



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Risicoanalyse bodembreed

Een beoordeling van effecten van bodemgebruik

RIVM briefrapport 609021122/2012

Ton Schouten, RIVM | Miranda Mesman, RIVM



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Risicoanalyse bodembreed

Een beoordeling van effecten van bodemgebruik

RIVM Briefrapport 609021122/2012
A.J. Schouten | M.Mesman

Colofon

© RIVM 2012

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

Ton Schouten, RIVM
Miranda Mesman, RIVM

Contact:
Miranda Mesman
Laboratorium voor Ecologische Risicobeoordeling
miranda.mesman@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Inspectie Leefomgeving en Transport, in het kader van het project M/609021/RB Risicoanalyse bodembreed

Rapport in het kort

Risicoanalyse bodembreed

Een beoordeling van effecten van bodemgebruik

In Nederland wordt de bodem gebruikt voor een breed scala aan activiteiten. Voor de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) is beoordeeld, welke effecten deze activiteiten hebben op de kwaliteit van de bodem of het grondwater. De beoordeling voorziet de ILT in informatie over locaties waar zich de grootste risico's voor de bodemkwaliteit kunnen voordoen. Met deze kennis kan de inspectie prioriteiten stellen bij het plannen van toezicht en handhaving. Uit het onderzoek blijkt dat vooral het bedrijven van landbouw, en bouw- & infrastructuuractiviteiten de grootste effecten hebben op de kwaliteit van de bodem. Daarna volgen potentiële calamiteiten rondom de winning van diepe delfstoffen.

Bodemactiviteiten en effecten

Bodemactiviteiten variëren van het winnen van grondwater, het aanleggen van kabels en leidingen, tot het bedrijven van landbouw. Deze activiteiten beïnvloeden bijvoorbeeld het bodemleven of de grondwaterspiegel. Het RIVM heeft in samenwerking met een tiental deskundigen twaalf soorten effecten beoordeeld van vijftien categorieën bodemactiviteiten.

Effect activiteit en herstelvermogen bodem

Bij de beoordeling is aangegeven in welke mate effecten optreden. Vervolgens is dat gecombineerd met het vermogen van de bodem om te herstellen van een effect. De resultaten van de beoordelingen zijn gebundeld, en per bodemactiviteit uitgewerkt in de vorm van een factsheet.

Trefwoorden:

bodem, grondwater, bodemgebruik, effecten, beoordeling

Abstract

Risk analysis land use

An assessment of the effects of land use

In the Netherlands the soil is used for many activities. At the request of the Dutch Human Environment and Transport Inspectorate (ILT) the effects of these activities on the soil and groundwater quality were assessed. This assessment provides ILT with information on the locations where the risks for soil and groundwater quality are highest. The inspectorate can then use this information to prioritize surveillance and enforcement measures. The assessment shows that agriculture and construction works (buildings and infrastructure) have the highest effects on soil and groundwater. In order of importance, these activities are followed by potential disasters with the mining of mineral resources.

Effects

Soil and groundwater are used for a wide range of activities that vary from the extraction of groundwater, the laying of cables and pipelines, to agriculture. These activities have an impact on the quality of the soil or groundwater. For example, soil organisms or the groundwater table may be affected. In cooperation with experts in the field, the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) has evaluated fifteen categories of activities for twelve types of effects.

Effect of the activity and the power of recovery

The assessment shows the level of the activity effect. Subsequently, this effect level was combined with the power of recovery in the soil or groundwater. The results of the assessments have been summarized in an overview. In addition, the results per activity are presented in a factsheet.

Keywords:

soil, groundwater, effects, land use, assessment

Inhoud

Samenvatting—7

1 Inleiding—10

- 1.1 Aanleiding—10
- 1.2 Doelstelling—10
- 1.3 Leeswijzer—11

2 Onderzoekopzet risicoanalyse bodembreed—12

- 2.1 Uitgangspunten en afbakening—12
- 2.2 Bodemactiviteiten—13
- 2.3 Effecten van bodemactiviteiten—19
- 2.4 Beoordeling van de effecten van de bodemactiviteiten—19
- 2.5 Resultaten beoordeling van effecten van bodemactiviteiten—21

3 Resultaten beoordeling—23

- 3.1 Toelichting op de beoordeling—23
- 3.2 Weergave resultaten—23
- 3.3 Overzichtstabel—24

4 Discussie en aanbevelingen—28

- 4.1 Wijze van beoordeling—28
- 4.2 Activiteiten en effecten—28
- 4.3 Aanbevelingen—30

Literatuur—31

Lijst van afkortingen—33

Bijlage 1 Lijst van deskundigen—34

Bijlage 2 Wet ruimtelijke ordening—36

Bijlage 3 Beschrijving van onderscheiden Bodemactiviteiten—39

- Landbouw—39
- Locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten—39
- Bouwen en infrastructuur—39
- Lozingen in de bodem—41
- Natuurontwikkeling—41
- Aanleg en beheer bodemenergiesystemen—42
- Ondergronds bouwen—43
- Buisleidingen—43
- Grondverzet—43
- Winning oppervlaktedelfstoffen—44
- Winning diepe delfstoffen—44
- Grondwaterwinning—45
- Saneren grond—45
- Saneren grondwater—46
- Bodemverontreinigingen ontstaan voor 1987—47

Bijlage 4 Beschrijving van beoordeelde Effecten—48

Effecten op bodemchemie—49

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)—49

Ecologische effecten—49

Fysisch/mechanische effecten—50

Hydrologische effecten (kwantiteit grondwater)—50

Effecten op aardkundige waarden—50

Effecten op archeologische objecten—51

Effecten op ruimtebeslag aan de oppervlakte—51

Effecten op het ruimtebeslag in de diepte—52

Effecten op afdekking van de bodem—52

Effecten op de volksgezondheid—52

Effecten op de voedselveiligheid—53

Bijlage 5 Factsheet Landbouw—54

Bijlage 6 Factsheet Locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten—58

Bijlage 7 Factsheet Bouwen en infrastructuur—63

Bijlage 8 Factsheet Lozingen—69

Bijlage 9 Factsheet Natuurontwikkeling—73

Bijlage 10 Factsheet Aanleg en beheer bodemenergiesystemen—77

Bijlage 11 Factsheet Ondergronds bouwen—82

Bijlage 12 Factsheet Aanleg en beheer buisleidingen—86

Bijlage 13 Factsheet Grondverzet—91

Bijlage 14 Factsheet Winning oppervlaktedelfstoffen—94

Bijlage 15 Factsheet winning diepe delfstoffen—97

Bijlage 16 Factsheet Grondwaterwinning—102

Bijlage 17 Factsheet Saneren grond—106

Bijlage 18 Factsheet Saneren grondwater—110

Bijlage 19 Factsheet Bodemverontreinigingen ontstaan voor 1987—114

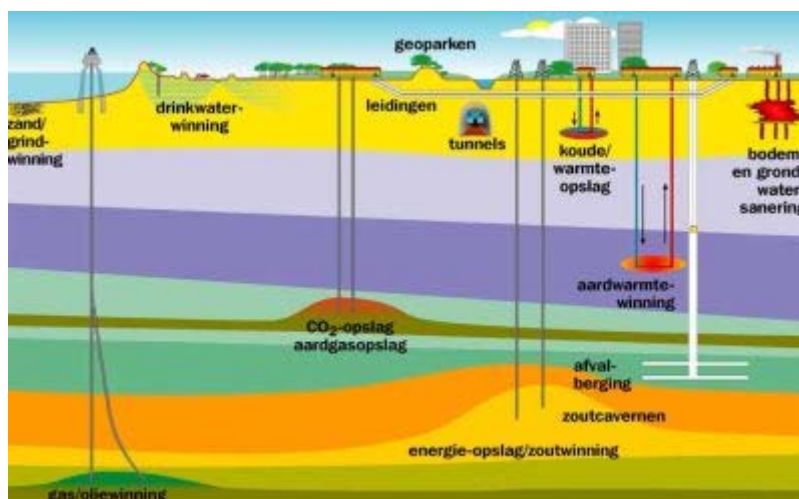
Samenvatting

Het toezicht en de handhaving van regelgeving voor bodembescherming is verdeeld over een aantal bevoegde instanties. Om toezicht en handhaving te stroomlijnen zet men steeds vaker in op ketenhandhaving. Dit houdt in dat door samenwerking en informatie-overdracht tussen de diverse bevoegde overheden een keten van toezicht ontstaat die aansluit op de processen in de praktijk. De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) heeft een regierol als het gaat om het toezicht in de keten.

ILT gebruikt zogenaamde risicoanalyses om prioriteiten voor het toezicht te identificeren. De studie, beschreven in dit rapport, is uitgevoerd om een beter beeld te krijgen van de effecten op de bodem en het grondwater, als gevolg van verschillende vormen van activiteiten in de bodem en het grondwater (zie figuur 1). De opdracht was om breder te kijken dan de primaire taken van ILT op het gebied van bodem. Dit weerspiegelt zich in de projecttitel 'Risicoanalyse bodembreed'.

De uitgevoerde studie is geen risicoanalyse in de traditionele zin. Er zijn geen kansen berekend op 'een bepaald effect eens in de zoveel jaar'. Daarvoor ontbreekt de benodigde informatie of zou een veel uitgebreider onderzoek nodig zijn geweest. In dat opzicht is het hier gepresenteerde onderzoek een eerste oriëntatie en rangordening.

Op basis van wettelijke taken en bevoegdheden van de ILT is een inventarisatie gemaakt van activiteiten in de bodem en het grondwater. De lijst is uitgebreid met andere activiteiten die zijn onderscheiden in diverse rapporten over bodembeheer en bodembescherming. Hieruit zijn vijftien hoofdcategorieën van activiteiten naar voren gekomen.



Figuur 1. Activiteiten die in de ondergrond plaatsvinden, bron: TNO.

Vervolgens zijn de mogelijke effecten van de diverse vormen van bodemgebruik geïnventariseerd. Deze zijn op overeenkomstige eigenschappen gegroepeerd tot twaalf categorieën, zoals hydrologische, ecologische en fysisch/mechanische effecten.

In dit project is gekozen voor het verzamelen van een breed spectrum aan informatie bij een groep van deskundigen. Het heeft geresulteerd in een

beschrijving van activiteiten en een kwalitatieve beoordeling van de effecten van activiteiten. Het resultaat is een ordening op hoofdlijnen.

Uit de analyse blijkt dat de volgende drie activiteiten voor de grootste effecten op de bodem en het grondwater zorgen: 1) het bedrijven van landbouw, 2) mogelijke calamiteiten bij het winnen van diepe delfstoffen, en 3) bouwen en aanleggen van infrastructuur.

Alleen voor de laatste van deze drie (bouwen & infrastructuur) heeft de ILT een eerstelijns handhavingstaak. De twee overige activiteiten met grote effecten vallen onder de verantwoordelijkheid van andere overheden.

Een selectie van de activiteiten waarvoor ILT een eerstelijns verantwoordelijkheid heeft, leidt tot de rangorde zoals die is weergegeven in tabel 1. De rangschikking is tot stand gekomen via beoordelingen door een tiental deskundigen. Zij hebben een inschatting gegeven van de effecten die kunnen optreden, bij één of meerdere bodemactiviteiten.

Tabel 1. Bodemactiviteiten (12 van 15) vallend onder verantwoordelijkheid van ILT, gerangschikt op de grootte van de opgetelde maximale effectscores. Per activiteit is een minimum en maximum waarde weergegeven, die overeenkomt met de ranges in de beoordeling van die activiteit. Een hoog getal betekent dus een effect op grote schaal in ruimte en lang herstel in tijd. In de tabel zijn bepaalde activiteiten cursief weergegeven om duidelijk te maken dat deze score alleen geldt in geval van een calamiteit en niet bij regulier gebruik.

Bodemactiviteiten	min	max
Bouwen en infrastructuur	20	39
<i>Calamiteiten bij locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten</i>	32	37
<i>Calamiteiten met buisleidingen</i>	26	35
Bodemverontreinigingen ontstaan voor 1987	15	35
Locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten	26	29
Saneren grondwater	21	27
Ondergronds bouwen	26	26
Aanleg en beheer bodemenergiesystemen	22	24
Saneren grond	20	24
Grondverzet	18	23
Grondwaterwinning	17	21
Aanleg en beheer buisleidingen	20	20

De beoordelingen zijn, voor alle twaalf soorten effecten, gebaseerd op twee criteria. Het eerste criterium bepaalt op welke schaal het effect optreedt. Het effect kan beperkt zijn tot de plek van de activiteit, maar kan ook gevolgen hebben voor de omgeving of zich uitstrekken naar de regio. Het tweede criteria richt zich op het herstelvermogen van de bodem of het grondwater. Op het moment dat de activiteit stopt, kan er afhankelijk van de aard herstel plaatsvinden, of is er onherstelbare schade aangericht (een heipaal heeft bijvoorbeeld een archeologische vondst vernield). Deze twee criteria zijn

samengenomen in een score op een schaal van 1 tot 5. Hierbij staat 1 voor een verwaarloosbaar effect en 5 voor een zeer groot effect. Beoordelingen zijn soms weergegeven in een range omdat effecten afhankelijk zijn van het bodemtype of de regio. In tabel 1 zijn de scores voor alle effecten per activiteit opgeteld, en gerangschikt op de maximale waarden.

Er bestaat een groot verschil in de omvang (grondwaterwinning vindt op grote schaal plaats en kan invloed hebben op een groot gebied) en de intensiteit van activiteiten (calamiteiten met buisleidingen kunnen acuut leiden tot een grote bodemverontreiniging op kleinere schaal). Deze aspecten bepalen mede de kans op, en het type effecten dat er door wordt veroorzaakt. Het kansaspect is in deze studie echter nog niet expliciet meegewogen. De beoordeling geeft dus voornamelijk de grootte van de effecten weer (in schaal en herstelvermogen) op het moment dat de bodem op een bepaalde manier wordt gebruikt. Voor saneringen geldt dat de kwaliteit van de bodem of het grondwater zal verbeteren op termijn, maar gedurende een sanering kan het tijdelijk verslechteren. Ook zijn er saneringsvormen die wel een verbetering van de chemische kwaliteit geven, maar de bodemstructuur aantasten (afgraven) of waarbij een restverontreiniging achterblijft.

Calamiteiten staan hoog in de lijst van effecten. Het is echter een categorie die niet als (reguliere) activiteit met de bodem kan worden beschouwd. Calamiteiten zijn ongelukken die kunnen voorkomen bij een bepaalde activiteiten. De vraag naar de kans van optreden is hier nog veel meer van belang. De effecten van calamiteiten zijn beoordeeld vanuit de invalshoek dat een ongeluk heeft plaatsgevonden. Het inzicht in de ernst, omvang en mogelijkheden van herstel, is meestal gebaseerd op ervaringen uit het verleden.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het toezicht en de handhaving van de bodemwetgeving is verdeeld over diverse overheden. Zo heeft de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) onder andere eerstelijns toezichttaken voor het Besluit bodemkwaliteit (eisen gebruik bouwstoffen, grond, bagger). Gemeenten en provincies zijn bijvoorbeeld de eerst aangewezenen bij calamiteiten, zoals bodemverontreiniging als gevolg van een ongeval.

Bij veel activiteiten, met op of in de bodem, is de handhaving niet beperkt tot één overheid. Licht verontreinigde grond kan worden afgegraven in de ene gemeente, worden vervoerd door een andere gemeente en vervolgens worden toegepast in een derde gemeente. Juist bij de overgang van bevoegdheden, ontstaan risicomomenten waar overtreders opzettelijk gebruik van kunnen maken. Daarom wordt steeds vaker ingezet op ketenhandhaving. Dit houdt in dat door samenwerking en informatie overdracht tussen de diverse bevoegde overheden de keten gesloten wordt. De ILT heeft een regierol als het gaat om het toezicht in de keten.

De ILT moet keuzes maken bij het houden van toezicht en het handhaven van de wetgeving. Zowel voor de directe handhavingstaken, als voor de ketenregie. Ter onderbouwing van de keuzes maakt de inspectie onder meer gebruik van zogenaamde risicoanalyses. In een risicoanalyse wordt een afweging gemaakt welke activiteiten de meeste gevaren met zich mee brengen, en daarmee prioriteit moeten krijgen bij de handhaving. Zo is in 2011 een risicoanalyse voor milieugevaarlijke stoffen uitgevoerd.

Menselijke activiteiten die in of op de bodem plaatsvinden, vallen niet altijd onder de Wet bodembescherming (Wbb) of het Besluit bodemkwaliteit (Bbk), ook andere wetgevingskaders kunnen van toepassing zijn. Het winnen van diepe delfstoffen valt onder de Mijnbouwwet, en de productie van drinkwater onder de Drinkwaterwet. De ILT heeft behoefte aan inzicht in de risico's van het bodemgebruik als geheel (bodembreed) om eventuele toekomstige werkgebieden te kunnen identificeren. Dat geldt zowel voor taken waarvoor andere overheden aan de lat staan, als nieuwe ontwikkelingen rond ruimtelijke ordening van de ondergrond en warmte/koudeopslag. De ILT heeft daarom besloten een studie te laten doen naar de (ernst van) effecten die kunnen optreden bij een breed scala aan activiteiten.

De Risicoanalyse bodembreed is gericht op alle activiteiten die in of op de bodem worden uitgevoerd. Zoals de naam al aangeeft, betreft het een spectrum dat loopt van landbouwactiviteiten op de bodem tot het winnen van diepe delfstoffen.

1.2 Doelstelling

Opstellen van een overzicht van de effecten die kunnen optreden bij diverse activiteiten in en op de bodem of het grondwater, met een doorkijk naar mogelijke toekomstige ontwikkelingen. De risico's hebben betrekking op 1) de gezondheid van de mens en ecosystemen; en 2) de (on)bruikbaarheid van de bodem en het grondwater en daarmee gepaard gaande schade.

De beleidsafdeling binnen de inspectie gebruikt de risicoanalyse als verkenning en voor prioritering van werkzaamheden in het jaarprogramma.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de gevolgde werkwijze van de Risicoanalyse bodembreed. Er wordt toegelicht welke vormen van bodemgebruik (bodemactiviteiten) zijn onderscheiden, welke effecten daarbij kunnen optreden, en op welke wijze de beoordeling van risico's is uitgevoerd. Een meer uitgebreide en inhoudelijke beschrijving van de onderwerpen in hoofdstuk 2, is opgenomen in de bijlagen 3 en 4.

Hoofdstuk 3 toont de resultaten van de beoordeling. De achtergrondinformatie waarop de beoordelingen zijn gebaseerd is samengevat in de vorm van factsheets. Deze zijn terug te vinden in de bijlagen 5 – 19.

In hoofdstuk 4 volgen ten slotte de discussiepunten en aanbevelingen.

2 Onderzoeksopzet Risicoanalyse bodembreed

Het project "Risicoanalyse bodembreed" is aanvankelijk opgezet analoog aan, de kort daarvoor gestarte studie, "Risicoanalyse milieugevaarlijke stoffen". Daarin is een traditionele risicobepaling gevolgd: risico = kans x effect. Het risico wordt bepaald door de grootte van het effect en de kans dat een effect optreedt. Een effect kan groot zijn (bijvoorbeeld een melt down van een kerncentrale), maar de kans dat het op treedt, is klein. De combinatie levert een beperkt risico op. Uiteraard kunnen deze factoren ook omgedraaid zijn (het effect is klein, maar het komt vaak voor), waardoor juist een groot risico ontstaat dat een gebeurtenis zich voordoet.

Aanvankelijk is de "Risicoanalyse bodembreed" volgens hetzelfde stramien opgezet. Deze redenering en werkwijze bleek echter niet goed toepasbaar op het brede veld van activiteiten die effect hebben op de bodem of het grondwater waar deze studie zich op richtte. Er zijn te weinig kwantitatieve gegevens vrij beschikbaar om het effect en de kans in uit te drukken. Ook zijn de effecten zeer divers, waardoor het niet mogelijk was ze in klassen in te delen. Hoe verhoudt een blow-out bij een oliewinning zich tot een grondwaterspiegel verlaging in het veenweide gebied? Het heeft tot de onderstaande afbakening geleid. Een meer kwantitatieve risicobenadering vraagt een vervolgstudie.

2.1 Uitgangspunten en afbakening

- 1) De "Risicoanalyse bodembreed" is gebaseerd op beschikbare informatie uit publicaties en de kennis van een groep deskundigen, die voor dit project zijn geconsulteerd. In principe zijn geen nieuwe beoordelingsmethoden ontwikkeld of nieuw onderzoek uitgevoerd. Hiermee wordt beoogd dat de inspanning voor de risicoanalyse in verhouding staat tot het doel: een prioritering van onderwerpen voor de programmering van de handhaving van regelgeving voor bodembescherming.
- 2) Het rapport betreft bodem. In de Wbb wordt onder bodem verstaan: *"bodem: het vaste deel van de aarde met de zich daarin bevindende vloeibare en gasvormige bestanddelen en organismen."* Grondwater is dus onderdeel van de bodem. Het onderwerp waterbodem zal hooguit zijdelings worden behandeld. De waterbodem kan eventueel bij een latere uitbreiding van de risicoanalyse worden meegenomen.
- 3) Het rapport gaat over verschillende soorten activiteiten en de effecten op de bodem (inclusief de diepe ondergrond), die daarbij op kunnen treden.
- 4) Het schatten of berekenen van de kans dat een effect optreedt is geen onderdeel van dit project en kan eventueel in aanvullend onderzoek worden uitgevoerd.
- 5) Bij het beoordelen van de activiteiten op of in de bodem, is alleen aandacht besteed aan de (meestal negatieve) effecten die daarbij optreden. Daarnaast kan men zich afvragen welke extra gevaren worden veroorzaakt door het niet naleven van de wetgeving. Dit laatste aspect is echter van tevoren moeilijk in te schatten of zou leiden tot speculatieve scenario's. Het is daarom niet expliciet in de beoordeling meegenomen.
- 6) Alleen directe effecten op de bodem en indirecte effecten via de bodem naar de mens (volksgezondheid en voedselveiligheid) zijn beoordeeld, andere milieucompartimenten zoals de lucht of het zeewater zijn buiten beschouwing gelaten.

2.2 Bodemactiviteiten

Het vertrekpunt voor het maken van een lijst met activiteiten was het overzicht van de primaire en secundaire handhavingstaken die ILT heeft voor bodem (zie tabel 2.1). Gezien de doelstelling, breder te inventariseren dan het huidige taakveld van ILT (bijvoorbeeld winning diepe delfstoffen), is een zo compleet mogelijke lijst van activiteiten met effecten op de bodem opgesteld.

Voor de verbreding, is ter inspiratie gebruik gemaakt van onder andere de thema's uit de Routeplanner Bodemambities (www.bodemambities.nl). Daarbij is bekeken of deze thema's te koppelen zijn aan verschillende activiteiten. Sommige thema's, zoals verdroging en biodiversiteit, zijn in de zin van de risicoanalyse geen activiteit (gebruik), maar een effect of kwaliteit. Een dergelijk verschil in interpretatie of status bleek ook voor te komen in andere studies of beoordelingsinstrumenten.

Ook ontwikkelingen op het gebied van ruimtelijke ordening (zoals de Ontwerp Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte, 2011) zijn meegenomen bij de samenstelling van de lijst van activiteiten (zie bijlage 2 voor verdere toelichting).

Activiteiten zoals nieuwe vormen van delfstoffenwinning en de aanleg van warmte-koudeopslag (wko) zijn bij de verbreding naar voren gekomen. Ook bij deze activiteiten kan het niet naleven van de wetgeving risico's opleveren voor mens en ecosysteem. Een voorbeeld hiervan is het doorboren van niet-doorlatende lagen voor de aanleg van een wko-installatie. Hierdoor kunnen verschillende grondwaterpakketten met elkaar in contact komen, en ongeschikt worden voor drinkwaterwinning.

Bodemverontreinigingen (ontstaan voor 1987) zijn in strikte zin geen activiteit, maar ze zijn wel in de lijst opgenomen. Niet alle locaties met historische verontreinigingen (ontstaan voor 1987) zijn gesaneerd of worden vanwege restverontreinigingen nog voorzien van nazorg. Dit betekent dat er nog steeds effecten op de bodem kunnen plaatsvinden.

Voor sommige activiteiten geldt dat er calamiteiten kunnen optreden (winning diepe delfstoffen, aanleg en beheer buisleidingen, locatiegeboden bedrijfsmatige activiteiten). Deze calamiteiten zijn bij de beoordeling van de activiteiten aanvullend meegenomen.

De keuze van de activiteitscategorïeën is enigszins arbitrair. Sommige activiteiten zouden kunnen worden samengevoegd, en andere indelingen zijn denkbaar. Bij het beoordelen van effecten van de activiteiten is door de meeste deskundigen aangegeven dat een verdere onderverdeling van de genoemde (hoofd)activiteiten nodig is vanwege de variatie die daarin bestaat. Dit heeft consequenties voor het soort effect en de grootte van het effect.

Tabel 2.1 hieronder laat per bodemactiviteit zien welke regelgeving er voor is (2^e kolom). Het gaat hierbij alleen om regelgeving die is gericht op de bescherming van de bodem, niet om de ruimtelijke ordening en regelgeving met andere doelen. Deze wet- en regelgeving bepaalt ook welke aangrijpingspunten er zijn voor handhavende instanties om bij te dragen aan de bescherming van de bodemkwaliteit. Daarom is per bodemactiviteit in de 3^e kolom aangegeven welke instanties handhavingbevoegd zijn. In de 4^e kolom is aangegeven waarop de bevoegdheden van de ILT specifiek gericht zijn. Het gaat hier om eerstelijns taken van de ILT. Daarnaast heeft de ILT een 'oor- en oogfunctie' voor het hele

stelsel van de bodemregelgeving. In bijlage 2 volgt een aparte toelichting voor de Wet ruimtelijke ordening (Wro). In bijlage 3 is een uitgebreide toelichting opgenomen op de afzonderlijke activiteiten.

Tabel 2.1 Overzicht van activiteiten, soorten regelgeving, handhaving door decentrale overheden en de bevoegdheden van de ILT. De eerstelijnstaken van de ILT in het kader van de Wet bodembescherming zijn met groene achtergrond aangegeven (zie afkortingenlijst voor verklaring).

Bodemactiviteiten	Regelgeving	Handhaving door	Bevoegdheden ILT gericht op
Landbouw (bemesten en toepassen bestrijdingsmiddelen)	<ul style="list-style-type: none"> Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden Meststoffenwet 	NVWA (voorheen AID)	Niet van toepassing
Locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten	<ul style="list-style-type: none"> Wet milieubeheer hoofdstuk 8 (Inrichtingen) Activiteitenbesluit Besluit bodemkwaliteit 	Provincies en gemeenten ILT	<ul style="list-style-type: none"> Bedrijven die vloeiستofdichte voorzieningen installeren, repareren en keuren moeten erkend zijn Advisering TOP-bedrijven
<i>Calamiteiten met locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten</i>	<ul style="list-style-type: none"> Wet bodembescherming, zorgplicht artikel 13 Wet milieubeheer, hoofdstuk 17 (ongewone voorvallen) 	Provincies en gemeenten	<ul style="list-style-type: none"> ILT bevoegd op te treden, maar eerst aangewezenen zijn provincies en gemeenten Bij grote calamiteiten kan het bevoegde gezag of een hulpdienst de stafafdeling Crisismanagement van de ILT inschakelen
Bouwen en infrastructuur			
<i>Toepassen bouwstoffen steenachtig</i>	<ul style="list-style-type: none"> Besluit bodemkwaliteit Woningwet / Bouwbesluit 	Gemeenten ILT	<ul style="list-style-type: none"> Aannemers Bedrijven die bouwstoffen produceren en partijen keuren moeten erkend zijn Toezicht op CE-markering
<i>Toepassen bouwstoffen metalen</i>	<ul style="list-style-type: none"> Woningwet / Bouwbesluit 	Gemeenten	Niet van toepassing
Lozingen	<ul style="list-style-type: none"> Besluit lozing afvalwater huishoudens Besluit lozen buiten inrichtingen Wet milieubeheer hoofdstuk 8 (Inrichtingen) Activiteitenbesluit 	Provincies en gemeenten	Niet van toepassing

Bodemactiviteiten	Regelgeving	Handhaving door	Bevoegdheden ILT gericht op
Natuurontwikkeling	<ul style="list-style-type: none"> • Ontgrondingenwet • Besluit bodemkwaliteit 	Provincies Gemeenten ILT	Niet van toepassing <ul style="list-style-type: none"> • Aannemers • Partijen grond moeten gekeurd zijn door een erkend bureau
Aanleg en beheer van bodemenergiesystemen	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwerpbesluit bodemenergiesystemen • Waterwet (grondwateronttrekking) • Besluit bodemkwaliteit 	Gemeenten en provincies ILT	<ul style="list-style-type: none"> • Boorbedrijven moeten erkend zijn (sinds 2011)
Ondergronds bouwen	<ul style="list-style-type: none"> • Woningwet / Bouwbesluit • Besluit bodemkwaliteit 	Gemeenten ILT	<ul style="list-style-type: none"> • Aannemers • Bedrijven die bouwstoffen produceren en partijen keuren moeten erkend zijn • Toezicht op CE-markering
Aanleg en beheer van buisleidingen	<ul style="list-style-type: none"> • Besluit externe veiligheid buisleidingen • Wet milieubeheer hoofdstuk 10 (riolering) • Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten (Grondroerdersregeling) 	ILT Agentschap Telecom	<ul style="list-style-type: none"> • Beheer van leidingen zodat stoffen niet vrijkomen • Veiligheidszones in bestemmingsplannen
<i>Calamiteiten bij aanleg en beheer van buisleidingen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Wet bodembescherming, zorgplicht artikel 13 • Wet milieubeheer, hoofdstuk 17 (ongewone voorvallen) 	Provincies en gemeenten	<ul style="list-style-type: none"> • ILT bevoegd op te treden, maar eerst aangewezenen zijn provincies en gemeenten • Bij grote calamiteiten kan het bevoegde gezag of een hulpdienst de stafafdeling Crisismanagement van de ILT inschakelen

Bodemactiviteiten	Regelgeving	Handhaving door	Bevoegdheden ILT gericht op
Grondverzet	<ul style="list-style-type: none"> • Besluit bodemkwaliteit 	Gemeenten ILT	<ul style="list-style-type: none"> • Aannemers • Partijen grond moeten gekeurd zijn door een erkend bureau
Winning oppervlaktedelfstoffen	<ul style="list-style-type: none"> • Ontgrondingenwet 	Provincies	Niet van toepassing
Winning diepe delfstoffen	<ul style="list-style-type: none"> • Mijnbouwwet 	Sodm	Niet van toepassing
<i>Calamiteiten bij winning diepe delfstoffen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Wet bodembescherming, zorgplicht artikel 13 • Wet milieubeheer, hoofdstuk 17 (ongewone voorvallen) 	Provincies en gemeenten	<ul style="list-style-type: none"> • ILT bevoegd op te treden, maar eerst aangewezenen zijn provincies en gemeenten • Bij grote calamiteiten kan het bevoegde gezag of een hulpdienst de stafafdeling Crisismanagement van de ILT inschakelen
Grondwaterwinning			
<i>Drinkwaterwinning</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Waterwet • Drinkwaterwet 	Provincies, waterschappen ILT	<ul style="list-style-type: none"> • Kwaliteit van drinkwater en de borging daarvan
<i>Proceswaterwinning</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Waterwet 	Provincies, waterschappen	Niet van toepassing
Saneren grond	<ul style="list-style-type: none"> • 		
<i>In situ saneren grond</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Wet bodembescherming • Besluit bodemkwaliteit 	Provincies en gemeenten ILT	<ul style="list-style-type: none"> • Saneerders en milieukundig begeleiders moeten erkend zijn
<i>Afgraven voor sanering</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Wet bodembescherming • Besluit bodemkwaliteit 	Provincies en gemeenten ILT	<ul style="list-style-type: none"> • Saneerders en milieukundig begeleiders moeten erkend zijn
Saneren grondwater	<ul style="list-style-type: none"> • Wet bodembescherming • Besluit bodemkwaliteit 	Provincies en gemeenten ILT	<ul style="list-style-type: none"> • Saneerders en milieukundig begeleiders moeten erkend zijn
Bodemverontreinigingen Historische en restverontreiniging (als gevolg van activiteiten in het verleden)	<ul style="list-style-type: none"> • Wet bodembescherming • Besluit bodemkwaliteit 	Provincies en Wbb-gemeenten ILT	<ul style="list-style-type: none"> • Bedrijven die veldwerk doen voor bodemonderzoek en bedrijven die milieukundige begeleiding geven bij nazorg moeten erkend zijn

2.3 Effecten van bodemactiviteiten

Na het beschrijven en indelen van activiteiten met de bodem, is gezocht naar de effecten die hiervan bekend zijn. Dit levert een scala aan invloeden op variërend van het dalen van de bodem (door winning diepe delfstoffen), het beschadigen van aardkundige monumenten (door grondverzet) tot het verontreinigd raken van de bodem bij calamiteiten.

Na een eerste inventarisatie is besloten om ook de effecten te groeperen in categorieën. Het gevaar bestaat dat er anders een verzameling van detailvoorbeelden of unieke gevallen ontstaat. Dit is niet wenselijk mede door de breedte van de beschouwde bodemactiviteiten. Voor het groeperen van effecten is in de literatuur gezocht naar voorbeelden van categorie-indelingen. Er is onder andere gebruik gemaakt van: Redeneerlijn Ondergrond (Tauw, 2009), www.bodemambities.nl, www.ruimtexmilieu.nl, en Ordening van de Ondergrond (Bonte et al., 2010). Aansluitend is bepaald welke categorieën werkbaar zijn voor deze Risicoanalyse bodembreed. Dit heeft geleid tot de volgende indeling:

- Effecten op bodemchemie
- Effecten op hydro-chemie (grondwaterkwaliteit)
- Ecologische effecten
- Fysisch/mechanische effecten
- Hydrologische effecten (grondwaterkwantiteit)
- Effecten op aardkundige waarden
- Effecten op archeologische objecten
- Effecten op het ruimtebeslag aan de oppervlakte
- Effecten op het ruimtebeslag in de diepte
- Effect op afdekking bodem
- Effecten op volksgezondheid
- Effecten op voedselveiligheid

In een categorie van effecten kunnen meestal verschillende processen worden onderscheiden. Deze hangen af van, of zijn specifiek voor, een bodemactiviteit. Zo zal landbouw effecten hebben op de bodemchemie en -ecologie als gevolg van bekalking, bemesting en bestrijdingsmiddelengebruik. Het toepassen van bouwstoffen of industriële activiteiten heeft daarentegen andere effecten op de bodemchemie. In bijlage 4 wordt een nadere omschrijving van de categorieën effecten gegeven.

