

Foto 1: Het gebied Spanjaards Duin. Het lager gelegen, donkere gedeelte, is het gebied waar de vochtige duinvallei zich kan ontwikkelen. In de winter staat dit valleitje vaak onder water.

foto's Rob Comans

Hoogovenslakken in de



Foto 2: De slakken in Spanjaards Duin liggen over het gehele gebied verspreid. De hoeveelheid verschilt echter van plek tot plek. De zwarte slakken op deze foto is het type dat het meest aanwezig is ('type 7', *zie kader pag. 19*), en dat ook is gebruikt in het onderzoek.

— Ben Dorssers (Student Wageningen University), Wieger Wamelink (Alterra, Wageningen UR) & Bert-Jan Groenenberg (Alterra, Wageningen UR & Wageningen University)

In Zuid-Holland is de kust de afgelopen jaren op verschillende plaatsen verstevigd door zandsuppletie. Niet alleen omwille van een betere kustbescherming maar ook voor natuurontwikkeling en recreatie. In sommige gebieden ligt de opgespoten zeebodem echter bezaaid met slakken afkomstig van de metaalproductie. Tot nog toe was het niet duidelijk of deze slakken negatieve effecten hebben op het milieu en of deze slakken invloed hebben op de vegetatieontwikkeling. Doel van het onderzoek is het bepalen van het effect van metaalslakken op de ontwikkeling van de vegetatie en de uitloging van zware metalen naar de bodem en het grondwater in het gebied Spanjaards Duin. Er is niet onderzocht wat het effect van de metaalslakken op de fauna is.

natuur: wat nu?

> Het onderzoeksterrein Spanjaards Duin is gelegen ter hoogte van de Delflandse kust bij 's-Gravenzande. Dit 35 hectare grote gebied is in 2009 aangelegd. De Rotterdamse Haven is uitgebreid met de Tweede Maasvlakte en om de negatieve effecten daarvan op de natuur te compenseren, werd dit nieuwe stuk natuurgebied aangelegd. Tevens werd hiermee de smalle duinstrook voor de kust bij 's-Gravenzande verbreed, wat het achterland extra bescherming biedt tegen de zee. Voor de aanleg van het gebied is zand opgespoten, dat speciaal daarvoor in diepere gedeelten van de Noordzee is gewonnen. Het is de bedoeling dat vegetatietypes zoals 'grijze duinen', ook wel duingrasland genoemd, en 'vochtige duinvallei' zich in dit gebied gaan ontwikkelen.

Vochtige duinvalleien hebben een hoge grondwaterstand en vaak kwetsbare plantensoorten zoals parnassia, groenknolorchis en moeraswespenorchis. De bodem van Spanjaards Duin ligt echter, net als op de Zandmotor (ten noorden van Monster) en in het Oostvoornes Duin, bezaaid met slakken (foto 2). Deze slakken zijn afvalproducten van de metaalproductie. Waarschijnlijk zijn deze slakken ooit in zee gedumpt. De slakken zijn tegelijkertijd met het zand vanuit de zee opgespoten en komen door het verstuiven van het lichtere zand in de duingebieden steeds meer aan de oppervlakte te liggen.

Slakken kunnen allerlei (zware) metalen bevatten, zoals cadmium, koper, lood, nikkel, zink of arseen. Als deze metalen vrijkomen uit de slakken kunnen ze uitlogen naar de bodem en het grondwater, dat zo vervuild raakt. Naast metalen zouden er ook nutriënten zoals stikstof, calcium, magnesium, mangaan of fosfor vrij kunnen komen uit de slakken. Deze stoffen kunnen opgenomen worden door vegetatie, wat de groei en ontwikkeling van planten kan beïnvloeden. Daarom is het de vraag of het habitattype vochtige duinvallei zich kan ontwikkelen in aanwezigheid van de slakken.

