveel fosfaat uit als uit de bodem van Zegveld. De uitspoelde hoeveelheden geven een indicatie van de potentiële belasting van de bodem en het oppervlaktewater (via bodem en/of via oppervlakkige afstroming). De behandeling met tien centimeter bagger correspondeerde voor beide gronden ongeveer met een gift van 160 kilo fosfaat per hectare (zie tabel 1). De uitspoeling bedroeg ongeveer tien kilo fosfaat per hectare voor bagger uit de Vlietpolder en 0,6 kilo fosfaat per hectare voor bagger uit Zegveld. Voor de Vlietpolder zijn de fosfaatgift via bagger en de resulterende uitspoeling hoog ten opzichte van de jaarlijkse fosfaatgebruiksnorm van 44 kilo fosfaat per hectare en de gemiddelde uitspoelingsfluxen van 0,5 tot vijf kilo fosfaat per hectare in het westelijk veenweidegebied<sup>2)</sup>. Voor Zegveld waren deze waarden lager (zie tabel 1). De stikstofuitspoeling uit beide baggersoorten was lager of gelijk aan de normale waarden voor stikstofuitspoeling uit de veengronden.

De aanwezigheid van twee centimeter grond onder de bagger leidde tot een vermindering van de fosfaatuitspoeling uit de grond (zie afbeelding 1). Dit werd veroorzaakt door fosfaatbinding uit bagger aan de onderliggende grond. Deze was in tegenstelling tot de bagger aerob (hogere redox) en biedt daardoor meer bindingsmogelijkheden. Hierdoor leidde in deze proef de toediening van bagger, ondanks de relatief hoge fosfaatgift, niet tot een sterke stijging van de uitspoeling van fosfaat.

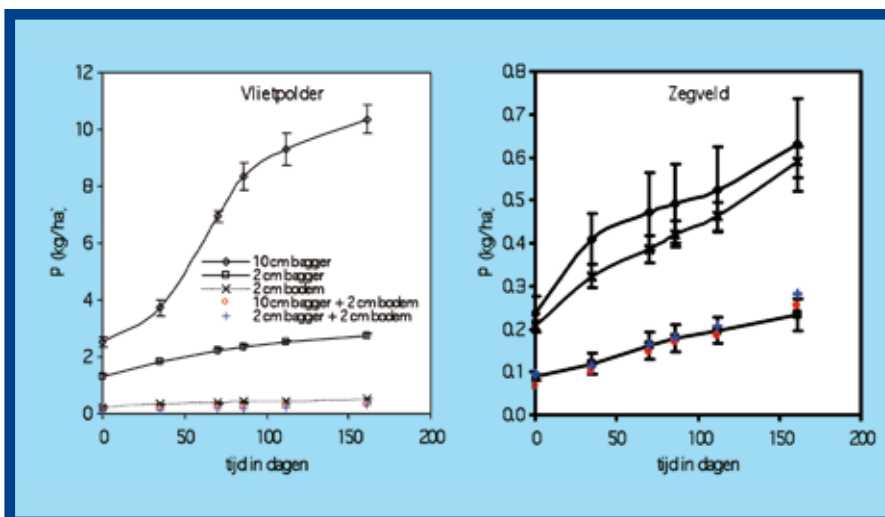
De absolute fosfaatconcentraties in het percolaat, en daarmee de verschillen tussen de twee baggersoorten, konden grotendeels verklaard worden uit de fosfaatverzadiging (zie tabel 2). Tijdens de proef nam de fosfaatuitspoeling af. De fosfaatconcentratie bij twee centimeter bagger was veel lager dan bij tien centimeter bagger. Bovendien nam de uitspoeling van sulfaat toe en de pH af. Deze processen wijzen op oxidatie van ijzer(II)sulfide, resulterend in de vorming van ijzer(III)oxide en uitspoelbaar sulfaat. IJzer(III) bindt fosfaat. Dat kan de afname in de fosfaatuitspoeling verklaren. In de laag van twee centimeter is de oxidatie sneller over de gehele laag gerealiseerd en zal dus ook sneller een lagere uitspoeling geven (zie afbeelding 1).