2.4 Beoordeling van de effecten van de bodemactiviteiten

De volgende stap was het kiezen van een beoordelingsmethodiek voor de ernst van effecten. De grote variatie in zowel activiteiten- als effectcategorieën bleek al snel te leiden tot verschillende maatlatten en wijze van beoordelen. Hierin is uniformiteit aangebracht, door gebruik te maken van een methodiek uit de studie "Redeneerlijn voor de ondergrond" (Tauw, 2009). De ernst van een effect is hierin teruggebracht tot twee basale kenmerken: 1) schaalniveau van het effect, en 2) herstelvermogen. Beide zijn ingedeeld naar drie gradaties, en leveren een algemeen toepasbare kwalitatieve methode voor de beoordeling:

ad 1: Het schaalniveau is onderverdeeld in:

1. Een toestandsverandering **ter plaatse van de ingreep**. Hierbij is geen sprake van een uitstraling c.q. beïnvloeding van de omgeving. In ruimtelijke termen heeft de toestandsverandering een schaal van vierkante meters (bijvoorbeeld de oppervlakte van een huis).

2. Een toestandsverandering met **een lokale uitstraling**. De toestandsverandering speelt op een schaal van hectares. Het gaat bijvoorbeeld over een bedrijventerrein of een wijk.
3. Een toestandsverandering met **een regionale uitstraling**. De toestandsverandering heeft invloed op een gebied van vierkante kilometers. In een dergelijk geval strekt het effect zich uit over een stedelijk gebied, regio, stroomgebied etc.

ad 2: Het herstelvermogen staat voor de omkeerbaarheid van een ingreep in het bodem en/of het grondwatersysteem. Ook hier is een driedeling in de niveaus aangebracht:

1. De toestand van de bodem herstelt van nature in korte tijd (**groot herstelvermogen**).
2. De toestand van de bodem herstelt van nature pas na een lange tijd. Dit kan wel versneld worden door actief ingrijpen, bijvoorbeeld door sanering (van nature **klein herstelvermogen**, maar groter bij actief ingrijpen).
3. De toestand van de bodem herstelt niet meer van nature en is ook niet meer te herstellen door menselijk ingrijpen (**onherstelbaar**).

Beide factoren leveren de onderstaande matrix van effecten op (zie tabel 2.2)

Tabel 2.2 Beoordeling van de effecten van bodemgebruik op basis van de criteria herstelvermogen en het schaalniveau, met een schaal (1-5) voor de ernst van het effect. Aangepast naar "Redeneerlijn Ondergrond" (Tauw, 2009).

Schaalniveau toestandsverandering	Herstelvermogen		
	Groot	Klein of bij actief ingrijpen groter	Irreversibel
Ter plaatse van de ingreep	1	2	3
Lokale uitstraling	2	3	4
Regionale uitstraling	3	4	5

Na het bepalen van de methodiek, zijn deskundigen (zie bijlage 1) gezocht voor de beoordeling van de verschillende bodemactiviteiten. Hen is gevraagd de ernst van de genoemde effecten te beoordelen op basis een van inschatting van de factoren herstelbaarheid en schaalniveau. Naast het bepalen van de score, zijn de deskundigen ook gevraagd hun keuze te motiveren met een toelichting. In sommige gevallen was het niet goed mogelijk om via de benadering schaalniveau en herstelvermogen tot een score te komen. In die gevallen is rechtstreeks gebruikt gemaakt van de indeling zoals deze in tabel 2.3 is weergegeven.

Tabel 2.3 Kwalificatie van effecten in oplopende niveaus.

1	= Verwaarloosbaar effect
2	= Beperkt effect
3	= Matig effect
4	= Groot effect
5	= Zeer groot effect

Tevens zijn de deskundigen gevraagd op een schaal van 1 tot 5 de kans in te schatten dat een effect optreedt. De resultaten van de individuele beoordelingen door tien deskundigen zijn samengevat en besproken op een workshop met alle deelnemers. Hieruit kwamen verschillende kritiekpunten en voorstellen voor verbetering van de opzet, en procedure.

Besloten is, om met deze ervaring de werkwijze aan te passen en de beoordeling in een tweede ronde nogmaals uit te voeren. Daarbij werd de risicobenadering (kans x effect) verlaten omdat kansen niet betrouwbaar konden worden geschat (onvoldoende kwantitatieve informatie). De manier van risicoschatting leidde bovendien tot een getalswaarde, die de indruk wekte een concreet risico te berekenen, in plaats van een indicatieve gevarenklasse. De effectbeoordelingen zijn in de tweede fase door experts gedaan in de vorm van een interview, om de uniformiteit te vergroten. Daarnaast is een aantal bodemactiviteiten verder gedifferentieerd, en is de mogelijkheid geboden om een regionale onderverdeling te maken als dat nodig werd geacht.

2.5 Resultaten beoordeling van effecten van bodemactiviteiten

De resultaten van de beoordelingen door de deskundigen zijn gecombineerd in een grote spreadsheet-tabel. Het geheel is daarna gecontroleerd op vreemde uitkomsten en geüniformeerd, samen met twee onafhankelijke beoordelaars.

De kennis en achtergrondinformatie ingebracht door deskundigen is compact vastgelegd in een serie factsheets (bijlage 5 – 19). Hierin zijn tevens de specifieke argumenten van de beoordeling en een gedetailleerde uitwerking van de (potentiële) effecten gegeven.

Tot slot is een gegeneraliseerd overzicht gemaakt van alle resultaten in de vorm van een 'kleurentabel' (zie hoofdstuk 3). Dit geeft een beeld van de bodemactiviteiten die de meeste, of specifieke, invloed hebben op de omgeving. Het kan een uitgangspunt zijn voor prioriteering van handhavingsactiviteiten.

3 Resultaten beoordeling

In het voorgaande hoofdstuk is de onderzoeksopzet aan bod gekomen. Een uitgebreide toelichting op de activiteiten en de effecten is ondergebracht in de bijlagen 3 en 4. De verzamelde informatie van deskundigen en literatuuronderzoek is uitgewerkt in de vorm van factsheets (bijlage 5 - 19). In dit hoofdstuk wordt een samenvattend overzicht van de beoordelingen gepresenteerd.

3.1 Toelichting op de beoordeling

De beoordeling door de deskundigen heeft een matrix van circa 600 ruwe resultaten met toelichting opgeleverd (activiteiten x effecten). Deze resultaten zijn samengebracht in een spreadsheet, waarna ze verder konden worden bewerkt tot een hanteerbaar overzicht. Wanneer de beoordeling van één onderwerp door meerdere deskundigen hetzelfde resultaat opleverde, dan kon dat direct worden overgenomen. Daar waar verschil van inzicht aanwezig was, is door de auteurs een afweging gemaakt in de argumentatie om tot een eindoordeel te komen. Deze ronde van recapituleren en uniformeren heeft een 'concept-effectenscoretabel' opgeleverd. Deze is nogmaals voorgelegd aan twee onafhankelijke beoordelaars (generalisten). Zij hebben samen met de auteurs de matrix van activiteiten en effecten opnieuw gecontroleerd en zo nodig de onderliggende resultaten met elkaar in overeenstemming gebracht. Hierbij zijn de argumenten van de inhoudelijke deskundigen opnieuw in beschouwing genomen. Het resultaat van deze ronde vormde de basis voor de eindtabel (zie tabel 3.1) met effectenbeoordelingen van 15 activiteiten.

3.2 Weergave resultaten

Het resultaat is op een tweetal manieren uitgewerkt. In de eerste plaats is de gedetailleerde informatie per bodemactiviteit opgeslagen in factsheets. Hierin staat een beschrijving van de activiteit, meestal opgedeeld naar subcategorieën, de beoordeling met toelichting, en bron/literatuur-verwijzingen. Voor de activiteit landbouw zijn bijvoorbeeld de effecten van veeteelt, akkerbouw, tuinbouw en glastuinbouw apart geëvalueerd, en voorzien van een beoordeling. Op iedere beoordeling van de effecten een is een toelichting gegeven.

De tweede weergavevorm is de overzichtstabel 3.1. In deze tabel staan alle beoordelingen voor de hoofdactiviteiten. Dit betekent dat voor landbouw een overkoepelende score is gemaakt. De onderliggende getallen voor veeteelt, akkerbouw, tuinbouw en glastuinbouw zijn niet apart vermeld. In het geval dat de effectscores voor de (sub)activiteiten gelijk zijn, levert de bundeling één duidelijk eindresultaat. Mochten er verschillen zijn in de effecten per (sub)activiteit dan is dit aangegeven met een range (bijv. 2-3 of 3-5). Daar waar expliciete verschillen bestaan tussen de mate van effect zonder overgang, is gekozen voor de 'of-of vorm van notatie' (bijv. '1 of 4'). De totaaltabel is voorzien van een kleurengradiënt, die qua intensiteit toeneemt met de hoogte van de score. Dit geeft visueel een duidelijker onderscheid van hoge en lage effecten.

3.3 Overzichtstabel

In tabel 3.1 is het eindresultaat van de beoordelingen weergegeven in getallen en kleurschakering.

Tabel 3.1 Resultaat op hoofdlijnen van alle effectbeoordelingen van bodemactiviteiten. Schaal: 1 = verwaarloosbaar effect, 2 = beperkt effect, 3 = matig effect, 4 = groot effect, 5 = zeer groot effect. Grijs gearceerde activiteiten en effecten behoren tot de taken of bevoegdheden van ILT. Onderdelen in cursieve tekst zijn (potentiële neveneffecten van activiteiten, waaronder calamiteiten die kunnen optreden en verontreinigingen die voor 1987 zijn ontstaan).

	Chemisch	Hydro-chemisch	Ecologisch	Fysisch / mechanisch	Hydrologisch	Aardkundig	Archeologisch	Ruimte beslag oppervlakte	Ruimte beslag diep	Afdekking	Volksgezondheid	Voedselveiligheid
Landbouw	5	3-5	5	2-3	4	1-2	1-2	3	1 of 3	1 of 3	3	2
Locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten	2	3	3	3	2	2	2	3	1-2	3	1-2	1-2
<i>Calamiteiten bij locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten</i>	4	4	4	2	1	2	2	3-4	3-4	1	3-5	3-4
Bouwen en infrastructuur	2-3	2-3	2 of 4	1 of 4	1 of 4	1 of 4	1 of 4	2-3	2	2-4	2	2
Lozingen	1-3	1-3	1-3	1	1-3	1	1	1-2	1	1	1	1
Natuurontwikkeling	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Aanleg en beheer bodemenergiesystemen	2-3	3	2	3	1-2	3	2	1	2	1	1	1
Ondergronds bouwen	2	3	2	3	3	3	3	1	2	2	1	1
Aanleg en beheer buisleidingen	1	1	2	2	1	2	2	4	2	1	1	1
<i>Calamiteiten bij buisleidingen</i>	2-4	2-4	3-4	2	1	2	1	3-4	3-4	1	3-4	3-4
Grondverzet	1-2	1-2	2-3	2	1	4	3	2	1	1	1	1
Winning oppervlaktedelfstoffen	1	1	3	2-4	2-4	3	3	4	3	1	1	1
Winning diepe delfstoffen	1-5	1-5	1-3	1-4	1-4	1	1	1-3	1-3	2	1-2	1-2
<i>Calamiteiten bij winning diepe delfstoffen</i>	4	5	5	3	1	2	1	3-4	3-4	1	4-5	4-5
Grondwaterwinning	1	2	2	2	3	1	1	1-3	1-3	1	1	1
Saneren grond	1-2	1	2-3	2-3	2	3	3	2	1	1	1-2	1
Saneren grondwater	2-3	3-4	2-3	2	3-4	1	1-2	2	2-3	1	1	1
Verontreinigingen	2-3	2-3	2-3	1-2	1 of 3	1 of 3	1 of 3	1-4	1-3	1 of 3	1-2	1 of 3

Toelichting op 'of-beoordelingen':

- Landbouw/ruimtebeslag diep: de beoordeling 3 komt voor rekening van de glastuinbouw met wko of aardwarmte onder het bedrijf.
- Landbouw/afdekking de beoordeling 3 komt voor rekening van de glastuinbouw.

- Bouwen en infrastructuur: de beoordeling 4 komt voor rekening van het effect van gebouwen, wegen en waterwerken ten gevolge van hun gebruiksfunctie (de bouwstof in toegepaste vorm).
- Verontreinigingen: de beoordeling 3 komt voor rekening van de locaties met nazorg.

Uit de tabel komt naar voren dat de volgende activiteiten voor de grootste effecten zorgen: landbouw, calamiteiten bij locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten, bouwen en infrastructuur, calamiteiten bij buisleidingen, winning oppervlakte delfstoffen, winning diepe delfstoffen en calamiteiten bij winning diepe delfstoffen.

De omkaderde blokken in de tabel geven de combinaties aan, waarvoor ILT (met betrekking tot haar taak) direct of indirect verantwoordelijkheid heeft.

Hierbinnen hebben de volgende activiteiten de grootste effecten: calamiteiten bij locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten, calamiteiten bij buisleidingen, saneren grondwater en verontreinigingen.

Calamiteiten en bodemverontreinigingen ontstaan voor 1987 zijn geen bodemgebruik of -activiteit, maar een ongeluk daarmee. Vanuit het oogpunt van risico's zijn calamiteiten die kunnen optreden bij bepaalde vormen van bodemgebruik echter zeer relevant.

Calamiteiten zijn daarom wel meegenomen in de beoordeling, niet als regulier bodemgebruik, maar als een aparte categorie 'overig'.

In principe kunnen calamiteiten optreden bij vrijwel iedere vorm van bodemgebruik. Ze zijn echter alleen nader beschouwd voor een aantal van de meest risicovolle activiteiten: industrie, aanleg gasleidingen, vloeistofleidingen, mijnbouw, wegtransport, spoortransport. In tabel 3.1 zijn hiervan drie groepen calamiteiten toegevoegd onder de betreffende activiteit (cursieve tekst).

Naast de ernstige en grootschalige calamiteiten die kunnen optreden bij olie/gas-winningen, industriële activiteiten (chemie, petrochemie), en transport-buisleidingen, springt de beoordeling van de landbouw in het oog.

Landbouw heeft op verschillende manieren een groot effect op de bodem (bewerking, chemisch, biologisch, bestrijdingsmiddelen). Dit gebeurt bovendien op grote schaal, zodat de beoordeling van het effect volgens de criteria herstelbaarheid en schaal, tot een "zeer groot effect (5)" leidt. Aangezien gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen bewust worden toegevoegd om de productie te verhogen is dit "zeer grote effect" qua karakter en gevaren voor de mens, van een andere orde dan de risico's van een brand in een chemische industrie, of het exploderen van een hoofdgasleiding.

Per activiteit, of type effect kunnen de resultaten van de beoordelingen worden opgeteld en gesorteerd op de hoogste waarde. Het geeft een beeld van de categorieën die in het totaal de meeste effecten veroorzaken (zie tabel 3.2). De uitkomst hangt niet alleen af van de hoogste waarden die voorkomen. Het geeft als het ware het resultaat van 'alle beetjes bij elkaar opgeteld'.

De plaats van calamiteiten in deze overzichten is niet gelijkwaardig aan de bodemactiviteiten, omdat calamiteiten zijn beoordeeld als potentieel effect ('alsdan'). Calamiteiten scoren daarom hoog op de effectenladder. Desondanks geeft een dergelijke rangschikking van de totale scores wel een indicatie van de bodemactiviteiten die de meeste (of minste) effecten veroorzaken of potentieel grote (of geringe) risico's met zich mee brengen.

Tabel 3.2 De bodemactiviteiten gerangschikt op de grootte van de gesommeerde effecten. Per activiteit is een minimum en maximum waarde weergegeven, die overeenkomt met de diverse ranges voor die activiteit. Groene arceringen geven de activiteiten weer waar de ILT handhavingstaken of -bevoegdheden heeft.

Bodemactiviteiten	min	max
<i>Calamiteiten bij winning diepe delfstoffen</i>	36	40
Landbouw	31	40
Bouwen en infrastructuur	20	39
<i>Calamiteiten bij locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten</i>	32	37
<i>Calamiteiten bij buisleidingen</i>	26	35
Winning diepe delfstoffen	13	35
<i>Bodemverontreinigingen ontstaan voor 1987</i>	15	35
Locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten	26	29
Winning oppervlakedelfstoffen	25	29
Saneren grondwater	21	27
Ondergronds bouwen	26	26
Aanleg en beheer bodemenergiesystemen	22	24
Saneren grond	20	24
Grondverzet	18	23
Grondwaterwinning	17	21
Lozingen	12	21
Aanleg en beheer buisleidingen	20	20
Natuurontwikkeling	15	15

Het totaal van effecten per bodemactiviteit geeft dezelfde top-5, als dat op het oog uit de kleurentabel was afgeleid. De winning van oppervlakte delfstoffen komt lager uit in de rangorde omdat er slechts enkele grotere effecten zijn benoemd. De categorie "historische bodemverontreinigingen" scoort relatief hoog omdat het aantal matige effecten 'aantikt' in het totaal.

Vergelijking van de volgorde in de minimumvariant (ondergrens scores) met de 'worst case' geeft enkele opmerkelijke verschillen in de hoog-laag sortering. Dit geldt met name voor activiteiten die een groot verschil hebben tussen de minimum- en maximumwaarde van de effectbeoordelingen. De categorieën "winning diepe delfstoffen" en "bodemverontreinigingen" zouden volgens de minimumvariant onder aan de lijst van veroorzaakte effecten horen te staan. Het is aan te bevelen om voor de effecten van deze activiteiten goed naar de achterliggende detailinformatie te kijken.

Het takenpakket van de ILT heeft raakvlakken met de meeste typen bodemactiviteiten. Alleen de twee hoogst scorende, landbouw en calamiteiten bij

de winning van diepe delfstoffen, vallen onder het werkveld van andere inspecties.

De andere doorsnede, namelijk die van de optelsom per type effect, laat zien dat de meeste effecten worden verwacht op de "ecologie" en de chemische samenstelling van het grondwater (tabel 3.3). Daarna volgen effecten op de bodemchemie en het "ruimtebeslag aan de oppervlakte". De volgorde in de 'minimumvariant' geeft vrijwel hetzelfde beeld.

Tabel 3.3 Rangschikking van gesommeerde effecten van de diverse bodemactiviteiten. Per effect is een minimum en maximum waarde weergegeven, die overeenkomt met de ranges in de beoordeling van de bodemactiviteiten. Groene arceringen geven de effecten weer waarvoor de ILT aangrijpingspunten heeft en regelgeving aanwezig is.

Effecten	min	max
Ecologisch	44	55
Hydro-chemisch	40	54
Chemisch	36	50
Ruimtebeslag oppervlakte	38	50
Fysisch / mechanisch	35	46
Hydrologisch	30	44
Ruimtebeslag diep	31	44
Afdekking	23	44
Aardkundig	35	41
Archeologisch	30	37
Volksgezondheid	28	36
Voedselveiligheid	27	34

4 Discussie en aanbevelingen

4.1 Wijze van beoordeling

De Risicoanalyse bodembreed is een kwalitatieve beoordeling van activiteiten en effecten op basis van 'expert judgement'. De diversiteit aan bodemgebruik en effecten maakte het onhaalbaar, om binnen de randvoorwaarden van dit project kwantitatieve de beoordeling uit te voeren. De mogelijkheden hiervoor zijn wel onderzocht. Het bleek dat kwantitatieve informatie over de plaats, frequentie en schaal van effecten een belangrijke ontbrekende schakel is. Alleen als deze informatie beschikbaar is, kan de kans op een effect worden afgeleid, en kan een risicomaat worden berekend. Ook is de ruimtelijke verspreiding van risico's van belang. De grondwaterspiegelverlaging voor de landbouw vindt bijvoorbeeld vooral plaats in de lager gelegen veengebieden in Nederland. Deze ruimtelijke weergave van risico's is in principe in beeld te brengen met behulp van geografische informatiesystemen (GIS). Kaartlagen kunnen worden gestapeld om gebieden met de meeste effecten of risicofactoren zichtbaar te maken. Hiervoor moet wel de noodzakelijke informatie beschikbaar zijn (of worden gemaakt) in ruimtelijke databestanden.

De bodemactiviteiten zijn in sommige gevallen onderverdeeld in subactiviteiten, zoals bij landbouw, locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten, en diepe delfstoffenwinning. De deskundigen hebben in de tussentijdse de workshop aangegeven dat een onderverdeling naar regio in Nederland (hoog, laag Nederland) of bodemtype (zand, veen, klei) zinvol kan zijn voor verschillende vormen van bodemgebruik (bijvoorbeeld landbouw, natuurontwikkeling). Nadere detaillering is mogelijk, maar heeft niet plaatsgevonden. Verdere opsplitsing leverde een evenredig grotere hoeveelheid beoordelingen op, die vervolgens niet voldoende konden worden gespecificeerd binnen het gekozen beoordelingssysteem van schaal en herstelbaarheid. In een vervolg op dit project zou verder kunnen worden ingezoomd op een differentiatie binnen (bepaalde) categorieën bodemgebruik.

Het beoordelen via expert judgement brengt (per definitie) subjectiviteit met zich mee. Op diverse manieren is geprobeerd om verschillen in benadering en interpretatie te beperken. De beoordelingen door de deskundigen, hebben in de tweede ronde plaatsgevonden in de vorm van een interview door de auteurs. Er is nog nadrukkelijker gevraagd om argumentatie van een beoordeling. Op deze manier zijn de effectschattingen op een meer uniforme wijze uitgevoerd. Na bundeling van alle expert-bijdragen, is het geheel gecontroleerd op onverwachte uitkomsten en afwijkende resultaten. Dit is gedaan in samenspraak met twee beoordelaars met een brede achtergrond en ervaring in het milieu-onderzoek. Deze extra beoordelingsslag heeft bijgedragen aan een evenwichtig eindresultaat. De score 5 voor activiteit X is tot stand gekomen op basis van dezelfde criteria en beoordelingskader als score 5 voor activiteit Y.

4.2 Activiteiten en effecten

Gedurende het project is een aantal nieuwe activiteiten benoemd die in de Risicoanalyse bodembreed beoordeeld zouden kunnen worden. Sommige daarvan zijn uiteindelijk niet of beperkt meegenomen, hieronder volgt een korte toelichting:

Opslag in de bodem: In dit verband wordt hiermee bedoeld, de opslag van gas, CO₂, en chemisch- of kernafval. De opslag van gas en CO₂ is meegenomen bij de activiteit winning diepe delfstoffen. Overige opslag in de bodem (afval, kernafval) is niet behandeld, omdat dit in Nederland op dit moment nog niet plaatsvindt. Dit geldt ook voor de opslag van CO₂, maar deze opslag is goed vergelijkbaar met de opslag van gas, waarvoor wel al ruime ervaring bestaat in Nederland. Momenteel lopen er initiatieven om de opslag van kernafval in de ondergrond opnieuw te onderzoeken (onderzoekprogramma OPERA van de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA)).

De opslag en beheer van stortplaatsen voor huishoudelijk en industrieel restafval is niet in het onderzoek betrokken. In feite is dit een omissie. De opslag of het dumpen van afval komt voor een deel terug in de categorieën bodemverontreinigingen en sanering bodem/grondwater. De moderne manier van afvalverwijdering, -recycling en verbranding is echter uitgegroeid tot een aparte tak van industrie, die goed is georganiseerd. De opslag van de sterk verkleinde hoeveelheid restafval is geconcentreerd in twaalf grote stortplaatsen. Qua bodemgebruik nemen zij relatief weinig ruimte in. De emissies worden gecontroleerd en er zijn maatregelen getroffen om verspreiding van stoffen tegen te gaan. Naast de centrale stortplaatsen zijn er een groot aantal lokale scheidingsstations of overslagplaatsen. Een groeiend aantal bedrijven houdt zich bezig met hergebruik en verwerking. De afvalverwerkingsector is goed georganiseerd, gereguleerd en wordt standaard gemonitord (www.afvalonline.nl)

Pleinen, stoepen, plantsoenen en parken: In de openbare ruimten nemen pleinen, plantsoenen en parken een plaats in. Voor pleinen geldt dat zij, voornamelijk in stedelijk gebied, een groot effect hebben op de afdekking. Voor stoepen geldt dat er in sommige gemeenten grote effecten zijn op de bodem- en hydrochemie vanwege het gewasbeschermingsmiddelen gebruik. In plantsoenen en parken worden ook gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen toegepast die effecten kunnen hebben op de bodem- en hydrochemie en ecologie. Het geheel aan openbare ruimten is waarschijnlijk een relevante categorie bodemgebruik om mee te nemen in de beoordeling van effecten. Dat is in dit project nog niet gebeurd.

Calamiteiten spoor- en wegtransport: In de risicoanalyse zijn diverse vormen van calamiteiten meegenomen (buisleidingen, bedrijfsmatige activiteiten, winning diepe delfstoffen). Dit zijn de calamiteiten die het meest opvallen of grote schade veroorzaken. Bij iedere vorm van bodemgebruik kunnen ongelukken plaatsvinden. Dit is echter niet standaard- of consequent uitgewerkt. Het brengt ook het gevaar met zich mee dat gezocht gaat worden naar (milieu)rampen die allemaal mogelijk zouden kunnen zijn, waardoor een te overtrokken beeld ontstaat van de effecten van bodemgebruik. Een objectievere benadering zou het gebruik van ongevalstatistieken kunnen zijn. Er is echter geen ruimte geweest om deze weg nader te onderzoeken.

In het kader van ernstige calamiteiten hadden de effecten van ongelukken met spoor- en wegtransport meer aandacht kunnen krijgen. De intensiteit van alle transportbewegingen maakt de kans hierop reëel. De diversiteit in goederen, stoffen en gevaren is groot (van chloortrein tot bietencampagne). Deze categorie van calamiteiten is niet onderzocht of door een deskundige beoordeeld.

4.3 Aanbevelingen

Op basis van deze studie bevelen wij het volgende aan:

- De resultaten zoals die weergegeven zijn in de factsheets (bijlage 5 – 19) zullen verder gekwantificeerd moeten worden om een risicoberekening te kunnen maken. Dit kan bijvoorbeeld door de resultaten te koppelen aan kwantitatieve gegevens over toezicht, naleving en calamiteiten.
- Detailinformatie over effecten van bodemactiviteiten kan via kaartmateriaal worden ontsloten. Het is mogelijk om het bodemgebruik in Nederland te koppelen aan locaties waar een bepaald effect verwacht wordt. Bijvoorbeeld veeteeltgebieden op veengrond, waar effecten op de hydrologie te verwachten zijn. Of de locaties van BRZO-bedrijven (bedrijven met risico's op zware ongevallen) in de nabijheid van grondwaterbeschermingsgebieden of drinkwaterinnameputten.
- Er zijn diverse modellen/systemen waarmee expert-judgement beoordelingen uitgevoerd kunnen worden. Een mogelijke vorm is die van een multicriteria-analyse. Hiervoor is bijvoorbeeld het programma BOSDA ontwikkeld. BOSDA is voor dit project verkennend toegepast. Het voordeel van dit soort modellen is, dat eenvoudig inzichtelijk gemaakt kan worden wat de individuele bijdragen van de experts zijn en hoe deze doorwerken in de eindresultaten. Ook is het mogelijk om gewichten toe te kennen aan bepaalde onderdelen, waardoor er nadruk gelegd kan worden op onderdelen, bijvoorbeeld de activiteiten waarvoor ILT taken of bevoegdheden heeft. De (subjectieve) wegingsfactoren die moeten worden gekozen bij een multicriteria-analyse zijn tevens een zwakte in het systeem. Ondanks dat het een meer geformaliseerde afwegingsmethodiek biedt, is BOSDA nog niet toegepast op de resultaten van deze studie.

Literatuur

van Beelen, P., J. Schijven, A.M. de Roda Husman, M. van der Aa en P. Otte (2011) Een literatuurstudie naar de mogelijke risico's van warmte- en koudeopslag voor de grondwaterkwaliteit. RIVM rapport 607050009, RIVM, Bilthoven.

Besluit bodemkwaliteit. 2008.

http://wetten.overheid.nl/BWBR0022929/geldigheidsdatum_24-07-2012#Opschrift

Bonte, M., A. van Wezel, K. van Daal, A.A.J. de Gier, H.F.M.W. van Rijswijk, J. Robbe en B.J. Schueler (2010) Ordening van de ondergrond. Een fysiek en juridisch afwegingskader. KWR 2010.010, KWR, Nieuwegein.

CBS, PBL, Wageningen UR (2008). www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag PBL, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.

COM. 2006. 232 Voorstel voor een Richtlijn van het Europees parlement en de Raad tot vaststelling van een kader voor de bescherming van de bodem en tot wijziging van Richtlijn 2004/35/EG. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0232:FIN:NL:PDF>

Gadella, M. 2011. Evaluatie Besluit bodemkwaliteit. Agentschap NL, Utrecht.

Melman, Th.C.P., H.P.J. Huiskes, A.T. Kuiters en F.P. Sival (2008) Methodiek effectbepaling natuurontwikkelingsprojecten. Alterra rapport 1685, Wageningen.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2011) Ontwerp Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte. Den Haag. <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2011/06/14/ontwerpstructuurvisie-infrastructuur-en-ruimte.html>

Mol, G., J. Spijker, P. van Gaas en R. Pömkens (eds.) (2012) Geochemische bodematlas van Nederland. Alterra, RIVM en Deltares. Wageningen Academic publishers. Wageningen. ISBN: 978-90-8686-186-6. www.geochemischebodematlas.nl

Noordhoff Atlasproducties (2009) De Bosatlas van Ondergronds Nederland. Noordhoff Uitgeverers bv, Groningen. ISBN 978 9001 12245 4.

Oomen, A.G., P.J.C.M. Jansen, A. Dusseldorp en C.W. Noorlander (2008) Exposure to chemicals via house dust. RIVM report 609021064, RIVM, Bilthoven.

RWS/Waterdienst (2011) Emissieschattingen Diffuse bronnen, Emissieregistratie. Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's. RWS-WD, Lelystad. [http://www.emissieregistratie.nl/ERPUBLIEK/documenten/Water/Factsheets/Nedlands/Effluenten%20RWZI%20\(berekend\).pdf](http://www.emissieregistratie.nl/ERPUBLIEK/documenten/Water/Factsheets/Nedlands/Effluenten%20RWZI%20(berekend).pdf)

Tauw (2009) Redeneerlijn voor de Ondergrond. Tauw bv, Deventer.

VROM (2003) Beleidsbrief Bodem. BWL/2003 096 250, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, Den Haag.

Willems, W.J., T.V. Vellinga, O. Oenema, J.J. Schröder, H.G. van der Meer, D. Fraters, en H.F.M. Aarts (2000) Onderbouwing van het Nederlandse derogatieverzoek in het kader van de Europese Nitraatrichtlijn. RIVM rapport 718201002. RIVM, Bilthoven.

Wuijts S, Buscher CH, Zijp MC, Verweij W, Moermond CTA, de Roda Husman AM, Tangena BH, Hooijboer A. 2011. Prospective study of the drinking water supply in the Netherlands. RIVM Report 609716001, RIVM, Bilthoven.

Verwijzingen naar internetpagina's:

<http://www.afvalonline.nl>

<http://www.bodemambities.nl>

<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0085-Belasting-van-het-oppervlaktewater-en-emissies-naar-water-per-doelgroep.html?i=5-117>

<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0061-Bodemgebruikkaart-voor-Nederland.html?i=15-18>

<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0067-Winning-en-verbruik-van-oppervlaktedelfstoffen.html?i=15-18>

<http://www.infomil.nl>

<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/bodem-en-ondergrond/grond-en-baggerspecie>

<http://www.ruimtexmilieu.nl>

<http://www.soilpedia.nl/Wikipaginas/Gebiedsgericht%20grondwaterbeheer.aspx>

Lijst van afkortingen

AID	Algemene Inspectie Dienst
AVI	Afvalverbrandingsinstallatie
Bbk	Besluit bodemkwaliteit
BRZO	Besluit risico's zware ongevallen (1999)
BOSDA	Beslissingsondersteunend systeem voor discrete alternatieven (multicriteria analyse methode)
CE	Conformité Européenne, betekent: in overeenstemming met de Europese regelgeving
COB	Centrum Ondergronds Bouwen
COVRA	Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval
DLG	Dienst Landelijk Gebied
EHS	Ecologische Hoofdstructuur
ILT	Inspectie Leefomgeving en Transport
I&M	Ministerie voor Infrastructuur en Milieu
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control; De Europese IPPC-richtlijn is gericht op preventie en bestrijding van milieuverontreiniging.
KWR	Kiwa Water Research, KWR Watercycle Research Institute
mkb	milieukundig begeleider
NVWA	Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (voormalige AID)
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
SKB	Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TOP-bedrijven	Bedrijven met complexe milieuvergunningen
VRM	Ministerie voor Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (per 1 januari 2012 opgegaan in het Ministerie voor Infrastructuur en Milieu)
Wabo	Wet algemene bepalingen omgevingsrecht
Wbb	Wet bodembescherming
wko	Warmte-koudeopslag
Wro	Wet ruimtelijke ordening

Bijlage 1 Lijst van deskundigen

- Kees Versluijs, RIVM/LER: bodemverontreinigingen, sanering, afvalverwerking.
- Patrick van Beelen, RIVM/LER: microbiologie, grondwater, wko, bestrijdingsmiddelen.
- Frank Swartjes: bodemverontreinigingen, saneren grondwater, lozingen, grondverzet.
- Job Spijker, RIVM/LER: bodemchemie, bouwstoffen, delfstoffen.
- Johannes Lijzen, RIVM/LER: bodemverontreinigingen, milieuchemie, ecologische en humane effecten.
- Roland Lieste, RIVM/LER: hydrologie, hydrochemie, bodemkunde.
- Suzanne Wuijts, RIVM/IMG: drinkwater, grondwater, hydrologie.
- Margreet Spoelstra, RIVM/CEV: buisleidingen, externe veiligheid.
- Michiel Rutgers, RIVM/LER: ecologische risico's, algemeen.
- Wilko Verweij, RIVM/LER: hydrochemie, grondwater, algemeen.
- Brenda Berkhout, COB: ondergronds bouwen
- Hanneke Puts, TNO: milieuwetenschappen, ruimtelijke ordening, communicatie.
- Erik Simmelink, TNO: hydrogeologie, diepe delfstoffen, CO₂-opslag.
- Hanneke van den Anker, St. Geomorfologie en Landschap: aardkundige waarden
- Gerda de Vries, ILT: bouwstoffen, bodemverontreiniging, wetgeving bodem

Bijlage 2 Wet ruimtelijke ordening

(Bijdrage Gerda de Vries, ILT)

De Wet ruimtelijke ordening (Wro) regelt hoe ruimtelijke plannen tot stand komen en gewijzigd worden. Zowel het rijk, de provincies als de gemeenten hebben in beginsel dezelfde wettelijke instrumenten. Voor het vastleggen van het beleid bestaan de structuurvisies, voor de normstelling van het toegelaten grondgebruik zijn er de bestemmingsplannen en ten slotte voor de realisatie zijn er de Wabo-vergunningen. Alleen bestemmingsplannen bevatten juridisch bindende voorschriften. Deze worden opgesteld en gehandhaafd door de gemeente.