Analyses en potproeven

In opdracht van Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving hebben we onderzocht of de slakken zware metalen bevatten en of deze vrijkomen in het milieu. Daarnaast hebben we met behulp van een potproef onderzocht of een aantal plantensoorten behorend tot het type vochtige duinvallei kan groeien in de aanwezigheid van slakken. Voor het onderzoek is een *worst-case* scenario gecreëerd door de slakken te vermalen. Door het vermalen wordt het oppervlakte van de slak vergroot, waardoor allerlei processen ook op een grotere oppervlakte kunnen plaatsvinden en er dus meer metalen of nutriënten kunnen vrijkomen. Hierdoor zijn eventuele effecten eerder meetbaar. Als onder deze omstandigheden geen negatief effect van de slakken wordt vastgesteld, gaan we er van dat onder natuurlijke omstandigheden, waarin de slakken niet vermalen zijn en de stoffen veel langzamer vrij komen, er ook geen effect te verwachten valt.

Omdat het niet bekend is waar de slakken oorspronkelijk vandaan komen en ook niet welke soorten het precies zijn, zijn verschillende slaktypes en slakachtige materialen in Spanjaards Duin verzameld en gesorteerd op basis van kleur, massadichtheid en gelaagdheid. Uiteindelijk zijn er 16 verschillende slakken of slakachtige materialen aangetroffen (box 1). Van de vijf meest voorkomende typen is vervolgens door middel van een salpeterzuurextractie de hoeveelheid metalen in de slakken bepaald die potentieel beschikbaar zijn voor opname door planten en het bodemleven of uitloging naar het grondwater. Omdat de werkelijke hoeveelheid metaal die uitloogt mede afhankelijk is van de zuurgraad (pH), is voor de twee slaktypes met de hoogste metaalgehaltes de uitloging bij acht verschillende pH-waardes variërend van pH 2 tot pH 12 bepaald. Dit is gedaan om informatie te krijgen over de processen die de uitloging van metalen uit de slakken bepalen. De pH in het habitattype vochtige duinvallei is normaal gesproken hoger dan pH 6.

Vrijkomende metalen uit slakken zouden de ontwikkeling van een deel van de gewenste vegetatie kunnen hinderen. Extra nutriënten kunnen juist voordelig zijn voor de groei en ontwikkeling van een deel van de soorten, of juist een probleem vormen voor andere plantensoorten, afhankelijk van de hoeveelheid nutriënten die vrij komen. Om dit te onderzoeken is in een kas een proef uitgevoerd waarbij vijf verschillende plantensoorten zijn gezaaid in potjes met duinzand uit het gebied, waarvan de helft met slak en de andere



Foto 3



Foto 4

foto's Ben Dorssers

De plantjes aan het einde van het potexperiment. In het linker potje (foto 3) zijn vijf hertshoornweegbreeplantjes gekiemd, in het rechter potje (foto 4) zijn twee plantjes wilde peen gekiemd. Duidelijk te zien is de verkleuring van de bladeren, waarschijnlijk ten gevolge van nutriëntengebrek.

Tabel 1: Een selectie van de metaalgehaltes in de vijf verschillende slaktypes. Het zinkgehalte in type 2 is erg hoog (in rood, deze waarde overschrijdt de maximum toegestane gehalte in bodems). "DL" betekent dat de concentratie kleiner is dan de detectielimiet van het instrument waarmee de concentratie is gemeten.

Slaktype	Arseen [mg/kg]	Cadmium [mg/kg]	Koper [mg/kg]	Nikkel [mg/kg]	Lood [mg/kg]	Zink [mg/kg]
maximaal toegestane gehalte in bodems	76	13	190	100	530	720
type 2	1,41	0,699	58,6	28,8	25,1	944
type 3	0,0333	0,0139	0,140	3,08	0,0160	4,36
type 7	0,820	0,0109	13,8	11,5	1,34	3,44
type 10	0,0506	< DL	< DL	0,536	0,0140	1,79
type 12	0,501	0,0101	6,09	3,83	1,37	3,67

Tabel 2: Aantal gekiemde planten per pot en de gemiddelde biomassa per pot voor iedere plan tensoort. Tevens zijn de P-waardes (een p-waarde kleiner dan 0.05 duidt op significante verschillen) van de t-test weergegeven. Er zijn voor zowel kieming als biomassa geen significante verschillen tussen planten die groeien in grond met slak en planten die groeien in grond zonder slak.