**Tabel 2. Initiële totaalgehalten aan nutriënten in grond en bagger (gram per kilo) en fosfaatverzadiging (%).**

	Vlietpolder		Zegveld	
	grond	bagger	grond	bagger
stikstof-totaal	8	14	18	19
fosfaat-totaal	1,2	1,6	2,2	1,4
zwavel-totaal	3	25	5	18
koolstof-totaal	104	239	220	279
fosfaatverzadiging*	21	47	19	23

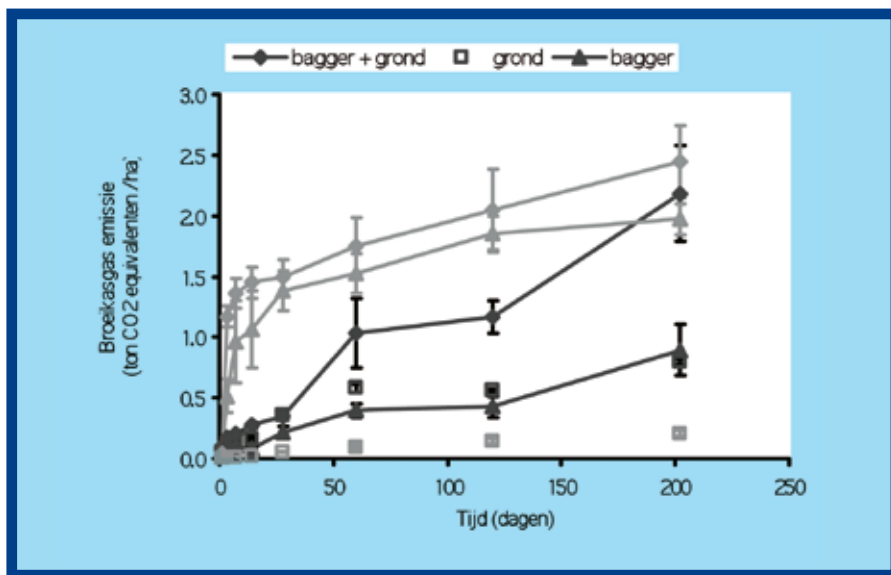
\* fosfaatverzadiging = twee maal P/(Fe+Al+Mn) x 100% (P, Fe, Al en Mn geëxtraheerd met oxaalzuur in mol/kg).

**Afb. 1. Cumulatieve fosfaatuitspoeling uit bagger, bagger met een laag grond en grond.**



**Broeikasgasemissies uit bagger**

De emissie van broeikasgassen uit bagger was aanzienlijk: per baggeronde en per hectare ongeveer twee ton kooldioxide en 2,5 ton kooldioxide-equivalenten als lachgas. Dit is ongeveer gelijk aan respectievelijk zes en 20 procent van de gerapporteerde kooldioxide- en lachgas-emissies voor ontwatering van veengronden<sup>3)</sup>, waarbij een baggerfrequentie van eens in de vijf jaar en een baggerdikte van een baggeraanvoer van 180 ton per hectare is aangenomen<sup>4)</sup>. De aanwezigheid van bagger leidt tot een aanzienlijke stijging van emissies in vergelijking tot alleen grond, maar de hoogste emissies werden gevonden in de behandelingen van bagger met grond, waarbij vooral



Afb. 2: Cumulatieve emissies van kooldioxide (zwart) en lachgas (grijs) uit verschillende behandelingen in de tijd.

de emissie van kooldioxide sterk toeneemt (zie afbeelding 2). Bij alleen bagger kan de kooldioxide-emissie worden geremd door de langzamere rijping van de bagger door de langer nat blijvende omstandigheden.