Het Rijk kan via een aantal instrumenten invloed uitoefenen op de bestemming van een gebied:

- Inpassingsplan: hiermee legt het rijk voor een bepaald gebied zelf de bestemming vast. Het gemeentelijke bestemmingsplan wordt hiermee - buiten werking geplaatst. Het Rijk mag dit alleen doen als er een Rijksbelang is. Voorbeelden van mogelijke projecten van nationaal belang zijn de aanleg van een defensie terrein, de bouw van een kerncentrale of de aanleg van een groot infrastructureel project, zoals in het verleden de Betuweroute.
- Aanwijzing: De Wro kent twee soorten aanwijzingen. De eerste is een reactieve aanwijzing. Hierbij is een noodzakelijke voorwaarde dat er zienswijzen zijn ingediend door de ILT. Met een reactieve aanwijzing kan dan een deel van het bestemmingsplan buiten werking worden gesteld. De andere aanwijzing is een proactieve. Bij dit type aanwijzing krijgt de gemeente opdracht om een nationaal belang op te nemen in het eigen bestemmingsplan.
- Projectbesluit (opgenomen in de omgevingsvergunning): hiermee kan ontheffing worden verleend van een bestemmingsplan of inpassingsplan om een Rijksbelang mogelijk te maken.

Beleid voor bodem en ruimtelijke ordening

Er zijn drie ontwikkelingen te onderscheiden in de relatie tussen bodem en ruimtelijke ordening:

1. In de Ontwerp Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (Ministerie Infrastructuur en Milieu, 2011) is het efficiënt gebruik van de ondergrond benoemd als één van de 13 Nationale Belangen.
2. Bodembeheer wordt steeds meer verbonden met gebiedsontwikkeling (gebiedsgericht beleid in het Besluit bodemkwaliteit (Bbk, 2008) en gebiedsgericht grondwaterbeheer via wijziging van de Wbb in 2011/2012). Daardoor kan een meer integrale belangenafweging worden gemaakt dan wanneer alleen wordt uitgegaan van het milieuhygiënische belang.
3. Er komt een nieuwe Omgevingswet waarin bodembeleid onderdeel wordt van het ruimtelijke ordeningsbeleid. Daardoor worden integrale afwegingen voor de leefomgeving bevorderd.

De Nationale Belangen uit de Ontwerp Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte zijn weergegeven in het kader hieronder. De nationale belangen 2 (energie), 3

(buisleidingen), 4 (ondergrond), 8 (milieukwaliteit, waaronder bodemkwaliteit), 10 (cultuurhistorische kwaliteiten) en 11 (natuur) komen terug in de bodemactiviteitenlijst en de effectcriteria van deze risicoanalyse.

Nationale belangen uit de Ontwerp Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte

1. Een excellent en internationaal bereikbaar vestigingsklimaat in de stedelijke regio's met een concentratie van topsectoren
2. Ruimte voor het hoofdnetwerk voor (duurzame) energievoorziening en de energietransitie
3. Ruimte voor het hoofdnetwerk voor vervoer van (gevaarlijke) stoffen via buisleidingen
4. Efficiënt gebruik van de ondergrond
5. Een robuust hoofdnetwerk van weg, spoor en vaarwegen rondom en tussen de belangrijkste stedelijke regio's inclusief de achterlandverbindingen
6. Betere benutting van de capaciteit van het bestaande mobiliteitssysteem van weg, spoor en vaarwegen
7. Het in stand houden van de hoofdnetwerken van weg, spoor en vaarwegen om het functioneren van de netwerken te waarborgen
8. Verbeteren van de milieukwaliteit (lucht, bodem, water), bescherming tegen geluidsoverlast en externe veiligheidsrisico's
9. Ruimte voor waterveiligheid, een duurzame zoetwatervoorziening en klimaatbestendige stedelijke (her) ontwikkeling
10. Ruimte voor behoud en versterking van (inter)nationale unieke cultuurhistorische en natuurlijke kwaliteiten
11. Ruimte voor een nationaal netwerk van natuur voor het overleven en ontwikkelen van flora- en faunasoorten
12. Ruimte voor militaire terreinen en activiteiten
13. Zorgvuldige afwegingen en transparante besluitvorming bij alle ruimtelijke plannen

Bodem speelt verder een rol bij het opstellen en de uitvoerbaarheid van een bestemmingsplan. In de regel vindt er geen directe vertaling plaats van het aspect bodem in de juridisch-planologische regeling (verbeelding en regels). Wel moet bij het opstellen van een bestemmingsplan rekening worden gehouden met de bodemkwaliteit in relatie tot toegelaten functies. Wanneer blijkt dat de bodemkwaliteit niet direct geschikt is voor toe te laten functies moet een nadere afweging worden gemaakt. Hierbij speelt het kostenaspect dan een belangrijke rol en zal de economische uitvoerbaarheid moeten worden aangetoond. Daarbij kan worden gedacht aan situaties waarbij de kosten van sanering niet opwegen tegen de opbrengsten. Artikel 6.12 Wro regelt dat de kosten van nieuwe ontwikkelingen moeten worden verhaald op de grondeigenaar. De juridische figuur hiervoor is een exploitatieplan. De kosten voor bodemonderzoek en bodemsanering kunnen in het exploitatieplan worden opgenomen.

Bodemgebruik en bodemactiviteiten

De bodemactiviteiten die in deze risicoanalyse worden behandeld, zijn vaak verbonden met een specifiek soort bodemgebruik. De verdeling van het oppervlak van Nederland over deze soorten bodemgebruik is aangegeven in tabel B2.1 hieronder.

Tabel B2.1 Bodemgebruik in Nederland en het percentage van het oppervlak van Nederland waarop het bodemgebruik plaats vindt. (Compendium voor de Leefomgeving, data 2008). NB het percentage binnenwater is gebaseerd op het totale oppervlak van Nederland (inclusief binnen- en buitenwateren), de andere percentages zijn berekend op basis van het totale landoppervlak.

Soort bodemgebruik	Percentage oppervlak
Bebouwd gebied: wonen	7%
Bebouwd gebied: werken	3%
Bebouwd gebied: infrastructuur	3%
Landbouw	66%
Natuur en recreatie	17%
Binnenwater	9%

Een bestemmingsplan legt het toegelaten grondgebruik vast. Naast de bovengenoemde soorten bodemgebruik worden er ook gebieden aangewezen voor specifieke activiteiten. Hieronder wordt per bodemactiviteit aangegeven welk soort bodemgebruik het (hoofdzakelijk) betreft, dan wel of de activiteit in een bestemmingsplan moet worden aangewezen (zie tabel B2.2).

Tabel B2.2 Overzicht van de activiteiten en het soort bodemgebruik waaraan het kan worden gekoppeld.

Activiteiten	Soort bodemgebruik
Landbouw (bemesten, toepassen bestrijdingsmiddelen en verdichting)	Landbouw
Locatiegebonden bedrijfsactiviteiten	Bebouwd gebied: werken
Bouwen en infrastructuur: bouwstoffen	Bebouwd gebied
Lozingen in de bodem	Bebouwd gebied, landbouw
Natuurontwikkeling	Aangewezen gebieden (Natura 2000 gebieden), natuurgebieden
Bodemenergie	Bebouwd gebied, landbouw Aangewezen gebieden (interferentiegebieden) daar waar veel vraag is in een beperkt gebied
Ondergronds bouwen	Bebouwd gebied
Buisleidingen	Bebouwd gebied: infrastructuur
Grondverzet	Geen specifiek bodemgebruik
Winning oppervlaktedelfstoffen	Aangewezen gebieden
Winning diepe delfstoffen en opslag in de bodem	Aangewezen gebieden
Grondwaterwinning:	Aangewezen gebieden, bebouwd gebied, landbouw
Drinkwaterwinning	Grondwaterbeschermingsgebieden
Proceswaterwinning	Bebouwd gebied, landbouw
Saneren grond	Geen specifiek bodemgebruik
Saneren grondwater	Geen specifiek bodemgebruik
Bodemverontreinigingen Historische en restverontreiniging (als gevolg van activiteiten in het verleden)	Geen specifiek bodemgebruik, levert wel beperkingen op voor het bodemgebruik.

Bijlage 3 Beschrijving van onderscheiden Bodemactiviteiten

In de hoofdstuk 2 is aandacht besteed aan de redenen voor selectie van bodemactiviteiten. Deze bijlage geeft een uitgebreidere toelichting op de onderscheiden activiteiten-categorieën, om vast te leggen op welke grondslagen de deskundigen de effecten van bodemgebruik hebben beoordeeld.

Landbouw

Het doel van de landbouw is gewas- en/of vlees- en zuivelproductie. Om dit doel te bereiken wordt vee beweid en landbouwmachines ingezet, ook worden (kunst)mest en gewasbeschermingsmiddelen toegepast. Het land wordt geïrrigeerd als dat nodig is en dit water komt daarna in contact met het grond- en/of oppervlaktewater. Via deze route kunnen meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen afspoelen. In laag gelegen delen van Nederland (zuidwest Nederland) moet het grondwaterpeil kunstmatig worden laaggehouden om de veengronden betreedbaar en bewerkbaar te houden. Landbouw maakt gebruik van de bodem en heeft belang bij een goede kwaliteit daarvan, voor een optimale gewasproductie. In Nederland wordt 66% van het areaal gebruikt als agrarische grond (Compendium voor de Leefomgeving). De landbouwactiviteiten zijn globaal onder te verdelen in: akkerbouw, tuinbouw, veeteelt en glastuinbouw. Deze subcategorieën zijn in de effectenbeoordeling onderscheiden. In Nederland is 12.300 km² van het landoppervlak in gebruik als grasland en 9800 km² als akker- en tuinbouw (Noordhoff, 2009). Glastuinbouw is een intensieve bedrijfstype maar beslaat slechts 0,73% van het landbouwareaal.

Locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten

In bedrijven wordt gewerkt met stoffen en producten die mens en milieu kunnen belasten, de kans daarop is bij sommige bedrijfstakken (opslag gevaarlijke stoffen) groter dan bij andere (winkelbedrijven, horeca, kantoren). Bedrijven nemen, indien nodig, maatregelen om te voorkomen dat lekkage van opslagtanks of het morsen van vloeistoffen leidt tot verontreiniging van de bodem of het grondwater. Tijdelijke bedrijfsmatige activiteiten, zoals bij een bodemsanering, vallen niet onder de bedrijfsmatige activiteiten zoals hier worden bedoeld.

In de analyse is onderscheid gemaakt tussen: bedrijven die op grote schaal met gevaarlijke stoffen werken, en andere bedrijven (gebruik gevaarlijke stoffen op kleinere schaal). Voor bedrijven zijn apart calamiteiten beoordeeld, zoals een grote brand of een explosie waarbij stoffen in of op de bodem terecht kunnen komen. Lozingen in de bodem horen bij deze analyse niet onder bedrijfsmatige activiteiten (ze vallen qua wetgeving wel onder dezelfde raamwet). Bebouwd terrein beslaat ongeveer één zevende van Nederland (Compendium voor de Leefomgeving, 2008). De onderverdeling hiervan is grofweg als volgt: bedrijfsterreinen 3%, woningen 7%, wegen 3% van het totale grondoppervlak.

Bouwen en infrastructuur

Voor alle bouwwerken en constructies zijn bouwstoffen nodig. Deze bouwstoffen zijn in diverse categorieën in te delen en hebben hun eigen problematiek (zie hieronder). Veel bouwstoffen voldoen al aan kwaliteits- en milieueisen. Het gaat hierbij om de uitloging van stoffen en de ophoping/verspreiding hiervan in bodem en grondwater, of binnenlucht.

Het resultaat van de toepassing van bouwstoffen, oftewel het bouwwerk zelf, heeft andere effecten op zijn omgeving, dan de ingrediënten waaruit het is opgetrokken. Daarom is naast het effect van bouwstoffen, ook beoordeeld wat de impact is van de aanleg van gebouwen, wegen en waterwegen op het bodem/grondwatersysteem. Op basis van materiaaleigenschappen, regelgeving en de actualiteit is de volgende indeling aangehouden:

Toepassen van steenachtige bouwstoffen

a) Zogenaemde 'vormgegeven steenachtige bouwstoffen', zoals bakstenen en beton, kunnen op twee manieren worden gemaakt. De eerste is van nieuwe/schone materialen, in dat geval zijn er geen problemen qua uitloging. De tweede manier is met hergebruik van reststoffen, zoals bodemas of vliegas (dit zijn restproducten van (afvalverbrandingsinstallaties). Deze vorm van de bouwstof levert wel meer problemen qua uitloging.

b) De 'niet-vormgegeven steenachtige bouwstoffen', zoals granulaat, kunnen net als vormgegeven bouwstoffen gemaakt worden van schoon materiaal en gerecycled materiaal.

Bij de aanleg van nuttige werken, zoals gebouwen, (spoor)wegen, geluidswallen, dijken en bruggen worden niet-vormgegeven steenachtige bouwstoffen gebruikt voor verharding, ophoging of opvulling. Sloopafval en puin van beton, asfalt, dakpannen en bakstenen kunnen op deze manier worden hergebruikt. De voorwaarde hierbij is dat de bouwstoffen veilig zijn, er mogen geen stoffen weglekken uit de bouwstoffen, die het grondwater of de bodem kunnen vervuilen.

Toepassen van rubbergranulaat

Rubbergranulaat kan zijn gemaakt van een nieuw gesynthetiseerd product, het is dan relatief schoon. Wanneer het is gemaakt van gerecycled materiaal, kunnen er verontreinigende stoffen in zitten, zoals minerale olie, metalen, etc. Rubbergranulaat past nog niet in de huidige regelgeving. Vanwege het siliciumgehalte zou het onder de steenachtige bouwstoffen kunnen vallen (dit omdat het silicium, aluminium en calcium gehalte hoger is dan 10%), maar op basis van de samenstelling mag het niet gebruikt worden (teveel minerale olie). Momenteel wordt een uitzondering gemaakt op de regelgeving. De beoordeling van rubbergranulaat was maatwerk, maar deze wordt nu ook toegepast op situaties waar die niet voor is bedoeld. De afleiding van risico's voor rubbergranulaat was gebaseerd op een toepassing van het rubbergranulaat op sportvelden en afwatering via drains naar sloten. Van ieder andere toepassing (o.a. speeltegels) is het risico dus niet beoordeeld. Wanneer de nieuwe EU bouwstoffenregeling in werking treedt kan dit het voor sommige materialen of toepassingen (zoals speeltegels) tot problemen leiden (uitloging van stoffen die niet toegestaan is).

Toepassen van metalen bouwstoffen

Zink en koper kunnen, net als andere bouwmetalen, zorgen voor een belasting van de bodem of het (grond)water. Het afspoelen van hemelwater langs grote oppervlakken van deze metalen (zinken gevel, koperen dak) kan zorgen voor hogere concentraties zink en koper in de bodem en het grond- en oppervlaktewater.

Gebouwen

De aanleg van een gebouw heeft naast de effecten van de bouwstoffen die er mogelijk uit kunnen logen ook andere effecten op de bodem. Het afdekken van de bodem, zorgt ervoor dat bodemorganismen niet of nog maar beperkt kunnen leven in de bodem. Ook werpt het een barrière op, boven- en/of ondergronds,

wat gevolgen kan hebben voor bijvoorbeeld de hydrologie. Voor bouwwerken worden vaak tijdelijke grondwaterbemalingen uitgevoerd.

Aanleg wegen en waterwegen

Bij de aanleg van wegen worden steenachtige bouwstoffen toegepast (vormgegeven en niet-vormgegeven). Ter versteviging en egalisatie worden vaak zandlichamen opgebracht waarop de weg komt te liggen. In veel gevallen zal er plaatselijk ingegrepen worden in de (grond)waterstand.

Bij de aanleg van waterwegen worden bouwstoffen toegepast voor beschoeiingen, damwanden, bruggen, etc. De aanleg van waterwegen grijpt direct aan op de (grond)waterhuishouding.

Lozingen in de bodem

Het lozen in de bodem is het definitief in de bodem brengen of doen brengen van vloeistoffen (Lozingenbesluit bodembescherming). Er zijn vele typen lozingen en sinds 1 januari 2005 mag er niet meer ongezuiverd worden geloosd in de bodem. Via ontheffingen en vergunningen kunnen bepaalde vormen van lozingen wel worden toegestaan door overheden. Daarbij blijft het uitgangspunt dat de bodem, het grondwater en het oppervlaktewater niet verontreinigd mogen worden.

Lozingen kunnen worden verdeeld in diverse categorieën (www.infomil.nl), zoals:

- agrarische bodemlozingen
- lozingen op of in de bodem die vergunningplichtig zijn. Dit betreffen alle bodemlozingen vanuit IPPC-inrichtingen en de bodemlozingen vanuit type-C inrichtingen volgens het Activiteitenbesluit.
- beperkte lozing huishoudelijke afvalwater (<10 lozingseenheden)
- omvangrijke lozing huishoudelijke afvalwater (10-100 lozingseenheden)
- koelwater en overige vloeistoffen
- hemelwater

In alle gevallen geldt dat wanneer men zich houdt aan de voorschriften van de vergunning/ontheffing er geen (of geaccepteerde) effecten zouden mogen optreden. Bij het (doelbewust) overtreden daarvan kunnen wel grote effecten optreden, vooral bij lozingen waarbij verontreinigende stoffen gemoeid zijn.

Het Compendium voor Leefomgeving presenteert diverse gegevens die indirect een beeld geven over de lozingen in de bodem (o.a. [Belasting van het oppervlaktewater naar herkomst, 2009](#)). Er zijn geen gegevens centraal beschikbaar over het voorkomen van de verschillende typen lozingen, waaronder die in de bodem.

Het afkoppelen van hemelwater is een maatregel om verdroging tegen te gaan en wordt steeds vaker toegepast in Nederland (6% van de huishoudens in 2009, RWS/Waterdienst, 2011). Doordat het hemelwater niet via het riool wordt afgevoerd, maar (in)direct de bodem wordt ingeleid kunnen afgespoelde stoffen op deze wijze in de bodem komen. Koper (dak- en gevelbeplating), zink(dakgoten) en lood (loodslabben) zijn voorbeelden van stoffen die kunnen afspoelen.

Natuurontwikkeling

Natuurontwikkeling is een brede en veel voorkomende activiteit die loopt van het bevorderen van natuur in de stad, via agrarisch natuurbeheer, tot grootschalige afgravingen om (over)bemeste grond te verwijderen en 'schrале natuur' terug te brengen.

In het kader van natuurontwikkeling en landinrichting worden ook ingrepen in waterwegen gedaan. Een bekend voorbeeld is het herstel van oude lopen van beken of rivieren.

Natuurontwikkeling heeft voor een groot deel plaats gevonden in het kader van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Het beoogde netwerk van natuurgebieden op het land had een totale omvang van 728.000 ha, en zou in 2018 gerealiseerd moeten zijn. Er werd uitgegaan van bestaande natuur, aangevuld met nieuwe gebieden en landbouwgronden die uit productie genomen zouden worden.

Volgens cijfers uit 2008 is slechts 30% van de nieuwe EHS "ingericht" (ontwikkeld). Circa 600.000 ha is momenteel als EHS in beheer. Van verdere uitbreiding wordt voorlopig afgezien. Daarnaast zijn de rijksmiddelen voor robuuste verbindingzones en 'Recreatie om de Stad' vervallen. Onderzocht wordt hoe EU-verplichtingen voor het behoud van biodiversiteit en de inrichting van Natura 2000-gebieden kunnen worden nagekomen.

De organisatie van landinrichting is een complex proces. De Dienst Landelijk Gebied (DLG) heeft hierin een centrale rol als grondaankoper en inrichter. Daarnaast richten particuliere organisaties, zoals Natuurmonumenten, en Provinciale Landschappen gebieden in. Naar schatting zijn in Nederland circa 750 natuurontwikkelingsprojecten uitgevoerd. Dit aantal zal nog ongeveer verdubbelen als de EHS kan worden gerealiseerd (Melman et al., 2008).

Aanleg en beheer bodemenergiesystemen

Warmte-koudeopslag (wko) is een techniek om restwarmte van gebouwen op te slaan in een diepe grondwaterlaag. Deze warmte kan 's winters worden gebruikt om in een deel van de warmtebehoefte te voorzien en zomers om te koelen. Het Nederlandse klimaat is gunstig voor een goed evenwicht in opslag van warmte en koude. De mogelijkheid om een goede energiebalans te behalen bepaalt tevens het rendement van een installatie. Toepassing van wko wordt als een belangrijke bijdrage gezien om het aandeel van fossiele brandstoffen in de energievoorziening terug te dringen.

Anno 2012 zijn er circa 3000 (open + gesloten) wko-installaties in Nederland. De groei is rond de 10% per jaar. Tevens is geconstateerd dat een groot deel hiervan (naar schatting 70%) niet optimaal functioneert en dus niet het beoogde rendement behaalt (aanleiding voor een onderzoeksproject door Gemeente Amsterdam samen met SKB en andere partners).

De Taskforce-WKO bracht in 2009 een advies uit waarin wordt gepleit voor een versnelde groei met 30% per jaar. Hiermee zou in 2020 een aantal van 18.000 open-wko-installaties kunnen worden gerealiseerd. Deze sterke groei legt tevens een beslag op de ruimte in de ondergrond en op het grondwater. wko-installaties kunnen overlappen, vooral in steden of onder industrieterreinen. Bij de aanleg ervan moet tevens rekening worden gehouden drinkwaterwingebieden en grondwaterverontreinigingen. Hiervoor is o.a. de "wko-tool" ontwikkeld. Er is geen schatting van het totale volume dat ondergronds in beslag wordt genomen (of nodig zal zijn) voor wko.

De uitbreiding van het aantal wko-systemen leidt tot veel boorgaten en leidingen die tot honderden meters diep kunnen gaan. De gebruikte boorvloeistoffen kunnen het grondwater verontreinigen. De levensduur van een wko-systeem is naar schatting 50 tot 100 jaar. Deze zullen vermoedelijk na gebruik niet worden opgeruimd maar worden gevuld om lekkage van ondoorlatende lagen te voorkomen. De duurzaamheid en de milieurisico's van deze wko-installaties hangen af van de kwaliteit van de gebruikte materialen en zijn nog niet bekend (Van Beelen et al., 2011). Wel is bekend dat bij gesloten systemen de risico's voornamelijk worden veroorzaakt door de anticorrosie middelen die aan de koelvloeistoffen worden toegevoegd.

Bij de beoordeling van deze activiteit is onderscheid gemaakt tussen gesloten- en open wko-systemen.

Ondergronds bouwen

Het aanleggen van infrastructuur (tunnels), gebouwen (parkeergarages) of netwerkvoorzieningen (kabeltunnels) grijpt in op de ondergrond. Bodem wordt afgegraven, verdicht, ontwaterd of doorboord.

Fysieke en mechanische omstandigheden veranderen (direct of indirect; denk aan zettingen of verzakkingen) bij grote ingrepen. Ook het grondwater wordt beïnvloed door ondergrondse bebouwing, bijvoorbeeld als er voor de bouw grondwater onttrokken moet worden of als waterscheidende lagen worden aangetast.

Buisleidingen

In de Nederlandse bodem ligt ongeveer 300.000 kilometer aan ondergrondse leidingen. Hiervan wordt circa 18.000 kilometer buisleidingen gebruikt om gevaarlijke stoffen te transporteren. Dit zijn vooral aardgas en brandbare vloeistoffen (www.rijksoverheid.nl).

Buisleidingen vormen een relatief veilige, snelle en betrouwbare vorm van transport, die weinig ruimte in beslag neemt. Als nadeel kan worden genoemd: de kosten van aanleg, en de beperkte flexibiliteit voor aanpassingen van de infrastructuur.

Sinds 1 januari 2011 is het nieuwe Besluit externe veiligheid buisleidingen van kracht. Op basis hiervan wordt een locatiespecifieke risicocontour opgesteld i.p.v. een veiligheidsafstand. Voor nieuwe leidingen en voor leidingen die vervangen worden, geldt de eis dat er een maximaal plaatsgebonden risico mag zijn van 1 dode per 1 miljoen jaar wanneer die persoon zich op een afstand tot 5 m van het hart van de leiding bevindt. Voor leidingen die al in de Nederlandse bodem liggen, kunnen deze afstanden veel groter zijn, tot op tientallen meters en soms tot honderden meters.

In Nederland heeft zich geen ernstig buisleidingongeval met dodelijke afloop voor gedaan. Er treden jaarlijks wel enkele lekkages op en er zijn tientallen incidenten met een kans op lekkage die goed aflopen. Grote calamiteiten komen zelden voor. Faalfrequenties liggen in de orde van eens in de 10.000 jaar tot eens in een miljoen jaar.

Buisleidingen liggen lang in de grond, er zijn leidingen in gebruik van circa 50 jaar oud. Mede omdat de aanleg duur is, worden buisleidingen ontworpen om lang mee te kunnen gaan. Gemiddelde leeftijd zal naar schatting meer dan 25 jaar zijn.

Voor de effectbeoordeling is onderscheid gemaakt in het transport van gassen en vloeistoffen, en de calamiteiten die daar bij kunnen optreden.

Grondverzet

Zowel met grond als baggerspecie vindt grondverzet plaats. Grond is bodem die is opgegraven. Baggerspecie is waterbodem die is opgegraven en bestaat uit mineralen, humus, schelpen en grind (www.rijksoverheid.nl, 21-3-2012).

Grond (hier meestal schoon zand) wordt gebruikt om (spoor)wegen, geluidswallen, dijken, kades aan te leggen of om woongebieden en industrieterreinen op te hogen (zie ook oppervlaktedelfstoffen).

Ook licht verontreinigde grond en bagger wordt gebruikt bij het grondverzet, dit is aan regels gebonden (Besluit bodemkwaliteit) om verdere verslechtering van de bodemkwaliteit te voorkomen.

Winning oppervlakedelfstoffen

Voor de bouw en het onderhoud van woningen, gebouwen, (spoor)wegen en dijken zijn grondstoffen nodig zoals grind, zand en klei. Een groot deel van deze oppervlakedelfstoffen worden gewonnen in eigen land, zowel op het vaste land als in de Noordzee (Compendium voor de Leefomgeving, PBL). Bij de winning worden de delfstoffen afgegraven, de diepte van de opgraving gaat van oppervlakkig tot tientallen meters. De ontstane wingaten worden soms opgevuld met slib en andere grond. In andere gevallen ontstaan zogeheten winplassen. Winning van klei wordt vaak ingezet als methode om rivieren te verdiepen en ruimte voor het rivierwater te creëren. Bij de beoordeling is geen onderscheid gemaakt in de verschillende grondstoffen. In Nederland wordt jaarlijks 130 miljoen ton zand, grind en klei verbruikt, 80% daarvan komt van eigen bodem. De rest wordt geïmporteerd of wordt gerecycled (Noordhoff, 2009).

Winning diepe delfstoffen

De winning van diepe delfstoffen komt in Nederland neer op aardgas-, aardolie-, en zoutwinning. Kolenmijnen zijn niet meer in bedrijf sinds 1974.

Aardwarmtewinning is een nieuwe sector in opkomst. Momenteel spelen discussies over de opslag van CO₂ en de wenselijkheid van z.g. schaliegaswinning. Er wordt alleen nog vooronderzoek uitgevoerd naar de toepassing en haalbaarheid van deze twee laatste technieken.

Er wordt van delfstoffenwinning gesproken als dit plaatsvindt op een diepte groter dan 100 meter. Dezelfde grens wordt gehanteerd voor het opslaan van stoffen. Voor de winning van aardwarmte wordt uit gegaan van een diepte vanaf minimaal 500 meter.

Aardgas is vrijgekomen uit diepe steenkoollagen. Het is gemigreerd naar poreus zandsteen dat is afgedekt met een ondoorlatende laag. Gaswinning komt eigenlijk neer op 'vacuüm zuigen', waardoor de poriestructuur verdwijnt met bodemdaling tot gevolg.

Schaliegas is aardgas dat is geabsorbeerd door kleisteen (=schalie c.q. versteende klei). Om het vrij te maken moet de kleisteen worden opengebrouwen. Dit gebeurt middels hydraulisch breken van de structuur, of fraccen (eng.: fracking). Hierbij worden onder hoge druk grote hoeveelheden water, zand en chemicaliën in het gesteente gespoten. Het levert ook 'productiewater' op dat als zwaar chemisch afval moet worden verwerkt. Een groot gedeelte van de gebruikte chemicaliën en vloeistoffen blijven echter in het gesteente achter (bron: Wikipedia). In Nederland zijn er een aantal potentiële wingebieden voor schaliegas. Er worden proefboringen uitgevoerd.

In Nederland wordt op een paar plaatsen steenzout gewonnen. Dit bevindt zich op grote diepte (600-3000m). Het zout wordt met water opgelost en daarna opgepompt. Ondanks de grote diepte hebben de ontstane cavernes een onverwacht forse bodemdaling tot gevolg. In Barradeel bedraagt die 32 cm.

De boringen naar (traditioneel) gas zijn bijna gelijk verdeeld over 'onshore' en 'offshore'. Momenteel wordt geproduceerd uit 239 gasvelden, hiervan bevinden zich 137 op zee. De gasopbrengst van het Groningenveld is met 62% van de totale gasopbrengst (in 2010) veruit het grootst. Het aantal olievelden in Nederland is gering. Van de 12 stuks die in productie zijn liggen er 10 op het continentale plat. Door de sterk stijgende olieprijs was het rendabel om het olieveld te Schoonebeek begin 2011 te heropenen.

Voor de beoordeling van de effecten van diepe delfstoffenwinning is onderscheid gemaakt in traditionele winningen (technieken), nieuwe winningen/opslag en calamiteiten die kunnen optreden bij deze activiteiten.

Grondwaterwinning

De winning van grondwater heeft verschillende doelen of toepassingen:

- 1) water voor menselijke consumptie (inclusief water dat gebruikt wordt voor frisdranken en bier)
- 2) water niet voor menselijke consumptie

Water voor menselijke consumptie kan zowel uit oppervlaktewater als uit grondwater worden gewonnen. Het grondwater is door natuurlijke zuivering minder vervuild en vormt op dit moment de voornaamste bron (60%). Grondwater wordt vaak gewonnen op een diepte vanaf 100 meter tot meer dan 400 meter. Maar er zijn ook meer oppervlakkige winningen. Het grondwater moet nog op een aantal manieren worden behandeld om er drinkwater van te maken (beluchten, verwijderen ijzer en mangaan, ontharden). Hier zijn chemicaliën voor nodig, en als afvalproduct ontstaat zuiveringsslib. De winning van grondwater kan bijdragen aan de daling van de grondwaterspiegel en daardoor aan verdroging van bijvoorbeeld natuurgebieden.

Een aparte categorie wordt gevormd door de (fris)dranken, zuivel- en voedingsindustrie. Slechts bij enkele tientallen hiervan gaat het om grote onttrekkingen. Bierbrouwers en frisdrankenproducenten lopen meer kans op problemen met grondwaterverontreinigingen in een industriële omgeving, omdat ze meestal niet de bescherming genieten zoals die van drinkwaterputten.

Water niet voor menselijke consumptie wordt in de meeste bedrijven gebruikt als: koelvloeistof, procesmiddel, oplosmiddel of als vervoermiddel. Per functie worden verschillende kwaliteitseisen aan het water gesteld.

Over het algemeen wordt er geen drinkwater gebruikt voor industriële processen maar 'goedkopere' soorten water. Voor de winning en het gebruik van grondwater gelden strenge overheidseisen. Daardoor komt slechts een klein gedeelte (10%) van het proceswater uit het grondwater (bron: watervragen.nl). Irrigatiewater: Op jaarbasis, heeft Nederland een wateroverschot uit regenval en aanvoer door de rivieren. In vergelijking tot andere landen of delen van de wereld, is het grondwatergebruik in de landbouw dan ook beperkt. Naar schatting bedraagt dit circa 50 miljoen m³ per jaar. Water voor beregening van gewassen is echter juist nodig in droge perioden en kan op dat moment bijdragen aan een tijdelijke grote schaarste en schade door verdroging van de natuur (Wuijts et al., 2011).

Saneren grond

Het aantal potentieel ernstig verontreinigde locaties in Nederland is naar schatting 250.000. Het is niet mogelijk om die allemaal te onderzoeken en waar nodig op te ruimen. Tussen 1980 en 2010 hebben reeds een groot aantal saneringen plaatsgevonden. Er moeten echter prioriteiten worden aangebracht.

De bodemsaneringsoperatie in Nederland is goed onderbouwd met regelgeving, inventarisaties en registratie. Het langjarige traject is gestart vanuit de overheid en is inmiddels geleidelijk gedecentraliseerd. De regie is nu overgedragen aan gemeentes, provincies en waterschappen, die het bevoegde gezag vormen. De voortgang van de gehele bodemsaneringsoperatie is sinds 2000 in jaarlijkse rapportages bijgehouden (reeks Monitoring Bodemsanering). Nadere prioriteitstelling heeft er toe geleid dat medio 2011 uit de resterende werkvoorraad circa 400 locaties zijn aangewezen met onaanvaardbare risico's voor de mens (z.g. humane spoedlocaties). Deze moeten voor 2016 zijn gesaneerd. Aansluitend wordt onderzocht welke locaties vanuit ecologisch- of

verspreidingsrisico het eerst moeten worden aangepakt Het overzicht hiervan moet medio 2013 gereed zijn.

Een bodemsanering heeft tot doel dat een verontreiniging ter plaatse (geheel of gedeeltelijk) wordt verwijderd. Dit kan in principe door *afgraven* of *in situ*. *In situ* wil zeggen ter plaatse zonder grondverzet. Deze twee vormen van bodemsanering zijn apart beoordeeld op effecten die er door kunnen worden veroorzaakt.

Afgraven is het meest geschikt voor verontreinigingen die oppervlakkig aanwezig zijn, of op locaties met een bestemming wonen. Buiten de bebouwde kom, in het agrarische gebied, of in natuurterreinen, is de verwijdering van het gehele bodemecosysteem vaak schadelijker dan de (eco)toxische effecten van stoffen. Hier kunnen alternatieven in de vorm van *in situ* sanering een betere optie zijn. De keuze hangt onder andere af van de plaats, de aard en de ernst van de vervuiling, en verder van de gebruiksfunctie in combinatie met de kosten van de sanering.

Verschillende vormen van *in situ* sanering zijn: extractieve- (oppompen grondwater of bodemlucht), biologische- (injecteren voedingsstoffen voor natuurlijke afbraak), en chemische technieken (injectie van permagnaat, waterstofperoxide, ozon). Ze kunnen in combinatie met hulptechnieken worden toegepast (verwarming, surfactants).

In 2009 was het aantal lopende saneringen in de diepe ondergrond circa 500, tegen 1500 in de bovengrond. Er is geen aparte registratie van het aantal *in situ* saneringen dat in het verleden is uitgevoerd.

Saneren grondwater

Een bodemverontreiniging gaat vaak gepaard met een grondwaterverontreiniging. In specifieke gevallen (diepte lozingen, goed oplosbare stoffen) kan de vervuiling ook hoofdzakelijk in het grondwater voorkomen.

Een grondwatersanering kan op verschillende manieren worden uitgevoerd. Het vervuilde grondwater kan worden opgepompt en gereinigd, waarna het gezuiverde grondwater weer terug wordt gepompt. Verontreiniging met organische stoffen kan via microbiologische afbraak worden verwijderd. Dit kan worden gestimuleerd door stoffen en/of bacteriën aan het grondwater toe te voegen. Soms is een drijfslag met slecht oplosbare stoffen aanwezig op het grondwater. Deze drijfslag kan meestal snel worden weggezogen. Andere vormen van grondwaterreiniging gaan langzaam (tot tientallen jaren).