	SLAK	GEEN SLAK		SLAK	GEEN SLAK	
	# kiemingen per pot	# kiemingen per pot	P-waarde (t-test kieming)	gemiddelde biomassa per pot (mg)	gemiddelde biomassa per pot (g)	P-waarde (t-test biomassa)
Hertshoornweegbree	4,6	4,4	0,88	42,5	51,2	0,42
Wilde peen	1	1,4	0,34	14,5	12,5	0,76
Grote kattenstaart	1	0,9	0,78	3,4	5,1	0,68
Parnassia	0	0	--	0,0	0,0	--
Moeraswespenorchis	0	0	--	0,0	0,0	--

helft zonder slak. In totaal zijn per soort twee behandelingen en zeven herhalingen uitgevoerd. In een potje werden vijf zaden gezaaid van één plantensoort. Alleen het meest voorkomende slaktype (type 7, zie ook foto 2), is gebruikt voor deze proef. De plantensoorten waren hertshoornweegbree, wilde peen, grote kattenstaart, parnassia en moeraswespenorchis. De laatste twee soorten zijn echte indicatorsoorten voor vochtige duinvallei, de andere drie soorten zijn meer algemenere soorten die voorkomen in natte duingebieden. Gedurende 57 dagen is bijgehouden welke en hoeveel zaden er kiemden en of ze deze periode overleefden. De grond werd nat gehouden door om de twee dagen te sprayen met kraanwater, om zo de vochtige omstandigheden in een duinvallei na te bootsen. De potjes stonden in een petrischaaltje, waarin overtollig water werd opgevangen. Na deze periode zijn de planten, inclusief wortel, geoogst en gedroogd. Daarna is de totale biomassa van ieder potje bepaald. Vervolgens is met een t-test vastgesteld of er een significant verschil is in de hoeveelheid gekiemde plantjes en de totale biomassa tussen planten die gezaaid waren in grond met slak en planten gezaaid in grond zonder slak.

Zware metalen extractie

Uit de salpeterzuurextractie bleek dat in één type slak (type 2, zie tabel 1) het zinkgehalte zeer hoog is. De overige slaktypes bevatten geen hoge metaalgehaltes. Het hoge zinkgehalte in één type wil nog niet zeggen dat deze slak tot negatieve effecten op het milieu zal leiden. Het gaat namelijk om de uitloging van zink en de concentraties die dat veroorzaakt in het bodemvocht. Het zink komt pas vrij uit de slak als de pH van de slak en de bodem zeer laag is. Uit het onderzoek naar uitloging van de metalen uit slakken bij verschillende pH-waardes is vast komen staan dat hogere concentraties metaalkationen als lood en zink alleen vrijkomen bij lage pH-waardes rond pH 2 en voor anionen zoals arseen bij pH 12. Deze pH-waardes komen in de praktijk niet voor. Bij de huidige pH van de slakken, namelijk rond pH 8, komen er verwaarloosbare hoeveelheden metalen vrij. Een veranderende pH kan dus de hoeveelheid metalen die vrijkomen uit een slak veranderen. De pH van de bodem is op dit moment rond de pH 9,5 en zal in de toekomst dalen naar ongeveer pH 7 à 7,5. De uitloging van metalen in dit pH-traject is minimaal. De metalen uit de slakken zullen daarom niet leiden tot sterk verhoogde en milieukundig onaanvaardbare metaalgehaltes in bodem en grondwater.