### Interactie tussen bodem en bagger

Het op de kant zetten van bagger is een gangbare praktijk in grote delen van laag Nederland. In deze en in vorige studies is aangetoond dat stikstof- en fosfaatconcentraties in organisch rijke bagger zeer hoog kunnen zijn. Omgerekend naar een gemiddelde baggerdikte van 1,8 centimeter bij gebruik van een baggerspuit<sup>4)</sup> wordt per baggeronde ongeveer 350 kilo stikstof en 20 kilo fosfaat per hectare toegediend. Dit geeft een substantiële bijdrage aan de bemesting gezien de stikstofgebruiksnorm van 265 à 300 kilo en de fosfaatgebruiksnorm van 44 kilo per hectare.

Naast de bemestende werking kan uit deze bagger potentieel veel stikstof en fosfaat uitspoelen naar grond- en of oppervlaktewater. Lachgas en kooldioxide kunnen vervluchtigen. Uit de verschillende behan-

delingen bleek dat de aanwezigheid van grond een versterkend effect heeft op de emissies van kooldioxide, weinig effect op lachgas en een sterk afzwakkend effect op de uitspoeling van fosfaat. De uitspoeling kan in de praktijk kleiner zijn dan de hier gemeten potentiële uitspoeling wanneer het geteelde gewas, van oudsher grasland, in staat is de vrijkomende nutriënten vast te leggen.

Grofweg zijn er drie methoden om sloten uit de baggeren: door het direct naast de sloot op de kant te zetten, het met een baggerspuit over het gehele perceel te verspreiden of opzuigen en wegzetten in tijdelijke baggerdepots. De laatste methode lijkt momenteel aan terrein te winnen in veengebieden vanwege de slechte bereikbaarheid van veel vaarten voor de eerste twee methoden. Uit de resultaten van deze studie kan de hypothese afgeleid worden dat het zo goed mogelijk verspreiden van bagger voordelig is vanwege de bodemvruchtbaarheid, en daarmee potentieel mest uitspaart in vergelijking tot het in een dikkere laag opbrengen of opslaan. Ook

zal bij verspreiden de benutting door het gewas het grootste zijn. Voor de uitstoot van kooldioxide worden lagere emissies verwacht bij het in een dikkere laag direct naast de sloot op de kant of in depot zetten in vergelijking tot het opspuiten van de bagger.

Deze studie toont aan dat schijnbaar vergelijkbare baggersoorten tot zeer verschillende emissies kunnen leiden, waarbij de dikte van de baggerlaag een meer dan evenredig effect geeft. Vanuit de bemestende waarde van bagger als vanuit het risico voor uit- en afspoeling van stikstof en fosfaat lijkt een dunne laag (baggerspuit) de voorkeur te hebben boven het aanbrengen van een dikke laag (het op de kant zetten van bagger). Al deze resultaten betreffen echter proeven onder geconditioneerde omstandigheden voor bagger en bodem afkomstig van twee locaties. Het is hoog tijd voor een integrale vergelijkende studie op veldschaal naar de effecten van verschillende vormen van baggeren op de bemesting, broeikasgasemissies en uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater.

### LITERATUUR

- 1) Van Groenigen J., G. Kasper, G. Velthof, A. van den Pol-van Dasselaar en P. Kuikman (2004). Nitrous oxide emissions from silage maize fields under different mineral nitrogen fertilizer and slurry applications. Plant and Soil nr. 263, pag. 101-111.
- 2) RIVM (2002). MINAS en Mileu. Balans en verkenning. Rapport 718201005.
- 3) Brandes L., P. Ruysenaars, H. Vreuls, P. Coenen, K. Baas, G. van den Berghe, G. van den Born, B. Guis, A. Hoen, R. te Molder, D. Nijdam, J. Olivier, C. Peek en M. van Schijndel (2007). Broeikasgasemissies in Nederland 1990-2005. PlanBureau voor de Leefomgeving. Rapport 500080006.
- 4) Van Schaik F., C. van Beek en K. van Houwelingen (2003). Waterbodem en baggerproef in de Vlietpolder. Hoogheemraadschap van Rijnland.
- 5) Rietra R., C. van Beek en J. Harmsen (2009). Uitspoeling van stikstof en fosfaat na toediening van slootbagger op veengrond. Alterra. Rapport 1984.