De bovenstaande aanpak van grondwaterverontreiniging wordt ook wel gevalsgericht of lokaal grondwaterbeheer genoemd. De tegenhanger van deze methode is het gebiedsgericht grondwaterbeheer (www.soilpedia.nl). Bij gebiedsgericht grondwaterbeheer wordt een heel gebied in ogenschouw genomen, met daarin verschillende grondwaterverontreinigingen. De doelstelling is dan niet om alle verontreinigingen weg te nemen of te saneren, maar om het grondwater voor lange tijd te beheren en daarbij ook andere doelstellingen te realiseren (energie, grondwaterkwantiteit). De gebiedsgerichte aanpak vindt vaak plaats in stedelijke omgeving, waar het moeilijk is om een sanering per geval toe te passen. Voor deze studie zijn de effecten beoordeeld in deze twee subcategorieën (gevals-/gebiedsgericht).

Bodemverontreinigingen ontstaan voor 1987

De ontdekking van grote gevallen van bodemverontreiniging in Lekkerkerk, de Volgermeerpolder en de Diemerzeedijk, brachten aan het begin van de jaren 80 een reeks van ontwikkelingen op gang in het beleid, het onderzoek en de technieken voor bodemreiniging. Het potentieel aantal ernstig verontreinigde locaties in Nederland is groot (naar schatting 250.000).

In de wetgeving wordt onderscheid gemaakt tussen bodemverontreinigingen die zijn ontstaan voor, of na 1987. Gevallen ontstaan na 1987 vallen volgens de Wet bodembescherming (Wbb) onder de zorgplicht. Deze bepaling verplicht de eigenaar om bij bodem- en grondwaterverontreiniging maatregelen te nemen die redelijkerwijs kunnen worden gevergd. Daartoe kan sanering van de verontreinigde grond en het grondwater behoren.

In Nederland liggen nog diverse locaties die in het verleden (voor 1987) verontreinigd zijn, deze zijn grofweg in drie groepen in te delen:

- locaties met ernstige verontreiniging (ontstaan voor 1987, ook wel historische verontreiniging genoemd)
- locaties met lichte verontreiniging (dit kunnen historische verontreinigingen zijn, maar ook restverontreinigingen die achterblijven na een sanering)
- locaties waar na sanering nazorg moet plaatsvinden om de verontreiniging onder controle te houden.

Deze indeling is ook gehanteerd bij de beoordeling van effecten van bodemverontreiniging, en richt zich dus alleen op historische gevallen.

Locaties met ernstige historische verontreinigingen: deze moeten eind 2013 in beeld zijn gebracht en vervolgens op korte termijn worden gesaneerd (binnen vier jaar). Tot die tijd zijn deze verontreinigingen in de bodem aanwezig en kunnen ze risico's opleveren voor de mens, het ecosysteem of het grondwater.

Locaties met lichte verontreinigingen: deze hoeven niet met spoed (binnen vier jaar) te worden gesaneerd. De sanering van deze locaties kan opgepakt worden op het moment dat een locatie verder ontwikkeld wordt (functieverandering, bouwlocaties, etc.). In deze groep vallen ook locaties waar al een sanering heeft plaatsgevonden en er nog een restverontreiniging is achtergebleven. Deze restverontreiniging is stabiel en er hoeft geen nazorg plaats te vinden. De restverontreiniging wordt alleen geregistreerd.

Locaties met nazorg: in die gevallen waarbij de verontreiniging gedeeltelijk wordt verwijderd, blijft een restverontreiniging achter. Wanneer er nog risico's verbonden zijn aan deze restverontreinigingen, dan wordt een nazorgplan opgesteld. In dit plan worden afhankelijk van de locatie maatregelen opgesteld om te zorgen dat er geen blootstelling aan de restverontreiniging plaatsvindt voor mens, ecosysteem en grondwater. De maatregelen kunnen bestaan uit het controleren van de restverontreiniging als deze niet stabiel is. In andere gevallen is het controleren niet voldoende en moet de restverontreiniging actief op zijn plaats worden gehouden volgens het IBC-concept (Isoleren, Beheersen en Controleren).

Bijlage 4 Beschrijving van beoordeelde Effecten

De bodem wordt gebruikt voor een breed scala aan activiteiten (zie hoofdstuk 2 en bijlage 3). Deze ingrepen in de boven- en ondergrond, veroorzaken onder andere emissie naar de bodem of het grondwater die op hun beurt leiden tot één of meerdere effecten. Deze effecten hebben in sommige gevallen een direct verband met de bodemactiviteiten, in andere gevallen is de relatie indirect.

In tabel B4.1 is overzicht gemaakt van de typen effecten dat in deze studie is geselecteerd, met de aangrijpingspunten voor de Inspectie Leefomgeving en Transport. Er zijn twaalf categorieën effecten onderscheiden.

Tabel B4.1 Overzicht van categorieën effecten die zijn beoordeeld, met aangrijpingspunten en regelgeving voor de ILT (groen). Wbb= Wet bodembescherming, Wro= Wet ruimtelijke ordening.

Effecten	Regelgeving én aangrijpingspunten ILT?	Toelichting
Bodemchemische	Ja	Wbb
Hydro-chemische (grondwaterkwaliteit)	Ja	Wbb
Ecologische	Nee	
Fysisch / mechanische	Nee	
Hydrologische (grondwaterkwantiteit)	Nee	
Aantasting aardkundige waarden	Nee	
Aantasting archeologische objecten	Nee	
Ruimtebeslag oppervlakte	Ja	Wro
Ruimtebeslag diepte	Ja	Wro
Afdekking bodem	Nee	
Aantasting volksgezondheid	Ja	Wbb
Aantasting voedselveiligheid	Ja	Wbb

De categorieën effecten zijn hieronder nader beschreven. Verwijzingen naar literatuur en achtergrondinformatie zijn in de factsheets (bijlage 6 - 20) opgenomen.

Effecten op bodemchemie

De bodemchemie is het geheel aan evenwichten, omzettingen en processen die zich afspelen in het bodemvocht of de 'vaste fase'. De chemische processen worden mede bepaald door de minerale samenstelling van de bodem, het organische stofgehalte, klimaat en milieufactoren.

In de bodem vinden van nature allerlei processen plaats zoals: bodemvorming, afbraak van plantenresten, oplossen en uitspoelen van mineralen, het vormen van complexen met organische stof en kleideeltjes, etc. Menselijke activiteiten kunnen ingrijpen op deze processen. Zo kunnen bijvoorbeeld metalen, zoals cadmium en zink, mobieler worden als de zuurgraad daalt (o.a. Mol et al., 2012).

Bodemchemische effecten zijn de (onnatuurlijke) processen die de concentraties en beschikbaarheid van stoffen in de bodem veranderen. Deze veranderingen zijn vaak alleen te herstellen als er actief ingegrepen wordt in de bodem (sanering van verontreiniging, bekalking om de zuurgraad te neutraliseren). Voorbeelden van chemische effecten zijn: verlaging of verhoging van de zuurgraad (bodem-pH), het zuurstofgehalte (redox), chemische stofconcentraties, beschikbaarheid/mobiliteit/uitspoeling van stoffen, en verontreinigingen

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)

De hydrochemie, de chemie van het water, is (hier) het geheel aan evenwichten, omzettingen en processen die zich afspelen in het grondwater.

De kwaliteit van het grondwater wordt net als die van de bodem bepaald door diverse parameters, zoals temperatuur, zuurgraad, redoxpotentiaal, elektrische geleidbaarheid, zuurstofgehalte. Dit heeft invloed op de concentraties van stoffen (kationen, anionen en ongeladen complexen) en organische complexen (humuszuren, DOC (opgelost organisch koolstof); waar stoffen aan kunnen binden). Verder speelt het klimaat, de minerale samenstelling van de (water)bodem, de aanvoer van water en andere milieufactoren een rol.

Hydrochemische effecten zijn die effecten die bovengenoemde omstandigheden en kwaliteitsbepalende factoren in het grondwater (on)herstelbaar veranderen.

Ecologische effecten

Ecologische effecten zijn effecten op de dichtheid en samenstelling van planten en dieren, landschappen of oppervlaktewateren. In dit verband ligt de focus op het bodemleven. Echter, ook planten leven voor een deel in (en van) de bodem. De vegetatie is op zijn beurt weer bepalend voor vele diersoorten. Ecologische effecten vormen een cascade die niet geïsoleerd kan worden gezien van de omgeving (of de andere categorieën van effecten).

Bijna alle menselijke activiteiten hebben een effect op de natuur. Deze wordt langzaam teruggedrongen naar beschermde gebieden. De natuur past zich echter ook aan, in die zin dat onderdelen kunnen blijven functioneren of nieuwe kansen krijgen in antropogene landschappen c.q. steden.

Landbouw, stedenbouw en infrastructuur hebben grote en wereldwijde invloed op de biodiversiteit op verschillende schaalniveaus (van genen tot landschappen). Bebouwing in welke vorm dan ook zorgt voor een verstoring van het ecosysteem. Door verharding en afdichting verdwijnt het oorspronkelijke bodemecosysteem vrijwel geheel. Effecten treden zowel bovengronds als ondergronds op. Naarmate het bebouwde gebied groeit, zullen de effecten ook toenemen. Wegen en waterwegen kunnen gebieden ecologisch van elkaar scheiden, waardoor soorten geïsoleerd raken met het risico van inteelt of uitsterven.

Agrarische activiteiten lijken in eerste instantie minder ingrijpende effecten op te leveren dan stedenbouw of infrastructuur. Voor het grootste deel van Nederland is het inmiddels enkele eeuwen geleden dat gebieden werden ontgonnen en gecultiveerd. Hiermee verdween de oorspronkelijke natuur. Mechanisatie en intensivering van de landbouw heeft voor een toename van de druk op het milieu gezorgd. Door het grote areaal dat voor deze functie in gebruik is, is het ecologisch risico (kans op een effect) eveneens aanzienlijk.

Fysisch/mechanische effecten

Bodem wordt in de eerste plaats gevormd door allerlei fysische en mechanische processen zoals: vertering van gesteenten onder invloed van klimaat, water en wind; transport van bodemdeeltjes door het water, wind en ijs; ophoping van bodemdeeltjes op een bepaalde plaats en tijd. Deze processen kunnen duizenden jaren in beslag nemen. De uiteindelijke samenstelling en opbouw bepaalt hoe stevig een bodem is om op te bouwen, hoe gemakkelijk het regenwater weg kan zakken, hoe stoffen zich binden aan de bodem, enzovoort. Ingrepen in de bodem kunnen invloed hebben op deze processen en de mechanische eigenschappen. Het doorboren van waterscheidende lagen in de bodem, kan tot gevolg hebben dat grondwaterpakketten kunnen mengen of dat de stroming van het grondwater verandert. Het winnen van grondstoffen uit diepere aardlagen (zout, gas) kan bodemdaling, trillingen/aardbevingen en zettingen tot gevolg hebben. Ook veranderingen in de grondwaterspiegel kunnen zorgen voor zettingen of het inklinken van bodems. Verschillende activiteiten op of in de bodem hebben verdichting tot gevolg, zoals het gebruik van zware voertuigen, het aanleggen van infrastructuur en bouwwerken.

Hydrologische effecten (kwantiteit grondwater)

Hydrologie is in dit kader alleen opgevat als het gedrag en de eigenschappen van het grondwater (voornamelijk grondwaterpeil en stroming). Regen- of oppervlaktewater dringt de grond in (infiltrereert) tot het een niet-doorlatende laag bereikt. Boven deze laag raakt de grond verzadigd; de "verzadigde zone". De hoogte tot waar deze verzadiging optreedt, is het grondwaterpeil of het freatisch vlak.

Hydrologische effecten grijpen in op de grondwaterstroming, de grondwaterstand, en de voorraad.

Verlaging van de grondwaterstand, bijvoorbeeld door winning voor drinkwater of voor industrie, kan tot verdroging leiden en daarmee tot schade aan gewassen. Drooggelegde veenpakketten kunnen door oxidatie slinken. Door grondwaterstandverlaging kunnen ook (paal)funderingen van gebouwen verzakken doordat de houten palen gaan rotten of omdat 'de negatieve kleef' toeneemt.

Bronbemaling is een ingreep waarbij grondwater wordt weggepompt, meestal om een bouwput droog te houden. Het kan ook worden gedaan om de stabiliteit van dijken en taluds te vergroten. Bronbemalingen of grootschalige onttrekkingen van grondwater (zoals voor industrieel proceswater) kunnen de omringende gebieden beïnvloeden. Het doorboren van niet-doorlatende kleilagen kan tot gevolg hebben dat grondwaterpakketten van verschillende kwaliteiten gemengd worden (verontreinigd/schoon, zout/zoet).

Effecten op aardkundige waarden

Aardkundige waarden is de verzamelnaam voor de geomorfologische, geologische, bodemkundige en geohydrologische verschijnselen, die samen de ontstaansgeschiedenis en opbouw van een landschap vormen (bron: TNO-

NITG/Alterra). Voorbeelden van aardkundige waarden zijn: stuifduinen, breuklijnen (Peelrandbreuk), strandwallen, stuwwallen, vennen, podzolgronden, essen, etc. Per provincie zijn aardkundige monumenten aangewezen. Vrijwel alle Nederlandse aardkundige waarden zijn van internationale betekenis omdat de Nederlandse landschappen uniek zijn binnen Europa. Niet alleen de Waddenzee is een uniek werelderfgoed landschap, ook de stuwwallen uit de voorlaatste ijstijd (het Saalien) zijn nergens anders aanwezig en zijn relatief gaaf behouden gebleven. Elders in Europa zijn deze stuwwallen in de laatste ijstijd opnieuw door het landijs overdekt. Daarmee hangt samen de aanwezigheid van voormalige poolwoestijnlandschappen - de dekzanden - uniek als fenomeen omdat de rest van Noord-Europa ten tijde van het ontstaan met ijs was bedekt. Ook het Nederlandse rivierenlandschap en de kustvorming is zeldzaam.

Een effect op aardkundige waarden is een aantasting van een landschap, bijzonder bodemtype of geologische formatie. Effecten kunnen optreden bij de aanleg van infrastructuur, graafwerkzaamheden, diepploegen, natuurontwikkeling (waarbij het landschap wordt veranderd), etc. De grootte van het effect wordt onder meer bepaald door de betekenis van de aardkundige waarde. Deze betekenis wordt bepaald door: lokaal, regionaal, nationaal en internationaal belang; zeldzaamheid; gaafheid; kenmerkendheid en ensemble waarde.

Effecten op archeologische objecten

Archeologie ofwel oudheidkunde is de wetenschap die overblijfselen van oude culturen bestudeert om het verleden te reconstrueren en te begrijpen. Dergelijke overblijfselen, in het bijzonder door de mens vervaardigde gebruiksvoorwerpen worden bij opgravingen gevonden (bron: Wikipedia). In Nederland zijn circa 12.000 de beschermde archeologische monumenten én andere waardevolle archeologische vindplaatsen. Op locaties waar archeologische resten aanwezig zijn, of worden vermoed, mag de bodem niet zonder vergunning worden verstoord. Echter, soms worden archeologische vondsten aangetroffen op onverwachte locaties, op dat moment dient er melding van gemaakt te worden aan het bevoegde gezag, zodat onderzoek als nog kan plaatsvinden.

Archeologische effecten zijn die effecten die archeologische vondsten aantasten. Dit kan direct bij het afgraven van grond of het aanbrengen van heuvels of funderingen. Indirecte aantasting vindt plaats bij het verlagen van de grondwaterspiegel, waardoor de zuurstofgehalten in de bodem toenemen en houten voorwerpen kunnen gaan rotten. Net als bij aardkundige waarden wordt de grootte van het effect mede bepaald door de zeldzaamheid, gaafheid, kenmerkendheid en het (inter)nationale belang van de archeologische vondst.

Effecten op ruimtebeslag aan de oppervlakte

Het ruimtebeslag dat op/in de bodem wordt gelegd, varieert sterk met het type bodemgebruik. Sommige activiteiten leveren een ruimtebeslag op van tijdelijke aard, andere liggen voor lange tijd vast.

De activiteit landbouw (akkerbouw/veeteelt) is verreweg het grootst en heeft circa 66% van het Nederlandse grondoppervlak in gebruik. De landbouwfunctie ligt enerzijds voor lange tijd vast, maar is tevens dynamisch, flexibel en variabel binnen de gebruiksvorm (gewasrotatie, omzetten gras in maïsland, agrarisch natuurbeheer). Landbouw- en natuurfuncties liggen dicht tegen elkaar aan. Meer industriële vormen als glastuinbouw sluiten de bodem af van de natuurlijke functie en processen. Ze zijn relatief klein qua oppervlakte maar hebben een grotere impact op de bodem en de omgeving.

Sommige activiteiten zijn plaatselijk van aard maar hebben een uitstraling of aanzienlijk beslag op de omgeving. Een voorbeeld van een dergelijke functie is drinkwaterwinning. Om de kwaliteit van het diepe grondwater veilig te stellen zijn beschermingsgebieden ingesteld, die beperkingen opleggen aan andere gebruiksvormen. Iets dergelijks speelt ook bij (hoofd)buisleidingen. Deze liggen ondiep in de grond, en zijn voorzien van een veiligheidszone die vergaande restricties oplegt aan andere activiteiten (bouwen, infrastructuur e.d.)

Effecten op het ruimtebeslag in de diepte

Bodemgebruik speelt zich niet alleen af in het platte vlak (2d), maar strekt zich ook in meer of mindere mate uit naar de diepte (3d). Vaak kunnen functies worden gestapeld, als de spreiding in de diepte voldoende groot is, maar soms ook niet. Zo kan een warmte-koude opslag samengaan met gaswinning op grotere diepte, al bestaat het gevaar dat doorboring van scheidende lagen tussen grondwaterlichamen een verstorend effect hebben van de ene op de andere functie. De bovengenoemde winning van drinkwater heeft zowel aan de oppervlakte als in de diepte verregaande beperkingen voor andere activiteiten.

Effecten op afdekking van de bodem

Afdekking van de bodem is een proces dat langzaam een steeds grotere rol van betekenis is gaan spelen. Inmiddels is 'sealing' in de EU-bodemstrategie als één van de prioritaire bedreigingen opgenomen (COM, 2006).

Verharding en afsluiting van het bodemoppervlak heeft in eerste instantie verstrekende consequenties voor de afvoer van regenwater. In de grote stedelijke agglomeraties is de mogelijkheid van infiltratie zo sterk afgenomen dat steeds meer wateroverlast ontstaat. Hetzelfde gebeurt echter ook in het stroomgebied van rivieren. Het verdwijnen van bossen, in combinatie met de compactie van landbouwbodems en de snelle afvoer van overtollig water leiden tot grote problemen aan het eind(uitstroom)punt van het watersysteem. Het regenwater krijgt in het algemeen te weinig mogelijkheden om de grond in te trekken. Klimaatveranderingen met intensivering van neerslagpatronen en de stijging van de zeespiegel dragen daar ook aan bij

Effecten op de volksgezondheid

Verontreinigende stoffen in de bodem en het grondwater kunnen voor mensen schadelijke effecten hebben via diverse routes. Deze kunnen direct zijn of via indirect contact verlopen. Een aantal voorbeelden van de wijze waarop blootstelling aan verontreiniging kan optreden (tevens van belang is voor de mate van risico) zijn:

- Kleine kinderen hebben de neiging om grond te eten tijdens het spelen (pica-gedrag), dit vormt een risicofactor bij woningen, tuinen en recreatiegebieden op verontreinigde grond. Ook het huisstof kan resten van verontreinigde bodem bevatten. Deze relaties zijn onder andere aangetoond voor de opname van lood bij kinderen (Oomen et al, 2008).
- Blootstelling via stoffen in voedsel en drinkwater (zie verder onder voedselveiligheid)
- Vluchtige verbindingen kunnen uitdampen uit de bodem. Wanneer dit onder woningen gebeurt kunnen mensen worden blootgesteld via kruipruimtes van huizen.

Bodemverontreiniging onder woonwijken levert spanningen, onzekerheid en stress op. Hiervan is bekend dat het op den duur leidt tot meer ziekteverschijnselen

Aardbevingen, verzakking, trillingen en explosies zijn voorbeelden van fysisch/mechanische effecten van bodemactiviteiten die van invloed kunnen zijn

op de volksgezondheid. Deze effecten kunnen optreden bij olie/gaswinning en mijnbouwactiviteiten. In sommige gevallen hebben ze grote gevolgen voor de volksgezondheid (direct: doden en gewonden; indirect: verontreinigde leefomgeving, immateriële schade).

Effecten op de voedselveiligheid

Voedsel kan via diverse routes worden blootgesteld aan verontreinigde bodem en grondwater.

Voedingsgewassen nemen verontreinigingen op uit de bodem, het grondwater of de lucht, via de wortels en bladeren. Gehaltes zijn zelden zo hoog dat ze acute vergiftiging leiden. Normen voor de gehalten in voedingsmiddelen zijn afgestemd op een langdurig gebruik/blootstelling.

Veel verse groenten zijn niet vrij van bodemdeeltjes. Ze blijven aan de wortels, en tussen bladeren hangen. Afhankelijk van de manier van bereiden, worden bij het eten van deze producten kleine hoeveelheden opgenomen.

Een extra risicofactor is de productie/consumptie die niet onder het reguliere toezicht (zoals bij land- en tuinbouwgewassen) valt, dit zijn vooral volkstuinten en stadslandbouw.

Wanneer verontreinigd grondwater wordt gebruikt als irrigatiewater kunnen gewassen besmet raken met stoffen en ziekten zoals gewasbeschermingsmiddelen of de bacterie *Escheria Coli*.

Vee dat graast op, of wordt gevoederd met, verontreinigde gewassen kan zo ook gecontamineerd raken (ophoping in vlees, eieren en melk). Depositie van dioxines op gras leidt bijvoorbeeld tot verhoogde dioxineconcentraties in de melk van koeien (hoewel dit dan strikt genomen geen blootstelling via de bodem is). Het gebruik van antibiotica in de veeteelt, heeft via de mest effecten op organismen in de bodem. Er is een risico dat op den duur resistente ziekteverwekkende bacteriën ontstaan, die dierziektes veroorzaken of direct van invloed zijn op de volksgezondheid.

Bijlage 5 Factsheet Landbouw

Beschrijving bodemgebruik

Landbouw maakt gebruik van de bodem en heeft belang bij een goed functionerende bodem voor een optimale gewasproductie. In Nederland wordt 66% van het areaal gebruikt als agrarisch terrein (Compendium voor de leefomgeving). Onder landbouw worden alle vormen van landbouw verstaan: akkerbouw, tuinbouw, veeteelt en glastuinbouw. In Nederland is 12.300 km² van het landoppervlak in gebruik als grasland en 9800 km² als akker- en tuinbouw (Noordhoff, 2009). Glastuinbouw beslaat 0,73% van het landbouwareaal. Het doel van de landbouw is gewas- en/of vleesproductie. Om dit doel te bereiken wordt vee beweid en landbouwmachines ingezet, ook worden (kunst)mest en gewasbeschermingsmiddelen toegepast. Het land wordt geïrrigeerd als dat nodig is en dit water komt daarna in contact met het grond- en/of oppervlaktewater. Via deze route kunnen meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen afspoelen. In laag gelegen delen van Nederland (zuidwest Nederland) moet het grondwaterpeil kunstmatig laag gehouden worden om de landbouwgrond in gebruik te kunnen houden.

Beoordeling en scoretabel

Tabel. Effectbeoordeling landbouw, voor 12 categorieën bodemeigenschappen op basis van de criteria herstelvermogen en schaalgrootte. Score: 1= verwaarloosbaar effect (=herstelbaar, plaatselijk) t/m 5= zeer groot effect (=onherstelbaar, regionaal).

Landbouw	veeteelt	akkerbouw	tuinbouw	glastuinbouw
Chemisch	5	5	5	5
Hydro-chemisch	3-5	3-5	3-5	3-5
Ecologisch	5	5	5	5
Fysisch / mechanisch	3	3	3	2
Hydrologisch	3-5	3-4	3-4	4
Aardkundig	1-2	2	1-2	1-2
Archeologisch	1-2	2	1-2	1-2
Ruimtebeslag oppervlakte	3	3	3	3
Ruimtebeslag diep	1	1	1	1 (3)
Afdekking	1	1	1	3
Volksgesondheid	4	2	2	2
Voedselveiligheid	1	2	2	1

De effecten op bodemchemie, hydrochemie en ecologie worden als zeer groot ingeschat (5). De effecten op hydrologie, ruimtebeslag oppervlak en fysisch/mechanisch scoren ook relatief hoog (3-5).

Toelichting beoordeling effecten

Effecten op bodemchemie en hydro-chemie (grondwaterkwaliteit)

Chemie van de bodem en hydro-chemie (grondwaterkwaliteit)

Voor beide categorieën zijn vooral meststoffen en bestrijdingsmiddelen van grote invloed. Meststoffen vormen een groot probleem in de landbouw (Willems et al., 2000), zowel voor de bodem als voor het grondwater en oppervlaktewater (EU, 2010). De stoffen blijven in het geval van meststoffen lang beschikbaar. Er zijn wel verschillen tussen veeteelt en akkerbouw voor wat betreft het soort gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen dat toegepast wordt. Bij veeteelt gebruikt men veel organische mest en bij akkerbouw meer kunstmest. Bollenteelt en fruitteelt zorgen voor een grote belasting van het bodem/grondwatersysteem met gewasbeschermingsmiddelen. Het gebruik van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen vindt op grote schaal plaats. De effecten van vooral meststoffen zijn nog lange tijd merkbaar, vandaar de score van vijf.

Ecologische effecten

Meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen hebben grote invloed op de ecologie op landbouwbedrijven en de directe omgeving. Voor de veeteelt speelt ook het antibioticagebruik een rol, deze medicijnen komen via het toepassen van mest op het land in de bodem en het grondwater terecht. De grondwaterpeilaanpassingen in de landbouw hebben ook gevolgen voor aangrenzende natuurgebieden, vooral als dit gaat om grondwaterafhankelijke ecosystemen. Ook het landbouw bedrijven op zich heeft invloed op de ecologie, bijvoorbeeld door het eenzijdig telen van gewassen. Het toepassen van gewasrotatie en biologische akkerranden kunnen deze effecten verminderen. Voor glastuinbouw geldt dat het afdekken van de bodem ook grote gevolgen heeft voor de bodemecologie. Vanwege de grote schaal waarop de landbouw in Nederland plaatsvindt en slechte herstelbaarheid van effecten resulteert dit in de hoogste score.

Fysisch/mechanische effecten

Grondwaterpeilverlagingen zijn noodzakelijk in laag gelegen landbouwgebieden (veengebieden, veeteelt) in zuidwest Nederland. Deze verlagingen zorgen samen met de inklinking van het veen voor bodemdaling in het gebied. Door de bodemdaling moet het grondwaterpeil opnieuw verlaagd worden.

Ploegen en het gebruik van zware landbouwvoertuigen zorgt voor verdichting en aantasting bodemstructuur, dit heeft bij akkerbouw en tuinbouw grotere effecten omdat daar vaker en intensiever bewerkt moet worden.

Hydrologische effecten (grondwater kwantiteit)

Voor de landbouw vinden grondwaterpeilaanpassingen plaats, afhankelijk van het bodemtype en het type landbouw heeft dit een verschillend effect. Voor veeteelt op veen heeft dit een regionale uitstraling en is dit niet meer te herstellen (stoppen met grondwaterpeilverlaging zorgt voor ondergelopen land): score 5. Op klei- en zandgebieden is het herstellvermogen groter en is de uitstraling beperkter, score 3. In het geval van akkerbouw en tuinbouw geldt dezelfde score voor klei- en zandgebieden, score 3. In veengebieden is de score

4, vanwege de beperktere schaal waarop akkerbouw en tuinbouw plaatsvinden in veengebieden. Voor glastuinbouw geldt dat er een afkoppeling plaatsvindt van het bodem/watersysteem. Het regenwater trekt niet meer op een normale manier de bodem in, dit heeft gevolgen voor het verwerken van regenwater bij piekbelasting (overstromingen in het Westland). Het herstelvermogen hierbij is klein (pas bij het verwijderen van de glastuinbouw) en het kan een regionale uitstraling hebben, score 4.

Effecten op aardkundige waarden

De effecten van de landbouw zijn verwaarloosbaar tot beperkt (score 1-2), voor de meeste vormen van landbouw. Bij akkerbouw wordt in sommige gevallen nog gebruik gemaakt van diepploegen, dat kan zorgen voor aantasting van aardkundige waarden. Dit zorgt ervoor dat de score op 2 uitkomt. Het herstelvermogen is klein en de effecten zijn alleen ter plaatse van de ingreep.

Effecten op archeologische objecten

De effecten van de landbouw zijn verwaarloosbaar tot beperkt (score 1-2), voor de meeste vormen van landbouw. Bij akkerbouw wordt in sommige gevallen nog gebruik gemaakt van diepploegen, dat kan zorgen voor aantasting van archeologische vondsten. Dit zorgt ervoor dat de score op 2 uitkomt. Het herstelvermogen is klein en de effecten zijn alleen ter plaatse van de ingreep.

Ruimtebeslag oppervlakte

Het ruimtebeslag van landbouw is groot en heeft een regionale uitstraling (54% van het landoppervlak). Het herstelvermogen is groot, landbouwterreinen kunnen eenvoudig voor andere doeleinden gebruikt worden (uitzondering hierop zijn nutriëntarme natuurgebieden).

Ruimtebeslag diep

Het ruimtebeslag in de diepte is verwaarloosbaar voor alle typen landbouw. De uitzondering hierop zijn glastuinbouwbedrijven die ook een wko- of aardwarmte-installatie hebben. In dat geval heeft het ruimtebeslag een regionale uitstraling.

Effect op afdekking bodem (sealing)

Het effect van de landbouw op afdekking is verwaarloosbaar, hooguit stallen en boerderijen zorgen voor afdekking. In het geval van kassencomplexen is er wel een groot effect op de afdekking (ook door het afkoppelen van het bodem/watersysteem) met een lokale uitstraling. Dit effect is te herstellen bij actief ingrijpen (verwijderen kassen), dit leidt tot een score 3.

Effecten op volksgezondheid

Voor mensen kan het gebruik van bestrijdingsmiddelen (bespuiten van gewassen; akker-, en (glas)tuinbouw) voor effecten zorgen, dit kan een lokale uitstraling hebben, maar heeft een groot herstelvermogen.

Effecten op voedselveiligheid

Het opbrengen van mest van landbouwdieren (veeteelt) die antibiotica toegediend hebben gekregen zorgt voor effecten op bodemorganismen (bacteriën). Of dit gevolgen heeft voor consumptiegewassen is nog onbekend, maar niet onwaarschijnlijk (uitbraak EHEC-bacterie 2011).

Meer informatie en literatuur

Noordhoff Atlasproducties (2009). De Bosatlas van Ondergronds Nederland. Noordhoff Uitgeverij bv, Groningen. ISBN 978 9001 12245 4.

<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0061-Bodemgebruikskaat-voor-Nederland.html?i=15-18>

Willems, W.J., Vellinga, T.V., Oenema, O., Schröder, J.J., van der Meer, H.G., Fraters, D. en Aarts, H.F.M. (2000). Onderbouwing van het Nederlandse derogatieverzoek in het kader van de Europese Nitraatrichtlijn. RIVM rapport 718201002. RIVM, Bilthoven.

De Europese nitraatrichtlijn (2010),
<http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/nitrates/nl.pdf>

Bijlage 6 Factsheet Locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten

Beschrijving bodemgebruik

In bedrijven wordt gewerkt met stoffen en producten die mens en milieu kunnen belasten, de kans daarop is bij sommige bedrijfstakken (opslag gevaarlijke stoffen) groter dan bij andere (winkelbedrijven, horeca, kantoren). Bedrijven nemen, indien nodig, maatregelen om te voorkomen dat lekkage van opslagtanks of het morsen van vloeistoffen leidt tot verontreiniging van de bodem of het grondwater.

Tijdelijke bedrijfsmatige activiteiten, zoals bij een bodemsanering, vallen niet onder de bedrijfsmatige activiteiten zoals hier worden bedoeld. In de analyse is een onderscheid gemaakt tussen: fabrieken (die op grote schaal met gevaarlijke stoffen werken) bedrijven (die niet op grote schaal met gevaarlijke stoffen werken). Voor fabrieken zijn apart calamiteiten beoordeeld, zoals een grote brand of een explosie waarbij stoffen in of op de bodem terecht kunnen komen. Lozingen in de bodem horen bij deze analyse niet onder bedrijfsmatige activiteiten (ze vallen qua wetgeving wel onder dezelfde raamwet). Bebouwd terrein beslaat ongeveer één zevende van Nederland, dus circa 14% (Compendium voor de Leefomgeving, 2008). De onderverdeling hiervan is als volgt: bedrijfsterreinen 3%, woningen 7%, wegen 3% van het totale grondoppervlak.

Beoordeling en scoretabel

Uit de tabel blijkt, dat afgezien van calamiteiten, de effecten van fabrieksmatige activiteiten op de chemische samenstelling van het grondwater (hydro-chemie) het grootst worden geschat (4, regionale uitstraling, maar bij actief ingrijpen groot herstelvermogen), de effecten op ecologie, fysisch/mechanisch, ruimtebeslag oppervlakte en afdekking worden als matig geschat (3, lokale invloed, bij actief ingrijpen groot herstelvermogen).

Calamiteiten vormen een hoofdstuk apart. Ze treden bijna overal op maar zijn in veel gevallen klein van omvang en plaatselijk van invloed. Ondanks het vergunningstelsel, de ARBO-wetgeving en kwaliteitssystemen, treden ongelukken op door menselijke fouten of falen van apparatuur. Het schatten van dit soort risico's leidt snel tot rampenscenario's. Het kan beter worden benaderd vanuit de statistieken over het optreden van verschillende soorten incidenten, hiervan is geen eenduidige overzicht beschikbaar (Tonnaer, 2010). In deze factsheet is alleen een beoordeling toegevoegd over de effecten van calamiteiten bij fabrieken. Het brede scala aan fabrieksmatige activiteiten leidt automatisch naar een brede range aan ernst van effecten, ook van deze incidenten worden geen eenduidige overzichten gemaakt. Dit is verdeeld over diverse instanties (CBS, FACTS (TNO), etc.). Ze kunnen variëren van een kleine brand of lekkage tot een ramp met een kerncentrale. Dit weerspiegelt zich in de effectbeoordeling in bovenstaande tabel.

Tabel. Effectbeoordeling locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten, voor 12 categorieën bodemeigenschappen op basis van de criteria herstelvermogen en schaalgrootte. Score: 1= verwaarloosbaar effect (=herstelbaar, plaatselijk) t/m 5= zeer groot effect (=onherstelbaar, regionaal). Ingekleurde effecten vallen onder regelgeving waar de Inspectie Leefomgeving en Transport aangrijpingspunten heeft.