Potproef

Alleen de drie algemenere plantensoorten, hertshoornweegbree, wilde peen en grote kattenstaart, zijn gekiemd in de proef (tabel 2). Parnassia en moeraswespenorchis zijn moeilijke kiemers. De bladeren van de gekiemde plantjes vertoonden aan het eind van het experiment vooral gele en paarse verkleuringen, en dat is een teken dat de planten een nutriëntengebrek (mogelijk stikstof, foto 3 en 4) hadden. De slakken zorgen dus waarschijnlijk niet voor een hoger nutriëntgehalte in de bodem en mochten ze dat toch doen, dan is het zo weinig dat het zelfs niet voldoende is om kiemplanten goed te laten groeien.
Voor alle drie de gekiemde soorten is er geen significant verschil in kieming tussen planten die groeien in grond met slak en planten die groeien in grond zonder slak (tabel 2). Hetzelfde geldt voor de totale biomassa van de planten. Er is dus geen effect van de slakken op zowel de kieming als de biomassavorming voor de drie gekiemde soorten.

Hoe verder?

De extracties met de slakken hebben aangetoond dat, zelfs met een *worst case* scenario, de uitloging van metalen uit slakken in Spanjaards Duin zeer laag is. De kieming en biomassavorming tonen aan dat er geen verschil is tussen planten die groeien in een bodem met slak en planten die groeien in een bodem zonder slak. Het vegetatietype vochtige duinvallei zal niet negatief worden beïnvloed door de aanwezige slakken in Spanjaards Duin. We hebben de effecten van de metaalslakken op de fauna niet onderzocht, maar omdat de effecten van de slakken op de bodem en vegetatie verwaarloosbaar zijn, verwachten we geen negatieve effecten op de fauna.<

ben_dorssers@hotmail.com

Overzicht van de typen slakken die zijn aangetroffen in Spanjaards Duin. De slakken zijn vooral ingedeeld op massadichtheid, kleur, grootte en andere visuele kenmerken. Alleen de slakken van type 2,3,7,10 en 12 zijn gebruikt voor verdere analyses.



Type 1. Kleur: geel/oranje/bruin. Slak geeft af.



Type 2. Kleur: bruin/oranje/grijs. Slakken bevatten veel schelpjes.



Type 3. Dit type lijkt op type 2, alleen is deze groter en bevat geen schelpen.



Type 4. Kleur: zwart. Dit type is gelaagd en heeft een lage massadichtheid. Ziet eruit als houtskool (cokes?); je kunt er mee tekenen op papier.



Type 5. Kleur: grijs. Dit type is ook gelaagd, maar heeft in tegenstelling tot type 4 een hogere massadichtheid. Daarnaast bladdert het materiaal af.



Type 6. Kleur: zwart/grijs. Dit type heeft een lagere massadichtheid dan type 4 en bevat bovendien kleine poriën.



Type 7. Kleur: zwart/wit/oranje/grijs/blauwachtig. Dit type heeft een hoge massadichtheid en een zeer ruw oppervlak en is het meest aanwezig in het gebied.



Type 8: Kleur: oranje/bruin. Dit type is erg zwaar. Waarschijnlijk verroest ijzer.



Type 9. Kleur: zwart/grijs/oranje. Sommige delen zijn gelaagd, andere niet. Sommige gedeeltes bevatten kleine poriën.



Type 10. Deze grijze brokken zijn erg zwaar. Mogelijk metaalslakken.



Type 11. Kleur: zwart. Verder lijkt dit type op type 10.



Type 12. Kleur: zwart/grijs/bruin/oranje. De slakken zijn gedeeltelijk gelaagd.



Type 13. Kleur: wit/zwart. Dit type heeft een zeer lage massadichtheid en is zeer poreus. Ziet eruit als kalk.



Type 14. Kleur zwart. Ziet eruit als type 6, alleen is dit type meer poreus.



Type 15. Kleur: zwart/grijs/bruin/oranje. Lijkt op type 12, alleen zijn deze slakken minder gelaagd.



Type 16. Overige slakken.

foto's Ben Dorssers