Locatiegebonden bedrijfsmatige activiteiten	Fabrieken (bedrijven die op grote schaal met gevaarlijke stoffen werken)	Calamiteiten fabrieken	Bedrijven (die niet op grote schaal met gevaarlijke stoffen werken)
Chemisch	2	4	1
Hydro-chemisch	4	4	2
Ecologisch	3	4	3
Fysisch / mechanisch	3	2	3
Hydrologisch	2	1	2
Aardkundig	2	2	2
Archeologisch	2	2	2
Ruimtebeslag oppervlakte	3	3-4	3
Ruimtebeslag diep	1-2	3-4	1-2
Afdekking	3	1	3
Volksgezondheid	2	3-5	1
Voedselveiligheid	2	3-4	1

Toelichting beoordeling effecten

Effecten op bodemchemie

Bij fabrieken verwacht men meer effect in vergelijking met de andere bedrijfsmatige activiteiten. Dit hangt bovendien af van de omvang van de activiteit en de productie of het gebruik of van chemische stoffen. De effecten zijn vooral ter plaatse van de locatie met een klein herstelvermogen. In het geval van calamiteiten bij fabrieken kunnen er op grotere schaal effecten plaats vinden (neerslag van stoffen uit rook), die in sommige gevallen niet meer herstelbaar zijn of alleen bij actief ingrijpen (afgraven grond).

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)

Wanneer grondwater verontreinigd raakt kan de stof zich over een groot gebied verspreiden. Er is dan sprake van een regionale uitstraling met een klein herstelvermogen. Bierbrouwerijen en frisdrankenindustrie maken gebruik van eigen grondwaterbronnen. De intrekgebieden hiervoor liggen vaak onder fabrieksterreinen. Een grondwaterverontreiniging heeft daar direct grote effecten. In het geval van calamiteiten bij fabrieken kunnen er op grotere schaal effecten plaats vinden (grote lekkages die via de bodem in het grondwater

komen), die in sommige gevallen niet meer herstelbaar zijn of alleen bij actief ingrijpen.

Voor bedrijven (winkels, horeca en kantoren) worden de effecten als beperkt geschat, hierbij denkt men vooral aan breuken in riolering en hemelwater dat verontreinigd is geraakt (bijv. dakgoten van zink of koper).

Ecologische effecten

Ecologische effecten worden vooral veroorzaakt door de aanwezigheid van de bebouwing zelf (versnippering van leefgebieden) en dit heeft een lokale uitstraling met een groot herstellvermogen bij het verwijderen van de bebouwing. Fabrieken stoten stoffen uit naar water en lucht, die dichtbij of verder weg op de bodem terecht komen (depositie). Ook hier geldt dat bij calamiteiten de effecten groot zijn, ofwel door de schaal waarop het gebied wordt aangetast danwel doordat er geen herstellvermogen meer is (nucleaire besmetting, verwoesting kwetsbaar leefgebied).

In de grond onder fabrieksterreinen is weinig leven aanwezig. De bebouwing en afdekking maken dit onmogelijk. Er is geen sprake van een (normaal) functionerend bodemecosysteem. Door aanpassing van de grondwaterstand kunnen ook verdrogingsverschijnselen optreden in het omringende gebied.

Fysisch/mechanische effecten

Fysisch-mechanische effecten zijn te verwachten door de bebouwing, zoals het zetten van de gronden en verdrogen van gebieden bij grondwaterpeilverlaging. Dit kan een lokale uitstraling hebben, die alleen bij actief ingrijpen hersteld kan worden. Ook wordt de bodemstructuur veranderd door de fundering en bebouwing. De grootte van dit effect is afhankelijk van het type bodem, ter plaatse van de ingreep is dit onherstelbaar.

Hydrologische effecten (grondwater kwantiteit)

Het grondwaterpeil wordt tijdens de aanleg van bedrijfspanden en terreinen, of blijvend, aangepast voor de bebouwing. Dit heeft een lokale uitstraling met een groot herstellvermogen.

Effecten op aardkundige waarden

Bij de bouw en funderingswerkzaamheden kunnen aardkundige waarden worden aangetast. Het is aan te bevelen om aardkundige waarden standaard op te nemen als aandachtspunt in planprocessen en milieueffectrapportages. Effecten treden op ter plaatse van de ingreep, het herstellvermogen is daarbij klein. Dit geldt ook in het geval van calamiteiten, ter plaatse worden de waarden aangetast.

Effecten op archeologische objecten

Bij de bouw en funderingswerkzaamheden kunnen archeologische resten (onherstelbaar) worden beschadigd, De bestaande regelgeving voorziet echter in procedures om dat te voorkomen. Als er toch effecten optreden zijn die ter plaatse van de ingreep, het herstellvermogen is nihil. Dit geldt ook in het geval van calamiteiten, ter plaatse worden de objecten aangetast bijvoorbeeld bij een explosie waarbij een krater ontstaat.

Ruimtebeslag oppervlakte

Het ruimtebeslag hangt af van de grootte van het bedrijf of industrieterrein. In het algemeen hebben bedrijfsruimten (fabrieksgebouwen, kantoorpanden) een effect op lokale schaal. Het herstellvermogen is in principe groot bij actief ingrijpen. Dat betekent dat de bebouwing weer wordt verwijderd. Bij een

calamiteit kan de bodem in een grote omtrek rondom een fabriek aangetast worden, bijvoorbeeld bij een nucleair ongeval of een grote brand waarbij gevaarlijke stoffen vrijkomen. Dit heeft tot gevolg dat een groot gebied (tijdelijk) niet meer kan worden gebruikt.

Ruimtebeslag diep

Het ruimtebeslag in de diepte is beperkt, ter plaatse van de ingreep met een groot herstelvermogen. In geval van aanwezigheid van een wko-installatie of een aardwarmtewinning zal de uitstraling een meer lokaal en permanent karakter hebben. Calamiteiten, kunnen ook van invloed zijn op de ondergrond. Wanneer het grondwater wordt aangetast met chemische stoffen, bestaat het gevaar dat drinkwater- of irrigatieputten (tijdelijk) buiten werking gesteld moeten worden.

Effect op afdekking bodem (sealing)

De bebouwing en de bijbehorende wegen zorgen voor afdekking van de bodem. Deze activiteit heeft een lokale uitstraling en heeft bij actief ingrijpen (verwijderen bebouwing) een groot herstelvermogen.

Effecten op volksgezondheid

Effecten op de volksgezondheid worden alleen verwacht op het moment dat er onbedoelde emissies plaatsvinden vanuit fabrieken, dit kan een lokale uitstraling hebben. In geval van calamiteiten kunnen grote gebieden onbewoonbaar worden door de aanwezigheid van chemische stoffen of nucleaire besmetting. Ook kan het grondwater worden besmet, waardoor de drinkwaterwinning (tijdelijk) niet mogelijk is. Afhankelijke van de grootte van de calamiteit varieert het effect tussen matig en zeer groot.

Effecten op voedselveiligheid

Voor voedselveiligheid worden alleen effecten verwacht wanneer emissie/deposities plaatsvinden die niet binnen de vergunning vallen, zoals vaak het geval is bij branden of ongelukken. Dit kan een lokale uitstraling hebben. In extreme situaties (grote calamiteiten) kan de invloedssfeer groter zijn. Irrigatiewater kan onbruikbaar worden, gewassen kunnen te hoge gehalten van chemische stoffen bevatten, en daardoor ongeschikt zijn voor consumptie.

Meer informatie en literatuur

<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0061-Bodemgebruikkaart-voor-Nederland.html?i=15-18>

http://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/Opschrift/geldigheidsdatum_04-05-2012

http://www.nvbr.nl/algemene_onderdelen/bovenbalk/zoeken-0/zoeken/@28399/registratie-fysieke/

C. Tonnaer. 2010. Registratie fysieke veiligheid. Een inventariserend onderzoek naar gegevensregistratie over incidentbestrijding. Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid Nibra.

Bijlage 7 Factsheet Bouwen en infrastructuur

Beschrijving bodemgebruik

Voor alle bouwwerken en constructies zijn bouwstoffen nodig. Deze bouwstoffen zijn in diverse categorieën in te delen en hebben hun eigen problematiek (zie hieronder). Veel bouwstoffen voldoen al aan kwaliteits- en milieueisen. Het gaat hierbij veelal om de uitloging van stoffen en de ophoping/verspreiding hiervan in bodem en grondwater.

Het resultaat van de toepassing van bouwstoffen, of het bouwwerk zelf, heeft meer, of heel andere effecten op zijn omgeving, dan de ingrediënten waaruit het is opgetrokken. Daarom is naast het effect van bouwstoffen, ook beoordeeld wat de impact is van de aanleg van gebouwen, wegen en waterwegen op het bodem/grondwatersysteem. Hierbij spelen ecologische of hydrologische effecten een rol van betekenis.

Toepassen van steenachtige bouwstoffen

a) Zo genoemde 'vormgegeven steenachtige bouwstoffen', zoals bakstenen en beton, kunnen op twee manieren worden gemaakt. De eerste is van nieuwe/schone materialen, in dat geval zijn er geen problemen qua uitloging. De tweede manier is met hergebruik van reststoffen, zoals AVI-bodemas of vliegas (dit zijn restproducten van ((afval)verbranding)). Deze vorm van de bouwstof levert wel meer problemen qua uitloging.

b) De 'niet-vormgegeven steenachtige bouwstoffen', zoals granulaat, kunnen net als vormgegeven bouwstoffen gemaakt worden van schoon materiaal en gerecycled materiaal.

Bij de aanleg van nuttige werken, zoals gebouwen, (spoor)wegen, geluidswallen, dijken en bruggen worden niet-vormgegeven steenachtige bouwstoffen gebruikt voor verharding, ophoging of opvulling. Sloopafval en puin van beton, asfalt, dakpannen en bakstenen kunnen op deze manier worden hergebruikt. De voorwaarde hierbij is dat de bouwstoffen veilig zijn, er mogen geen stoffen weglekken uit de bouwstoffen, die het grondwater of de bodem kunnen vervuilen.

Toepassen van rubbergranulaat

Rubbergranulaat kan gemaakt zijn van een nieuw gesynthetiseerd product, het is dan relatief schoon. Wanneer het is gemaakt van gerecycled materiaal, kunnen er verontreinigende stoffen in zitten, zoals minerale olie, metalen, etc.). Rubbergranulaat past nog niet in de huidige regelgeving. Vanwege het siliciumgehalte zou het onder de steenachtige bouwstoffen kunnen vallen (dit omdat het silicium, aluminium en calcium gehalte hoger is dan 10%), maar op basis van de samenstelling mag het niet gebruikt worden (teveel minerale olie). Momenteel wordt een uitzondering gemaakt op de regelgeving. De beoordeling van rubber granulaat was maatwerk, maar deze wordt nu ook toegepast op situaties waar die niet voor is bedoeld. De afleiding van risico's voor rubbergranulaat was gebaseerd op een toepassing van het rubbergranulaat op sportvelden en afwatering via drains naar sloten. Van ieder andere toepassing (o.a. speeltegels) is het risico dus niet beoordeeld. Wanneer de nieuwe EU bouwstoffenregeling in werking treedt, dan kan het voor sommige materialen of toepassingen (zoals speeltegels) tot problemen leiden.

Toepassen van metalen bouwstoffen

Zink en koper kunnen, net als andere bouwmetalen, zorgen voor een belasting van de bodem of het (grond)water. Het afspoelen van hemelwater langs grote oppervlakken van deze metalen (zinken gevel, koperen dak) kan zorgen voor hogere concentraties zink en koper in de bodem of het oppervlaktewater.

Gebouwen

De aanleg van een gebouw heeft naast de effecten van de bouwstoffen die er mogelijk uit kunnen logen ook andere effecten op de bodem. Het afdekken van de bodem, zorgt ervoor dat bodemorganismen niet of nog maar beperkt kunnen leven in de bodem. Ook werpt het een barrière op, boven- en/of ondergronds, wat gevolgen kan hebben voor bijvoorbeeld de hydrologie. Of worden er tijdelijke grondwaterbemalingen uitgevoerd voor de aanleg van een gebouw.

Aanleg wegen

Bij de aanleg van wegen worden steenachtige bouwstoffen toegepast (vormgegeven en niet-vormgegeven). Bij de aanleg van wegen worden vaak zandlichamen aangelegd waarop de weg komt te liggen. In veel gevallen zal er plaatselijk ingegrepen worden in de (grond)waterstand.

Aanleg waterwegen

Bij de aanleg van waterwegen worden bouwstoffen toegepast (beschoeiingen, damwanden, bruggen, etc.). De aanleg van waterwegen grijpt direct aan op de (grond)waterhuishouding.

Beoordeling en scoretabel

De aanleg van (water)wegen levert de grootste effecten op ecologie, fysisch/mechanische eigenschappen, hydrologie, aardkundige waarden en archeologie, dit heeft vooral te maken met de regionale uitstraling van (water)wegen en het feit dat het herstelvermogen klein is. Uitloging van bouwstoffen zelf zorgt voor beperkte effecten (of vanwege lokale uitstraling met groot herstelvermogen of vanwege klein herstelvermogen ter plaatse).

Tabel. Effectbeoordeling bouwen en infrastructuur, voor 12 categorieën bodemeigenschappen op basis van de criteria herstelvermogen en schaalgrootte. Score: 1= verwaarloosbaar effect (=herstelbaar, plaatselijk) t/m 5= zeer groot effect (=onherstelbaar, regionaal). Ingekleurde effecten vallen onder regelgeving waar de Inspectie Leefomgeving en Transport aangrijpingspunten heeft.

Bouwen en infrastructuur	Vormgegeven steenachtige bouwstoffen	Niet vormgegeven steenachtige bouwstoffen	Metalen bouwstoffen	Rubbergranulaat	Gebouwen	Aanleg wegen	Aanleg waterwerken
Chemisch	2	2	2-3	2	2	2	3
Hydro-chemisch	2	2	2-3	2	2	3	3
Ecologisch	2	2	2	2	4	4	4
Fysisch / mechanisch	1	1	1	1	4	4	4
Hydrologisch	1	1	1	1	2-4	2-4	2-4
Aardkundig	1	1	1	1	4	4	4
Archeologisch	1	1	1	1	4	4	4
Ruimtebeslag oppervlakte	1	1	1	1	3	3	2
Ruimtebeslag diep	1	1	1	1	2	2	2
Afdekking	1	1	1	1	3-4	3-4	2
Volksgezondheid	2	2	2	2	1	2	2
Voedselveiligheid	2	2	2	2	1	2	2

Toelichting beoordeling effecten

Effecten op bodemchemie

De uitloging van stoffen heeft ter plaatse een effect en een klein herstelvermogen. Dit geldt vooral als bouwstoffen gemaakt zijn van hergebruikte materialen (zoals AVI-bodemas). Voor bouwmetalen geldt dat afspoeling van materialen tot een lokale schaal effecten kan veroorzaken. Gebouwen hebben een beperkt effect op de bodemchemie en dit is alleen ter plaatse van de ingreep.

Bij de aanleg van waterwerken, speelt de afspoeling/uitloging naar het oppervlaktewater een rol, waardoor de schaal op lokaal of zelfs regionaal uit kan komen. Het herstelvermogen is door verdunning wel groter, vandaar de beoordeling "een matig effect".

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)

De uitloging van stoffen heeft ter plaatse een effect op de samenstelling van het grondwater en een klein herstelvermogen. Dit geldt vooral als bouwstoffen gemaakt zijn van hergebruikte materialen (zoals AVI-bodemas). Voor

bouwmetalen geldt dat afspoeling tot een lokale schaal effecten kan veroorzaken.

Gebouwen hebben hooguit een beperkt effect ter plaatse van het gebouw op de grondwaterkwaliteit (uitloging stoffen) met een klein herstelvermogen. Het aanleggen van wegen gaat gepaard met grootschalige activiteiten (opbrengen zandlichamen, verhardingsmaterialen, verleggen waterwegen, etc.), dit levert een matig effect op (lokale schaal, klein herstelvermogen). Bij de aanleg van waterwerken, speelt de afspoeling/uitloging naar het oppervlaktewater een rol, waardoor de schaal op lokaal of zelfs regionaal uit kan komen. Het herstelvermogen is door verdunning wel groter, dit leidt tot een matig effect (3).

Ecologische effecten

Afspoeling en uitloging van bouwstoffen zorgt voor beperkte effecten (ter plaatse, klein herstelvermogen).

Wanneer een gebouw wordt neergezet, dan verdwijnt het bodemecosysteem ter plaatse. De grootte van de bebouwing (stad, of industrieterrein) heeft invloed op de omgeving. Door uitbreiding van het stedelijke gebied en wegen raakt de natuur versnipperd. Hierdoor kan het effect een regionale uitstraling hebben, met een klein herstelvermogen. In gevallen van bijzondere ecosystemen, geldt dat aanleg van bebouwing leidt tot onherstelbare effecten. De score voor gebouwen komt daarmee op een groot effect (4).

Het aanleggen van (water)wegen leidt tot grote effecten, omdat er veranderingen plaatsvinden in het leefgebied van organismen. Voorbeelden hiervan zijn het doorsnijden van gebieden, het opwerpen van barrières, inbrengen van gebiedsvreemd materiaal (kan pH-effecten veroorzaken). Op lokale schaal kan dit onherstelbaar zijn en in andere gevallen (waterwegen) is de schaal regionaal en het herstelvermogen klein (gevoeligheid aquatische ecosystemen).

Fysisch/mechanische effecten

Fysisch/mechanische effecten van de bouwstoffen zelf zijn verwaarloosbaar.

De aanleg van gebouwen heeft grote effecten op de bodemstructuur en dit heeft een lokale uitstraling en is niet meer herstelbaar. Aanleg van funderingen, afgraven van grond, doorboren van waterscheidende lagen, verdichting van de bodem, zijn voorbeelden van deze effecten.

De aanleg van (water)wegen vereist grote ingrepen in de bodemstructuur (verstoring bodemprofiel, opbrengen andere grondsoorten, graven, verdichten, omleggen waterlopen, veranderingen in de grondwaterstand). Dit leidt tot onherstelbare effecten op lokale schaal of regionale effecten met een klein herstelvermogen (waterwerken).

Hydrologische effecten (grondwater kwantiteit)

De aanleg van gebouwen, wegen en waterwerken heeft een groot effect op de hydrologie (regionale uitstraling, klein herstelvermogen of lokale uitstraling, onherstelbaar effect). Voorbeelden zijn aanpassingen in het peilbeheer, het verleggen van waterwegen of het aanbrengen en doorbreken van ondoordringbare lagen in de bodem. Deze activiteiten hebben tijdelijke of permanente invloed op de grondwaterstand. Als het gebouw, de weg of het waterwerk eenmaal aangelegd is, dan is er sprake van een beperkt effect (groot herstelvermogen, lokale schaal).

Effecten op aardkundige waarden

De bouwstoffen zelf geven geen effecten op de aardkundige waarden.

De aanleg van gebouwen, wegen en waterwerken levert onherstelbare effecten op lokale schaal. Aanwezige waarden worden verstoord of verwijderd.

Effecten op archeologische objecten

De bouwstoffen zelf geven geen effecten op de archeologische objecten. De aanleg van gebouwen, wegen en waterwerken levert onherstelbare effecten op lokale schaal. Aanwezige objecten worden verstoord of verwijderd.

Ruimtebeslag oppervlakte

De bouwstoffen zelf leveren geen effecten op, afgezien van de productiefaciliteiten en opslagruimte. Met de verwerking tot gebouwen en constructies krijgt ook het ruimtebeslag vorm en wordt meer permanent. De hoeveelheid verstedelijkte ruimte en industrieterrein is sinds 1950 met bijna 150% toegenomen. Het ruimtebeslag van wegen groeide met 36%. Desondanks bedraagt het totale aantal hectares van dit bodemgebruik circa 10% van het grondoppervlak (bron: Compendium voor de leefomgeving).

Waterwerken en wegen hebben respectievelijk een beperkt en een matig effect op het ruimtebeslag aan de oppervlakte. In alle gevallen is het herstelvermogen groot als het object te verwijderen is. Alleen de invloedssfeer (uitstraling) verschilt.

Ruimtebeslag diep

De bouwstoffen zelf leveren geen effecten op voor het ruimtebeslag op diepte. Gebouwen, waterwerken en wegen hebben een beperkt effect op het ruimtebeslag in de diepte (enkele meters, alleen ter plaatse, herstelvermogen groot bij actief ingrijpen). In het verticale vlak kunnen meerdere functies worden vervuld (wko, drinkwaterwinning).

Effect op afdekking bodem (sealing)

De bouwstoffen zelf leveren weinig effecten op. Productie en opslag vergen wel ruimte die meestal op een afgedekte bodem zal plaatsvinden.

De aanleg van waterwerken leveren een beperkt effect op (ter plaatse van de ingreep en het herstelvermogen is groot bij actief ingrijpen). Gebouwen en wegen hebben een matig of groot effect en dit hangt af van het gebruikte materiaal en de omvang van het bebouwde oppervlak af. Asphalt en beton sluiten de bodem af, klinkers en grind zijn materialen waarbij water nog enigszins de bodem in kan zakken. Afhankelijk van het oppervlak kan dit een lokale of zelfs regionale uitstraling hebben (afvoer van water).

Effecten op volksgezondheid

De effecten van bouwstoffen op de volksgezondheid zijn beperkt, ze treden vooral op ter plaatse van de ingreep plaats en hebben een klein herstelvermogen. Voorbeelden hiervan zijn radon dat uit beton vrijkomt, en toepassingen van bouwstoffen in strijd met het Bbk. Punt van zorg zijn de bouwstoffen waarin hergebruikte materialen zijn verwerkt. De praktijk wijst uit dat men zich bij onvoldoende handhaving niet houdt aan het Bbk (mengen van partijen). Uitgeloopte stoffen komen dan via de bodem en het grondwater mogelijk in het drinkwater.

Effecten op voedselveiligheid

De effecten van bouwstoffen op voedselveiligheid zijn beperkt, ze treden vooral op ter plaatse van de ingreep plaats en hebben een klein herstelvermogen. Een voorbeeld is de uitloging van stoffen naar oppervlaktewater of grondwater dat ook gebruikt wordt voor irrigatie (moestuin, landbouwperceel).

Meer informatie en literatuur

<http://www.agentschapnl.nl/onderwerp/besluit-bodemkwaliteit>

http://wetten.overheid.nl/BWBR0022929/geldigheidsdatum_09-05-2012

A.J. Verschoor. 2007. Leaching of zinc from rubber infill on artificial turf (football pitches). RIVM report 601774001. RIVM, Bilthoven

<http://www2.mst.dk/udgiv/publications/2008/978-87-7052-866-5/pdf/978-87-7052-867-2.pdf>

<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1002-Oppervlakteverandering-bodemgebruik.html>

Bijlage 8 Factsheet Lozingen

Beschrijving bodemgebruik

Het lozen in de bodem is het definitief in de bodem brengen of doen brengen van vloeistoffen (Lozingenbesluit bodembescherming). Er zijn vele typen lozingen en sinds 1 januari 2005 mag er niet meer ongezuiverd geloosd worden in de bodem. Via ontheffingen en vergunningen kunnen bepaalde vormen van lozingen wel toegestaan worden door overheden. Daarbij blijft het uitgangspunt dat de bodem, het grondwater en het oppervlaktewater niet verontreinigd mogen worden.

Lozingen kunnen verdeeld worden in vele categorieën (www.infomil.nl), zoals:

- agrarische bodemlozingen
- lozingen op of in de bodem die vergunningplichtig zijn. (Dit betreffen alle bodemlozingen vanuit IPPC-inrichtingen en de bodemlozingen vanuit type-C inrichtingen volgens het Activiteitenbesluit)
- beperkte lozing huishoudelijke afvalwater (<10 lozingseenheden)
- omvangrijke lozing huishoudelijke afvalwater (10-100 lozingseenheden)
- koelwater en overige vloeistoffen
- hemelwater

In alle gevallen geldt dat wanneer men zich houdt aan de voorschriften van de vergunning/ontheffing er geen effecten optreden. Bij het (doelbewust) overtreden daarvan kunnen wel grote effecten optreden, vooral bij lozingen waarbij verontreinigende stoffen gemoeid zijn. Het (doelbewust) overtreden van de vergunning is niet meegenomen in de beoordeling.

Het Compendium voor Leefomgeving presenteert diverse gegevens die indirect een beeld geven over de lozingen in de bodem (Compendium voor de Leefomgeving, o.a. [Belasting van het oppervlaktewater naar herkomst, 2009](#)). Er zijn geen gegevens centraal beschikbaar over het voorkomen van de verschillende typen lozingen.

Het afkoppelen van hemelwater is een maatregel om verdroging tegen te gaan en wordt steeds vaker toegepast in Nederland (6% van de huishoudens in 2009, RWS/Waterdienst, 2011). Doordat het hemelwater niet via het riool wordt afgevoerd, maar (in)direct de bodem wordt ingeleid kunnen afgespoelde stoffen op deze wijze in de bodem komen. Koper (dak- en gevelbeplating), zink(dakgoten) en lood (loodslabben) zijn voorbeelden van stoffen die kunnen afspoelen.

Beoordeling en scoretabel

In de beoordeling is de volgende onderverdeling aangehouden, op basis van verwachte risico's:

- hemelwater
- agrarische lozingen
- huishoudelijk afvalwater
- industrieel koelwater
- industrieel afvalwater

Tabel. Effectbeoordeling Lozingen, voor 12 categorieën bodemeigenschappen op basis van de criteria herstelvermogen en schaalgrootte. Score: 1= verwaarloosbaar effect (=herstelbaar, plaatselijk) t/m 5= zeer groot effect (=onherstelbaar, regionaal). Ingekleurde effecten vallen onder regelgeving waar de Inspectie Leefomgeving en Transport aangrijpingspunten heeft.

Lozingen	Hemelwater	Agrarisch	Huishoudelijk afvalwater	Industrieel afvalwater	Industrieel koelwater
Chemisch	2	3	2	3	1
Hydro-chemisch	2	3	2	3	1
Ecologisch	2	3	2	3	1
Fysisch / mechanisch	1	1	1	1	1
Hydrologisch	3	1	1	1	2
Aardkundig	1	1	1	1	1
Archeologisch	1	1	1	1	1
Ruimtebeslag oppervlakte	2	1	1	1	1
Ruimtebeslag diep	1	1	1	1	1
Afdekking	1	1	1	1	1
Volksgezondheid	1	1	1	1	1
Voedselveiligheid	1	1	1	1	1

Lozingen hebben beperkte tot matige effecten op de chemie, de hydro-chemie en de ecologie. Voor hemelwater geldt er ook een matig effect op de hydrologie als het hemelwater afgekoppeld wordt en via een 'wadi of infiltratiekoffer' in de bodem wordt geleid. Hierdoor verandert de hydrologie. Om diezelfde reden is er een beperkt effect voor ruimtebeslag aan de oppervlakte.

Toelichting beoordeling effecten

Effecten op bodemchemie

De effecten op de bodemchemie zijn matig (3) voor lozingen vanuit de landbouw en industrie, daarbij is vooral het onbedoeld lozen in acht genomen (bijvoorbeeld het schoonspoelen van tanks in de landbouw). De effecten zijn ter plaatse en onherstelbaar, of lokaal met een klein herstelvermogen.

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)

De effecten op de samenstelling van het (ondiepe) grondwater zijn matig voor lozingen vanuit de landbouw en industrie. Daaronder vallen ook kleine bedrijfsongelukken als het onbedoeld lozen. De effecten zijn ter plaatse en onherstelbaar, of lokaal met een klein herstelvermogen.

Ecologische effecten

De effecten op de ecologie worden als matig beoordeeld voor lozingen vanuit de landbouw en industrie. Het kan gaan om schoonmaakmiddelen, proces- of spoelwater, of het morsen van chemicaliën. Afhankelijk van de aard, omvang en concentratie zullen organismen worden vergiftigd of gedood.

De effecten zijn ter plaatse en onherstelbaar, of lokaal met een klein herstelvermogen.

Fysisch/mechanische effecten

Geen fysisch/mechanische effecten van lozingen.

Hydrologische effecten (grondwater kwantiteit)

Wanneer het hemelwater wordt afgekoppeld van het rioolsysteem en (in)direct in de bodem wordt geleid dan heeft dat een matig effect op de hydrologie (regionale uitstraling met een groot herstelvermogen). Lozingen van koelwater kunnen dusdanig groot zijn, dat het invloed heeft op het grondwatersysteem (lokaal, groot herstelvermogen).

Effecten op aardkundige waarden

Geen effecten op aardkundige waarden.

Effecten op archeologische objecten

Geen effecten op archeologische objecten.

Ruimtebeslag oppervlakte

Als het hemelwater wordt afgekoppeld van het rioolsysteem dan worden daarvoor voorzieningen aangelegd, zoals een wadi. Dit zorgt ter plaatse voor een beperkt ruimtebeslag (effect), dat alleen hersteld kan worden als de voorziening wordt verwijderd.

Ruimtebeslag diep

Geen effecten op het ruimtebeslag in de diepte, tenzij er een verontreinigingspluim in het grondwater is ontstaan.

Effect op afdekking bodem (sealing)

Geen effecten op de afdekking van de bodem.

Effecten op volksgezondheid

Geen effecten op de volksgezondheid. 0,1% van de huishoudens in Nederland was in 2009 niet aangesloten op een vorm van rioolwaterzuivering, deze huishoudens maakten gebruik van een septic tank (RWS/Waterdienst, 2011).

Effecten op voedselveiligheid

Geen effecten op de voedselveiligheid. Plaatselijk kunnen zich ongewenste situaties voordoen als verontreinigd water wordt gebruikt voor besproeiing of bevloeiing van moestuinen.

Meer informatie en literatuur

http://wetten.overheid.nl/BWBR0009092/geldigheidsdatum_15-05-2012

<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/activiteitenbesluit/wel-of-geen-milieuvergunning>

<http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/handboek-water/wetgeving/wet-milieubeheer/besluiten-regelingen/lozingenbesluit>

www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/607050008.pdf

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Afkoppelen>

<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0085-Belasting-van-het-oppervlaktewater-en-emissies-naar-water-per-doelgroep.html?i=5-117>

Rijkswaterstaat/Waterdienst. 2011. Effluënten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's. In samenwerking met DELTARES en TNO.

[http://nl.wikipedia.org/wiki/IBA_\(afvalwater\)](http://nl.wikipedia.org/wiki/IBA_(afvalwater))

Bijlage 9 Factsheet Natuurontwikkeling

Beschrijving bodemgebruik

Natuurontwikkeling is een brede en veel voorkomende activiteit die loopt van het bevorderen van natuur in de stad, via agrarisch natuurbeheer, tot grootschalige afgravingen om (over)bemeste grond te verwijderen en 'schrale natuur' terug te brengen.

In het kader van natuurontwikkeling en landinrichting worden ook ingrepen in waterwegen gedaan. Een bekend voorbeeld is het herstel van oude lopen van beken of rivieren.

Natuurontwikkeling heeft voor een groot deel plaats gevonden in het kader van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Het beoogde netwerk van natuurgebieden op het land had een totale omvang van 728.000 ha, en zou in 2018 gerealiseerd moeten zijn. Er werd uitgegaan van bestaande natuur, aangevuld met nieuwe gebieden en landbouwgronden die uit productie genomen zouden worden.

Volgens cijfers uit 2008 is slechts 30% van de nieuwe EHS "ingericht" (ontwikkeld). Circa 600.000 ha is momenteel als EHS in beheer. Van verdere uitbreiding wordt voorlopig afgezien. Daarnaast zijn de rijksmiddelen voor robuuste verbindingzones en 'Recreatie om de Stad' vervallen. Onderzocht wordt hoe EU-verplichtingen voor het behoud van biodiversiteit en de inrichting van Natura 2000-gebieden kunnen worden nagekomen.

De organisatie van landinrichting is een complex proces. De Dienst Landelijk Gebied (DLG) heeft hierin een centrale rol als grondaankoper en inrichter. Daarnaast richten particuliere organisaties, zoals Natuurmonumenten, en Provinciale Landschappen gebieden in. Naar schatting zijn in Nederland circa 750 natuurontwikkelingsprojecten uitgevoerd. Dit aantal zal nog ongeveer verdubbelen als de EHS wordt gerealiseerd (Melman et al., 2008).

Beoordeling en scoretabel

De resultaten van de effectbeoordelingen zijn samengevat in onderstaande scoringstabel. De chemische, hydro-chemische en aardkundige verstoringen worden in het algemeen het grootst geacht. Door het doel van de ingreep (aanleg natuur) en de functie van het gebied, zijn de effecten absoluut gezien beperkt en van tijdelijke aard (tijdens de aanlegfase).

Tabel. Effectbeoordeling natuurontwikkeling en landinrichting, voor 12 categorieën bodemeigenschappen op basis van de criteria herstelvermogen en schaalgrootte. Score: 1= verwaarloosbaar effect (=herstelbaar, plaatselijk) t/m 5= zeer groot effect (=onherstelbaar, regionaal). Ingekleurde effecten vallen onder regelgeving waar de Inspectie Leefomgeving en Transport aangrijpingspunten heeft.

Natuurontwikkeling / landinrichting	effectscore
Chemisch	2
Hydro-chemisch	2
Ecologisch	1
Fysisch / mechanisch	1
Hydrologisch	1
Aardkundig	2
Archeologisch	1
Ruimtebeslag oppervlakte	1
Ruimtebeslag diep	1
Afdekking	1
Volksgezondheid	1
Voedselveiligheid	1

Toelichting beoordeling effecten

Effecten op bodemchemie

In het algemeen gaat natuurontwikkeling gepaard met chemische veranderingen, maar dit heeft een beperkt negatief effect op de bodemkwaliteit. De aard van de veranderingen hangt af van het bodemtype en het voormalige gebruik.

Het uit productie nemen van landbouwgronden heeft meestal een daling van de zuurgraad tot gevolg, doordat bekalking wordt gestaakt. Dit speelt het sterkst in zandgronden. Hierdoor worden metalen in de bodem mobieler, de gehalten zijn echter niet dusdanig hoog dat acute of ernstige effecten te verwachten zijn (doch niet a priori verwaarloosbaar). Als gevolg van verschalingsbeheer nemen gehalten aan voedingsstoffen af.

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)

Er worden geen ernstige effecten verwacht. Ingrepen in de bodem of vegetatie kunnen wel tijdelijke invloed hebben, bijvoorbeeld door versnelde afbraak of mobilisatie van stoffen. Effecten zullen hoofdzakelijk beperkt zijn tot het betreffende gebied.

Ecologische effecten

De veranderingen in flora en fauna zijn naar verwachting groot, maar dit is juist het doel van natuurontwikkeling. Deze effecten worden daarom positief beoordeeld (geen effect).

Fysisch/mechanische effecten

Afhankelijk van de vorm en omvang van de ingrepen worden de oorspronkelijke opbouw (gelaagdheid) van de bodem aangetast. Dit kan gebeuren door afplaggen, ontbossing, het afgraven van veenlagen of van voedselrijk landbouwgrond. Meestal wordt de grondwaterstand aangepast aan het gewenste natuurstype, wat invloed heeft op de zetting en het draagvermogen. Werkzaamheden zelf kunnen onbedoelde bijeffecten opleveren in de vorm van verdichting door het gebruik van zwaar materieel. Aantasting van de oorspronkelijke bodemopbouw heeft een (zeer) lange hersteltijd nodig. Bij natuurontwikkeling wordt dit fysisch/mechanische aspect niet als nadelig effect gezien waardoor een score van 1 is gegeven.

Hydrologische effecten (grondwater kwantiteit)

Bij natuurontwikkeling wordt vaak ingegrepen in waterhuishouding van een gebied. Dit heeft juist tot doel om gunstige omstandigheden te creëren voor een bepaald natuurdoeltype of landschapsvorm. Het (bedoelde) effect kan groot zijn maar niet onherstelbaar. Effecten spelen meestal op lokale schaal. Het positieve effect op de grondwaterstand leidt tot een score van 1.

Effecten op aardkundige waarden

Bij natuurontwikkeling wordt de aardkundige (c.q. bodemkundige) zeldzaamheid meestal niet in beschouwing genomen. Door aardkundige eigenschappen te integreren in een inrichtingsplan, kan er gebruik worden gemaakt van specifieke natuurlijke en ecologische processen in de bodem. Op die manier wordt de uniciteit van een gebied behouden.

Effecten van natuurontwikkeling op aardkundige waarden zijn ingeschat in een range van 1 tot 3, afhankelijk van de situatie. In de tabel is een gemiddelde van 2 gekozen.

Effecten op archeologische objecten

De kans dat natuurontwikkeling interfereert met archeologische objecten wordt vrij klein geacht. Mocht de aanwezigheid van een archeologische plek niet bekend zijn, dan zou daar schade aan kunnen ontstaan, tijdens grondwerkzaamheden, maar in vergelijking met andere bodemactiviteiten is dit verwaarloosbaar.

Ruimtebeslag oppervlakte

De aanleg of herinrichting van een natuurgebied wordt niet als negatief ruimtebeslag gezien. De bestemming, functie en het eigendom ligt in de praktijk meestal voor lange tijd vast, waardoor er weinig flexibiliteit is ten aanzien van herverkaveling. Theoretisch is natuurontwikkeling reversibel (er kunnen weer huizen of industrie worden gebouwd), en strekt zich meestal over een groter gebied uit (meerdere hectares). In verhouding tot het Nederlandse grondoppervlak is de uitbreiding van het areaal natuur gering. Het effect op het ruimtebeslag is daarom als verwaarloosbaar (1) gewaardeerd.

Ruimtebeslag diep

Geen effect van betekenis.

Effect op afdekking bodem (sealing)

Geen effect.

Effecten op volksgezondheid

Voornameijk positieve effecten bekend op gezondheid en welbevinden.

Effecten op voedselveiligheid

Geen effect.

Meer informatie en literatuur

Melman, Th.C.P., H.P.J. Huiskes, A.T. Kuiters & F.P. Sival, 2008. Methodiek effectbepaling natuurontwikkelingsprojecten. Alterra rapport 1685.

Website Dienst Landelijk Gebied: www.dienstlandelijkgebied.nl

Website Planbureau voor de Leefomgeving: www.pbl.nl

Bijlage 10 Factsheet Aanleg en beheer bodemenergiesystemen

Beschrijving bodemgebruik

Warmte-koudeopslag (wko) is een techniek om restwarmte van gebouwen op te slaan in een diepe grondwaterlaag. Deze warmte kan 's winters worden gebruikt om in een deel van de warmtebehoefte te voorzien. Het is tevens mogelijk om 's zomers te koelen. Het Nederlandse klimaat is gunstig voor een evenwicht in opslag van warmte en koude. De mogelijkheid om een goede energiebalans te behalen bepaalt tevens het rendement van een installatie. Toepassing van wko wordt als een belangrijke bijdrage gezien om het aandeel van fossiele brandstoffen in de energievoorziening terug te dringen.

Anno 2012 zijn er circa 3000 (open + gesloten) wko-installaties in Nederland. De groei is rond de 10% per jaar. Tevens is geconstateerd dat een groot deel hiervan (naar schatting 70%) niet optimaal functioneert en dus niet het beoogde rendement behaalt.

De Taskforce-wko bracht in 2009 een advies uit waarin wordt gepleit voor een versnelde groei met 30% per jaar. Hiermee zou in 2020 een aantal van 18000 open-wko-installaties kunnen worden gerealiseerd. Deze sterke groei legt tevens een beslag op de ruimte in de ondergrond en op het grondwater. wko-installaties kunnen overlappen, vooral in steden of onder industrieterreinen. Bij de aanleg ervan moet tevens rekening worden gehouden drinkwaterwingebieden en grondwaterverontreinigingen. Hiervoor is o.a. de "wkotool" ontwikkeld. Er is geen schatting van het totale volume dat ondergronds in beslag wordt genomen (of nodig zal zijn) voor wko.

De uitbreiding van het aantal wko-systemen leidt tot veel boorgaten en leidingen die tot honderden meters diep kunnen gaan. De gebruikte boorvloeistoffen kunnen het grondwater verontreinigen. De levensduur van een wko-systeem is naar schatting 50 tot 100 jaar. Deze zullen vermoedelijk na gebruik niet worden opgeruimd maar worden gevuld om lekkage van ondoorlatende lagen te voorkomen. De duurzaamheid en de milieurisico's van deze wko-installaties hangt af van de kwaliteit van de gebruikte materialen (Van Beelen et al., 2011), en is dus nog niet bekend.

Beoordeling en scoretabel

Er moet onderscheid worden gemaakt in open- en gesloten wko-systemen. Een gesloten systeem is alleen een warmtewisselaar. Een buizenstelsel wordt verticaal, schuin of horizontaal in de grond gebracht. Er wordt gebruik gemaakt van koelvloeistoffen om warmte/koude uit te wisselen. Het systeem bevat tevens corrosieremmers.

Een open systeem kan met minder boorputten af. Hierbij wordt grondwater heen en weer gepompt tussen een warme en koude bron diep onder de grond. Het debiet per bron kan variëren van 5m³ per uur in een kleine installatie tot 3000 m³ per uur in een grote.

De resultaten van de effectbeoordeling zijn samengevat in onderstaande scoringstabel.

De effecten op bodemchemie, grondwaterkwaliteit, fysisch/mechanische eigenschappen en aardkundige verstoringen, worden het grootst geacht. De effecten worden maximaal als matig (3: klein herstelvermogen; lokale uitstraling) beoordeeld. In het geval dat gesloten systemen koelvloeistof gaan lekken, of er via boorgaten uitwisseling gaat ontstaan tussen

grondwaterlichamen (kortsluitstromen), worden de effecten ernstiger. Menging van zoet en zout grondwater of de verspreiding van verontreinigingen kunnen leiden tot onherstelbare effecten op regionale schaal (4 of 5).

Tabel. Effectbeoordeling bodemenergiesystemen (wko), voor 12 categorieën bodemeigenschappen op basis van de criteria herstelvermogen en schaalgrootte. Score: 1= verwaarloosbaar effect (=herstelbaar, plaatselijk) t/m 5= zeer groot effect (=onherstelbaar, regionaal). Ingekleurde effecten vallen onder regelgeving waar de Inspectie Leefomgeving en Transport aangrijpingspunten heeft.

Bodemenergiesystemen (wko)	Gesloten wko	Open wko
Chemisch	3	2
Hydro-chemisch	3	3
Ecologisch	2	2
Fysisch / mechanisch	3	3
Hydrologisch	1	2
Aardkundig	3	3
Archeologisch	2	2
Ruimtebeslag oppervlakte	1	1
Ruimtebeslag diep	2	2
Afdekking	1	1
Volksgezondheid	1	1
Voedselveiligheid	1	1

Toelichting beoordeling effecten

Effecten op bodemchemie

Gesloten systeem

- In een gesloten wko-systeem wordt gebruik gemaakt van persistente koelvloeistoffen. Deze leveren vooral problemen op bij lekkages. Gezien het grote aantal systemen dat wordt aangelegd, moet alleen al op statistische gronden rekening worden gehouden met ongelukken.

- Afhankelijk van de plek in het systeem waar lekkages optreden is er sprake van bodem- (bovenin) of grondwaterverontreiniging (diep). Een bodemverontreiniging zal tot plaatselijke beperkt kunnen blijven.

Verontreinigingen in het grondwater verspreiden zich sneller en verder (lokale schaal). Een koelvloeistof als propyleenglycol is afbreekbaar in zuurstofrijk grondwater. Echter niet, of veel trager, in zuurstofarm grondwater. Een liter propyleenglycol is bijvoorbeeld voldoende om 3000 m³ grondwater te verontreinigen tot MTR-niveau.

Open systeem

- Bij een open systeem wordt grondwater heen en weer gepompt. Hiervan zijn niet veel effecten op de bodemchemie te verwachten. Alleen rond de boorputten treden verontreinigingen op door het gebruik van boorvloeistoffen (o.a. barium).

Afdichtingmaterialen brengen mogelijk gebiedsvreemde stoffen in. De mogelijke beïnvloeding van de bodemchemie zal slechts plaatselijk zijn, maar met een klein herstelvermogen.

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)

Gesloten systeem

- Effecten bij lekkage van koelvloeistoffen (propyleenglycol, of ethyleenglycol). Onder zuurstofrijke omstandigheden is het herstelvermogen groot maar zullen effecten zich wel over grotere schaal uitstrekken.
- Door opwarming verschuiven chemische evenwichten in het grondwater. De mogelijke gevolgen er van zijn nog niet bekend of goed in te schatten.
- Vooraf zou moeten worden onderzocht of er grote verschillen zijn tussen de grondwaterlichamen die in een wko-installatie worden gebruikt. Als dat het geval is, zijn de risico's van lekkages of kortsluitstromen groter.

Open systeem

- Afgezien van lekkages van koelvloeistoffen, schuilen er bij open systemen dezelfde hydro-chemische effecten als bij gesloten wko.
- Door het heen en weer pompen is er meer kans op vermenging van grondwater dat verschilt in samenstelling. Hierbij kan ook worden gedacht aan menging van zoete en zoute grondwaterlichamen. Dit is alleen te voorkomen door vooraf onderzoek te doen, en eventueel te besluiten de wko niet in die configuratie aan te leggen.

Ecologische effecten

- In het diepe grondwater komen gespecialiseerde bacteriën en een aantal soorten kreeftachtige diertjes voor. Er is echter weinig over bekend, en er lijkt een parallel te zijn met het leven in de bodem van de diepzee. De omstandigheden zijn extreem en zeer voedselarm, dit neemt toe met de diepte. Het is te verwachten dat deze specialisatie grondwaterorganismen kwetsbaar maakt voor veranderingen.

Toename van temperatuur versnelt biologische processen. Het zou een gunstig neveneffect kunnen zijn voor de (bacteriële) afbraak van verontreinigingen. Door een gebrek aan kennis over effecten en de verwachting dat grondwaterecosystemen kunnen herstellen is voor meer algemeen voor 'een beperkt effect (2)' gekozen.

Fysisch/mechanische effecten

Gesloten systeem

- Boorgaten in de bodem zijn permanent en niet te herstellen. Boringen 'beschadigen' de bodemopbouw en de scheiding van lagen. In de diepte worden watervoerende pakketten meestal fysiek gescheiden door impermeabele kleilagen. Drukverschillen kunnen tot stromingen (menging) leiden.

Open systeem

- Ook hier geldt dat boorgaten in afdekkende lagen permanent en onherstelbaar zijn. Lekkages rond de pijpen zijn moeilijk te controleren. Er zijn minder boorgaten nodig voor open systemen. Boringen gaan echter dieper en zijn groter in diameter.

Hydrologische effecten (grondwater kwantiteit)

Gesloten systeem

- Een gesloten wko-systeem heeft geen invloed op de hoeveelheid en stroming van het grondwater. De temperatuursverandering zal wel convectiestromen veroorzaken. Het lichtere warme water gaat drijven op een koude laag. Het effect hiervan op de grondwaterstand/stroming wordt echter verwaarloosbaar geacht.

- Het doorboren van afsluitende kleilagen kan hydrologische effecten hebben als het bovenliggende grondwatersysteem hierdoor 'lek raakt'.

Open systeem

- In een open systeem wordt veel water heen en weer gepompt. Ook hier treden convectiestromen op door temperatuurverschillen.

- Het oppompen van grondwater kan lokaal peilveranderingen tot gevolg hebben.

- Doorboren van kleischotten bij gestuwde systemen heeft ongewenste effecten op de hydrologie van een gebied.

Afhankelijk van de lokale situatie zijn effecten beoordeeld variërend van 1 tot 4. In de eindafweging is voor een "beperkt effect (2)" gekozen.

Effecten op aardkundige waarden

- Boringen veroorzaken in principe beschadigingen of verstoringen aan bodemlagen en de profielopbouw. In stedelijk gebied is de bovenlaag van de bodem al ernstig verstoord. Boringen voor de aanleg van wko tasten ook dieper gelegen geologische structuren aan. Effecten zijn onherstelbaar maar plaatselijk.

- Doorboren van verticale kleischotten bij gestuwde systemen. Kleischotten zijn ontstaan in stuwwallen die tijdens de ijstijden zijn gevormd. Deze min of meer verticale ondoorlatende lagen hebben (een grote) invloed op het grondwaterregiem. Het voorkomen van kleischotten en hun betekenis zijn onvoldoende in kaart gebracht. De mogelijke effecten spelen vooral op de Veluwe en in delen van Drenthe. De invloed is lokaal met een klein herstelvermogen.

Effecten op archeologische objecten

- Verstoring of beschadiging hangt in eerste instantie af van de aanwezigheid van archeologische objecten. In bepaalde streken, of van oudsher bewoonde gebieden is de trefkans groter dan elders. Wko wordt vaker aangebracht bij nieuwbouw of renovatie van wijken, dan in oude binnensteden.

Er is geen sprake van herstel van archeologische objecten, wanneer een beschadiging eenmaal heeft plaatsgevonden.

Ruimtebeslag oppervlakte

Het ruimtebeslag is gering. Afgezien van een aantal boorputten en leidingen, bevindt de installatie (warmtepomp) zich meestal in bestaande gebouwen.

Ruimtebeslag diep

Er is sprake van een ruimtebeslag in de diepte. Deze is voor open systemen groter dan voor gesloten wko. De capaciteit van open systemen is echter groter, zodat men met minder installaties af kan voor dezelfde energie behoefte/capaciteit.

Een bestaande wko-installatie kan een dusdanige claim leggen op de ruimte (c.q. volume) in de ondergrond dat er geen mogelijkheden voor anderen overblijven.

Effect op afdekking bodem (sealing)

Niet of nauwelijks

Effecten op volksgezondheid

Geen effecten bekend

Effecten op voedselveiligheid

Geen effecten bekend

Meer informatie en literatuur

Van Beelen, P. ; Schijven, J. ; de Roda Husman, A.M. ; van der Aa, M. ; Otte, P.,2011. Een literatuurstudie naar de mogelijke risico's van warmte- en koudeopslag voor de grondwaterkwaliteit. RIVM rapport 607050009.

Bonte, M., P. Stuyfzand, P. van Beelen, P. Visser, 2010. Onderzoek naar duurzame toepassing van warmte- koudeopslag. H2O nr.3, 2010

Groen licht voor bodemenergie. Advies Taskforce WKO 23 maart 2009.

www.wkotool.nl

www.nvoe.nl

Bijlage 11 Factsheet Ondergronds bouwen

Beschrijving bodemgebruik

Het aanleggen van infrastructuur (tunnels), gebouwen (parkeergarages) of netwerkvoorzieningen (kabeltunnels) grijpt in op de ondergrond. Bodem wordt afgegraven voor het aanleggen van funderingen of het boren van tunnels. Fysieke en mechanische omstandigheden veranderen (direct of indirect; denk aan zettingen of verzakkingen) bij grote ingrepen. Ook het grondwater wordt beïnvloed door ondergrondse bebouwing, bijvoorbeeld als er voor de bouw grondwater onttrokken moet worden of als waterscheidende lagen doorboord worden.

Beoordeling en scoretabel

Bij de aanleg van ondergrondse bouwwerken worden (tijdelijke) barrières opgeworpen voor flora en fauna. Constructies in de diepte kunnen ondoordringbare lagen doorboren (kleischotten), aardkundige waarden en archeologische vondsten beschadigen, dit is niet meer te herstellen. De directe omgeving kan beïnvloed worden door trillingen/zettingen, voor grondwater geldt dat dit een meer regionale uitstraling heeft (bronbemalingen, verlaging grondwaterstanden).

Tabel. Effectbeoordeling ondergronds bouwen, voor 12 categorieën bodemeigenschappen op basis van de criteria herstelvermogen en schaalgrootte. Score: 1= verwaarloosbaar effect (=herstelbaar, plaatselijk) t/m 5= zeer groot effect (=onherstelbaar, regionaal).

Ondergronds bouwen	
Chemisch	2
Hydro-chemisch	3
Ecologisch	2
Fysisch / mechanisch	3
Hydrologisch	3
Aardkundig	3
Archeologisch	3
Ruimtebeslag oppervlakte	1
Ruimtebeslag diep	2
Afdekking	2
Volksgezondheid	1
Voedselveiligheid	1

Toelichting beoordeling effecten

Effecten op bodemchemie

Bij ondergronds bouwen wordt een beperkt effect verwacht, ondanks het feit dat de toegepaste materialen voldoen aan de wet- en regelgeving. Voor sommige bouwmaterialen, zoals beton, geldt dat norm vastgesteld is voor de eindvorm, maar niet voor de tussenvorm. Tijdens het storten van het beton op de bodem en gedurende het uithardingsproces kan het poriewater van het beton in contact komen met de bodem (wanneer zonder bekisting gebouwd wordt). Bij beton gemaakt uit hergebruikte materialen bestaat de kans op het vrijkomen van verontreinigende stoffen uit dit poriewater. Ook een hoge pH (o.a. bij beton) kan ter plaatse zorgen voor veranderde chemische omstandigheden ter plaatse.

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)

Bij de aanleg van ondergrondse bouwwerken kunnen waterscheidende lagen ter plaatse onherstelbaar beschadigd worden. Dit kan gevolgen hebben voor menging van (verontreinigde) grondwaterlagen.

Ecologische effecten

Ecologische effecten worden vooral veroorzaakt het doorsnijden van gebieden in het geval van infrastructuur (verdiepte treintracés). Parkeergarages en andere bouwconstructies hebben vaak ook nog een bovengrondse deel, dat voor versnippering van leefgebieden kan zorgen. Het herstelvermogen is groot en de effecten hebben vooral een lokale uitstraling.

Fysisch/mechanische effecten

Zettingen beïnvloeden de omgeving, met verzakkingen van huizen en straatwerk als gevolg (ter plaatse, niet meer direct te herstellen). Deze zettingen treden alleen op direct rond de bouwlocaties (10 meter). Een verzakking van het straatwerk is op het maaiveld te corrigeren. Bouwfundering die zakt, is een groter probleem, waar vooraf maatregelen voor getroffen kunnen worden. De zettingen zelf worden dus niet hersteld.

Bij het bouwen treden ook trillingen op, die kunnen leiden tot zettingen. Het gevoel van de trillingen geeft effecten voor de leefomgeving, dit is lokaal en stopt als het bouwen gereed is. Trillingsarm en -vrij bouwen voorkomt dat deels. Andere effecten die kunnen optreden zijn: compactie van zand, dit is het samendrukken van zand waardoor de poriënruimte afneemt en de dichtheid toeneemt, door trillingen (erg afhankelijk van de situatie), het toepassen van damwanden dat tot kleine aardbevingen leidt en wateroverspanning van grondwater (zettingvloeiing). Deze effecten zijn allemaal op zeer kleine schaal, zie je ook bij het bovengronds bouwen op slappe gronden.

Hydrologische effecten (grondwater kwantiteit)

Bij de aanleg van ondergrondse bouwwerken, moet soms het grondwaterpeil verlaagd worden. Dit kan via bronbemalingen, die aan regelgeving gebonden zijn. Een andere mogelijkheid is het gebruik van een bouwkuij met onderwaterbeton. Men legt dan eerst een kuij van beton aan, die vervolgens wordt leeggepompt. Deze methode kan ook via een natuurlijke kleilaag, die als kuij dient waar een damwand in gezet wordt. Afhankelijk van de situatie worden de damwanden weer verwijderd, maar het verschilt per gemeente hoe men daar

mee omgaat. Bij het gebruik van damwanden worden tijdelijk en lokaal de grondwaterstromen beïnvloed.

Gedurende een bronbemaling wordt de omgeving in grote gebieden beïnvloed door de verlaging van grondwaterstanden en dit kan effecten hebben voor de landbouw, ecologie en bebouwing. Debieten en periodes van bemaling zijn via regelgeving geregeld. In zettingsgevoelige gebieden zullen zettingen optreden bij grondwaterpeilveranderingen. Over het algemeen zijn de effecten op de hydrologie regionaal met een groot herstelvermogen.

Effecten op aardkundige waarden

Bij graafwerkzaamheden en aanleg van ondergrondse structuren wordt de bodem ter plaatse van de ingreep verstoord, dit is onherstelbaar.

Effecten op archeologische objecten

Bij graafwerkzaamheden en aanleg van ondergrondse structuren wordt de bodem ter plaatse van de ingreep verstoord, dit is onherstelbaar. De bestaande bodem met daarin de archeologie wordt verwijderd.

Ruimtebeslag oppervlakte

Ondergronds bouwen biedt juist meer ruimte voor de oppervlakte, omdat er dubbelgebruik van het maaiveld is (zoals bebouwing boven- en ondergronds). In steden is dit de voornaamste reden om ondergronds te gaan bouwen. Alleen tijdens de bouw (dit geldt niet voor boorwerkzaamheden) is er bezetting van het oppervlak. De effecten voor het ruimtebeslag aan de oppervlakte worden daarom verwaarloosbaar geacht.

Ruimtebeslag diep

Het ruimtebeslag in de diepte is vooral ter plaatse van de ingreep. Het herstelvermogen is er bij actief ingrijpen, alleen de praktijk wijst uit dit niet vaak gebeurt (aangelegde structuren worden niet opgeruimd). Door vooraf rekening houden met het ruimtebeslag in de diepte kunnen efficiënte combinaties gevonden worden.

Effect op afdekking bodem (sealing)

Ondergronds bebouwing heeft een verwaarloosbaar effect voor geheel ondergrondse structuren (tunnels). Constructies die ook een bovengronds deel hebben, zorgen wel voor afdekking. Dit is ter plaatse en te herstellen bij actief ingrijpen.

Effecten op volksgezondheid

Trillingen tijdens de bouw worden door omwonenden als negatief ervaren. Dit effect is tijdelijk en erg afhankelijk van het type bouwwerkzaamheden. Het ondergronds brengen van activiteiten kan positieve bijdragen leveren aan de volksgezondheid (bijvoorbeeld door het ondergronds brengen van infrastructuur). Daarom wordt het effect als verwaarloosbaar ingeschat.

Effecten op voedselveiligheid

Effecten van ondergronds bouwen worden als verwaarloosbaar ingeschat voor voedselveiligheid.

Meer informatie en literatuur

De Risman methode wordt bij ondergronds bouwen regelmatig toegepast. De methode benoemt risico's, schat kansen in van optreden, de kosten van gevolgen en de kosten voor het herstel. Hierbij wordt gebruik gemaakt van deskundigheid vanuit bedrijven voor de inschatting of men baseert zich op ervaringen uit de markt. De scores worden weergegeven in getallen en percentages.

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Risicoanalyse>

<http://www.cob.nl>

Bijlage 12 Factsheet Aanleg en beheer buisleidingen

Beschrijving bodemgebruik

In de Nederlandse bodem ligt ongeveer 300.000 kilometer aan ondergrondse leidingen. Hiervan wordt circa 18.000 kilometer buisleidingen gebruikt om gevaarlijke stoffen te transporteren. Dit zijn vooral aardgas en brandbare vloeistoffen (www.rijksoverheid.nl).

Buisleidingen vormen een relatief veilige, snelle en betrouwbare vorm van transport, die weinig ruimte in beslag neemt. Als nadeel kan worden genoemd: de kosten van aanleg, en de beperkte flexibiliteit voor aanpassingen van de infrastructuur.

Sinds 1 januari 2011 is het nieuwe Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen van kracht. Op basis hiervan wordt een locatiespecifieke risicocontour opgesteld i.p.v. een veiligheidsafstand. Voor nieuwe leidingen en voor leidingen die vervangen worden, geldt de eis dat er een maximaal plaatsgebonden risico mag zijn van 1 dode per 1 miljoen jaar wanneer die persoon zich op een afstand tot 5 m van het hart van de leiding bevindt. Voor leidingen die al in de Nederlandse bodem liggen, kunnen deze afstanden veel groter zijn, tot op tientallen meters en soms tot honderden meters.

In Nederland heeft zich geen ernstig buisleiding-ongeval met dodelijke afloop voor gedaan. Er treden jaarlijks wel enkele lekkages op en er zijn tientallen incidenten met een kans op lekkage die goed aflopen. Grote calamiteiten komen zelden voor. Faalfrequenties liggen in de orde van eens in de 10.000 jaar tot eens in een miljoen jaar.

Buisleidingen liggen lang in de grond, er zijn leidingen in gebruik van circa 50 jaar oud. Mede omdat de aanleg duur is, worden buisleidingen ontworpen om lang mee te kunnen gaan. Gemiddelde leeftijd zal naar schatting meer dan 25 jaar zijn.

Beoordeling en scoretabel

Er is expliciet onderscheid gemaakt in 'normaal gebruik' (aanleg en beheer buisleidingen) en calamiteiten. De aard en ernst van de calamiteit hangt af van het soort transport. Dit onderscheid is in de beoordeling aangebracht.

De risico's van het aanleggen en beheer van buisleidingen zijn beperkt. Het tamelijk permanente ruimtebeslag aan de oppervlakte en de veiligheidszone (risicocontour) veroorzaken de hoogste effectscore.

De potentiële effecten van calamiteiten zijn groter. Ze kunnen tot aanzienlijke schade en saneringsoperaties leiden.

Tabel. Effectbeoordeling buisleidingen, voor 12 categorieën bodemeigenschappen op basis van de criteria herstelvermogen en schaalgrootte. Calamiteiten zijn apart in beschouwing genomen. Score: 1= verwaarloosbaar effect (=herstelbaar, plaatselijk) t/m 5= zeer groot effect (=onherstelbaar, regionaal). Ingekleurde effecten vallen onder regelgeving waar de Inspectie Leefomgeving en Transport aangrijpingspunten heeft.

Buisleidingen	Gassen +vloeistoffen	Calamiteiten gasleidingen	Calamiteiten Vloeistofleidingen
Chemisch	1	2	3-4
Hydro-chemisch	1	2	4
Ecologisch	2	3	4
Fysisch / mechanisch	2	2	2
Hydrologisch	1	1	1
Aardkundig	2	2	2
Archeologisch	2	1	1
Ruimtebeslag oppervlakte	4	3-4	3-4
Ruimtebeslag diep	2	3-4	3-4
Afdekking	1	1	1
Volksgesondheid	1	3-4	3-4
Voedselveiligheid	1	3-4	3-4

Toelichting beoordeling effecten

Effecten op bodemchemie

- Aanleg van buisleidingen brengt veel graafwerk met zich mee. Dit kan invloed hebben op natuurlijke chemische processen, door contact met de lucht of verandering van het vocht regime. Specifieke gevallen of voorbeelden hiervan zijn niet voor handen, het effect wordt daarom verwaarloosbaar geacht, reversibel en plaatselijk.

- In het geval dat er lekkages optreden is er grote kans op verontreiniging van de bodem. De grootte van het effect en de mogelijkheden voor herstel hangen af van de getransporteerde stof. Hier is moeilijk een algemene uitspraak over te doen.

Bij lekkage van tot vloeistof verdichte gassen, zal de stof gasvormig worden en naar de oppervlakte trekken. Is er sprake van een breuk of grote lekkage, dan kan er een krater ontstaan en is er explosie of brandgevaar.

- Het lekken van vloeistoffen kan geruime tijd onopgemerkt blijven, doordat de leidingen een stuk onder het oppervlak liggen. Op den duur of bij grotere breuken zal een 'plas' ontstaan. Afgraven van de verontreiniging is de enige optie. Als vloeistoffen ver zijn weggezakt kan sanering van ondergrond en grondwater nodig zijn.

- De kans op calamiteiten is over het algemeen klein. Als ze optreden zijn de gevolgen meestal verstrekkend, en bij vloeistoftransportleidingen ernstiger dan bij gassen. De schaal blijft meestal beperkt tot lokaal. Herstel is mogelijk met ingrijpen c.q. sanering.

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)

- De kans op lekkages is klein. Het hangt van de leiding en het type stof (gas of vloeistof) af of er chemische verontreiniging van het grondwater kan optreden.

- Uit voorzorg worden grote transportleidingen in principe niet in grondwaterbeschermingsgebieden aangelegd, tenzij er beschermende voorzieningen worden getroffen.

- Als er verontreiniging van het grondwater optreedt, dan kan dit een regionale uitstraling krijgen.

- Bij calamiteiten kan indirecte verontreiniging ontstaan door bluswater of verontreiniging van het oppervlaktewater.

Ecologische effecten

- Het aanleggen van buisleidingen (graven, transport tijdelijke wegen) veroorzaakt een aanzienlijke verstoring van de omgeving, en daarmee ook voor planten en (bodem)dieren. Een dergelijke lijnvormige barrière vormt een obstakel voor de migratie van soorten. Deze verstoring is echter lokaal en tijdelijk van aard. Als de leiding eenmaal is aangelegd en ingegraven kan de natuur zich herstellen. Sporen zullen nog wel enige tijd zichtbaar blijven in het landschap.

- Er bestaat een voorkeur voor het aanleggen van buisleidingen door natuurgebieden omdat daar relatief weinig kans op beschadiging van de leiding is door bouw- of graafwerkzaamheden, en er geen conflicten ontstaan met de afstand tot bebouwing.

- Er wordt een veiligheidszone om de buisleiding vastgesteld in de vorm van een risicocontour. Deze komt vaak overeen met de zogenaamde belemmeringenstrook van 5m aan weerszijde van de buis. Hier binnen mag niet meer worden bebouwd, gegraven en er mogen geen bomen of diepwortelende gewassen worden geplant.

- Calamiteiten met gasleidingen hebben waarschijnlijk minder ecologische effecten dan vloeistoffen die de bodem indringen. Bij branden zal de hitte van een fakkel grote invloed hebben op de directe omgeving. De oppervlakte van beschadiging is in de meeste gevallen beperkt, verbrande grond herstelt echter slecht.

Fysisch/mechanische effecten

- Hoofdpersleidingen hebben een flinke doorsnede en worden tot enkele meters diepte in de grond gelegd. Het opengraven van de bodem geeft op plaatselijke schaal een verstoring die de oorspronkelijke bodemstructuur(opbouw) aantast. Dit is in principe onherstelbaar maar wordt desondanks als een matig effect beoordeeld in de context van de ontstaansgeschiedenis van de Nederlandse bodem als sedimentatie delta. (zie ook effecten Aardkundig).

- Bij incidenten of lekkages moet de beschadigde leiding worden uitgegraven. Tevens kan sanering van de omgeving nodig zijn. Hierdoor wordt een groter gebied beïnvloed.

Hydrologische effecten (kwantiteit grondwater)

- In het algemeen wordt er weinig effect verwacht van buisleidingen op grondwaterstanden, -stromingen of de drinkwatervoorziening. Bij de aanleg van leidingen kan tijdelijke bemaling nodig zijn. Overall is het risico beoordeeld als ter plaatse en herstelbaar.

Er zijn wel specifieke omstandigheden waarbij problemen kunnen optreden. Dit is het geval in zogenoemde gestuwde systemen waarbij het grondwater wordt vastgehouden door verticale kleilagen. Deze kleischotten komen voor, langs de stuwwallen die in de ijstijden zijn ontstaan. Hier is echter nog onvoldoende onderzoek naar gedaan. De invloed van buisleidingen is dus niet goed in te schatten.

Effecten op aardkundige waarden

- Bij de aanleg van buisleidingen wordt geen rekening gehouden met de aardkundige waarden in een gebied. Door de hoge kosten wordt een buisleiding volgens een zo kort mogelijk traject aangelegd. Bepaalde bijzondere bodemformaties of geologische monumenten kunnen worden verstoord. Een voorbeeld zijn de eerder genoemde kleischotten. Aardkundige waarden van de Nederlandse bodem zijn recent per provincie in kaart gebracht, hierdoor kan er beter rekening mee worden gehouden bij nieuwe infrastructurele projecten.
- Calamiteiten met buisleidingen kunnen grote effecten hebben op aardkundig waardevolle objecten. Dit blijft echter hypothetisch als niet kan worden gespecificeerd waar, welke calamiteit zal optreden. Gezien de geringe kans van optreden is het risico als beperkt beoordeeld.

Effecten op archeologische objecten

- Grote bouwprojecten worden tegenwoordig voorafgegaan door archeologisch onderzoek. Dit verkleint de kans op onherstelbare beschadiging en verlies van historische informatie. Desondanks blijft er een kleine kans op onverwachte toevalstreffers. Voor het traject van buisleidingen wordt het effect op archeologische waarden als verwaarloosbaar beoordeeld.

Ruimtebeslag oppervlakte

- Binnen de risicocontour van buisleidingen zijn er strikte gebruiks- en veiligheidseisen van kracht. Hierdoor wordt er een langdurig beslag op het (lintvormige) bodemoppervlak gelegd. Dit is in theorie reversibel, maar in de praktijk permanent, met een plaatselijke tot lokale invloed.
- In geval van calamiteiten kan een gebied in de ruime omgeving (enkele honderden meters) van de buisleiding langdurig worden beïnvloed.

Ruimtebeslag diep

- Een bestaande buisleiding zorgt ook in de diepte voor een aanzienlijke restrictie van het ruimtegebruik. In principe blijven andere bodemfuncties (bijv. wko of drinkwaterwinning) op grotere diepte mogelijk. Deze worden uit veiligheidsoverweging niet altijd benut. De invloed van een buisleiding strekt zich uit over lange tijd en grote lengte
- Ongelukken met vloeistofpersleidingen kunnen de diepe ondergrond en het grondwater verontreinigen. Bij een grotere calamiteit kan de invloedssfeer aanzienlijk zijn.

Effect op afdekking bodem (sealing)

Weinig tot geen effecten op afdekking van de bodem. Hooguit tijdelijk bij aanleg of op plaatsen waar leiding aansluit op begin/eindstation of een industrieel complex.

Effecten op volksgezondheid

- Effecten op de volksgezondheid doen zich voornamelijk voor bij incidenten. Deze kunnen direct of indirect van aard zijn, en zijn meestal plaatselijk tot lokale schaal.

- In Nederland heeft zich geen ernstig ongeval met een buisleiding voorgedaan met dodelijke afloop, maar wel treden er jaarlijks enkele lekkages op en zijn er tientallen incidenten met een kans op lekkage die goed aflopen.

Effecten op voedselveiligheid

- Er zijn geen effecten bekend van buisleidingen op de voedselveiligheid.
- In het geval van een calamiteit/brand kan neerslag, roet, of een verontreiniging gewassen ongeschikt maken voor consumptie. Dit kan zich over grotere afstanden uitstrekken, maar is meestal van tijdelijke aard.

Meer informatie en literatuur

http://wetten.overheid.nl/BWBR0028265/geldigheidsdatum_18-10-2011#1

<http://www.infomil.nl/onderwerpen/hinder-gezondheid/veiligheid/buisleidingen/>

Bijlage 13 Factsheet Grondverzet

Beschrijving bodemgebruik

Zowel grond als baggerspecie wordt bij grondverzet gebruikt. Grond is bodem die is opgegraven. Grond (hier meestal schoon zand) wordt gebruikt om (spoor)wegen, geluidswallen, dijken, kades aan te leggen of om woongebieden en industrieterreinen op te hogen (zie ook Bouwen en Infrastructuur). Baggerspecie bestaat uit mineralen, humus, schelpen en grind (www.rijksoverheid.nl, 21-3-2012). Ook licht verontreinigde grond wordt gebruikt bij het grondverzet, dit is aan regels (Besluit bodemkwaliteit) gebonden om verdere verslechtering van de bodemkwaliteit te voorkomen.

Beoordeling en scoretabel

Tabel. Effectbeoordeling Grondverzet, voor 12 categorieën bodemeigenschappen op basis van de criteria herstelvermogen en schaalgrootte. Score: 1= verwaarloosbaar effect (=herstelbaar, plaatselijk) t/m 5= zeer groot effect (=onherstelbaar, regionaal). Ingekleurde effecten vallen onder regelgeving waar de Inspectie Leefomgeving en Transport aangrijpingspunten heeft.

Grondverzet	
Chemisch	1-2
Hydro-chemisch	1-2
Ecologisch	2-3
Fysisch / mechanisch	2
Hydrologisch	1
Aardkundig	4
Archeologisch	3
Ruimtebeslag oppervlakte	2
Ruimtebeslag diep	1
Afdekking	1
Volksgesondheid	1
Voedselveiligheid	1

Alleen de effecten op aardkundige waarden zijn groot, vanwege het onherstelbare karakter van de activiteit en de lokale uitstraling. Voor archeologie geldt een matig effect (onherstelbaar ter plaatse), net als voor ecologie (alleen wanneer bagger op het land wordt toegepast of grond als waterbodem; lokale uitstraling met klein herstelvermogen).

Toelichting beoordeling effecten

Effecten op bodemchemie

De bodemchemie ondervindt wezenlijke effecten bij grondverzet. Door het afgraven van bodems verandert de structuur van de grond, de beluchting, het vochtgehalte en de biologische processen. Er kan vanuit verschillende invalshoeken naar de activiteit worden gekeken. Ook op de plek van toepassing verandert er veel, zeker wanneer verschillende typen bodems worden toegepast (bijvoorbeeld klei op zand).

Wanneer grond van nat naar droog gaat of omgekeerd, dan zijn chemische effecten sterker door veranderingen in zuurgraad (pH) en redoxpotentiaal. Deze factoren hebben invloed op de mobiliteit en het gedrag van stoffen in de bodem. Deze effecten spelen ter plaatse van de ingreep hebben een klein herstelvermogen.

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)

De samenstelling van het grondwater ondervindt naar verwachting geen wezenlijke effecten bij grondverzet. Dit kan, afhankelijk van de situatie, wel het geval zijn met het ondiepe grondwater. De dikte van de afgegraven of opgebrachte laag, en de samenstelling van de toegepaste grond (bijvoorbeeld klei op zand) beïnvloeden het percolerende regenwater. Ook wanneer grond van natte naar droge omstandigheden gaat of omgekeerd, dan zijn (beperkte) effecten mogelijk. Deze zullen meestal niet dusdanig van omvang zijn dat de kwaliteit van een grondwaterlichaam er door wordt beïnvloed

Ecologische effecten

Het aanbrengen van grond zorgt voor een verstoring van het bodemecosysteem en de processen die daarin plaatsvinden. Het effect treedt op ter plaatse van de ingreep en heeft een klein herstelvermogen.

Het ecologische effect is matig in het geval dat bagger wordt toegepast (van nat naar droog), door de aanzienlijke verandering in bodemparameters en het gedrag van stoffen.

Fysisch/mechanische effecten

Fysisch/mechanische effecten treden vooral op wanneer grond in bouwwerken en infrastructuur wordt toegepast. Het zal ook verdichting van de ondergrond met zich meebrengen, maar dat is vaak het doel van de toepassing.

Deze effecten zijn ter plaatse van de ingreep en hebben een klein herstelvermogen.

Hydrologische effecten (grondwater kwantiteit)

Geen effecten op de grondwaterkwantiteit, tenzij de doorlaatbaarheid van een groot oppervlak wordt beïnvloed.

Effecten op aardkundige waarden

Grondverzet kan een groot effect hebben op aardkundige waarden, wanneer daar geen rekening mee wordt gehouden (lokale uitstraling, onherstelbaar). Wanneer grond wordt verwijderd, verdwijnen daarmee ook de zeldzame bodemvormende processen op die locatie of de geologische eigenschappen uit een verder verleden.

Effecten op archeologische objecten

Grondverzet heeft een matig effect op archeologische waarden (ter plaatse van de ingreep, onherstelbaar). Dit hangt echter sterk af van de aanwezigheid van archeologische resten op de locatie. Wanneer grond wordt verwijderd zonder

vooronderzoek of kennis van zaken, kunnen archeologische objecten onherstelbaar beschadigd raken.

Ruimtebeslag oppervlakte

Grondverzet heeft een beperkt effect op het ruimtebeslag aan de oppervlakte. Ter plaatse van de ingreep wordt grond afgegraven of gestort, wanneer deze activiteit ophoudt dan is het herstelvermogen groot c.q. vervalt het ruimtebeslag weer. Grondverzet gaat meestal gepaard met tijdelijke opslag. Deze terreinen dragen eveneens bij aan het ruimtebeslag van deze activiteit.

Ruimtebeslag diep

Geen effecten op het ruimtebeslag in de diepte.

Effect op afdekking bodem (sealing)

Geen effecten op de afdekking van de bodem.

Effecten op volksgezondheid

Geen effecten op de volksgezondheid.

Gemeenten kunnen de keuze maken om gebiedsspecifiek beleid toe te passen, waarbij Lokale Maximale Waarden (LMW) worden afgeleid. Hiermee kunnen ze inspelen op locatiespecifieke omstandigheden die in hun gemeenten gelden. De LMW worden getoetst met een model (Risicotoolbox Bodem) en laten zien wat de gevolgen zijn voor mens, ecosysteem en landbouw van het toepassen van deze LMW. Deze LMW moeten worden vastgelegd in een Nota Bodembeheer die democratisch moet worden vastgesteld. LMW kunnen risicogrenswaarden voor de volksgezondheid overschrijden, in dat geval kan er een gebruiksbeperking opgelegd worden om risico's uit te sluiten (De consumptie van groenten en fruit uit eigen tuin wordt afgeraden) (www.risicotoolbox.nl).

Effecten op voedselveiligheid

Geen effecten op de voedselveiligheid.

Zie voor consequenties van gebiedsspecifiek beleid de toelichting bij Effecten op volksgezondheid.

Meer informatie en literatuur

<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/bodem-en-ondergrond/grond-en-baggerspecie>

<http://www.agentschapnl.nl/onderwerp/besluit-bodemkwaliteit>

<http://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/beleid/beleid-van-centrale-overheid/landelijk-beleid/beleidsblad-besluit-bodemkwaliteit-grondstromen>

<http://www.soilpedia.nl/Wikipaginas/Gedrag%20van%20metalen%20in%20de%20bodem.aspx>

<http://www.risicotoolbox.nl>

Bijlage 14 Factsheet Winning oppervlakedelfstoffen

Beschrijving bodemgebruik

Voor de bouw en het onderhoud van woningen, gebouwen, (spoor)wegen en dijken zijn grondstoffen nodig zoals grind, zand en klei. Een groot deel van deze oppervlakedelfstoffen worden gewonnen in eigen land, zowel op het vaste land als in de Noordzee (Compendium voor de leefomgeving, PBL). Bij de winning worden de delfstoffen afgegraven, de diepte van de opgraving gaat van oppervlakkig tot tientallen meters. De ontstane wingaten worden soms opgevuld met slib en andere grond. In andere gevallen ontstaan zogeheten winplassen. Winning van klei wordt vaak ingezet als methode om rivieren te verdiepen en ruimte voor het rivierwater te creëren. Bij de beoordeling is geen onderscheid gemaakt in de verschillende grondstoffen. In Nederland wordt jaarlijks 130 miljoen ton zand, grind en klei verbruikt, 80% daarvan komt van eigen bodem. De rest wordt geïmporteerd of wordt gerecycled (Noordhoff, 2009).

Beoordeling en scoretabel

Tabel. Effectbeoordeling Oppervlakte delfstoffen, voor 12 categorieën bodemeigenschappen op basis van de criteria herstelvermogen en schaalgrootte. Score: 1= verwaarloosbaar effect (=herstelbaar, plaatselijk) t/m 5= zeer groot effect (=onherstelbaar, regionaal). Ingekleurde effecten vallen onder regelgeving waar de Inspectie Leefomgeving en Transport aangrijpingspunten heeft.

Oppervlakte delfstoffen	
Chemisch	1
Hydro-chemisch	1
Ecologisch	3
Fysisch / mechanisch	2-4
Hydrologisch	2-4
Aardkundig	3
Archeologisch	3
Ruimtebeslag oppervlakte	4
Ruimtebeslag diep	3
Afdekking	1
Volksgesondheid	1
Voedselveiligheid	1

Het verwijderen van een grondstof is onherstelbaar, en is een ingreep op plaatselijke of lokale schaal (3 of 4). Afhankelijk van de diepte heeft dit

ecologische, hydrologische, aardkundige, archeologische of fysisch/mechanische gevolgen. Bij grote projecten kan de invloed reiken naar regionale schaal. Ook het ruimtebeslag kan groot zijn, al kan dat worden gecompenseerd door combinaties van bodemgebruik of gebiedsontwikkeling (grindwinning, waarbij winplas ingericht voor natuur of recreatie).

Toelichting beoordeling effecten

Effecten op bodemchemie

Winning van oppervlakte delfstoffen heeft allerlei veranderingen tot gevolg, in de processen die zich van nature in de bodem afspelen. Dit hangt mede af van de diepte van de afgraving van de gewonnen grondstof. Desondanks worden de bodemchemische effecten in dit verband qua aard en schaal als verwaarloosbaar beoordeeld.

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)

Winning van oppervlakte delfstoffen heeft naar verwachting beperkte invloed op de chemische samenstelling van het grondwater. Er kunnen wel effecten optreden wanneer een afgraving wordt gebruikt als slibdepot.

Ecologische effecten

Het verwijderen van grond(stoffen) heeft ter plaatse onherstelbare effecten (3), het ecosysteem wordt weggehaald.

Fysisch/mechanische effecten

De fysische/mechanische effecten verschillen in grootte, dit heeft te maken met de diepte waarop de delfstoffen worden gewonnen. In het geval van grindaafgraving leidt dit tot zeer diepe gaten (tientallen meters), waarbij de bodemstructuur ingrijpend aangetast wordt. Dit effect is onherstelbaar en heeft een lokale uitstraling. Bij een meer oppervlakkige winning op kleine schaal leidt dit tot een beperkt effect (ter plaatse van de ingreep, klein herstelvermogen).

Hydrologische effecten (grondwater kwantiteit)

De hydrologische effecten verschillen in grootte, dit heeft te maken met de diepte waarop de delfstoffen gewonnen worden. In het geval van diepe zandwinputten wordt de hydrologie op grote schaal aangetast. Dit effect is beperkt herstelbaar en heeft een regionale uitstraling. Bij een meer oppervlakkige winning op kleine schaal leidt dit tot een beperkt effect (ter plaatse van de ingreep, klein herstelvermogen).

Effecten op aardkundige waarden

Het afgraven van de bodem zorgt voor het verdwijnen van aardkundige waarden die op die locatie aanwezig zijn. Dit is een onherstelbaar effect. Het kan worden voorkomen door de aardkundige waarden structureel mee te nemen in planprocessen of milieueffectrapportages.

Effecten op archeologische objecten

Het afgraven van de bodem zorgt voor het verdwijnen van archeologische objecten die op die locatie aanwezig zijn. Dit is een onherstelbaar effect.

Ruimtebeslag oppervlakte

Het ruimtebeslag aan de oppervlakte is groot, omdat de winning een lokale uitstraling heeft en onherstelbaar is. Zandwinputten en grindgaten zijn voorbeelden van deze effecten. De ontstane gaten zijn meestal gevuld met

water, maar kunnen ook gevuld worden met slib of grond, waardoor een ander ruimtegebruik mogelijk is.

Ruimtebeslag diep

De winning van oppervlakte delfstoffen kan tot op een diepte van tientallen meters plaatsvinden. Dit effect heeft een lokale uitstraling en heeft een klein herstelvermogen (herstel pas mogelijk bij sluiting van de winning).

Effect op afdekking bodem (sealing)

Winning van oppervlakte delfstoffen heeft geen afdekking van de bodem tot gevolg.

Effecten op volksgezondheid

Winning van oppervlakte delfstoffen heeft geen effecten op de volksgezondheid.

Effecten op voedselveiligheid

Winning van oppervlakte delfstoffen heeft geen effecten op de voedselveiligheid.

Meer informatie en literatuur

<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0067-Winning-en-verbruik-van-oppervlakedelfstoffen.html?i=15-18>

Noordhoff Atlasproducties (2009). De Bosatlas van Ondergronds Nederland. Noordhoff Uitgevers bv, Groningen. ISBN 978 9001 12245 4.

Bijlage 15 Factsheet winning diepe delfstoffen

Beschrijving bodemgebruik

Vormen van diepe delfstoffenwinning

De winning van diepe delfstoffen komt in Nederland neer op aardgas-, aardolie-, en zoutwinning. Kolenmijnen zijn niet meer in bedrijf sinds 1974.

Aardwarmtewinning is een nieuwe sector in opkomst. Momenteel spelen discussies over de opslag van CO₂ en de wenselijkheid van z.g. schaliegaswinning. Er wordt alleen nog vooronderzoek uitgevoerd naar de toepassing en haalbaarheid van deze twee laatste technieken.

Er wordt van delfstoffenwinning gesproken als dit plaats vindt op een diepte groter dan 100 meter. Dezelfde grens wordt gehanteerd voor het opslaan van stoffen.

Voor de winning van aardwarmte wordt uit gegaan van een diepte vanaf minimaal 500 meter.

Aardgas

Aardgas is vrijgekomen uit diepe steenkool lagen. Het is gemigreerd naar poreus zandsteen dat is afgedekt met een ondoorlatende laag. Gaswinning komt eigenlijk neer op 'vacuüm zuigen', waardoor de poriestructuur verdwijnt met bodemdaling tot gevolg.

Schaliegas

Schaliegas is aardgas dat is geabsorbeerd door kleisteen (=schalie c.q. versteende klei). Om het vrij te maken moet de kleisteen worden opengeboren. Dit gebeurt middels hydraulisch breken van de structuur, of fraccen (eng.: fracking). Hierbij worden onder hoge druk grote hoeveelheden water, zand en chemicaliën in het gesteente gespoten. Het levert ook 'productiewater' op dat als zwaar chemisch afval moet worden verwerkt. Een groot gedeelte van de gebruikte chemicaliën en vloeistoffen blijven echter in het gesteente achter (bron: Wikipedia). In Nederland zijn er een aantal potentiële wingebieden voor schaliegas.

Winningen olie en gas

De boringen naar (traditioneel) gas zijn bijna gelijk verdeeld over 'onshore' en 'offshore'. Momenteel wordt geproduceerd uit 239 gasvelden, hiervan bevinden zich 137 op zee. De gasopbrengst van het Groningenveld is met 62% van de totale gasopbrengst (in 2010) veruit het grootst. Het aantal olievelden in Nederland is gering. Van de 12 stuks die in productie zijn liggen er 10 op het continentale plat. Door de sterk stijgende olieprijs was het rendabel om het olieveld te Schoonebeek begin 2011 te heropenen.

Steenzout

In Nederland wordt op een paar plaatsen steenzout gewonnen. Dit bevindt zich op grote diepte (600-3000m). Het zout wordt met water opgelost en daarna opgepompt. Ondanks de grote diepte hebben de ontstane cavernes een onverwacht forse bodemdaling tot gevolg. In Barradeel bedraagt die 32 cm.

Calamiteiten

Calamiteiten variëren van kleine lekkages tot gebroken persleidingen en afsluiters. Berucht zijn de ongelukken met 'spuiters' of 'blow-outs'. De olie- of

gasvelden diep in de aardkorst staan onder grote druk. Wanneer een mechanisch defect ontstaat in de afsluiting, wordt de olie (c.q. het gas) met grote kracht 'uitgeblazen'. Een voorbeeld in eigen land is het ongeluk met de olieafsluiter in Schoonebeek. Van recente datum is de zeer grote 'blow-out' in de Golf van Mexico, na een explosie en brand op de Deepwater Horizon. Al is dit een voorbeeld van een ongeluk met vooral gevolgen voor het mariene milieu en de kuststrook. De oliemaatschappij BP heeft een schikking getroffen voor 7,8 miljard euro aan schadeclaims.

Beoordeling en scoretabel

De beoordeling van effecten van delfstoffenwinning is onderverdeeld in traditionele olie- gas- en zoutwinning, en nieuwe thema's als geothermie en schaliegaswinning. Voor de volledigheid is ook de effectbeoordeling van calamiteiten aan de scoretabel toegevoegd.

De deskundigen schatten vooral de effecten op chemische, hydrologische en fysisch/mechanische bodemeigenschappen hoog in (zie tabel).

Calamiteiten met olie- en gaswinning hebben vaak een onherstelbaar effect op grote schaal. Dit levert hoge effectscores op voor diverse bodemeigenschappen

Tabel. Effectbeoordeling Diepe Delfstoffen, voor 12 categorieën bodemeigenschappen op basis van de criteria herstelvermogen en schaalgrootte. Score: 1= verwaarloosbaar effect (=herstelbaar, plaatselijk) t/m 5= zeer groot effect (=onherstelbaar, regionaal). Ingekleurde effecten vallen onder regelgeving waar de Inspectie Leefomgeving en Transport aangrijpingspunten heeft.

Diepe Delfstoffen	Olie- en gaswinning	Schaliegas winning	Opslag gas en CO2	Geothermie	Zoutwinning	Calamiteiten delfstoffenwinning
Chemisch	3-4	4-5	1-2	2-3	2-3	4
Hydro-chemisch	3-4	4-5	1-2	2-3	2-3	5
Ecologisch	3	2	1	2	1	5
Fysisch / mechanisch	4	4	3	1	4	3
Hydrologisch	4	4	1	1	2	1
Aardkundig	1	1	1	1	1	2
Archeologisch	1	1	1	1	1	1
Ruimtebeslag oppervlakte	2	3	2	1	2	3-4
Ruimtebeslag diep	2	3	2	1	2	3-4
Afdekking	2	2	2	2	2	1
Volksgezondheid	1	2	1	1	1	4-5
Voedselveiligheid	1	2	1	1	1	4-5

Toelichting beoordeling effecten

Effecten op bodemchemie

- Bij het boren naar olie en gas, worden dichtheidverhogende vloeistoffen gebruikt, deze bevatten o.a. barium. Boorvloeistoffen kunnen weglekken en een lokale bodemverontreiniging veroorzaken aan de oppervlakte en in diepe lagen. Vanuit die invalshoek zijn de effecten op de bodemchemie als groot en onomkeerbaar beoordeeld, ondanks dat de mens, het ecosysteem of een grondwaterlichaam meestal niet direct worden blootgesteld.
- Voor de productie van schaliegas worden grotere hoeveelheden chemicaliën gebruikt. Het proces van fraccen strekt zich ondergronds uit over een gebied van vierkante kilometers. De gevolgen zijn niet meer te herstellen. Ook de afvalstromen vormen een probleem.
- Zoutwinning heeft chemische effecten op grote diepte doordat loog wordt gebruikt om het steenzout op te lossen. Ter plekke van de zoutpijler zijn de effecten groot en herstellen zich niet meer. Dit speelt zich echter buiten de menselijke leefomgeving af.
- Olie/gaswinningen, mijnbouwactiviteiten en het transport die daarvoor plaatsvinden hebben tot de grootste milieurampen uit de menselijke geschiedenis geleid. Ongelukken met gaswinningen leiden tot de minste bodemverontreiniging, doordat gassen ontsnappen naar de atmosfeer of verbranden. Verontreinigingen door olie lekkages (c.q. fonteinen) op het land kunnen hoofdzakelijke door afgravingen worden opgeruimd.

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)

- Verontreiniging van het grondwater, vindt vooral plaats door het gebruik van boorvloeistoffen.
- Winning van delfstoffen vindt op grotere diepte plaats. Problemen kunnen ontstaan doordat de afdichting van de boorpijp niet voldoet. In dat geval kunnen stoffen uit de diepte omhoog worden geperst in het grondwater komen.
- Uit schaliegaswinningen in de USA zijn grootschalige effecten bekend van lekkende boorputten en gas dat uit de bodem opstijgt en in het grondwater oplost.
- Bij zoutwinning in Friesland treedt als gevolg van bodemdaling ook een extra snelle verzilting op. Deze beïnvloedt dus de bodem en het grondwater.
- Bij calamiteiten met olie- en gaswinningen op het vaste land, zal verontreiniging van de bodem en het grondwater optreden. Olie zakt langzaam in de bodem weg, en vormt een drijfslaag op het grondwater. Een (ernstige) verontreiniging van het grondwater zal zich niet of heel traag herstellen en zich over een groot gebied kunnen uitstrekken. Deze criteria hebben geleid tot een zware effectbeoordeling.

Ecologische effecten

- Afgezien van calamiteiten, beperken de ecologische effecten van olie/gaswinningen zich tot een lokale schaal, en zijn in principe herstelbaar als de activiteit stopt. De winning is een 24-uurs activiteit, die verstoring met zich mee brengt (geluid, licht, menselijke activiteit). De invloed op de bovengrondse natuur kan aanzienlijk zijn en voor langere tijd aanwezig. Effecten op het leven in de bodem zijn indirect (afdekking etc.) tenzij er een verontreiniging plaats vindt. Bij de winning en raffinage van olieproducten treden met enige regelmaat kleine ongelukken op in de vorm van lekkages en morsen. Olie wordt in de bodem slecht afgebroken.

Fysisch/mechanische effecten

- Olie- en gaswinning vormen onherstelbare ingrepen in de structuur van de aardkorst. Het leidt lokaal/regionaal tot bodemdaling en kleine bevingen. Bodemdaling heeft aan de oppervlakte consequenties voor de waterhuishouding. Het veroorzaakt tevens schade aan gebouwen, (water)wegen, dijken en infrastructuur (kabels, leidingen, buizen).
- De grootste fysisch/mechanische effecten treden op door zoutwinning, na de instorting van zogenaamde zoutcavernes. Het heeft een komvormige bodemdaling tot gevolg. Door de provincies wordt tegenwoordig een afweging gemaakt tussen de economische belangen en de mogelijke schade aan landschap, natuur en veiligheid.

Hydrologische effecten (kwantiteit grondwater)

- Bodemdaling heeft lokale effecten op de grondwaterstand. Het kan leiden tot veranderingen in stroompatronen, en een overschot op de diepste punten in de bodemdaling.
- Voor schaliegaswinning zijn meer boringen nodig. De (grote) hoeveelheid (proces)water die wordt gebruikt kan de hydrologie van een gebied beïnvloeden.

Effecten op aardkundige waarden

- Aardkundige monumenten vallen af als geschikte locatie voor een delfstoffenwinning. De risico's worden kunnen worden getoetst als aardkundige waarden onderdeel uitmaken van een MER bij een nieuwe winning
- Calamiteiten die optreden in gebieden met aardkundige waarden kunnen verstrekende gevolgen hebben, bijvoorbeeld als een groter gebied moet worden afgegraven. De kans hierop is echter klein. Er is voor een overall-beoordeling "beperkt effect (2)" gekozen.

Effecten op archeologische objecten

- Voor alle interacties tussen vormen van delfstoffenwinning en archeologische objecten geldt dat activiteiten zullen worden vermeden op plaatsen met bekende archeologische waarden. De kans dat beide functies samenvallen is klein, zodat het effect beoordeeld is als "verwaarloosbaar (1)".

Ruimtebeslag oppervlakte

- Het ruimtebeslag van delfstoffenwinningen is meestal beperkt tot een bedrijfsterrein ('plant') in de orde van een hectare.
- Een winning is in principe van tijdelijke aard en zal eens weer worden gesloten en afgebroken. Het ruimtebeslag is dus reversibel en over het algemeen op kleine of lokale schaal. Er is wel een uitzondering ten aanzien van de boorputten. Deze kunnen worden afgesloten, maar worden niet verwijderd. De afsluiting zal dus nog lange tijd blijven bestaan, waardoor een (veiligheids)zone er omheen niet bruikbaar is voor de meeste andere functies.
- Een schaliegaswinning vergt meer boorputten en heeft daarmee een grotere invloed op het ruimtebeslag.

Ruimtebeslag diep

- Delfstoffenwinningen vinden meestal plaats op een diepte van enkele honderden meters tot kilometers. Afhankelijk van de grootte van de concessie, en de vorm van het olie- of gasveld is er in het horizontale vlak een aanzienlijk ruimtebeslag. Het verschil in diepte maakt een combinatie van functies mogelijk. Een gas- of geothermiewinning is te combineren met een wko of grondwaterwinning. Afgezien van het bedrijfsterrein, zijn er weinig beperkingen voor het bodemgebruik aan de oppervlakte. Een zoutwinning vergt ondergronds het minste ruimtebeslag.

Schaliegaswinningen nemen ook ondergronds meer ruimte in beslag door de boorputten die op relatief kort afstand van elkaar moeten wordengeplaatst.

Effect op afdekking bodem (sealing)

- De winning van delfstoffen vergt vanzelfsprekend ook bovengrondse bedrijfsruimte, met extra voorzieningen als vloestofdichte vloeren. Deze locaties zijn meestal volledig afgedekt. Een fabrieksgebouw of -terrein is in principe weer te verwijderen. De afdekking is dus reversibel en plaatselijk tot lokaal in omvang.

Effecten op volksgezondheid

- Het effect van delfstoffenwinningen op de volksgezondheid verloopt niet of nauwelijks via de bodem en wordt in dit verband verwaarloosbaar geacht.
- De grootste effecten treden op bij calamiteiten. De uitstoot van stoffen of verbrandingsproducten kan invloed hebben op de bodemkwaliteit een groot gebied.
- De herstelbaarheid van gezondheidseffecten is moeilijk in te schatten en hangt af van het type aandoeningen dat wordt veroorzaakt. De effecten van carcinogene stoffen worden bijvoorbeeld pas na langere tijd zichtbaar.

Effecten op voedselveiligheid

- De effecten van delfstoffenwinning op de voedselveiligheid zijn waarschijnlijk klein. De grootste gevaren treden op bij calamiteiten, en de depositie van verontreinigingen die daar op volgt.
- De voedselveiligheid kan ook worden beïnvloed door verontreinigd grondwater, als gevolg van boringen. Dit is een weliswaar een theoretische route, die toch in het oog moet worden gehouden bij de beoordeling of inspectie van milieueffecten van delfstoffenwinning.

Meer informatie en literatuur

Olie- en Gasportaal: www.nlog.nl

<http://www.geologievannederland.nl/ondergrond/afzettingen-en-delfstoffen/steenzout>

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Schaliegas>

<http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2011/12/20/kamerbrief-gebruik-van-chemicalien-bij-fracwerkzaamheden.html>

<http://www2.alterra.wur.nl/Webdocs/PDFFiles/Alterrapporten/AlterraRapport1264.pdf>

http://nl.wikipedia.org/wiki/Olieramp_in_de_Golf_van_Mexico_2010

Ontploffing oliepomp Schoonebeek 1976:

<http://www.youtube.com/watch?v=YIyTbkVMZ8>

Olielekkage Amercentrale 1971:

<http://www.youtube.com/watch?v=mhQRKe4WRA8&feature=relmfu>

Brouwer, L., G.C. van den Broek Humphrey, C.M. Breuking, H. Keidel, A.M.T. Bongers, W. Ma, P. Meulendijk, 1998. Proefsanering Meetstation 1 NAM, Schoonebeek. CUR/NOBIS rapportnummer 95-1-44.

Bijlage 16 Factsheet Grondwaterwinning

Beschrijving bodemgebruik

De winning van grondwater heeft verschillende doelen of toepassingen, dit zijn:

Drinkwaterproductie

Drinkwater kan zowel uit oppervlaktewater als uit grondwater worden gewonnen. Het grondwater is door natuurlijke zuivering minder vervuild en vormt op dit moment de voornaamste bron. Grondwater wordt vaak gewonnen op een diepte vanaf 100 meter tot meer dan 400 meter. Maar er zijn ook meer oppervlakkige winningen.

Het grondwater moet nog op een aantal manieren worden behandeld om er drinkwater van te maken (beluchten, verwijderen ijzer en mangaan, ontharden). Hier zijn chemicaliën voor nodig, en als afvalproduct ontstaat zuiverings-slib. Verontreiniging van het grondwater kan worden veroorzaakt door lozingen van bedrijven, mest in de landbouw, calamiteiten (vervuild bluswater), of het neerslaan van stoffen uit de lucht.

De winning van grondwater kan bijdragen aan de daling van de grondwaterspiegel en daardoor aan verdroging van bijvoorbeeld natuurgebieden.

Proceswater

In vrijwel ieder bedrijf wordt gebruik gemaakt van water: als koelvloeistof, procesmiddel, oplosmiddel of als vervoermiddel. Al deze toepassingen samen vallen onder de noemer proceswater. Per functie worden verschillende kwaliteitseisen aan het water gesteld.

Over het algemeen wordt er geen drinkwater gebruikt voor industriële processen maar 'goedkopere' soorten water. Voor de winning en het gebruik van grondwater gelden strenge overheidseisen. Daardoor komt slechts een klein gedeelte (10%) van het proceswater uit het grondwater (bron: watervragen.nl). Een aparte categorie wordt gevormd door de (fris)dranken, zuivel- en voedingsindustrie. Slechts bij enkele tientallen hiervan gaat het om grote onttrekkingen. Bierbrouwers en frisdrankenproducenten lopen meer kans op problemen hebben met grondwaterverontreinigingen in een industriële omgeving, omdat ze niet de bescherming genieten zoals die van drinkwaterputten.

Irrigatiewater

Op jaarbasis, heeft Nederland een wateroverschot uit regenval en aanvoer door de rivieren. In vergelijking tot andere landen of delen van de wereld, is het grondwatergebruik in de landbouw beperkt. Naar schatting bedraagt dit circa 50 miljoen m³ per jaar. Water voor beregening van gewassen is echter juist nodig in droge perioden en kan op dat moment bijdragen aan een tijdelijke schaarste en schade door verdroging van de natuur.

Beoordeling en scoretabel

De effecten van (verschillende vormen van) grondwaterwinning zijn over het algemeen beperkt. De activiteit werkt het sterkst door in verlaging van de grondwaterstand, die gevolgen kan hebben in de vorm van verdroging. Peilbeheer vanuit landbouwkundige invalshoek heeft echter een veel groter effect (zie factsheet landbouw). Door de totale omvang zijn effecten van drinkwaterproductie het grootst.

Tabel. Effectbeoordeling Grondwaterwinning, voor 12 categorieën bodemeigenschappen op basis van de criteria herstelvermogen en schaalgrootte. Score: 1= verwaarloosbaar effect (=herstelbaar, plaatselijk) t/m 5= zeer groot effect (=onherstelbaar, regionaal). Ingekleurde effecten vallen onder regelgeving waar de Inspectie Leefomgeving en Transport aangrijpingspunten heeft.

Grondwaterwinning	Drinkwater	Proces- en industrieel water	Irrigatie
Chemisch	1	1	1
Hydro-chemisch	2	2	2
Ecologisch	2	2	2
Fysisch / mechanisch	2	2	2
Hydrologisch	3	3	3
Aardkundig	1	1	1
Archeologisch	1	1	1
Ruimtebeslag oppervlakte	3	2	1
Ruimtebeslag diep	3	2	1
Afdekking	1	1	1
Volksgezondheid	1	1	1
Voedselveiligheid	1	1	1

Toelichting beoordeling effecten

Effecten op bodemchemie

De winning van grondwater heeft naar verwachting geen direct effect op de chemische processen in de bovengrond. Er kunnen wel indirecte gevolgen zijn van verdroging, verzilting door verdroging, en infiltratie van (verontreinigd) oppervlaktewater. Deze aspecten zijn in z'n algemeenheid lastig te beoordelen qua ernst en omvang, en zijn niet meegenomen in de algemene beoordeling

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)

Voor zover bekend heeft de grondwaterwinning weinig effect op de samenstelling van het opgepompte water zelf. Een onttrekking bevordert wel de toestroming (of inzijging) vanuit omringende bodemlagen. Het kan tot (kleine) veranderingen in de chemische samenstelling leiden, afhankelijk van de eigenschappen van de aardlagen. Deze processen hebben een beperkt herstelvermogen en een regionale uitstraling.

Ecologische effecten

Het effect van diepe winningen is beperkt.

Verlaging van de bovenste grondwaterstand voor stedenbouw of agrarische doeleinden heeft aanzienlijke ecologische effecten op 'verdrogingsgevoelige soorten'. Deze effecten zijn in principe lokaal tot regionaal en reversibel van aard. De rekolonisatie door soorten kan echter ook langere tijd in beslag nemen. Dit is afhankelijk van de levenswijze en verspreidingsmechanismen van soorten. Ongeveer 40% van de Nederlandse plantensoorten is afhankelijk van een hoge grondwaterstand of kwel.

Irrigatie van landbouwgronden heeft een versneld 'rondpompen van water' tot gevolg. Het kan leiden tot een grotere uitspoeling van o.a. voedingsstoffen, die op den duur het diepe grondwater belasten. Hierdoor worden het oppervlaktewater, en grondwaterafhankelijke ecosystemen beïnvloed, als ook het ruwe drinkwater.

Fysisch/mechanische effecten

Dit type effecten is over het algemeen beperkt (2). Een uitzondering is een winning die leidt tot verdroging en verlaging van het grondwaterpeil. Hierdoor gaan bodemlagen inklinken en vindt zetting plaats. Ontwaterd veen raakt tevens geoxideerd en wordt sneller afgebroken, met bodemdaling tot gevolg. Deze processen zijn onherstelbaar en spelen plaatselijk tot lokaal

Hydrologische effecten (kwantiteit grondwater)

De winning van grondwater kan leiden tot verdroging, maar dit hangt sterk af van de diepte waarop wordt onttrokken, het aantal scheidende lagen en watervoerende pakketten in de ondergrond. Door de winning van grondwater wordt water van elders aangetrokken. Er is sprake van een regionale uitstraling met een groot herstelvermogen als de winning wordt beëindigd.

Grondwaterwinning draagt naar schatting voor 30% bij aan de verdroging in Nederland. Peilbeheer is grotendeels verantwoordelijk voor het resterende deel. De verwachting is dat klimaatverandering de problemen van verdroging zullen vergroten (bron: milieuloket).

Effecten op aardkundige waarden

Geen effecten bekend

Effecten op archeologische objecten

Archeologische objecten bevinden zich veel ondieper dan de grondwaterwinning. Grondwaterstandverlaging kan echter wel tot aantasting leiden, doordat voorwerpen of resten van bouwwerken in aanraking gaan komen met zuurstof en daardoor sneller worden aangetast. Iets dergelijks kan spelen bij huizen die op houten palen zijn gebouwd. Hoe groot dit effect is als gevolg van grondwaterwinning, is niet bekend. Het heeft daarom de score 1 gekregen.

Ruimtebeslag oppervlakte

Het ruimtebeslag aan oppervlakte is aanzienlijk, niet vanwege de pompstations, maar vooral door de aangewezen grondwaterbeschermingsgebieden. Dit legt beperkingen op aan bedrijfsmatige activiteiten, bovengrondse infrastructuur en andere vormen van bodemgebruik. De beperking ligt voor lange tijd vast en kan daarom als onherstelbaar worden gezien.

Aan proceswater worden minder stringente eisen gesteld. Het beschermingsniveau is lager en dat vergt minder ruimtebeslag in de vorm van gebruikbeperkingen voor andere activiteiten. Het kan tevens leiden tot conflicterende belangen van verschillende gebruikers zowel aan de oppervlakte als in de diepte?

Ruimtebeslag diep

Ook in de ondergrond is er sprake van ruimtebeslag met een regionale uitstraling. Een waterwingebied legt beperkingen op voor gebruik van de ondergrond. Door het instellen van een boorvrije zone kan bijvoorbeeld geen warmte-koude opslag meer worden aangelegd binnen dat gebied. Voor de winning van proceswater gelden minder eisen, waardoor ook het ruimtebeslag kleiner is.

Effect op afdekking bodem (sealing)

Grondwaterwinning heeft een beperkt effect op de afdekking van de bodem. Dit speelt voornamelijk bij pompstations en heeft alleen een plaatselijk effect.

Effecten op volksgezondheid

De grondwaterwinning zelf heeft geen direct effect op de volksgezondheid. Het geproduceerde drinkwater is van hoge kwaliteit, maar wel kwetsbaar. Andere bodemactiviteiten kunnen indirect van invloed zijn op de drinkwaterkwaliteit doordat er chemische of biologische verontreinigingen in terecht komen.

Effecten op voedselveiligheid

Geen effect bekend.

Meer informatie en literatuur

Helpdesk water: www.helpdeskwater.nl

Vereniging van Waterbedrijven in Nederland: www.vewin.nl

Nederland leeft met water: www.nederlandleeftmetwater.nl

S. Wuijts en R. Lieste 2011. Industriële grondwaterwinningen en de Kaderrichtlijn Water. RIVM Rapport 607402004/2011

<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0057-Waterwinning-en-waterverbruik-in-Nederland.html>

Bijlage 17 Factsheet Saneren grond

Beschrijving bodemgebruik

Het mogelijke aantal ernstig verontreinigde locaties in Nederland is naar schatting 250 000. Het is niet mogelijk om die allemaal te onderzoeken en waar nodig te saneren. Tussen 1980 en 2010 hebben reeds een groot aantal saneringen plaatsgevonden. Er moeten echter prioriteiten worden aangebracht. Daarom zijn methoden ontwikkeld om de saneringsurgentie van locaties te bepalen.

De voortgang van de gehele bodemsaneringsoperatie is sinds 2000 in jaarlijkse rapportages bijgehouden (reeks Monitoring Bodemsanering). Nadere prioriteitstelling heeft er toe geleid dat medio 2011 uit de resterende werkvoorraad circa 400 locaties zijn aangewezen met onaanvaardbare risico's voor de mens (z.g. humane spoedlocaties). Deze moeten voor 2016 zijn gesaneerd. Aansluitend wordt onderzocht welke locaties vanuit ecologisch- of verspreidingsrisico het eerst moeten worden aangepakt. Het overzicht hiervan moet medio 2013 gereed zijn.

Een bodemsanering heeft tot doel dat een verontreiniging ter plaatse (geheel of gedeeltelijk) wordt verwijderd. Dit kan in principe door **afgraven** of **in situ**, dat wil zeggen ter plaatse zonder grondverzet.

Afgraven is het meest geschikt voor verontreinigingen die oppervlakkig aanwezig zijn, of op locaties met een bestemming wonen. Buiten de bebouwde kom, in het agrarische gebied, of in natuurterreinen, is de verwijdering van het gehele bodemecosysteem vaak schadelijker dan de (eco)toxische effecten van stoffen. Hier kunnen alternatieven in de vorm van *in situ* sanering een betere optie zijn. De keuze hangt onder andere af van de plaats, de aard en de ernst van de vervuiling, en verder van de gebruiksfunctie in combinatie met de kosten van de sanering.

Verschillende vormen van *in situ* sanering zijn: extractieve- (oppompen grondwater of bodemlucht), biologische- (injecteren voedingsstoffen voor natuurlijke afbraak), en chemische technieken (injectie van permagnaat, waterstofperoxide, ozon). Ze kunnen in combinatie met hulptechnieken worden toegepast (verwarming, surfactants).

De bodemsaneringsoperatie in Nederland is goed onderbouwd met regelgeving, inventarisaties en registratie. Het langjarige traject is rond 2000 gestart vanuit de overheid en is inmiddels geleidelijk gedecentraliseerd. De regie is nu overgedragen aan gemeentes, provincies en waterschappen, die het bevoegde gezag vormen.

In 2009 was het aantal lopende saneringen in de diepe ondergrond circa 500, tegen 1500 in de bovengrond. Diepe verontreinigingen komen het meest in aanmerking voor *in situ* saneringen omdat die veel moeilijker zijn af te graven. Het aantal *in situ* saneringen dat in het verleden is uitgevoerd is echter niet apart geregistreerd.

Beoordeling en scoretabel

Een sanering wordt uitgevoerd om een verontreiniging weg te nemen, die een risico vormt voor de volksgezondheid, de omringende natuur of voor verspreiding naar (schone) bodem en grondwater. Vanuit die invalshoek wordt een sanering beoordeeld als een activiteit die een positief effect heeft (of de negatieve weg neemt). Dat is terug te vinden in de beoordeling van effecten. De

manier van oordelen of redeneren is dus afwijkend van die bij de meeste andere activiteiten.

De saneringsoperatie zelf kan (tijdelijke) effecten hebben maar die worden over het algemeen klein geacht. De grootste effecten worden voorzien bij afgraving van het leefgebied van planten en dieren, onvervangbare aardkundige eigenschappen van de bodem en archeologische resten die er in zijn bewaard gebleven (zie tabel).

Tabel. Effectbeoordeling Saneren grond, voor 12 categorieën bodemeigenschappen op basis van de criteria herstelvermogen en schaalgrootte. Score: 1= verwaarloosbaar effect (=herstelbaar, plaatselijk) t/m 5= zeer groot effect (=onherstelbaar, regionaal).

Saneren grond	Afgraven	In situ
Chemisch	1	2
Hydro-chemisch	1	1
Ecologisch	3	2
Fysisch / mechanisch	3	2
Hydrologisch	2	2
Aardkundig	3	3
Archeologisch	3	3
Ruimtebeslag oppervlakte	2	2
Ruimtebeslag diep	1	1
Afdekking	1	1
Volksgesondheid	1-2	1
Voedselveiligheid	1	1

Toelichting beoordeling effecten

Effecten op bodemchemie

Saneringen hebben vooral invloed op het omringende terrein. Vaak zullen die van fysisch/mechanische aard zijn (zware machines, tijdelijke bebouwing), en niet chemisch. *In situ* saneringen hebben de grootste invloed op de chemie van de bodem, omdat deze wordt behandeld (gespoeld) met chemicaliën om de verontreiniging te verwijderen.

Afgraven van vervuilde grond en het aan/opbrengen van een schone laag, heeft strikt genomen allerlei bodemchemische veranderingen tot gevolg. Ze zijn van tijdelijke aard en worden niet als effect van betekenis gezien.

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)

Effecten van een bodemsanering op de chemische samenstelling van het grondwater worden klein geacht. Het leidt in principe tot een verbetering omdat de verontreiniging wordt weggenomen. Een *in situ* sanering kan zich dichtbij, of gedeeltelijk in het grondwater afspelen. In dat geval zullen de plaatselijke

effecten groter zijn, maar tevens van tijdelijke aard (zie ook factsheet Saneren grondwater).

Ecologische effecten

Zowel het afgraven van een verontreiniging, als ook een *in situ* sanering brengt verstoring met zich mee voor de bodem en omgeving. Ook de duur van de sanering is van belang. Na afloop en herinrichting treedt herstel op, mogelijk met de ontwikkeling van een ander type ecosysteem. Rekolonisatie van bodems neemt vaak lagere tijd in beslag doordat een deel van de bodemorganismen beperkte verspreidingsmechanismen hebben. Effecten zijn plaatselijk met een klein herstelvermogen

Fysisch/mechanische effecten

De fysische en mechanische effecten van een bodemsanering zijn meestal aanzienlijk. Bij afgraving wordt de oorspronkelijke bodem verwijderd. Ook als er schone grond voor in de plaats wordt gebracht is de originele bodemstructuur verdwenen. Het komt voor, dat bij opvulling of het aanbrengen van een deklaag geheel verschillende bodemtypen door elkaar worden gebruikt (bijv. vermenging van zand en kleibodems). Dit veroorzaakt bodemchemische en ecologische neveneffecten.

In situ sanering kan gepaard gaan met veel injectie van water of lucht. Het kan verslemping en aantasting van de bodemstructuur met zich mee brengen. Effecten zijn plaatselijk van aard, met een klein herstelvermogen.

Hydrologische effecten (kwantiteit grondwater)

Effecten van een bodemsanering op de grondwaterstand variëren per geval. Als de verontreiniging zich in de onverzadigde zone bevindt zijn geen grote ingrepen nodig. Vaak is bronbemaling nodig. Het levert een tijdelijke verlaging van de grondwaterstand op, die ook van invloed is op de omgeving. De natuurlijke stroombanen van het grondwater worden in meer of mindere mate verstoord. Het zelfde geldt voor de toepassing van diepe damwanden. Tijdens afgravingen kan instromend regenwater voor extra uitspoeling of verspreiding van een verontreiniging zorgen. Dit moet op gepaste wijze worden afgepompt en worden verwerkt.

De meeste effecten op de grondwaterstand zijn van tijdelijke aard en spelen vooral tijdens de sanering. *In situ* sanering kan echter ook een langdurig proces zijn. Effecten zijn overwegend lokaal en omkeerbaar (met uitzondering van het afgraven van grond).

Effecten op aardkundige waarden

De aardkundige waarde of zeldzaamheid van bodem is een relatief onbekend fenomeen. Daarom wordt dit criterium (ten onrechte) niet zo vaak mee gewogen in de keuze voor een saneringsmethode. *In situ* reiniging laat de bodemopbouw het meest in takt. Effecten zijn lokaal, en in het geval van afgraven onherstelbaar.

Effecten op archeologische objecten

Het effect van een sanering op archeologische waarden hangt af van het al dan niet aanwezig zijn van oudheidkundige resten. Het is waarschijnlijk dat een verontreiniging die ook zal aantasten. Ook hier geldt dat een *in situ* sanering minder schade zal aanbrengen dan een afgraving, tenzij die zo wordt uitgevoerd dat de afgraving ook een opgraving is. Het effect is lokaal, en onherstelbaar als archeologische resten verdwijnen.

Ruimtebeslag oppervlakte

Het ruimtebeslag van saneringen beperkt zich aan de oppervlakte meestal tot de locatie of een kleine zone daar omheen. De locatie is tijdelijk niet geschikt voor andere toepassingen maar kan na de sanering weer in gebruik worden genomen. Effecten van sanering op ruimtegebruik zijn ter plaatse en omkeerbaar, tenzij door restverontreinigingen beperkingen worden opgelegd.

Ruimtebeslag diep

Een sanering kan tijdelijk effecten hebben voor andere functies of gebruiksdoelen, bijvoorbeeld de aanleg van een wko-installatie of winning van grondwater. Dit is in principe plaatselijk tot lokaal en reversibel.

Effect op afdekking bodem (sealing)

Sanering zal in de meeste gevallen geen effect hebben in de vorm van afdekking. Dat is wel het geval bij (tijdelijke) isolatie. Bebouwing en apparatuur voor sanering kunnen voor een gedeeltelijke afdekking zorgen.

Effecten op volksgezondheid

De effecten van een sanering zelf op de volksgezondheid zijn klein. Het heeft juist tot doel om blootstelling en verspreiding te voorkomen, en bij de werkzaamheden worden maatregelen genomen die bescherming moeten bieden. Bij een grote verontreiniging of saneringsoperatie spelen wel psychische factoren, die tot stress en bijbehorende ziekteverschijnselen kunnen leiden. Theoretisch kan opgraven en transport van verontreinigde bodem tot een hogere blootstellingkans leiden. Het effect hiervan op de volksgezondheid wordt echter klein geacht, mede door het plaatselijke en tijdelijke karakter.

Effecten op voedselveiligheid

Ook de voedselveiligheid zal meestal weinig effecten ondervinden van een (lokale) sanering. Er kan aandacht worden geschonken aan mogelijke verspreiding van verontreinigd materiaal (morsen) door transport. Dit kan van belang zijn voor moestuinen en kinderspeelplaatsen. Het opgraven van de grond kan effecten hebben op de beschikbaarheid van stoffen, door verandering in zuurgraad, beluchting en vochtgehalte.

Meer informatie en literatuur

VRM Inspectie 2011. Staat van Toezicht Themaportage Bodem. VI-2011-87. Den Haag.

http://www.ilent.nl/organisatie/publicaties/publicaties_vrom_inspectie/20111209staatvantoezichtthemaportagebodem.aspx

<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0260-Bodemverontreiniging-en-bodemsanering%3A-begrippen-en-definitie.html>

<http://www.bodemrichtlijn.nl/>

Jaarverslagen monitoring bodemsanering 2000 t/m 2009

Circulaire Bodemsanering 2009 zoals gewijzigd op 3 april 2012.

http://wetten.overheid.nl/BWBR0031423/Bijlage2/geldigheidsdatum_11-04-2012

Bijlage 18 Factsheet Saneren grondwater

Beschrijving bodemgebruik

Wanneer het grondwater ernstig verontreinigd is, moet het worden gesaneerd. Een grondwatersanering kan op verschillende manieren worden uitgevoerd. Het vervuilde grondwater kan worden opgepompt en gereinigd, waarna het gezuiverde grondwater weer wordt terug gepompt. Verontreiniging met organische stoffen kan via microbiologische afbraak worden verwijderd. Dit is te stimuleren door stoffen en/of bacteriën aan het grondwater toe te voegen. Soms is een drijfslag met slecht oplosbare stoffen aanwezig op het grondwater. Deze drijfslag kan meestal snel worden weggezogen. Andere vormen van grondwatersanering vergen meestal veel meer tijd (tot tientallen jaren).

De bovenstaande aanpak van grondwaterverontreiniging wordt ook wel gevalsgericht of lokaal grondwaterbeheer genoemd. De tegenhanger van deze methode is het gebiedsgericht grondwaterbeheer (Soilpedia, 02-03-2012). Bij gebiedsgericht grondwaterbeheer wordt een heel gebied in ogenschouw genomen, met daarin verschillende grondwaterverontreinigingen. De doelstelling is dan niet om alle verontreinigingen weg te nemen of te saneren, maar om het grondwater voor lange tijd zo te beheren en daarbij ook andere doelstellingen kunnen worden gerealiseerd (energie, grondwaterkwantiteit). De gebiedsgerichte aanpak vindt vaak plaats in stedelijke omgeving, mede omdat het daar moeilijk is om een gevalsgerichte aanpak toe te passen, en nabijgelegen verontreinigingen elkaar beïnvloeden.

Beoordeling en scoretabel

De beoordeling van effecten van een sanering heeft iets tegenstrijdigs. De sanering is bedoeld om andere effecten, namelijk die van een verontreiniging weg te nemen. In die zin heeft saneren in principe een positief effect. De ingreep kan echter ook neveneffecten hebben of tijdelijk voor veranderingen zorgen.

De uitgevoerde effectenbeoordeling laat zien dat de gevalsgerichte aanpak van grondwaterverontreiniging een matige impact heeft op de hydro-chemie, ecologie en hydrologie. De gebiedsgerichte aanpak heeft in vergelijking hiermee een grotere invloed op de chemie, hydro-chemie, hydrologie en het Ruimtebeslag in de diepte.

Tabel. Effectbeoordeling Saneren grondwater, voor 12 categorieën bodemeigenschappen op basis van de criteria herstelvermogen en schaalgrootte. Score: 1= verwaarloosbaar effect (=herstelbaar, plaatselijk) t/m 5= zeer groot effect (=onherstelbaar, regionaal). Ingekleurde effecten vallen onder regelgeving waar de Inspectie Leefomgeving en Transport aangrijpingspunten heeft.

Saneren grondwater	Lokaal/gevalgericht	Regionaal/gebiedsgericht
Chemisch	2	3
Hydro-chemisch	3	4
Ecologisch	2	3
Fysisch / mechanisch	2	2
Hydrologisch	3	4
Aardkundig	1	1
Archeologisch	2	1
Ruimtebeslag oppervlakte	2	2
Ruimtebeslag diep	2	3
Afdekking	1	1
Volksgesondheid	1	1
Voedselveiligheid	1	1

Toelichting beoordeling effecten

Effecten op bodemchemie

Bij een grondwaterverontreiniging is meestal de (oorspronkelijke) bodemchemie van zowel de boven- als ondergrond al aangetast. Een gevalsgerichte sanering beïnvloedt die situatie opnieuw doordat chemicaliën, zuurstof, bacteriën of nutriënten in de verontreinigde laag worden gebracht om de afbraak te stimuleren c.q. de verontreiniging af te voeren. Deze aanpak heeft een lokaal effect en het herstelvermogen wordt groot geacht doordat bodemchemische evenwichten zich herstellen na afloop van de sanering.

Bij een gebiedsgerichte aanpak wordt een plaatselijke verontreiniging meestal niet (direct) opgeruimd. Deze blijft dus langer bestaan met bijbehorende effecten op (hydro)chemische processen in de bodem. Dit effect heeft een lokale uitstraling en het natuurlijke herstelvermogen is klein.

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)

De effecten op de hydro-chemie zijn vergelijkbaar met de bodemchemie, alleen op een grotere schaal. Dit heeft te maken met de verspreiding van het (verontreinigde) grondwater. De gevalsgerichte aanpak, welke de grondwaterkwaliteit tijdelijk sterk beïnvloedt, heeft daardoor een matig effect en

de gebiedsgerichte aanpak, waarbij de grondwaterverontreiniging langere tijd blijft bestaan, een groot effect.

Ecologische effecten

Het ecologische effect hangt erg af van de saneringsmethode van de gevalsgerichte aanpak. Beluchten is volledig reversibel, het effect van het toevoegen van stoffen voor de reiniging kan langer effect hebben, maar zal op termijn herstellen. De effecten zijn vooral lokaal.

Bij de gebiedsgerichte aanpak zullen de effecten op het grondwaterecosysteem zich uitstrekken op een grotere schaal (regionaal). Het herstelvermogen is daarbij klein, omdat de verontreiniging niet weggenomen wordt en het ecosysteem onder druk blijft staan.

Fysisch/mechanische effecten

De fysisch/mechanische effecten van grondwatersanering zijn beperkt. Een complicatie kan optreden wanneer niet-doorlatende lagen worden doorboord. In dat geval kunnen grondwaterstromen met elkaar in contact komen. Dit kan voor een verticale verspreiding van het verontreinigde grondwater zorgen. Dit effect is ter plaatse en heeft een klein herstelvermogen.

Hydrologische effecten (grondwater kwantiteit)

De hydrologische effecten hangen samen met de duur van de sanering. In het geval van een permanente sanering (hydrologische isolatie) is er voor de gevalsgerichte aanpak een matig effect en voor de gebiedsgerichte aanpak een groot effect. Bij saneringen die sneller kunnen worden afgerond is het effect ook van kortere duur (tijdelijk). Eigenlijk heeft een sanering juist tot doel om een onherstelbaar effect te bewerkstelligen, de situatie moet voor altijd ten goede worden veranderd.

Effecten op aardkundige waarden

Grondwatersanering leidt niet tot effecten op aardkundige waarden, omdat de bodem(opbouw) in stand blijft.

Effecten op archeologische objecten

Bij een gevalsgerichte aanpak wordt in sommige gevallen het zuurstofgehalte in de bodem en het grondwater aangepast, dit kan effecten hebben op de archeologische objecten die daar aanwezig zijn (bijvoorbeeld rotting van organische materialen). Dit treedt ter plaatse van de ingreep op en heeft een klein herstelvermogen.

Ruimtebeslag oppervlakte

Voor de grondwatersanering worden (tijdelijk) installaties aangebracht en zullen bepaalde delen van de bodem niet beschikbaar zijn voor andere gebruiksdoelen. Dit is een lokaal effect, dat volledig herstelbaar is na afloop van de sanering.

Ruimtebeslag diep

Voor de grondwatersanering worden (tijdelijk) installaties aangebracht en zullen bepaalde delen van de bodem niet beschikbaar zijn voor andere gebruiken in de diepte. Dit is een lokaal effect, dat volledig herstelbaar is na afloop van de sanering bij een gevalsgericht aanpak. In het geval van een gebiedsgerichte aanpak is het herstelvermogen klein, omdat men juist de verontreiniging (deels) laat zitten. Hierdoor kunnen andere vormen van grondwatergebruik niet plaatsvinden (bijvoorbeeld drinkwaterwinning).

Effect op afdekking bodem (sealing)

Grondwatersanering heeft geen effect op afdekking van de bodem.

Effecten op volksgezondheid

Grondwatersanering heeft geen effect op de volksgezondheid. Het heeft tot doel potentiële of toekomstige effecten te voorkomen.

Effecten op voedselveiligheid

Grondwatersanering heeft geen effect de voedselveiligheid.

Meer informatie en literatuur

<http://www.soilpedia.nl/Wikipaginas/Gebiedsgericht%20grondwaterbeheer.aspx>

http://wetten.overheid.nl/BWBR0019511/geldigheidsdatum_15-05-2012

<http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/handboek-water/wetgeving/wet-bodembescherming>

<http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/monitoring/normen-waterbeheer-0/>

<http://www.rivm.nl/Onderwerpen/Onderwerpen/G/Grondwater>

<http://www.agentschapnl.nl/onderwerp/jaarverslag-bodemsanering-2009>

Bijlage 19 Factsheet Bodemverontreinigingen ontstaan voor 1987

Beschrijving bodemgebruik

De ontdekking van grote gevallen van bodemverontreiniging in Lekkerkerk, de Volgermeerpolder en de Diemerzeedijk, brachten aan het begin van de jaren 80 een reeks van ontwikkelingen op gang in het beleid, het onderzoek en de technieken voor bodemreiniging.

Het aantal potentieel ernstig verontreinigde locaties in Nederland is groot (naar schatting 250 000). Het bleek al snel onmogelijk om die allemaal te onderzoeken en te saneren. Vervolgens zijn methoden ontwikkeld om de saneringsurgentie van locaties te bepalen en de meest ernstige of gevaarlijke gevallen het eerst op te ruimen. Tussen 1980 en 2010 hebben een groot aantal saneringen plaatsgevonden. De voortgang van de gehele operatie is in jaarlijkse rapportages bijgehouden (reeks Monitoring Bodemsanering).

Prioriteitstelling heeft er toe geleid dat medio 2011 uit de resterende werkvoorraad circa 400 locaties zijn aangewezen met onaanvaardbare risico's voor de mens (z.g. humane spoedlocaties). Deze moeten voor 2016 zijn gesaneerd. Aansluitend wordt onderzocht welke locaties vanuit ecologisch- of verspreidingsrisico het eerst moeten worden aangepakt. Het overzicht hiervan moet medio 2013 gereed zijn.

In Nederland liggen nog diverse locaties die in het verleden (voor 1987) verontreinigd zijn, deze zijn grofweg in drie groepen in te delen:

- locaties met ernstige verontreiniging (ontstaan voor 1987, ook wel historische verontreiniging genoemd)
- locaties met lichte verontreiniging (dit kunnen historische verontreinigingen zijn, maar ook restverontreinigingen die achterblijven na een sanering)
- locaties waar na sanering nazorg moet plaatsvinden om de verontreiniging onder controle te houden.

Locaties met ernstige historische verontreinigingen

Eind 2013 moeten alle ernstige historische verontreinigingen in beeld zijn gebracht en vervolgens op korte termijn worden gesaneerd (vier jaar). Tot die tijd zijn deze verontreinigingen in de bodem aanwezig en kunnen ze risico's opleveren voor de mens, het ecosysteem of het grondwater.

Locaties met lichte verontreinigingen

Locaties met historische lichte verontreinigingen hoeven niet met spoed (binnen vier jaar) te worden gesaneerd. De sanering van deze locaties kan opgepakt worden op het moment dat een locatie verder ontwikkeld wordt (functieverandering, bouwlocaties, etc.). In deze groep vallen ook locaties waar al een sanering heeft plaatsgevonden en er nog een restverontreiniging is achtergebleven. Deze restverontreiniging is stabiel en er hoeft geen nazorg plaats te vinden. De restverontreiniging wordt alleen geregistreerd.

Locaties met nazorg

Een bodemsanering heeft tot doel dat een verontreiniging ter plaatse (geheel of gedeeltelijk) wordt verwijderd. In die gevallen waarbij de verontreiniging gedeeltelijk wordt verwijderd, blijft een restverontreiniging achter. Wanneer er nog risico's verbonden zijn aan deze restverontreinigingen, dan wordt een

nazorgplan opgesteld. In dit plan worden afhankelijk van de locatie maatregelen opgesteld om te zorgen dat er geen blootstelling aan de restverontreiniging plaatsvindt voor mens, ecosysteem en grondwater. Deze maatregelen kunnen bestaan uit het controleren van de restverontreiniging als deze niet stabiel is. In andere gevallen is het controleren niet voldoende en moet de restverontreiniging actief op zijn plaats worden gehouden volgens het IBC-concept (Isoleren, Beheersen en Controleren).

Niet beschouwd

Voor locaties die na 1987 zijn verontreinigd geldt volgens de Wet bodembescherming (Wbb) de zorgplicht. Deze bepaling verplicht bij bodemverontreiniging (ook grondwater) tot het nemen van alle maatregelen die redelijkerwijs kunnen worden gevegd. Daartoe kan sanering van de verontreinigde grond en grondwater behoren.

Beoordeling en scoretabel

Tabel. Effectbeoordeling Bodemverontreinigingen ontstaan voor 1987, voor 12 categorieën bodemeigenschappen op basis van de criteria herstelvermogen en schaalgrootte. Score: 1= verwaarloosbaar effect (=herstelbaar, plaatselijk) t/m 5= zeer groot effect (=onherstelbaar, regionaal). Ingekleurde effecten vallen onder regelgeving waar de Inspectie Leefomgeving en Transport aangrijpingspunten heeft.

Bodemverontreinigingen ontstaan voor 1987	Locaties met historische ernstige verontreinigingen	Locaties met lichte verontreinigingen (rest / historisch)	Locaties met nazorg
Chemisch	3	2	3
Hydro-chemisch	3	2	3
Ecologisch	3	2	3
Fysisch / mechanisch	2	1	2
Hydrologisch	1	1	3
Aardkundig	3	1	3
Archeologisch	3	1	3
Ruimtebeslag oppervlakte	2	1	4
Ruimtebeslag diep	1	1	2-3
Afdekking	1	1	3
Volksgesondheid	2	1	2
Voedselveiligheid	3	2	1

De effecten van verontreinigingen zijn voor locaties met nazorg en historische ernstige verontreinigingen het grootst (maximaal 4; groot effect) voor locaties met lichte verontreinigingen zijn de effecten beperkt of verwaarloosbaar. Het ruimtebeslag aan de oppervlakte voor locaties met nazorg is groot (onherstelbaar met lokale uitstraling). Dit betreft dan locaties met IBC-

maatregelen waardoor ander ruimtegebruik voor langere tijd niet mogelijk is en dit heeft meestal ook een lokale uitstraling. Chemische, hydro-chemische, hydrologische, aardkundige, archeologische effecten en afdekking worden maximaal als matige effecten geschat (klein herstelvermogen, lokale uitstraling).

Toelichting beoordeling effecten

Effecten op bodemchemie

Locaties met ernstige historische verontreinigingen (bodem en grondwater) zorgen voor chemische effecten in de bodem en het grondwater, ze zijn immers niet voor niets als ernstige locatie aangemerkt. Deze effecten hebben een lokale uitstraling en hebben alleen bij actief ingrijpen (saneren) een groot herstelvermogen in andere gevallen is het herstelvermogen klein (deelsanering of nazorg noodzakelijk). Bij locaties met nazorg is bekend dat de chemische effecten matig zijn en daarom worden nazorgmaatregelen getroffen, zodat de verontreiniging zich niet verder verplaatst.

Effecten op hydro-chemie (kwaliteit grondwater)

Voor de grondwaterkwaliteit geldt een zelfde redenering als voor bodemchemie; locaties met historische ernstige verontreiniging en locaties met nazorg resulteren in matige effecten. Bij locaties met nazorg wordt vaak actief ingegrepen in het grondwatersysteem om de verontreiniging op zijn plaats te houden. De grondwaterkwaliteit ter plaatse van de locatie is niet goed.

Ecologische effecten

Afhankelijk van het type verontreiniging kunnen op locaties matige ecologische effecten optreden. In sommige gevallen zijn deze onherstelbaar en ter plaatse (locaties met eeuwigdurende nazorg) in andere gevallen gaat het om effecten met een lokale uitstraling en een klein herstelvermogen. Bodemorganismen, maar ook planten en bovengrondse fauna kunnen effecten ondervinden van de (te) hoge concentraties van chemische stoffen, zoals verminderde groei en reproductie, toename sterfte.

Fysisch/mechanische effecten

De fysisch/mechanische effecten van verontreinigingen zijn beperkt, de bodemstructuur kan aangetast zijn. Dit heeft dan vaak te maken met de activiteiten die aan de verontreiniging vooraf gegaan zijn (aanleg gebouwen, graafwerkzaamheden), dan aan de verontreiniging zelf. Voor locaties met nazorg geldt dat daar actief in de bodem wordt ingegrepen, zoals het isoleren van de verontreiniging. Daarbij kunnen afdichtingen worden geplaatst (boven, verticaal en onder) of worden stoffen toegevoegd om de verontreiniging te immobiliseren. Deze ingrepen hebben een klein herstelvermogen en treden ter plaatse op.

Hydrologische effecten (kwantiteit grondwater)

Op locaties met nazorg, met goed doorlatende (zand)gronden, kan als isolatievorm worden gekozen voor het geohydrologisch beheersen of isoleren. Het grondwater wordt ter plaatse onttrokken via pompen met verticale filters, zo wordt het verontreinigde grondwater naar de pomp toe getrokken en kan het zich niet in een andere richting verplaatsen. Eventueel kan het gezuiverde grondwater weer worden ingebracht op de locatie. Wanneer een locatie met nazorg via een verticale afdichting wordt afgesloten, kan de grondwaterstroming worden veranderd. Deze effecten zijn onherstelbaar en treden ter plaatse van de verontreinigde locatie, in sommige gevallen kunnen ze ook een lokale uitstraling hebben met een klein herstelvermogen.

Effecten op aardkundige waarden

Locaties met ernstige historische verontreiniging en locaties met nazorg hebben invloed hebben op aardkundige waarden (indien die aanwezig zijn). Voor locaties met nazorg geldt dat daar ingrepen in de bodem worden gedaan om de verontreiniging op de locatie te houden, daarbij kunnen aardkundige waarden ter plaatse onherstelbaar aangetast worden (zoals het plaatsen van afdichtingen). In het geval van historische ernstige verontreinigingen geldt dat de activiteiten die voor de verontreiniging gezorgd hebben ook de aardkundige waarden hebben aangetast. Dit betreft meestal een voormalige vervuulende industrie of stortplaats.

Effecten op archeologische objecten

Hoge concentraties van verontreinigende stoffen kunnen effecten hebben op archeologische objecten, ook indirecte effecten van een verontreiniging (verandering in zuurgraad) kunnen zorgen dat archeologische objecten worden aangetast. Deze effecten treden vooral op bij locaties met ernstige verontreinigingen en locaties met nazorg. Voor die laatste categorie geldt ook dat afdichtingmaatregelen en grondwateronttrekkingen ook negatieve gevolgen voor archeologische objecten kunnen hebben. In alle gevallen zijn de effecten ter plaatse van de ingreep en onherstelbaar. De combinatie van archeologische vindplaats en bodemverontreiniging zal niet vaak optreden. In sommige gevallen is de archeologische vondst zelf de verontreiniging, zoals bij toemaakdekken in het veenweide gebied, of bij heel oude stortplaatsen.

Ruimtebeslag oppervlakte

Het ruimtebeslag aan de oppervlakte wordt vooral gelegd door locaties met nazorg. Op die locaties gelden beperkingen in het gebruik en ook de tijdsduur van de maatregelen kan groot zijn (eeuwig durend). Horizontale afdichtingen die geplaatst zijn, mogen niet doorboord worden, hierdoor kan er niet diep worden gegraven, diepe funderingen worden aangebracht, en zijn er beperkingen voor de beplanting. Deze effecten zijn onherstelbaar en hebben een lokale uitstraling.

Ruimtebeslag diep

De grootste effecten op het ruimtebeslag in de diepte worden verwacht bij locaties met nazorg. De ingrepen in de (diepe) ondergrond om de verontreiniging te isoleren en beheersen kunnen beperkte tot matige effecten hebben. Voorbeelden daarvan zijn het onttrekken van grondwater en het aanbrengen van afdichtingen. Dit maakt dat er ter plaatse van die maatregelen geen of beperkte andere vormen van ruimtegebruik mogelijk zijn.

Effect op afdekking bodem (sealing)

Op locaties met nazorg kunnen afdichtingen worden aangebracht om de verontreiniging horizontaal af te sluiten. Oppervlakkige afdichtingen hebben een 'sealing-effect'. Een leeflaag zorgt voor een deel van de waterberging, maar de afvoer zal zijdelings moeten plaatsvinden. Er vindt geen (directe) voeding van het grondwater plaats. Deze effecten zijn onherstelbaar en ter plaatse van de ingreep.

Effecten op volksgezondheid

Op locaties met ernstige verontreinigingen en op locaties met nazorg zijn beperkte effecten op de volksgezondheid zijn te verwachten. In het eerste geval is de ernst van het effect afhankelijk van het type verontreinig en de wijze van blootstelling. De werkelijke gezondheidsschade is lastig in te schatten als effecten optreden na langdurige blootstelling aan lage doses. Er zijn tevens effecten van

mentale belasting door angst of stress van een onbekende bedreiging. Het herstelvermogen hangt af van het soort aandoening, en het effect treedt ter plaatse op.

Van locaties met nazorg is bekend dat er mogelijke effecten zijn voor de volksgezondheid. Om die reden worden de beheermaatregelen ingezet. Ook hier geldt dat het effect ter plaatse optreedt met een klein herstelvermogen.

Effecten op voedselveiligheid

Locaties met ernstige verontreiniging kunnen matig effect hebben op de voedselveiligheid wanneer er gewassen op worden verbouwd. Het effect hangt samen met het type verontreiniging (wordt een stof eenvoudig opgenomen uit de bodem of het grondwater) en het type gewas (neemt een plant een stof op, wordt die uitgescheiden en komt het in de eetbare delen van de plant terecht). De effecten spelen vooral ter plaatse en hebben een groot herstelvermogen door geen (gevoelig) gewas telen op de locatie of er vee te laten grazen.

Meer informatie en literatuur

RIVM. 2010. Jaarverslag monitoring bodemsanering over 2009

http://www.rivm.nl/milieuportaai/images/Jaarverslag_Bodemsanering_2009.pdf

<http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/handboek-water/wetgeving/wet-bodembescherming/#Zorgplicht>

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Bodemsanering>

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl