

KWR 2018.096 | Oktober 2018

REFLECT: beoordeling van de risico's van landgebruik voor grondwaterwinningen

Herziene versie van het instrument uit 1999 en implementatie van de keileemkaart

REFLECT: beoordeling van de risico's van landgebruik voor grondwaterwinningen. Herziene versie van het instrument uit 1999 en implementatie van de keileemkaart

KWR 2018.096 | Oktober 2018

(gebaseerd op BTO 2016.043, Augustus 2016)

Opdrachtnummer

402316/001/003

Projectmanager

Edu Dorland

Opdrachtgevers

Provincie Drenthe (implementatie van de keileemkaart)

BTO - Beleidsonderbouwend onderzoek (Herziening tabellen en handleiding)

Kwaliteitsborger

Klaasjan Raat, gedelegeerd door Pieter Stuyfzand.

Auteurs

Arnaut van Loon (KWR), Cors van den Brink (Royal Haskoning-DHV), Carolien Steinweg (Royal Haskoning-DHV)

Verzonden aan

Dit rapport is openbaar.

Voorwoord

Voor u ligt het rapport "REFLECT: beoordeling van risico's van landgebruik voor grondwaterwinningen – herziene versie van het instrument uit 1999 en implementatie van de keileemkaart". Dit rapport is een uitbreiding van de vorige versie van het begeleidend document bij REFLECT (Zaadnoordijk e.a., 2016), dat in opdracht van Vewin is opgesteld. In deze voorgaande versie zijn geactualiseerde belastingscores gepresenteerd en worden aan de hand van een aantal casussen aanwijzingen voor gebruik gegeven. In het voorliggende rapport wordt tevens de methode voor het bepalen van de kwetsbaarheid van de boven- en ondergrond geactualiseerd. Concreet betreft dit de implementatie van de keileemkaart van Drenthe in REFLECT. Hieruit volgen een aantal aanwijzingen voor het benutten van de best beschikbare geo-informatie voor het bepalen van kwetsbaarheidsscores. Deze aanvullingen zijn in opdracht van de Provincie Drenthe uitgewerkt en gerapporteerd.

Samenvatting

Landgebruik heeft invloed op de kwaliteit van het grondwater. Landgebruiksfuncties en de daarmee verbonden activiteit kunnen daarmee meer of minder risico opleveren voor grondwaterwinningen. Dit risico is naast de belasting vanuit de landgebruiksfunctie ook afhankelijk van de kwetsbaarheid van de bodem en ondergrond.

Veranderingen in landgebruik – al dan niet via aanpassing van de ruimtelijke ordening – kunnen een bedreiging vormen voor drinkwaterbronnen, of juist kansen bieden om de kwaliteit op de lange termijn te verbeteren. REFLECT is ontwikkeld als instrument om deze bedreigingen en kansen snel en eenvoudig in beeld te brengen. REFLECT ontsluit expertkennis over zowel de bedreiging door landgebruik, als de kwetsbaarheid van drinkwaterbronnen. De bedreiging vanuit landgebruiksfuncties voor drinkwaterbronnen is uitgedrukt in de vorm van een reeks scoretabellen voor de functiegerelateerde belasting van het grondwater – en is specifiek voor het betreffende landgebruik. De kwetsbaarheid van drinkwaterbronnen is uitgedrukt als functie van het bodemtype, de opbouw van de ondergrond en de reistijden van het grondwater naar de drinkwaterbronnen – en is specifiek voor de betreffende drinkwaterbron. Door koppeling van deze scores aan GIS-informatie kan een functie- en locatie-gerelateerde risico-index worden berekend. Hiermee verschaft REFLECT inzicht dat gebruikt kan worden in gebiedsprocessen en voor het formuleren van beleid door provincies, gemeenten en waterschappen.

REFLECT is eind jaren 1990 ontwikkeld om te voorzien in de behoefte om risico's van verschillende vormen van landgebruik voor de grondwaterkwaliteit te beoordelen. Sindsdien wordt REFLECT toegepast door provincies, gemeenten, waterschappen en initiatiefnemers van ruimtelijke ontwikkelingen. Het instrument wordt bijvoorbeeld gebruikt voor het opstellen van gebiedsdossiers. Sinds de ontwikkeling van REFLECT is er echter veel veranderd. Zo is het landbouwkundige gebruik van nutriënten en bestrijdingsmiddelen sterk afgenomen. Daarnaast is er nieuwe informatie beschikbaar over bijvoorbeeld nieuwe stoffen ('emerging substances', zoals hormoonverstorende en farmaceutische stoffen). Verder zijn er aanwijzingen dat de belasting van bestrijdingsmiddelen vanuit stedelijk gebied groter is dan eerder werd aangenomen. Daarom zijn de belastingscores van REFLECT herzien, zodat het instrument nog steeds bruikbaar is om ontwikkelingsgericht grondwaterbeschermingsbeleid te ondersteunen.

Met de deregulatie van het grondwaterbeschermingsbeleid, berust de duurzame bescherming van drinkwaterbronnen steeds meer op de risicobeoordeling van ruimtelijke ontwikkelingen. Dergelijke risicobeoordelingen zijn een complexe taak door de grote verscheidenheid van bedreigingen van ruimtelijke functies, het gebrek aan kwantitatieve kennis daarover en de – vaak heel verschillende – belangen die bij ruimtelijke processen aan de orde zijn. Tegelijkertijd berust de verantwoordelijkheid voor het beoordelen van de risico's als gevolg van decentralisatie van het grondwaterbeschermingsbeleid steeds vaker bij de lagere overheden. Binnen deze veranderende beleidscontext biedt REFLECT vanwege zijn eenvoud en brede insteek een oplossing voor de behoefte aan ontwikkelingsgerichte grondwaterbescherming. Daarbij komt dat de gebiedsdossiers, die nu voor alle drinkwaterbronnen zijn opgesteld, de voor REFLECT noodzakelijke informatie over de kwetsbaarheid reeds bevatten. Voor het gebruik van REFLECT binnen een Geografisch

Informatiesysteem (GIS) is enige GIS-technische vaardigheid nodig voor het koppelen van tabellen aan GIS-informatie.

In deze handleiding worden de achtergronden van REFLECT en verschillende toepassingen beschreven. Het doel van deze handleiding is om een goed gebruik van het instrument en een juiste interpretatie van de uitkomsten te bevorderen. De handleiding is geschreven voor gebruikers van het instrument en voor beleidsondersteuners of belanghebbenden die met de resultaten in aanraking komen.

Inhoud

Voorwoord	1
Samenvatting	2
Inhoud	4
1 Inleiding	6
1.1 Ontwikkeling van de beschermingscontext	6
1.2 Landgebruik en ruwwaterkwaliteit	6
1.3 Doel	7
1.4 Noodzaak voor herziening van REFLECT-tabellen	7
1.5 Nieuwe ondergrondgegevens	8
1.6 Leeswijzer	8
2 REFLECT op hoofdlijnen	9
2.1 Belastingsscore en kwetsbaarheidsscore	9
2.2 Delphi-methode	10
3 Belasting	11
3.1 Achtergrond	11
3.2 De onderscheiden landgebruiksfuncties	12
3.3 Toekennen scores	13
3.4 Belastingsscores per hoofdfunctie	13
3.5 Spreiding van de belastingsscores	15
3.6 Verandering bij herziening	17
4 Kwetsbaarheid grondwaterwinning	18
4.1 Achtergrond	18
4.2 De onderscheiden aspecten van kwetsbaarheid	19
4.3 Toekennen kwetsbaarheidsscores	21
4.4 Bepaling kwetsbaarheidsscore uit subscores	23
5 Risico-index	24
5.1 Vaststellen risico-index voor waterwinning	24
5.2 Toepassing op verschillende ruimtelijke aggregatieniveaus	25
5.3 Informatiebronnen en noodzakelijke functionaliteiten	25
6 Toepassingen en evaluatie	28
6.1 Toepassing van REFLECT	28
6.2 Voorbeelden van toepassingen	29
7 Aanwijzingen voor gebruik	42
7.1 Toegevoegde waarde van REFLECT	42
7.2 Beperkingen van REFLECT	42

8	Literatuur	44
	Bijlage I Belastingsscores REFLECT	46
	Bijlage II Bandbreedte van de REFLECT-scores	48
	Bijlage III Verschil REFLECT-scores 2013 t.o.v. 1999	50
	Bijlage IV Bepaling van de reactiviteit van de ondergrond	53
	Bijlage V Kwetsbaarheid bodem	55

1 Inleiding

1.1 Ontwikkeling van de beschermingscontext

Het grondwaterbeschermingsbeleid maakt, net als veel andere Nederlandse wet- en regelgeving, sinds enkele jaren een snelle ontwikkeling door. Zo is sprake van deregulatie, decentralisatie en zijn of worden middelvoorschriften steeds meer vervangen door doelvoorschriften. Hierdoor zijn activiteiten die mogelijk een bedreiging vormen voor de grondwaterkwaliteit niet meer zonder meer verboden, maar kunnen ze toegestaan worden indien de risico's acceptabel worden gevonden (Paalman en Van Loon, 2012).

Parallel aan deze beleidsontwikkelingen is de maatschappelijke context waarin de Nederlandse drinkwaterbedrijven opereren aan het veranderen. Hierdoor zoeken de waterbedrijven steeds meer de dialoog en samenwerking met gebiedspartners, zodat ongewenste situaties of ontwikkelingen kunnen worden vermeden, en gewenste ontwikkelingen kunnen worden gestimuleerd.

Het gevolg van beide ontwikkelingen is dat de praktijk van grondwaterbescherming steeds meer berust op het beoordelen van ruimtelijke ontwikkelingen en, o.a. in de vorm van gebiedsprocessen, bespreekbaar maken van risico's en kansen ten aanzien van de kwaliteit van grondwater. Instrumenten voor de risicobeoordeling, zoals de gebiedsdossiers, kunnen daarbij behulpzaam zijn door inzicht en overzicht te geven. Ook bieden ruimtelijke ontwikkelingen de mogelijkheid om winningen duurzaam te beschermen via harmoniërende ruimtelijke functies. REFLECT kan bij dergelijke processen behulpzaam zijn, omdat risico's en kansen efficiënt en op een consistente manier kunnen worden ingeschat.

1.2 Landgebruik en ruwwaterkwaliteit

De drinkwaterbedrijven hebben belang bij een goede kwaliteit van grondwater dat wordt opgepompt als grondstof voor de productie van drinkwater. De grondwaterkwaliteit wordt vaak vooral bepaald door activiteiten aan maaiveld, die op hoofdlijnen gekoppeld zijn aan landgebruiksvormen of -functies. Zo spelen problemen met landbouw-gerelateerde parameters, zoals nitraat, sulfaat, nikkel en hardheid, en bestrijdingsmiddelen meestal bij winningen in een agrarisch gedomineerde omgeving. Problemen met oplosmiddelen komen juist vaker voor in gebieden met industrieën. De mate waarin en de wijze en termijn waarop effecten op de ruwwaterkwaliteit zich manifesteren is echter afhankelijk van de kwetsbaarheid van de winning. Deze kwetsbaarheid hangt samen met de diepte en omvang van de winning in relatie tot de aanwezigheid van slecht-doorlatende lagen.

1.3 Doel

Het doel van REFLECT is om als instrument ruimtelijke ontwikkelingen te beoordelen met betrekking tot een grondwaterwinning. De verscheidenheid van bedreigingen van ruimtelijke functies, het gebrek aan kwantitatieve kennis daarover en de – vaak heel verschillende – belangen die bij ruimtelijke processen aan de orde zijn, vragen om een instrument met de volgende kenmerken:

- (1) geschikt om binnen gebiedsproces te gebruiken (onderhandelingsondersteunend instrument);
- (2) geschikt om verschillende ruimtelijke functies te kunnen vergelijken (appels met peren);
- (3) snel en goedkoop, om laagdrempelig de beschikbare kwalitatieve kennis te kunnen benutten in gebiedsprocessen;
- (4) eenvoudig te interpreteren resultaten: is de ruimtelijke ontwikkeling een stap vooruit, een stap achteruit of per saldo sprake van een stand-still in relatie tot de risico's voor de drinkwaterwinning.

REFLECT bestaat uit scoretabellen voor de belasting van het grondwater gerelateerd aan landgebruikfuncties en de kwetsbaarheid van de grondwaterwinning. Deze scoretabellen zijn opgesteld door een panel van experts. Ze zijn daarmee bruikbaar voor het in beeld brengen van de risico's van landgebruikfuncties voor grondwaterwinningen. Met dit inzicht in de relatie tussen de verschillende vormen van landgebruik en de grondwaterkwaliteit, wordt het mogelijk om binnen intrek- en beschermingsgebieden landgebruikfuncties en kwaliteitswensen op elkaar af te stemmen. Om dat te realiseren is vanzelfsprekend overleg nodig tussen waterleidingbedrijven en andere actoren, zoals provincies, land- en tuinbouworganisaties, natuurbeheerders en gemeenten. De REFLECT-resultaten verschaffen voor alle partijen begrijpelijke informatie dat bij dergelijk overleg gebruikt kan worden.

REFLECT staat voor Risk Evaluation of Functions and Land use for drinking water produCTION. De naam duidt ook op de reflectie (weerspiegeling, beschouwing, overdenking) van activiteiten aan maaiveld op risico's voor grondwaterwinningen.

1.4 Noodzaak voor herziening van REFLECT-tabellen

Het instrument REFLECT is rond 1998 ontwikkeld om ongewenste effecten op de grondwaterkwaliteit – met name in relatie tot drinkwaterwinningen – te kunnen meewegen bij het beoordelen van ruimtelijke ontwikkelingen. Het gaat daarbij om veel en heel verschillende vormen van landgebruik, waarbij bovendien het effect niet kwantitatief bekend is. Daarom is gekozen voor een methode waarbij verschillende vormen van landgebruik een 'belastingsscore' krijgen. Dit maakt het mogelijk om het landgebruik 'landbouw' te wegen ten opzichte van het landgebruik 'woonwijk'. Hoewel kwalitatief, is deze aanpak zo inzichtelijk gebleken, dat REFLECT ook bij het opstellen van gebiedsdossiers voor drinkwaterwinningen een centrale rol speelt (Wuijts e.a., 2014; Van den Brink & Wuijts, 2016).

De belastingsscores zijn eind jaren 1990 vastgesteld door een panel van experts dat op basis van 'expert knowledge' belastingsscores heeft toegekend aan elke landgebruikklasse. Echter, anno 2016 kan van een aantal vormen van landgebruik gesteld worden dat de belasting

sinds de jaren 1990 gewijzigd is. Zo is het landbouwkundige gebruik van nutriënten en bestrijdingsmiddelen sterk afgenomen. Aan de andere kant is er nieuwe informatie beschikbaar, bijvoorbeeld over 'emerging substances', zoals hormoonverstorende en farmaceutische stoffen. Bovendien zijn er aanwijzingen dat de belasting van bestrijdingsmiddelen vanuit stedelijk gebied groter is dan eerder werd aangenomen. Het belang van REFLECT binnen de gebiedsdossiers in het bijzonder en het grondwaterbeschermingsbeleid in het algemeen is reden om de belastingscores te actualiseren. Deze actualisatie heeft in 2013 plaatsgevonden (Van den Brink e.a., 2013; Van den Brink e.a., 2017)

1.5 Nieuwe ondergrondgegevens

Naast scores voor de belasting van het grondwater, bevat REFLECT scores voor de kwetsbaarheid van de ondergrond. Deze scores worden ruimtelijk geprojecteerd op basis van GIS-informatie over reistijden en de eigenschappen van weerstandbiedende lagen. De informatie over reistijden wordt ontleend aan grondwatermodellen en de informatie over weerstandbiedende lagen uit ondergrondmodellen, zoals de Bodemkaart en REGIS.

In tegenstelling tot het gebruik van de meest actuele grondwatermodellen, is het gebruik van nieuwe ondergrondmodellen minder gangbaar bij REFLECT-toepassingen. Voorbeelden van nieuwe ondergrondmodellen zijn de keileemkaart van Drenthe (https://geo.drenthe.nl/geoportaal/src/?lang=nl&topic=portaal&bgLayer=openbasiskaart.nl&layers=GBI.FO_MASK_DR_NL) en het GeoTop-model (Stafleu e.a., 2013). Deze nieuwe databestanden bieden informatie op een groter detailniveau en ze zijn gebaseerd op grotere datasets. Het benutten daarvan vraagt echter meer van REFLECT-gebruikers omdat verschillende databestanden met elkaar gecombineerd dienen te worden. In deze update van de handleiding wordt bij wijze van voorbeeld de keileemkaart van Drenthe als aanvullend ondergrondmodel benut voor het bepalen van kwetsbaarheidsscores. Daarbij zijn tevens een aantal ontbrekende kwetsbaarheidsscores voor bodemsoorten alsnog vastgesteld op basis van de scores voor vergelijkbare bodemsoorten.

1.6 Leeswijzer

Dit rapport presenteert in hoofdstuk 2 de opzet van REFLECT op hoofdlijnen. De twee onderscheiden factoren voor de bedreiging van een grondwaterwinning komen aan de orde in de volgende hoofdstukken. Hoofdstuk 3 beschrijft de 'belasting' en hoofdstuk 4 de 'kwetsbaarheid'. Beide scores worden in hoofdstuk 5 gecombineerd tot een totale risico-index.

In Hoofdstuk 6 staan enkele toepassingen van REFLECT beschreven en worden toekomstige toepassingen bediscussieerd. Hoofdstuk 7 sluit het rapport af met slotopmerkingen. Daarna volgen bijlagen met achtergrondinformatie en de scoretabellen van REFLECT.

2 REFLECT op hoofdlijnen

2.1 Belastingscore en kwetsbaarheidsscore

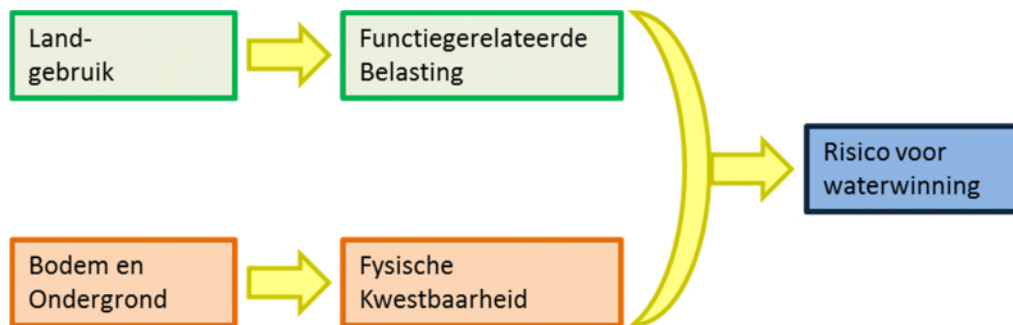
REFLECT is een instrument om de risico's van landgebruiksfuncties op de kwaliteit van grondwater dat gebruikt wordt als grondstof voor drinkwaterproductie kwalitatief in te schatten. Deze effecten hebben betrekking op de kwaliteit van de grondstof voor de drinkwatervoorziening en wordt bepaald door twee factoren:

- De belasting van het grondwater als gevolg van activiteiten aan het maaiveld;
- De kwetsbaarheid van de grondwaterwinning.

De eerste factor is de belasting van het grondwater dat uiteindelijk de winning kan bereiken. Die belasting is gerelateerd aan functies of vormen van landgebruik. Voor het interessegebied (bijvoorbeeld het intrekgebied of het grondwaterbeschermingsgebied) dient daarom een kaart met functies of landgebruiken te worden vervaardigd. Hoofdstuk 3 beschrijft de in het model opgenomen landgebruiksfuncties en de vaststelling van de belastingscores. De belasting wordt weergegeven in de functiegerelateerde belastingkaart.

De tweede factor die het risico voor een grondwaterwinning bepaalt, is de kwetsbaarheid. Deze hangt samen met 'fysieke' omstandigheden, zoals het bodemtype, de dikte en aard van een eventuele deklaag en de reistijd van grondwater naar de drinkwaterwinning. De basis hiervoor zijn kaarten waarin deze aspecten zijn weergegeven. Hoofdstuk 4 beschrijft deze aspecten en gaat in op de vertaling van deze aspecten in kwetsbaarheidsscores. Dit resulteert in een fysische kwetsbaarheidsskaart.

De combinatie van de functiegerelateerde belastingscore en de fysische kwetsbaarheidsscore geeft uiteindelijk de zogenaamde risico-index (zie Hoofdstuk 5). Deze risico-index drukt de mate van bedreiging van een grondwaterwinning uit. De risico-index kan ruimtelijk worden weergegeven op een kaart verkregen op basis van de functiegerelateerde belastingskaart en de fysische kwetsbaarheidsskaart (zie Figuur 2-1). Ook kan de risico-index in één getal voor de winning worden gepresenteerd. Dit maakt het mogelijk om scenario's te vergelijken en onderling te ordenen ten opzichte van de huidige situatie.



FIGUUR 2-1: SCHEMATISCH OVERZICHT VAN REFLECT

2.2 Delphi-methode

De belastingscores zijn vastgesteld met de zogenaamde Delphi-methode, genoemd naar het orakel van Delphi uit de Griekse mythologie. Dit is een onderzoeksmethode waarbij de mening van experts wordt gevraagd ten aanzien van een onderwerp waarover kwantitatieve informatie ontbreekt en of heel verschillend zijn (appels en peren) maar waar experts wel een oordeel over kunnen geven. Een Delphi-studie erkent de waarde van de opinie van een expert, zijn ervaring en intuïtief, en gebruikt deze informatie wanneer volledige wetenschappelijke kennis ontbreekt (Linstone & Turoff, 1975).

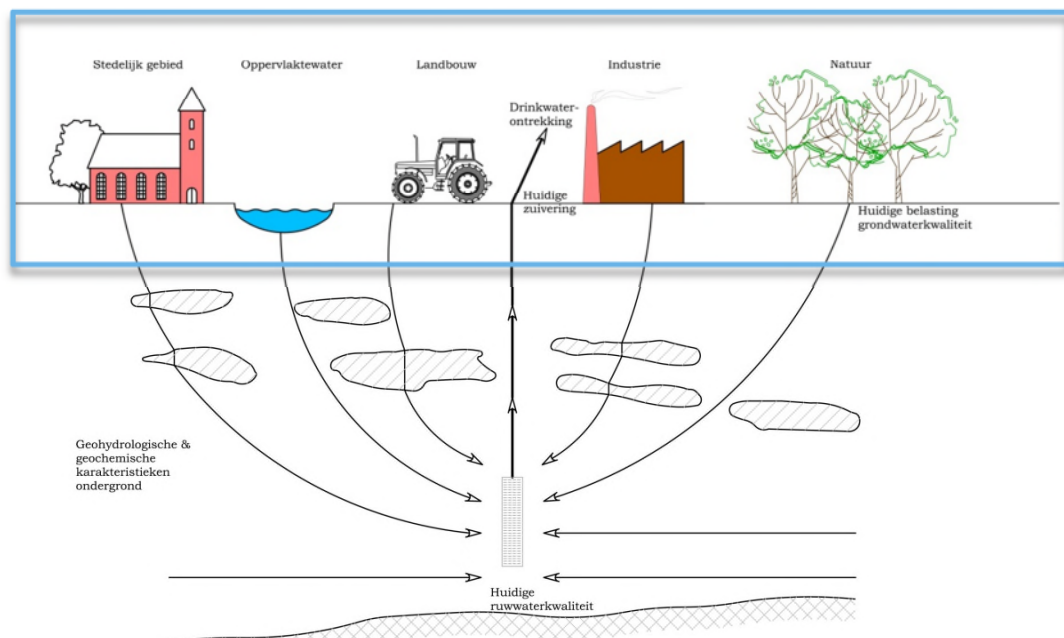
Een Delphi-studie gebruikt een panel van experts. Deze experts antwoorden op vragenlijsten waarvan de vragen gewoonlijk geformuleerd worden als hypothesen. De experts moeten dan aangeven wanneer zij denken dat de hypothesen kloppen. Elke vragenronde wordt gevolgd door een, gewoonlijk anonieme, terugkoppeling. De experts worden op die manier ertoe aangezet hun meningen bij te stellen aan de hand van de antwoorden van de andere experts. Tijdens dit proces zouden de verschillen tussen de antwoorden moeten afnemen om uiteindelijk te convergeren naar het 'juiste' antwoord. Wanneer de spreiding voldoende klein is, wordt het proces beëindigd, en wordt het uiteindelijke antwoord als gemiddelde weergegeven.

De expertgroep voor de actualisatie van de belastingscores bestond uit 14 deskundigen van een verscheidenheid aan organisaties: instituten, universiteiten, waterleidingbedrijven, adviesbureaus, een waterschap en gemeente. Deze groep is vergelijkbaar met de groep die de oorspronkelijke scores uit 1999 heeft vastgesteld. De actuele belastingscores zijn vastgesteld op basis van de uitkomsten van de consultatie van de expertgroep in 2013.

3 Belasting

3.1 Achtergrond

Grondwatervoorraden worden gevoed door regen- en oppervlaktewater dat via het maaiveld of een waterbodembodem infiltreert. Dit infiltrerende water neemt stoffen mee vanaf het maaiveld of uit het oppervlaktewater. Deze stoffen kunnen direct of indirect (na chemische of biologische omzetting of interacties met de bodemmatrix) het grondwater verontreinigen en zodoende de drinkwaterbereiding negatief beïnvloeden. In Figuur 3-1 staat de belasting van een winput door transport van stoffen vanaf het maaiveld schematisch weergegeven.



FIGUUR 3-1 BELASTING DOOR LANDGEBRUIKSFUNCTIES

In principe zou men elke verontreiniging zoveel mogelijk willen vermijden. In de praktijk blijkt dit niet mogelijk, omdat het conflicteert met de andere wensen die aan de leefomgeving gesteld worden: voedselproductie, industriële productie, dienstverlening, handel, transport, wonen en recreatie. Al deze activiteiten veroorzaken emissies van stoffen en belasten daarmee de leefomgeving, en meestal ook het grondwater. Daarom is de insteek van de drinkwaterbedrijven en verantwoordelijk overheden om de risico's voor de drinkwaterproductie beheersbaar te houden, en kansen te benutten om een kwaliteitsverbetering te realiseren.

3.2 De onderscheiden landgebruiksfuncties

REFLECT bevat belastingscores voor 57 klassen landgebruiksfuncties (Tabel 3-1). Deze landgebruiksfuncties zijn zo gedefinieerd dat ze (A) onderling onderscheidend zijn, en (B) te karteren zijn op basis van algemeen beschikbare geografische informatie. Hierbij is uitgegaan van de eenheden van de LandGebruikkaart van Nederland (LGN) voor het buitengebied, en het Bestand Bodemgebruik van het CBS voor stedelijk gebied (<https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/nederland-regionaal/geografische%20data/natuur%20en%20milieu/bestand-bodemgebruik>). Het vervaardigen van de landgebruikkaart die te koppelen is met de scoretabellen vereist daarom een versnijding van de twee kaarten.

TABEL 3-3-1: ONDERSCHIEDEN LANDGEBRUIKSFUNCTIES IN REFLECT.

Type terrein	Landgebruik	
Agrarisch terrein	Aardappelen	Fruitlekerijen
	Agrarisch gras	Granen
	Bieten	Maïs
	Bloembollen	Overige gewassen
	Boomgaard	Terrein voor glastuinbouw
	Boomkwekerijen	
Bebouwd terrein	Bedrijventerrein	Terrein voor detailhandel en horeca
	Bedrijventerrein (milieucategorie 1)	Terrein voor openbare voorzieningen
	Bedrijventerrein (milieucategorie 2)	Terrein voor sociaal-culturele voorzieningen
	Bedrijventerrein (milieucategorie 3)	Woonterrein
	Bedrijventerrein (milieucategorie 4)	Woonterrein na 2000
	Bedrijventerrein (milieucategorie 5)	Woonterrein tussen 1950 en 2000
Binnenwater	Bedrijventerrein (milieucategorie 6)	Woonterrein voor 1950
	Afgesloten zeearm	Recreatief binnenwater
	Binnenwater voor delfstofwinning	Rijn en Maas
	IJsselmeer/Markermeer	Spaarbekken
	Overig binnenwater	Vloei en/of slibveld
Bos en open natuurlijk terrein	Randmeer	
	Bos	Open droog natuurlijk terrein
	Loofbos	Open nat natuurlijk terrein
Buitenwater	Naaldbos	
	Noordzee	Waddenzee, Eems, Dollard
Recreatieterrein	Oosterschelde	Westerschelde
	Dagrecreatief terrein	Verblijfsrecreatief terrein
	Park en plantsoen	Volkstuin
Semi-bebouwd terrein	Sportterrein	
	Begraafplaats	Semi-verhard overig terrein
	Bouwterrein	Stortplaats
Verkeersterrein	Delfstoffenwinplaats	Wrakkenopslagplaats
	Spoortterrein	Wegverkeersterrein
	Vliegfeld	

3.3 Toekennen scores

De belasting die gerelateerd is aan de 57 onderscheiden landgebruikfuncties is gescoord op drie aspecten, namelijk voor (1) diffuse belasting, (2) de kans op calamiteiten en (3) de handhaafbaarheid. Deze subscores worden hieronder kort toegelicht.

De eerste sub-score (diffuse belasting) slaat op de belasting die 'onlosmakelijk' met de activiteit is verbonden. Denk daarbij aan het gebruik van nutriënten en bestrijdingsmiddelen in de landbouw, oplosmiddelen in industriegebieden en brandstoffen en medicijnresten in stedelijke gebieden.

De tweede sub-score (calamiteiten) slaat op de kans dat door calamiteiten een risico voor het grondwater ontstaat. Denk daarbij aan de brand bij ChemiePack in Moerdijk of een ongeluk met een vrachtauto met gevaarlijke stoffen op een snelweg.

Met de derde sub-score (handhaafbaarheid) wordt de wijze waarop regels en / of afspraken geborgd kunnen worden meegewogen in de beoordeling. Denk daarbij aan de effectiviteit van handhaving door bevoegde instanties en afspraken met gebiedspartners om de belasting te beperken. Afspraken met een agrarische ondernemer gelden in één keer voor vele hectares, terwijl in stedelijk gebied sprake is van veel actoren die moeilijk aan te spreken zijn.

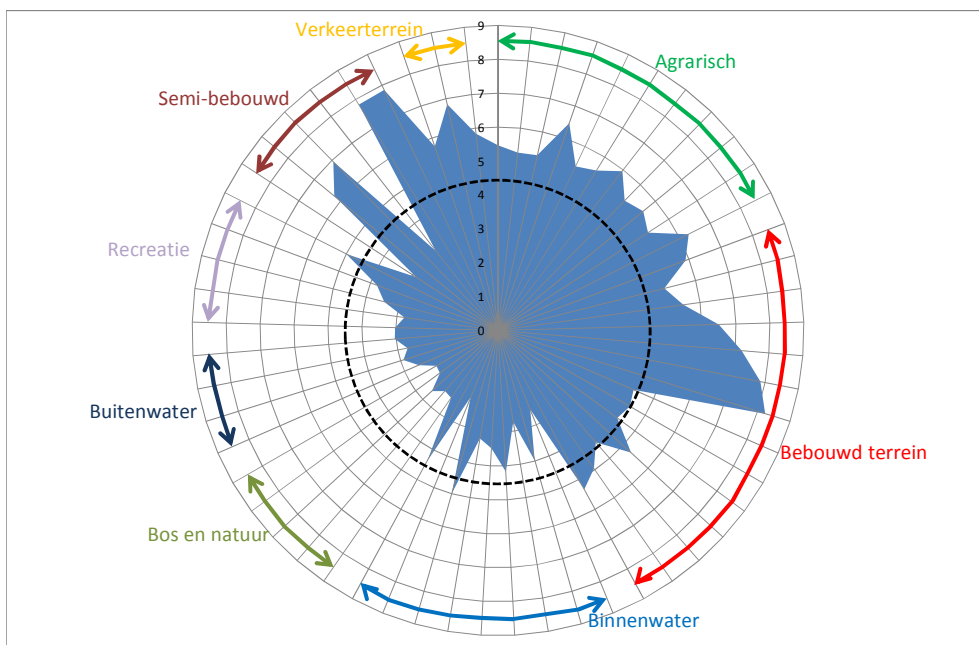
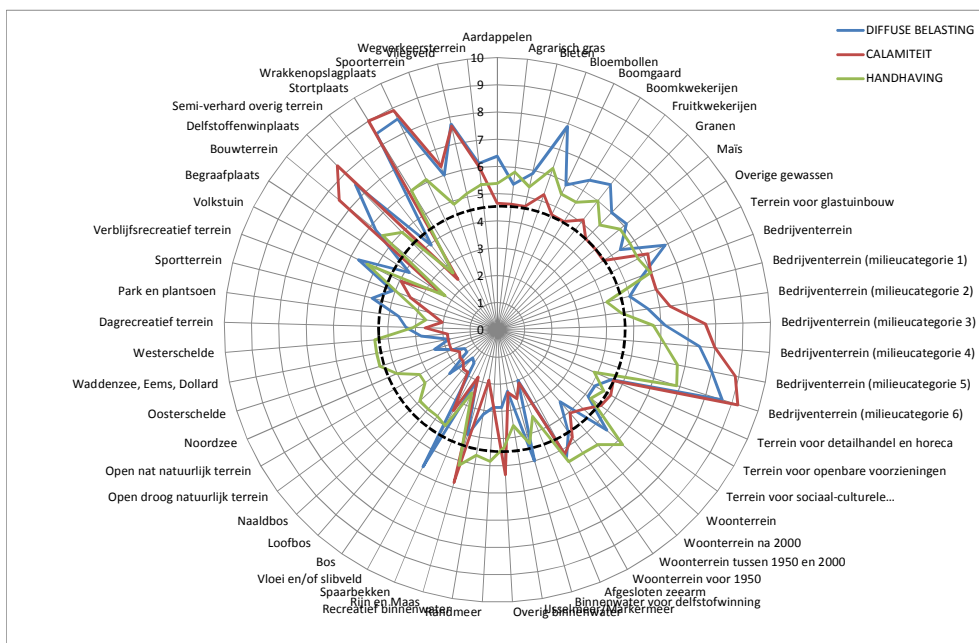
3.4 Belastingsscores per hoofdfunctie

De beoordelingen van de experts zijn gemiddeld tot de nieuwe REFLECT-scores. Figuur 3-2 geeft de afzonderlijke scores en de eindscore voor de onderscheiden landgebruikfuncties. De getalswaarden staan in Bijlage I, en de bandbreedtes van de REFLECT-scores in Bijlage II. De eindscore is bepaald met een gelijke gewing 1:1:1 voor diffuse-belasting-, calamiteit- en handhavingscores.

De belastingsscores kunnen gebruikt worden om landgebruiktypen te identificeren die nog net harmoniëren met drinkwaterwinning. Hiertoe dient een landgebruiktype geselecteerd of gedefinieerd te worden die nog net harmonieert met drinkwaterwinning, c.q. waarvan de risico's voor de drinkwaterfunctie acceptabel zijn. Wij stellen als referentie-landgebruiktype voor extensief agrarisch gras. Dit landgebruiktype is geen legenda-eenheid van de gangbare landgebruikkaarten en is daarom niet gescoord. Op basis van de scores van overige landgebruiktypen hebben wij aan extensief agrarisch gras een score voor diffuse belasting, calamiteit en handhaving toegekend van 4,5. Deze referentie score is met een zwarte stippellijn in Figuur 3-2 weergegeven. Een type landgebruik harmonieert dan niet met de drinkwaterfunctie als de score hoger is, en wel als de score lager is dan extensief agrarisch grasland (4,5).

Ten opzichte van extensief agrarisch grasland hebben de overige agrarische functies, de meeste functies gerelateerd aan wonen en bedrijfsactiviteiten en grote rivieren een hogere totaalscore. Natuurlijke functies, dagrecreatieve terreinen, terreinen voor openbare- en sociaal-culturele voorzieningen maar ook begraafplaatsen en oppervlaktewater als spaarbekkens en vloe- en slibvelden hebben een kleinere diffuse belasting.

Figuur 3-2 illustreert dat met name enkele bebouwde en agrarische functies een grote diffuse belasting hebben. Calamiteiten zijn met name aan de orde voor bedrijventerreinen, wrakkenopslagplaatsen en bouwterreinen. Handhaafbaarheid is (relatief) het belangrijkste aspect bij open water en natuur.



FIGUUR 3-2: REFLECT-DEELSCORES (BOVEN) EN -TOTAALSCORES (ONDER).

3.5 Spreiding van de belastingscores

De eenduidigheid in de oordelen van de experts wat betreft de functiegerelateerde belasting van het grondwater kan worden weergegeven met de variatiecoëfficiënt. Deze is gelijk aan de standaarddeviatie van de scores gedeeld door de gemiddelde waarde en is een maat voor de relatieve spreiding. Voor alle landgebruiksfuncties is de variatiecoëfficiënt ook per subscore (diffuse belasting, calamiteit en handhaving) kleiner dan 1 (zie Figuur 3-3).

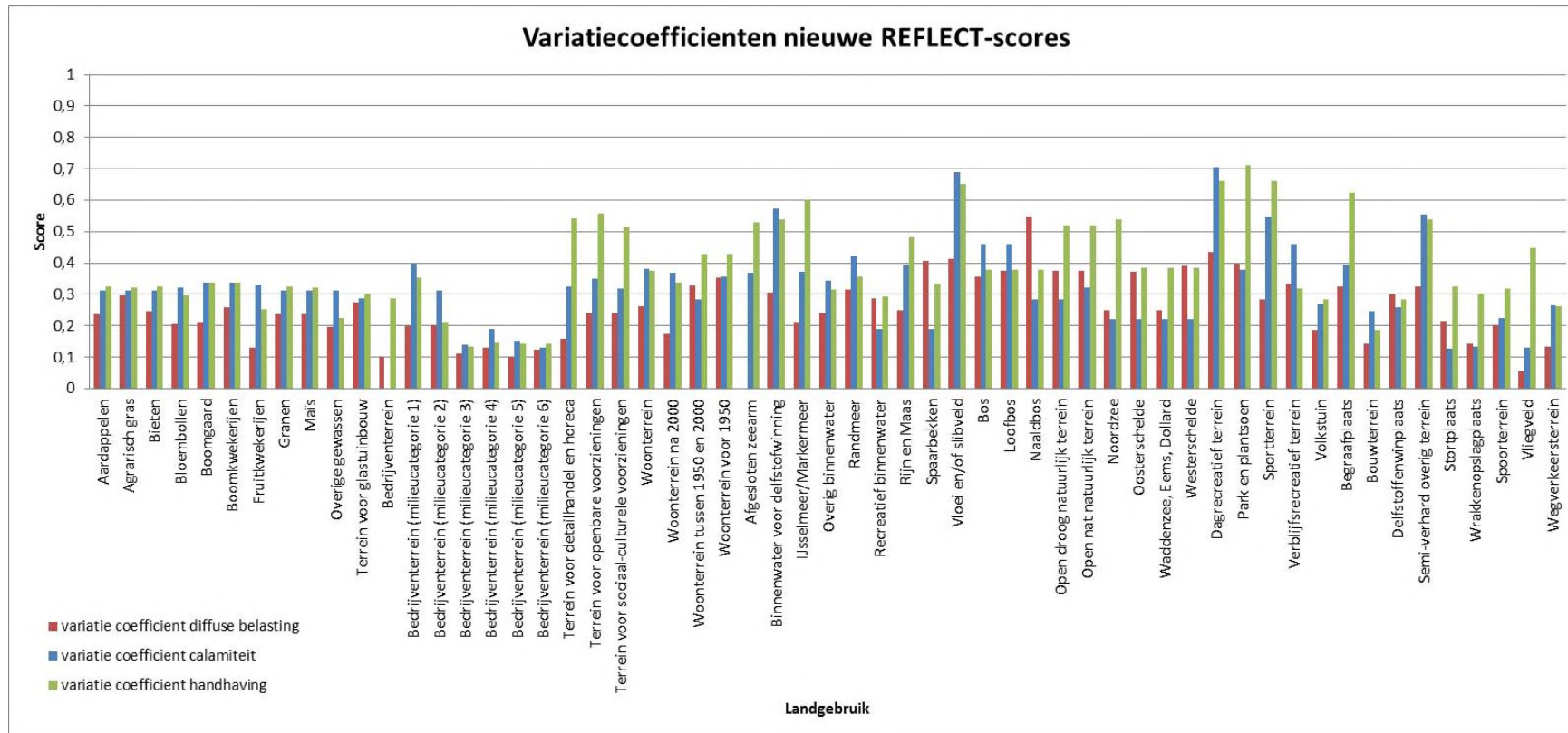
De spreiding van de scores voor diffuse belasting is het kleinst. De calamiteitscores vertonen bij de natuurlijke functies en oppervlaktewater over het algemeen een kleinere spreiding dan bij de andere gebruiksfuncties. Ten aanzien van de handhaving is de spreiding kleiner bij de agrarische functies en bedrijventerreinen en groter bij de overige functies.

De absolute spreiding is het laagst bij diffuse belasting en het hoogst bij handhaving. De relatief geringe spreiding voor het aspect 'diffuse belasting' kan te maken hebben met de gehanteerde definitie, namelijk: een continue belasting die 'onlosmakelijk is verbonden' met een goed gedefinieerde functie. Hierdoor komen regionale verschillen niet tot uiting in de score voor diffuse belasting. Daarnaast is het denkbaar dat de experts beter bekend zijn met diffuse belasting dan met calamiteiten en handhaving.

De grotere spreiding van de calamiteitscore kan te maken hebben met een onduidelijke definitie van het begrip 'calamiteit': wanneer is sprake van een calamiteit, hoe groot is de kans dat zo'n gebeurtenis optreedt en wat zijn de mogelijke gevolgen ervan? Juist omdat ze zeldzaam zijn, zal niet zo gemakkelijk een 'ijking' optreden van het risico van een calamiteit die met een bepaalde functie verbonden is.

De spreiding van de handhavingscore is het grootst. Hierbij kunnen regionale verschillen een rol spelen. Zowel de wijze waarop handhaving is georganiseerd als de wijze waarop deze uitgevoerd wordt varieert. Ook is er per streek variatie in de overtredingen die het grondwater bedreigen.

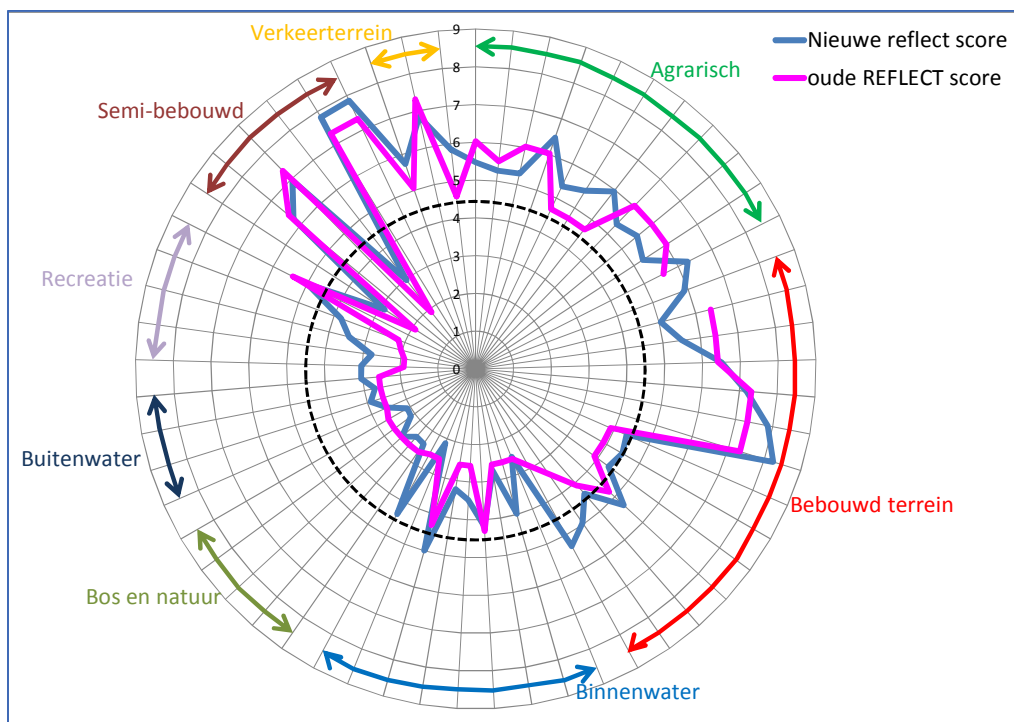
Toch geldt ook voor de drie subscores dat de variatiecoëfficiënt duidelijk kleiner is dan 1. Dit betekent dat de experts ten aanzien van de drie risicoscores voor de onderscheiden landgebruiksfuncties een redelijk eenduidige mening hebben. Zodoende waren geen extra Delphi-rondes nodig om naar eenduidige expert-oordelen te convergeren.



FIGUUR 3-3: VARIATIECOËFFICIËNTEN VAN DE REFLECT-SUBSCORES VOOR FUNCTIEGERELATEERDE BELASTING VAN HET GRONDWATER

3.6 Verandering bij herziening

Naast een onderlinge vergelijking van de nieuwe REFLECT-scores, is de verandering ten opzichte van de oorspronkelijke scores uit 1999 interessant. Figuur 3-4 geeft de oude en nieuwe totaalscores. Bijlage III geeft de wijzigingen van elke subscore.



FIGUUR 3-4 VERGELIJKING REFLECT-SCORES VOOR FUNCTIEGERELATEERDE BELASTING UIT 1999 ("OUD" IN ROZE) EN 2013 ("NIEUW IN BLAUW).

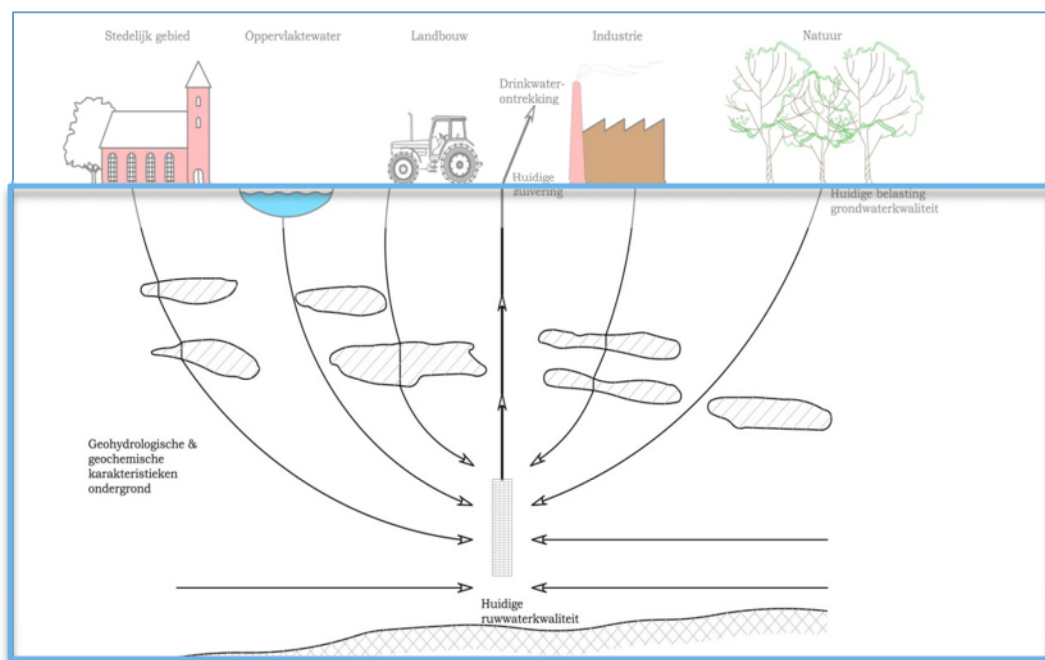
De vergelijking laat zien dat de risico's van landgebruiksfuncties over het geheel groter zijn beoordeeld. Dit komt vooral door een toename van de diffuse-belastingscore. De score voor de handhaafbaarheid is nauwelijks veranderd en de calamiteitenscore lijkt over het algemeen te zijn afgenomen.

De exacte reden voor toename van de diffuse-belastingscore is niet bekend. Een mogelijke verklaring is dat een verschuiving die heeft plaatsgevonden in de aard van de bedreigende stoffen (bijvoorbeeld de 'emerging substances') en veel minder door een toename van dezelfde stoffen. Immers, de landbouwkundige belasting met nutriënten en bestrijdingsmiddelen is in de afgelopen 15 jaar significant verminderd.

4 Kwetsbaarheid grondwaterwinning

4.1 Achtergrond

Grondwatervoorraden worden gevoed door regen- en oppervlaktewater dat via het maaiveld of een waterbodembodem infiltreert. Dit infiltrerende water neemt stoffen mee vanaf het maaiveld of uit het oppervlaktewater. Deze stoffen kunnen direct of indirect (na chemische of biologische omzetting of interacties met de bodemmatrix) het grondwater verontreinigen en zodoende de drinkwaterbereiding negatief beïnvloeden (Figuur 4-1).



FIGUUR 4-1 KWETSBAARHEID VAN EEN GRONDWATERWINNING.

Onder kwetsbaarheid van de bodem wordt hier verstaan de mate waarin stoffen vanaf maaiveld uitspoelen naar het grondwater en uiteindelijk bij de winputten wordt opgepompt. Indien stoffen voor een groot deel door de bodem worden tegengehouden door o.a. afbraak en vastlegging is de bodem weinig kwetsbaar. Indien stoffen vanaf maaiveld zonder veel belemmeringen en snel naar de winning kunnen stromen is er sprake van een hoge kwetsbaarheid.

De kwetsbaarheid van een winning voor de belasting vanaf maaiveld wordt in REFLECT afgemeten aan drie aspecten (zie ook RIVM, STIBOKA en RGD, 1987; Iwaco, 1998):

- de samenstelling van de bovengrond (< 1,2 m-mv);
- de samenstelling van de ondergrond (alles tussen 1,2 m-mv en de bovenkant van het watervoerend pakket);
- de reistijd van het grondwater.

Deze aspecten worden in paragraaf 4.2 besproken.

4.2 De onderscheiden aspecten van kwetsbaarheid

4.2.1 Samenstelling van de bovengrond

De score voor dit kwetsbaarheidsaspect geeft een indicatie voor de mate waarin stoffen vanaf maaiveld via de bovengrond uitspoelen naar het ondiepe grondwater. De bovengrond is hier gedefinieerd als de bovenste 1,2 m van de bodem. In dit geheel of gedeeltelijk onverzadigde deel van de bodem vinden veel bodemchemische processen plaats.

Processen als vastlegging, omzetting en afbraak verminderen de uitspoeling van stoffen en zorgen voor een lagere kwetsbaarheid. Het organisch stofgehalte en het lutumgehalte hebben een grote invloed op de processen in de bovengrond. Deze maken deel uit van de bodemkenmerken als omschreven in de STIBOKA bodemkaart (de Vries e.a., 2003). Daarom hebben experts de subscore voor de samenstelling van de bovengrond vastgesteld per STIBOKA-code.

Bij de aanvulling van deze handleiding in 2018, is geconstateerd dat voor een aantal bodemsoorten die in de Provincie Drenthe voorkomen geen kwetsbaarheidsscore voorhanden was. Deze scores zijn alsnog vastgesteld op basis van de "referentiemethode". Dit betekent dat de scores voor ontbrekende bodemsoorten zijn vastgesteld op basis van de onderlinge verhouding van de bekende scores. In Tabel 4-1 staan de nieuw gescoorde bodemsoorten vermeld, inclusief een toelichting hoe de score is beargumenteerd. Bijlage V geeft het overzicht van de beschikbare scores voor bodemsoorten. Nog ontbrekende scores kunnen met een soortgelijke argumentatie als vermeld in Tabel 4-1 door de gebruiker zelf worden afgeleid.

TABEL 4-1: SCORES VOOR BODEMSOORTEN DIE ZIJN VASTGESTELD VOLGENS DE REFERENTIEMETHODE.

Code	Score	Argumentatie
cHn23	6.9	Lijkt op Hn23 met een score van 7.4. Het prefix "c" is gemiddeld gewaardeerd met een 0.6 lagere score
cHn21	6.9	Vergelijkbaar met cZd23
Hd23	7.2	Haarpodzol van lemig fijn zand is iets minder kwetsbaar dan Hd21
Hn21	7.9	Vergelijkbaar met CN21
cHn23	6.9	Prefix c leidt gemiddeld genomen tot een 0.6 lagere score. Score afgeleid van Hn23
AS	10	Stuifzandgronden: door zeer beperkte bodemvorming is de kwetsbaarheid van deze gronden maximaal
KX	3.9	Zeer ondiepe keileem is net zo kwetsbaar als ROb72
AP	5.0	Petgaten zijn half zo kwetsbaar als oppervlaktewater
b	7.5	Afgegraven is net zo kwetsbaar als Hn23
c	7.5	Opgehoogd: in ophoogzand heeft weinig bodemvorming plaats gevonden. Score gelijk gesteld aan Hn23
Oppervlaktewater	10	Door afwezigheid van een bodem is de kwetsbaarheid maximaal

4.2.2 Samenstelling van de ondergrond

De kwetsbaarheid van de ondergrond is gebaseerd op de eigenschappen van de slecht doorlatende lagen tussen 1,2 m-mv (de onderkant van de bovengrond, zie paragraaf 4.2.1) en de bovenkant van het onderste onttrekkingsfilter. De score wordt gekoppeld aan de reactiviteit van dit deel van de ondergrond en de voorkeursstroming, of aan de dikte van beschermende (afdekkende) lagen.

De kationuitwisselcapaciteit (CEC) wordt gebruikt als maat voor de reactiviteit. Dit geeft een benadering die enerzijds praktisch toepasbaar is en anderzijds recht doet aan de verschillen in reactiviteit voor verschillende stoffen bij de chemische en fysieke kenmerken van de bodem. Als het lutum- en organische-stofgehaltes van de ondergrond beschikbaar zijn kan de CEC berekend worden met de formules in Bijlage IV.

Is alleen de opbouw bekend als dikte van verschillende bodemsoorten dan kunnen de waarden voor de CEC per meter dikte uit Tabel 4-2 gebruikt worden.

TABEL 4-2: LUTUM- EN ORGANISCHESTOFGEHALTE, POROSITEIT EN CEC VAN VERSCHILLENDE GRONDSOORTEN PER METER DIKTE.

Soort Bodem	Bodemsoort	lutum [%]	org. stof [%]	porositeit [-]	CEC [mmol/ha/m']
Minerale bodem	zware klei	50	4	0.6	3.1
	klei	35	3	0.6	2.2
	zavel	17	1	0.5	1.3
	leem	10	0.1	0.4	0.8
	lemig/kleiig zand	5	0.1	0.4	0.4
	zand	1	0.1	0.4	0.1
Moerige bodem	veen	15	70	0.7	5.5
	zandig veen	4	30	0.6	4
	kleiig veen	30	45	0.6	5.9
	venig zand	4	20	0.5	3.6
	venige klei	35	25	0.5	5.6

De ondergrond wordt niet altijd volledig doorstroomd door het infiltrerende grondwater. Vaak zijn er voorkeursbanen waarlangs sterkere stroming optreedt. Daardoor draagt niet de volledige reactiviteit bij aan de bescherming van de winning. Daarom wordt de CEC gereduceerd met een factor voor de voorkeursstroming:

$$CEC_{actief} = CEC * Voorkeursstromingsfactor$$

De voorkeursstromingsfactor hangt samen met de heterogeniteit van de ondergrond en is daarmee met name afhankelijk van de ontstaanswijze: glaciaal, fluviaal, marien of eolisch. Met name glaciale en fluviaale afzettingen zijn heterogeen opgebouwd. Daarnaast is ook de dikte van de laag van belang. In relatief dunne lagen (1 à 2 m) zullen meer doorgaande voorkeursstroombanen voorkomen. Bij relatief dikke lagen (> 2 m) zullen weinig doorgaande voorkeursstroombanen aanwezig zijn. De waarde voor de voorkeursstromingsfactor is sterk afhankelijk van de lokale situatie. Als voorbeeld kunnen potklei en keileem dienen (beide glaciale afzettingen). Keileem is zeer heterogeen (morene), terwijl potklei (smeltwaterafzetting) zeer homogeen is. In Tabel 4-3 zijn enkele richtwaarden opgenomen m.b.t. de voorkeursstromingsfactor.

TABEL 4-3: RICHTWAARDEN VOORKEURSTROMINGSFACTOR.

Afzettingsmilieu	Dikte < 2 m	Dikte >2 m
Glaciaal	0,4	0,8
Fluviatiel	0,6	0,9
Marien	0,8	1
Eolisch	0,9	1

4.2.3 Reistijd van het grondwater

Het derde aspect van de kwetsbaarheidsscore is de reistijd van het water in de bodem vanaf de infiltratie aan maaiveld totdat het wordt opgepompt. De reistijden kunnen eenvoudig berekend worden met de grondwatermodellen die voor de meeste winningen in Nederland beschikbaar zijn. Ook is het vaak mogelijk om gebruik te maken van het gebiedsdossier (zie bijvoorbeeld Steinweg e.a. 2013).

4.3 Toekennen kwetsbaarheidsscores

De Delphi-methode is gebruikt voor het vaststellen van de subscores voor de onderscheiden aspecten van kwetsbaarheid. (Laeven e.a., 1999). Bijlage V geeft de subscores voor de bovengrond voor vrijwel alle in bodemsoorten op bodemkaart van Nederland (de Vries e.a. 2003). Uit de bijlage blijkt dat de veengronden over het algemeen als het minst kwetsbaar worden gezien (score 3). De zandgronden worden algemeen als het meest kwetsbaar gezien (score tot 7,9).

TABEL 4-4A: KWETSBAARHEIDSSUBSCORE ONDERGROND OP BASIS VAN CEC_{ACTIEF}

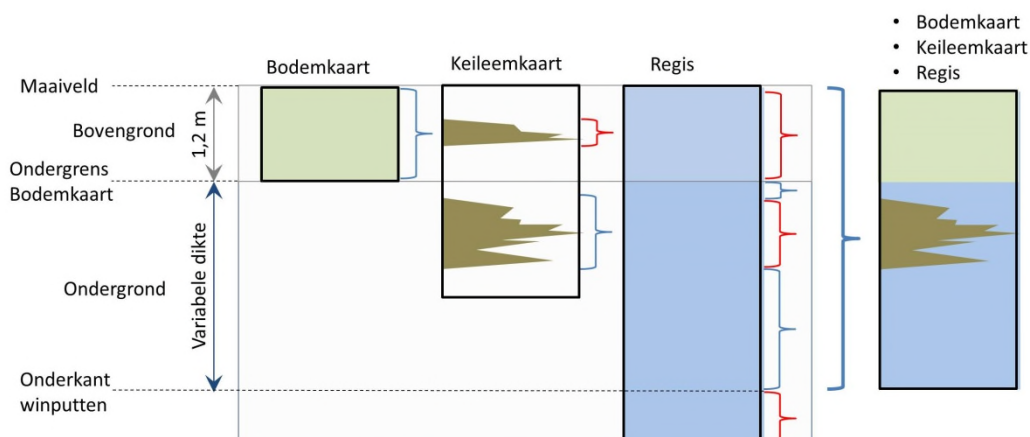
CECactief [mmol/ha]	Score
0-1	10
1-2	9
2-4	8
4-8	7
8-15	6
15-25	5
25-50	4
50-100	3
100-200	2
> 200	1

De ondergrondscore kan ook bepaald worden op basis van de dikte van de deklaag, indien de gegevens ontbreken om de CEC vast te stellen. Hiervoor kan Tabel 4-4B gebruikt worden.

TABEL 4-4B: BENADERENDE KWETSBAARHEIDSSUBSCORE VOOR ONDERGROND GEBASEERD OP DE DIKTE VAN DE DEKLAAG.

dikte deklaag [m]	Score
0	10
0-0.5	9
0.5-1	8
1-2	7
2-4	6
4-7	5
7-10	4
10-15	3
15-20	2
>20	1

Ter verfijning van de beoordeling van 'alleen' de dikte, kan ook de geologische opbouw en samenstelling van de ondergrond gebruikt worden om de kwetsbaarheid in te schatten. Hierbij vormt REGIS een bruikbare en vlakdekkende informatiebron, maar ook bijvoorbeeld een keileemkaart zoals de provincie Drenthe die heeft laten maken (zie paragraaf 6.2.3). Bij het gebruik van meerdere databronnen is het belangrijk scheidende lagen niet dubbel te tellen. Wanneer de bodemkaart informatie geeft over scheidende lagen of aanwezigheid van bijvoorbeeld leem of klei tot 1,2 m-mv, moet deze bovenste 1,2 meter gecorrigeerd worden in andere databronnen die gebruikt worden, zoals REGIS of de keileemkaart. Hetzelfde geldt voor de keileemkaart. Wanneer de keileemkaart overeenkomt met een bepaalde geologische formatie binnen REGIS, dient voor één van beide schematisaties gekozen te worden om dubbeltelling te voorkomen. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 4-2 en uitgewerkt in paragraaf 6.2.3.



FIGUUR 4-2: CONCEPTUELE WEERGAVE VAN HET GEBRUIK VAN VERSCHILLENDE DATABRONNEN VOOR BOVEN- EN ONDERGROND OM DOUBBELTELLING VAN SCHEIDENDE LAGEN TE VOORKOMEN.

In Tabel 4-5 is voor de verschillende verblijftijdsklassen de subscore voor reistijd weergegeven.

TABEL 4-5: KWETSBAARHEIDSSUBSCORE VOOR REISTIJD.

Reistijd (jaar)	Score
0-1	10
1-2	9
2-4	8
4-8	7
8-15	6
15-25	5
25-50	4
50-100	3
100-200	2
> 200	1

4.4 Bepaling kwetsbaarheidsscore uit subscores

De kwetsbaarheidsscore wordt berekend als het gemiddelde van de subscores voor bovengrond, ondergrond en reistijd. Het zou in principe mogelijk zijn om verschillende weegfactoren voor de subscores te gebruiken, maar er is geen reden om een van de kwetsbaarheidsfactoren zwaarder te laten meewegen.

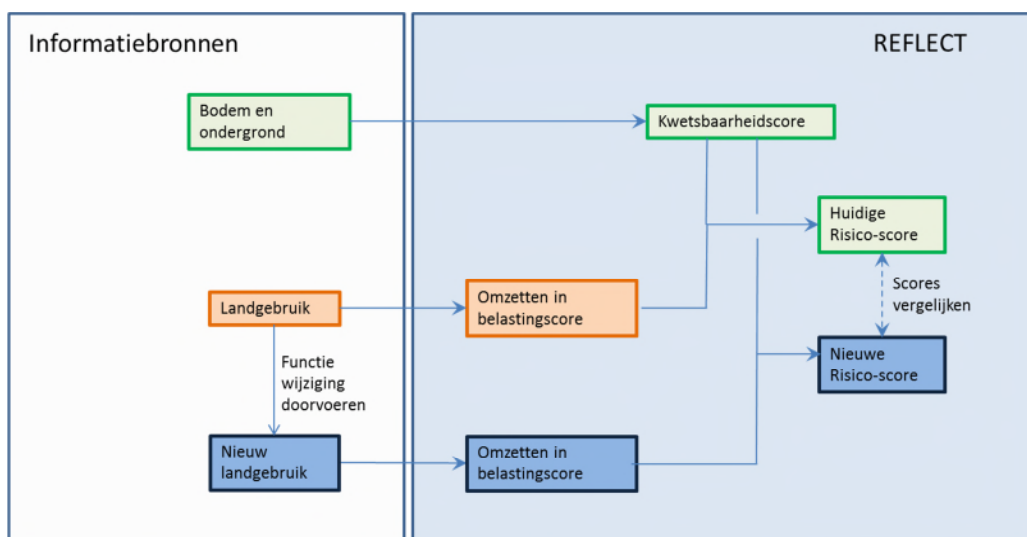
5 Risico-index

5.1 Vaststellen risico-index voor waterwinning

De risico-index is een maat voor het risico van verontreiniging van de grondwaterwinning. Naar mate de index hoger wordt, neemt het risico voor de grondwaterwinning toe. De risico-index wordt berekend door de informatie over fysische kwetsbaarheid en belasting te combineren. REFLECT koppelt fysische kwetsbaarheid en functiegerelateerde belasting tot een risico-index door de scores per deelgebied met elkaar te vermenigvuldigen.

Om voor verschillende inrichtingsvarianten te komen tot de risico-index worden de scores per kaartvlak geïntegreerd over het hele interessegebied. Hierbij wordt de bijdrage per deelgebied vermenigvuldigd met het relatieve oppervlak van dat kaartvlakje (oppervlak kaartvlak gedeeld door het oppervlak studiegebied).

De wenselijkheid van verschillende landgebruikscenario's kan worden onderbouwd door de risico-scores voor de huidige situatie te vergelijken met die voor de onderscheiden scenario's. Hierbij blijft de kwetsbaarheidsscore ongewijzigd zolang de waterwinning niet verandert. In dat geval dient alleen de belastingscores voor elk scenario opnieuw berekend te worden. Om te bepalen hoe het risico voor de waterwinning verandert voor de onderscheiden scenario's dient wel uitgegaan te worden van de risico-scores (belastingsscore en kwetsbaarheidsscore), omdat de kwetsbaarheid bepaald hoe sterk een belastingsscore doorwerkt op de kwetsbaarheid. Figuur 5-1 illustreert deze werkwijze.



FIGUUR 5-1: REFLECT-AANPAK VOOR EVALUATIE VAN LANDGEBRUIKSCENARIO'S

5.2 Toepassing op verschillende ruimtelijke aggregatieniveaus

REFLECT kan gebruikt worden op verschillende ruimtelijke aggregatieniveaus. Afhankelijk van de toepassing kan het daarbij voorkomen dat maar een deel van de REFLECT-scores van belang is.

Bij beoordeling van een functieverandering op een specifieke plek kan volstaan worden met het vergelijken van de belastingscores van de oude en de nieuwe landgebruiksfunctie. Noch een ruimtelijke analyse, noch het berekenen van kwetsbaarheidsscores is noodzakelijk, omdat deze ongewijzigd blijven en geen onderscheidend vermogen meer leveren.

Bij de beoordeling van gebiedsplannen is zowel de belasting, als de kwetsbaarheid van belang om nieuw te realiseren functies een plek in de ruimtelijke ordening te geven. Door rekening te houden met de kwetsbaarheid voor waterwinning kan een optimale locatie worden gevonden door de functies met een hogere belastingscore in minder kwetsbare delen te realiseren, en functies met een lagere belastingscore juist in de gebieden met een hogere kwetsbaarheidsscore. Hierbij kan ook gebruik gemaakt worden van een saldo-benadering, waarbij lokaal een verslechtering geaccepteerd wordt, zolang deze gecompenseerd wordt door een verbetering in een ander deel van het gebied (zie fictief voorbeeld in Tabel 5-1).

TABEL 5-1: VOORBEELD VAN SALDO-BENADERING WAARBIJ DE RISICO-INDEX AFNEEMT DOOR EEN LANDGEBRUIK MET HOGERE BELASTING (BLOEMBOLLEN: 6,5) VERWISSELD IS MET EEN LANDGEBRUIK (AGRARISCH GRASLAND: 5,5) IN EEN MINDER KWETSBARE DEELGEBIED.

deelgebied	oppervlak	kwets- baarheid	huidig			scenario		
			belasting	risico	%risico	belasting	risico	%risico
A	30	5	4,4	22	25%	4,4	22	27%
B	20	1	5,5	5,5	4%	6,5	6,5	5%
C	40	8	2,1	16,8	26%	2,1	16,8	27%
D	20	9	6,5	58,5	45%	5,5	49,5	40%
totaal	110			24	100%		22	100%

Een dergelijke aanpak kan uitgaan van een plangebied waar initiatiefnemers nieuwe landgebruiksfuncties willen realiseren, of van het intrekgebied indien bij een winning maatregelen noodzakelijk zijn voor het veiligstellen van de grondwaterkwaliteit.

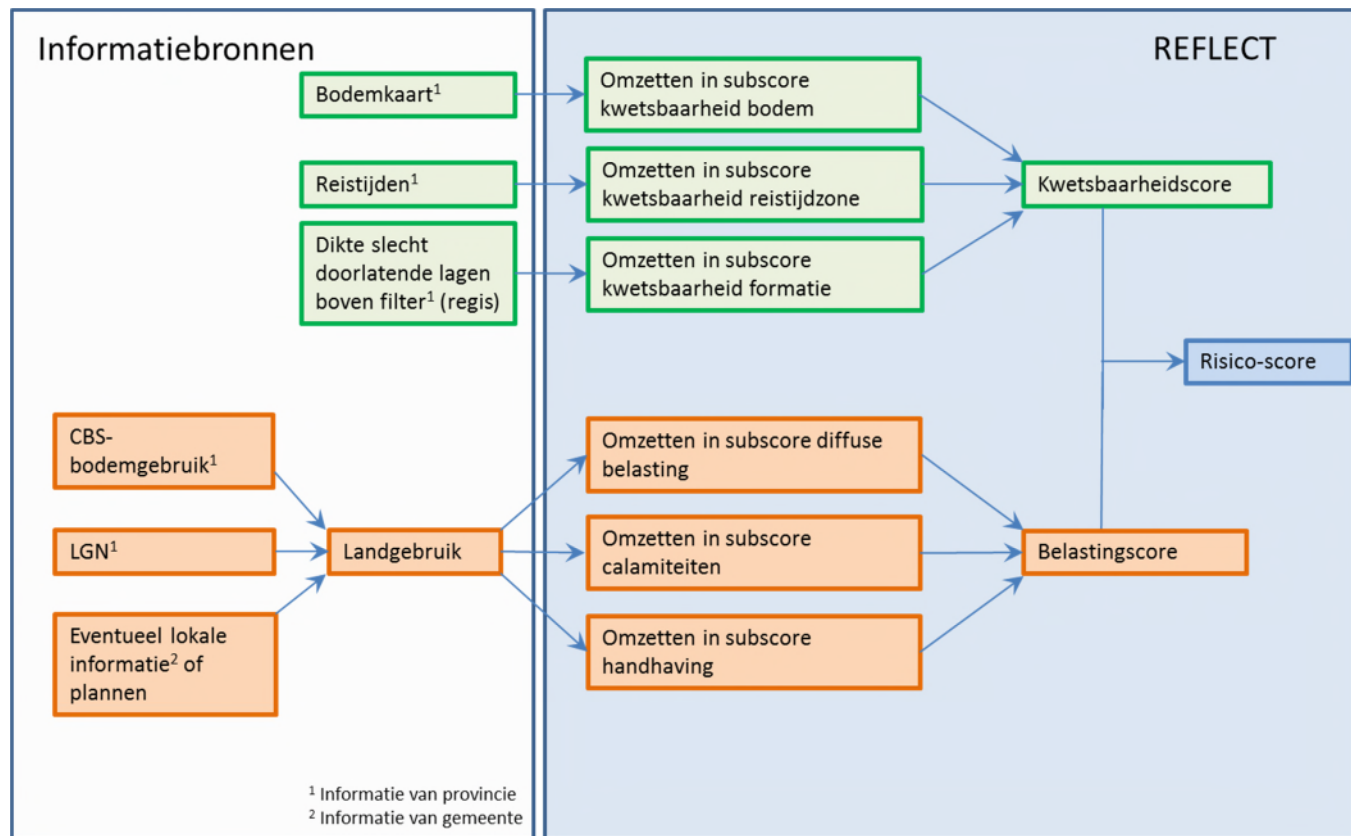
5.3 Informatiebronnen en noodzakelijke functionaliteiten

Figuur 5-2 geeft een overzicht van de relatie tussen algemeen beschikbare informatiebronnen en de REFLECT-scores voor de kwetsbaarheid en belasting van het grondwater. De figuur illustreert welke gegevens gebruikt kunnen worden, hoe kaarten gemaakt kunnen worden van de functie-gerelateerde belasting en de fysische kwetsbaarheid, en dat combinatie van deze kaarten een ruimtelijk beeld van de risico-score oplevert.

In sommige gevallen zijn op regionale schaal gedetailleerdere informatiebronnen voor de bodem en ondergrond beschikbaar. Deze informatiebronnen kunnen worden benut om een waarheidsgetrouwere indicatie van de kwetsbaarheid van het grondwater te verkrijgen. Een

voorbeeld is de keileemkaart voor de Provincie Drenthe, die het voorkomen en dikte van keileem gedetailleerd beschrijft. Een aandachtspunt bij het gebruik van aanvullende informatiebronnen is dat deze overlap hebben met de Bodemkaart en/of REGIS. Om dubbeltelling van beschermende lagen, en daarmee een onderschatting van de kwetsbaarheidsscore, te voorkomen, dient een keuze gemaakt te worden welke beschermende laag via welke informatiebron wordt verrekend. Dit betekent tevens dat de algemeen beschikbare informatiebronnen verder bewerkt moeten worden, namelijk door de lagen die via de aanvullende informatiebron worden verrekend te verwijderen. In paragraaf 6.2.3 wordt een voorbeeld gegeven van een dergelijke toepassing van regionaal beschikbare bodem- en ondergrondinformatie voor het bepalen van kwetsbaarheidsscores.

Door de REFLECT-tabellen binnen een Geografisch InformatieSysteem (GIS) te koppelen aan de genoemde kaarten kunnen de kaarten met scores eenvoudig vervaardigd worden. Afhankelijk van de beschikbare functionaliteiten en voorkeuren kan hierbij gebruik gemaakt worden van rasterkaarten of polygonen kaarten. Bij rasterkaarten worden alle kaarten omgezet in vierkantjes, waarbij vervolgens voor elk vierkantje de scores uitgerekend worden (in ArcGIS is hiervoor een licentie van de 'spatial analyst toolbox' vereist). Bij polygonenkaarten moeten alle invoerkaarten met elkaar versneden worden, zodat uiteindelijk vlakjes ontstaan, waarbinnen voor elk van de parameters één waarde geldt, waarmee dan de REFLECT-scores berekend worden. De laatste methode is over het algemeen bewerkelijker. Beide methodes leveren op eenduidige wijze score-kaarten, waaruit ook totaal-scores voor een specifiek gebied bepaald kunnen worden voor elke onderscheiden variant van het landgebruik.



FIGUUR 5-2: SCHEMATISCHE WEERGAVE BEREKENING RISICO-INDEX.

6 Toepassingen en evaluatie

6.1 Toepassing van REFLECT

REFLECT is in 1999 ontwikkeld om heel verschillende ruimtelijke functies te kunnen vergelijken met betrekking tot de risico's van die functies voor de drinkwaterwinning. Juist door de bedreiging en kwetsbaarheid van de winning expliciet en ruimtelijk te beschrijven, draagt het gebruik van REFLECT sterk bij aan inzicht in deze factoren – en de ruimtelijke variabiliteit daarvan.

De toentertijd betrokken instanties - provincies, gemeenten en drinkwaterbedrijven – zijn nog altijd de instanties die het meest betrokken zijn bij ruimtelijke ontwikkelingen binnen intrekgebieden van drinkwaterwinningen. Vanwege de potentiële bruikbaarheid van het instrument, is dit instrument via KWR landelijk beschikbaar gemaakt als REFLECT (Laeven e.a. 1999). Op provinciaal niveau heeft de provincie Overijssel het instrument opgenomen in het provinciale beschermingsbeleid. Dit is uitgewerkt via het stand-still / step forward principe. Stand-still houdt in dat ruimtelijke ontwikkelingen per saldo niet mogen leiden tot een toename van de risico's voor de winning. Dit beleid geldt in het intrekgebied van de grondwaterwinning. Step-forward houdt in dat ruimtelijke ontwikkelingen per saldo moeten leiden tot een vermindering van de risico's voor de winning. Dit beleid geldt in het grondwaterbeschermingsgebied.

De Kaderrichtlijn Water vraagt om een inspanningsverplichting voor het verminderen van de zuiveringsinspanning (KRW art 7.3). Voor het aanpakken van knelpunten worden in Nederland per drinkwaterwinning gebiedsdossiers opgesteld. In gebiedsdossiers zijn per winning de risico's geïnventariseerd die mogelijk een bedreiging vormen voor het realiseren van die doelstelling. Voor het opstellen van de gebiedsdossiers is REFLECT vaak gebruikt voor het inschatten van de kwetsbaarheid van een winning voor verontreiniging. Ook is REFLECT in een aantal gebiedsdossiers gebruikt voor het beoordelen van de diffuse belasting. Verder is de kwetsbaarheid gebruik als onderlegger voor het beoordelen van de risico's van punt- en lijnbronnen. Juist het inzicht in de ruimtelijke variatie van de kwetsbaarheid van winningen is bruikbaar gebleken bij het beoordelen van risico's van verschillende type verontreinigingen en – op basis daarvan – het identificeren van effectieve maatregelen. Dit ruimtelijk variabele beeld van de kwetsbaarheid kan daarmee beschouwd worden als vingerafdruk van een winning.

Parallel aan de toepassing bij de gebiedsdossiers – als feitendocument – wordt REFLECT gebruikt in het voorkantoverleg. Hiermee wordt bedoeld op een verkennend overleg tussen initiatiefnemer en bevoegd gezag over initiatieven of concrete ruimtelijke ontwikkelingen, en de mogelijkheden van deze ontwikkelingen om de winning meer robuust te maken. Dat wil zeggen dat inzicht in de kwetsbaarheid en belasting gebruikt wordt om i) te zoeken naar functies en/of de inrichting daarvan om de risico's voor de winning te verminderen of concrete maatregelen te benoemen, en ii) de kansen voor duurzaam maatschappelijk medegebruik expliciet te maken.

6.2 Voorbeelden van toepassingen

Dat er een relatie bestaat tussen ruimtelijke functies en grondwaterkwaliteit is niet nieuw. Net zo min als de wens het ruimtegebruik vanuit het oogpunt van de bescherming van het grondwater te kunnen sturen of bijsturen. In aanvulling op de in hoofdstuk 1 geschetste wordingsgeschiedenis, hebben verschillende provincies en / of drinkwaterbedrijven methodieken ontwikkeld om onder meer de risico's door ruimtegebruik beheersbaar te maken. In een aantal van deze methodieken is REFLECT als instrument gebruikt – in alle genoemde methodieken is REFLECT bruikbaar ter onderbouwing van de risico's door ruimtelijke functies. Ter illustratie van het toepassingsbereik van REFLECT worden hieronder een aantal voorbeeldtoepassingen gepresenteerd.

6.2.1 Beoordeling van ruimtelijke ontwikkelingen

De "Methodiek gebiedsgerichte grondwaterbescherming" (Tauw, 2007) is een methodiek waarmee door de provincie Overijssel invulling gegeven wordt aan het stand-still en step-forward principe. De methodiek is een sturingsinstrument in het ruimtelijke ordeningsspoor voor de bescherming van de kwaliteit van het grondwater. Met deze methodiek worden verschillende ruimtelijke functies in het licht van de grondwaterkwaliteit beoordeeld. Tevens is het in de Provinciale Omgevingsverordening (POV) opgenomen om de risico's van ruimtelijke ontwikkelingen voor de grondwaterkwaliteit te beoordelen (POV hoofdstuk 2.13.1). Om de toegankelijkheid voor gemeenten en initiatiefnemers van ruimtelijke ontwikkelingen te vergroten, heeft de provincie Overijssel een webversie van REFLECT in 2015 beschikbaar gesteld waarmee initiatiefnemers en bevoegd gezag:

- de consequenties van ruimtelijke ontwikkelingen voor de grondwaterkwaliteit eenvoudig kunnen beoordelen, en
- de resultaten van de analyse eenvoudig kunnen uitdraaien t.b.v. voorkantoverleg of vergunningaanvraag.

6.2.2 Eerste generatie gebiedsdossiers

Een gebiedsdossier (NWO, 2010) is een beleidsmatig document dat een risico-inventarisatie bevat van (kwetsbare) drinkwaterwinningen en landelijk toegepast wordt. Het gebiedsdossier bestaat uit feiten over de winning en de aanwezige verontreinigingen en een analyse daarvan: een feitendocument. Onderdeel van deze risicoanalyse is een beschrijving van de kwetsbaarheid van de winning en de bedreiging door ruimtelijke functies. Dit feitendocument vormt de basis voor het formuleren van maatregelen en afspraken daarover om de risico's voor de winning bespreekbaar en inzichtelijk te maken. Dit gemeenschappelijke inzicht in de risico's vormt vervolgens de basis voor het identificeren en implementeren van maatregelen.

Voor winningen in de provincies Overijssel

(<http://www.overijssel.nl/thema's/water/gebiedsdossiers/>) en Drenthe

(<http://www.provincie.drenthe.nl/onderwerpen/natuur-milieu/water/drinkwater/>) zijn de eerste generatie gebiedsdossiers met behulp van REFLECT opgesteld. De generieke methode van REFLECT bleek daarbij een goede aanvulling te zijn op de gebiedspecifieke kennis over activiteiten en kwetsbaarheid rond de winningen, omdat (1) de risico-inventarisatie systematisch kon worden uitgevoerd, (2) de risico's geprioriteerd konden worden naar ernst van de bedreiging op basis van ruimtelijk inzicht in de kwetsbaarheid van de winning, en (3) de risico-inventarisatie op basis van een onafhankelijk oordeel kon worden gebaseerd, zodat regionale belangen minder invloed hadden op de uitkomsten.

6.2.3 Implementatie van de keileemkaart ten behoeve van de tweede generatie gebiedsdossiers

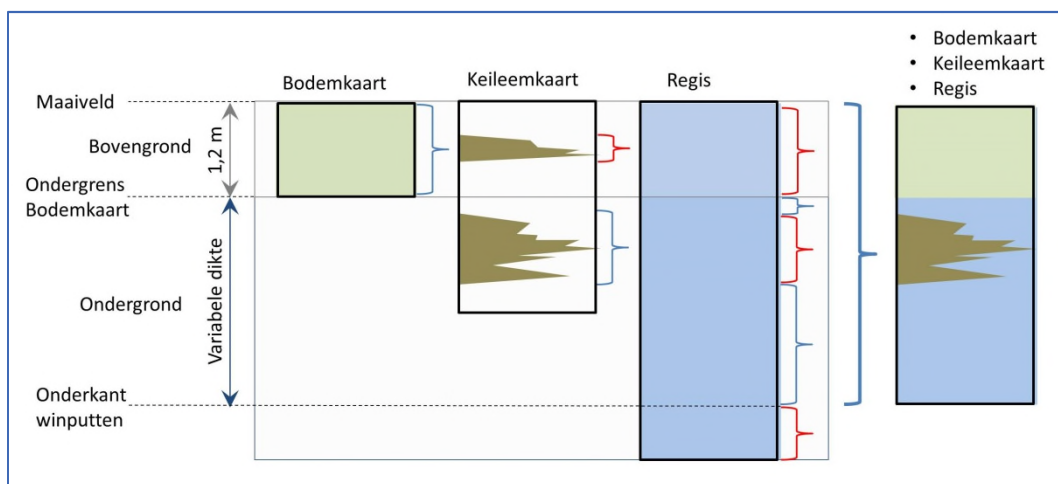
De Provincie Drenthe zet REFLECT ook in voor het verkrijgen van basisinformatie over de risico's van landgebruik ten behoeve van het opstellen van de tweede generatie gebiedsdossiers. Hierbij worden kwetsbaarheidskaarten vervaardigd op basis van de best beschikbare ondergrondmodellen voor zover die provincie-dekkend beschikbaar zijn. Dit betekent dat naast de Bodemkaart van Nederland en REGIS ook de keileemkaart wordt gebruikt. Uit een overlay van de Bodemkaart van Nederland en de keileemkaart (tot 1,2 m diepte) is gebleken dat binnen de contouren van de keileemkaart tot 1,2 m diepte hoofdzakelijk (73% van het areaal) bodemtypen voorkomen die (kei-)leem bevatten. De overige 27% bevat bodemtypen die moerig van aard zijn of bestaan uit veen (Tabel 6-1). Hieruit blijkt dat de Bodemkaart weinig vals-positieven ten opzichte van de keileemkaart bevat. Daarom is voor de Provincie Drenthe gekozen om de kwetsbaarheid van de bovengrond enkel te baseren op de bodemkaart.

TABEL 6-1: EENHEDEN VAN DE BODEMKAART BINNEN DE CONTOUREN VAN DE KEILEEMKAART (UITSNEDE TOT 1.2 DIEPTE).

Bodemtype met leem als karakterisering	Bodemtype	Omschrijving	% van het areaal
Ja	Hn23	Veldpodzolgronden; lemig fijn zand	36%
	Hn21	Veldpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand	16%
	cHn23	Laarpodzolgronden; lemig fijn zand	4%
	pZg23	Beekeerdgronden; lemig fijn zand	3%
	cY23	Loopodzolgronden; lemig fijn zand	3%
		Haarpodzolgronden; leemarm en zwak lemig fijn zand	
	Hd21		2%
	Zn21	Vlakvaaggronden; leemarm en zwak lemig fijn zand	2%
	pZn23	Gooreerdgronden; lemig fijn zand	2%
	zEZ23	Hoge zwarte enkeerdgronden; lemig fijn zand	2%
	KX	Zeer ondiepe keileem, potklei, enz	1%
	overig		4%
		totaal	73%
nee	zWp	Moerige podzolgronden met een humushoudend zanddek en een moerige tussenlaag	6%
	iWp	Moerige podzolgronden met een veenkoloniaal dek en een moerige tussenlaag	5%
	h BEBOUW	Bebouwing	4%
	iVp	Veengronden met een veenkoloniaal dek op zand met humuspodzol, beginnend ondieper dan 120 cm	2%
	vWz	Moerige eerdgronden met een moerige bovengrond op zand	2%
	vWp	Moerige podzolgronden met een moerige bovengrond	2%
	overig		7%
		totaal	27%

Ten opzichte van REGIS bevat de keileemkaart informatie over de dikte van keileem op een hogere ruimtelijke resolutie doordat deze op omvangrijke datasets van de bodem en ondergrond is gebaseerd. Daarmee biedt de keileemkaart in principe een waarheidsgetrouwer en gedetailleerder beeld van de kwetsbaarheid van ondergrond verkregen dan bij gangbare toepassingen waarbij alleen de REGIS wordt benut.

Om de keileemkaart in combinatie met de Bodemkaart en REGIS te benutten, zijn extra GIS-bewerkingen noodzakelijk om dubbeltelling van keileem te voorkomen. Dit zou namelijk een onderschatting van de kwetsbaarheid tot gevolg hebben. Dit betekent dat de REGIS-laag voor het Laagpakket van Gieten (Formatie van Drenthe, Vernes e.a., 2013) niet moet worden meegenomen bij de berekening van de kwetsbaarheid van de ondergrond. Daarnaast dient, net als voor REGIS-gegevens, een uitsnede van de keileemkaart gemaakt te worden, door de bovenste 1,2 m weg te laten. De beschermende lagen in de bovenste 1,2 m zijn immers onderdeel van de bovengrond en als zodanig reeds via de Bodemkaart verrekend. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 6-1.

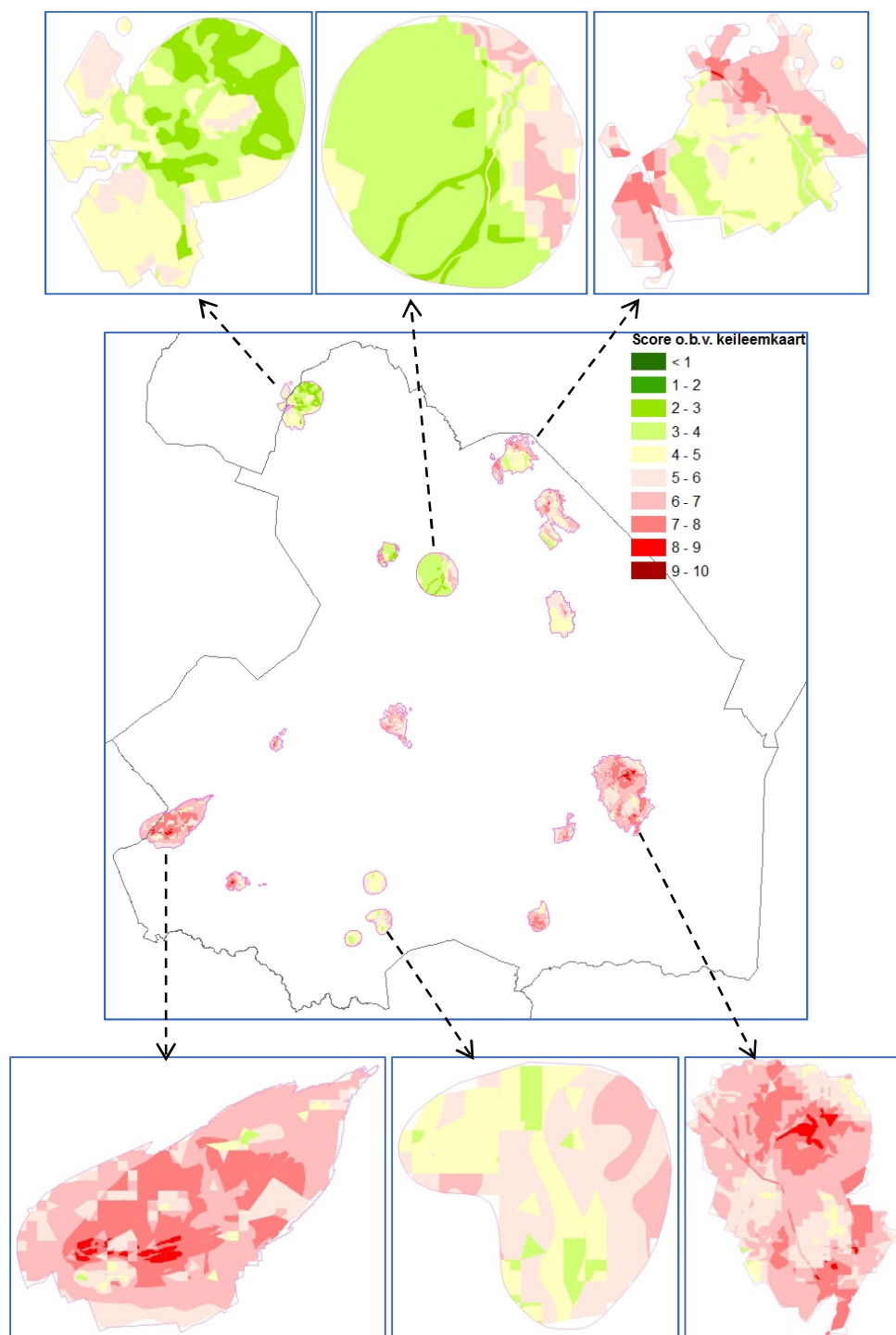


FIGUUR 6-1: CONCEPTUELE WEERGAVE VAN DE "KEILEEMKAARTMETHODE" WAARBIJ DE KWETSBAARHEID VAN DE ONDERGROND WORDT GESCOORD DOOR COMBINATIE VAN DE BODEMKAART, KEILEEMKAART EN REGIS.

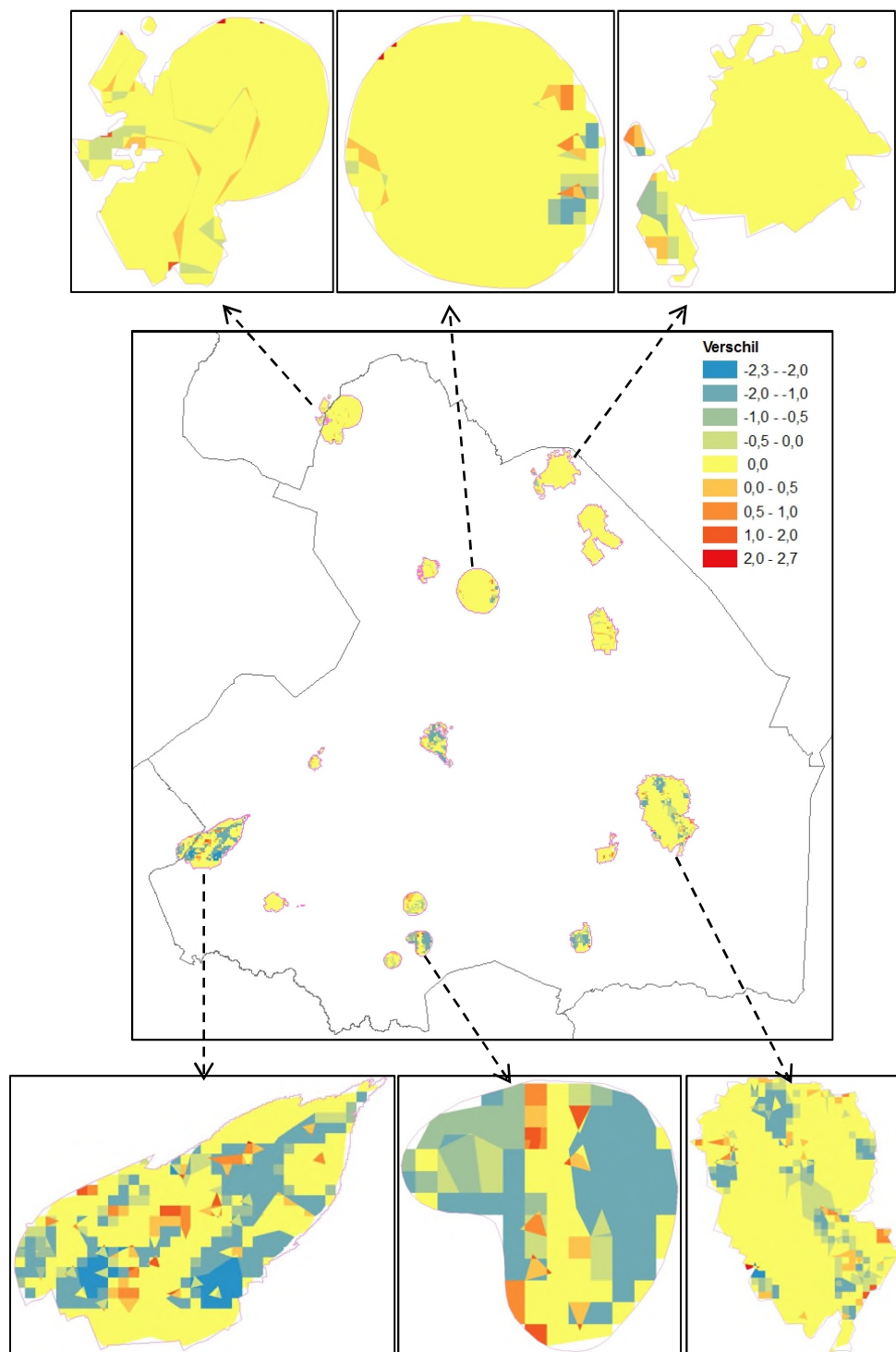
Voor de grondwaterbeschermingsgebieden van de Provincie Drenthe is de kwetsbaarheid berekend met de keileemkaart als aanvullende bron van informatie (de keileemkaartmethode). Dit betekent dat de kwetsbaarheid is berekend op basis van verblijftijden, de bodemkaart, REGIS en de keileemkaart. Het resultaat is in Figuur 6-2 weergegeven. Daarnaast is in Figuur 6-3 het verschil tussen de "keileemkaart-methode" en de gangbare "REGIS-methode" weergegeven.

Uit Figuur 6-2 blijkt dat de grondwaterwinningen in het noorden van Drenthe kwetsbaarder zijn dan de grondwaterwinningen in het zuiden. Wel is er binnen een aantal grondwaterbeschermingsgebieden een gedifferentieerd beeld, waarbij kwetsbaardere (>6) en minder (<4) kwetsbaardere gebieden zijn te onderscheiden. Voor de grondwaterbeschermingsgebieden in het noorden van Drenthe, levert de keileemkaartmethode nauwelijks andere resultaten dan de REGIS-methode. Grote verschillen (>1 punt) komen slechts lokaal voor. Dit is anders voor de grondwaterbeschermingsgebieden in het zuiden van Drenthe. Daar is de kwetsbaarheid op basis van de keileemkaart-methode in grote gebieden flink lager (meer dan 1 punt) ten opzichte van de REGIS-methode. Dit komt

vooral doordat de gebieden met een relatief hoge kwetsbaarheid kleiner zijn geworden. Hierdoor is de algehele kwetsbaarheid van deze grondwaterwinningen bij de keileemkaart-methode lager dan bij de REGIS-methode. Dit betekent dat bij de tweede generatie gebiedsdossiers voor de zuidelijk gelegen winningen meer functies harmoniëren met de drinkwaterfunctie dan waar bij de eerste generatie gebiedsdossiers van is uitgegaan.



FIGUUR 6-2: BEREKENDE KWETSBAARHEIDSSCORES OP BASIS VAN GESIMULEERDE VERBLIJFTIJDEN, BODEMKAART VAN NEDERLAND, REGIS EN DE KEILEEMKAART VOOR GRONDWATERBESCHERMINGSEBIEDEN IN DRENTHE.

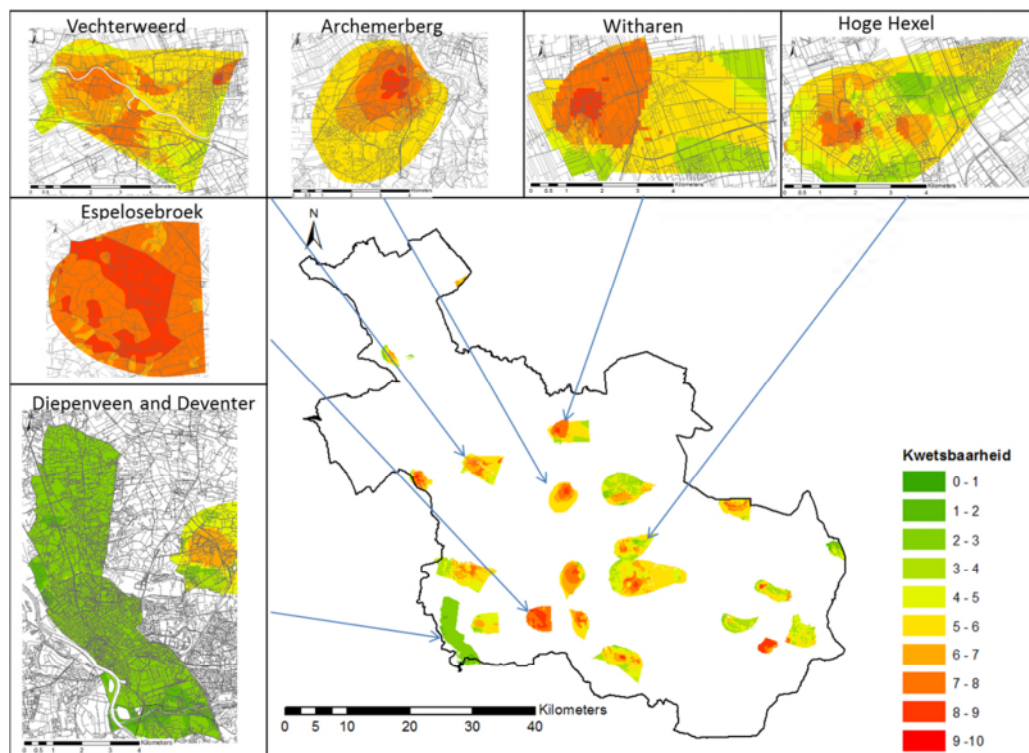


Figuur 6-3: Verschil tussen de kwetsbaarheid berekend op basis van de gangbare methode met de kwetsbaarheid berekend op basis van de keileemkaartmethode (zie Figuur 6-1).

6.2.4 Vingerafdruk van winning – kwetsbaarheid indicator

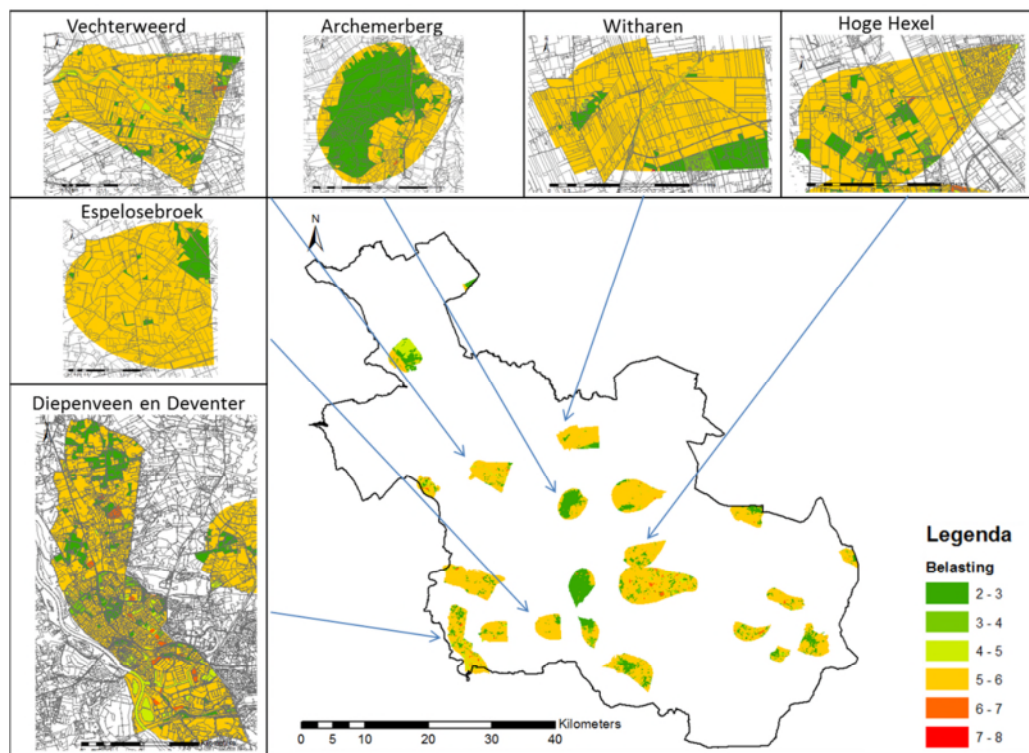
REFLECT is een kwalitatieve methodiek, met alle kenmerken van dien. Echter, door de opzet van REFLECT, levert het verzamelen van de invoerdata voor het maken van een REFLECT-analyse een ruimtelijk gedifferentieerd beeld van de kwetsbaarheid van de winning (als functie van de bodemkaart, verblijftijden van de winning en reactiviteit van de ondergrond) en bedreiging van de winning door landgebruiksfuncties. Door deze analyse uit te voeren voor bijvoorbeeld alle winningen in een provincie of voorzieningsgebied ontstaat snel een kwalitatief inzicht in de kwetsbaarheid van de winningen en de onderlinge verhouding daarvan (zie Figuur 6-1 als voorbeeld).

Dit overzicht geeft een ruimtelijk gedifferentieerd beeld van de kwetsbaarheid van de winningen en daarmee van het belang en urgentie om alert te zijn op bedreigingen, zowel binnen het intrekgebied van een individuele winning, als vanuit de optiek van de winningen onderling. De ruimtelijke differentiatie en de kwalitatieve, maar onderling vergelijkbare, score als indicator voor de kwetsbaarheid, kunnen daarmee beschouwd worden als een vingerafdruk van de winning.



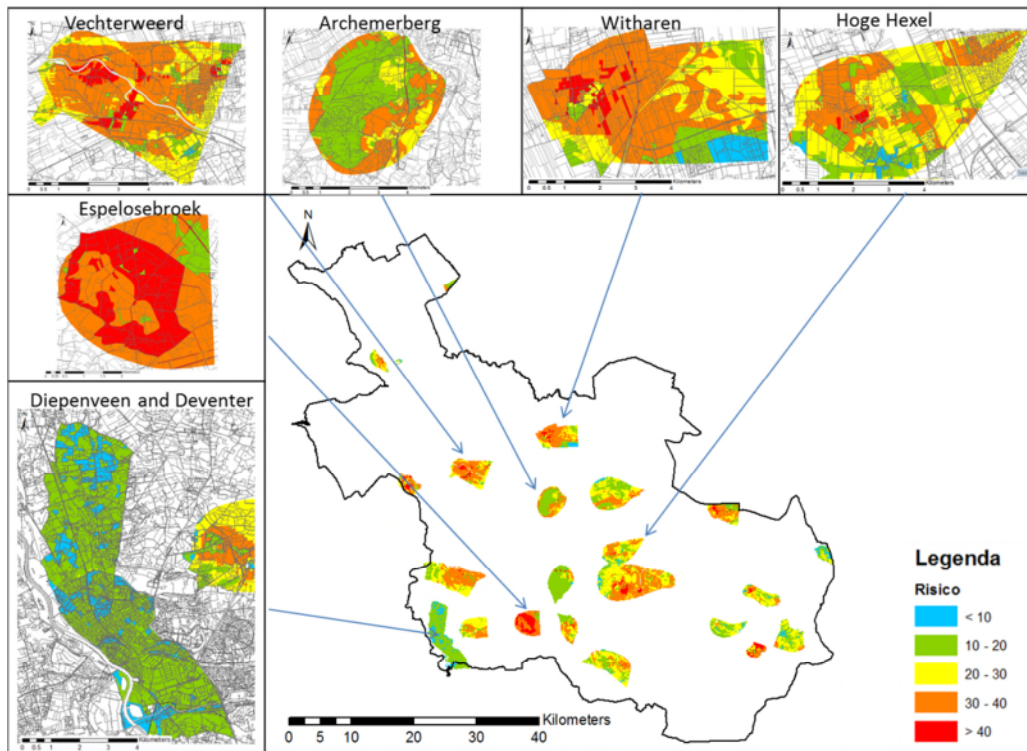
FIGUUR 6-4 "VINGERAFDruk" VAN KWETSBAARHEID VAN ZES OVERIJSSELSE WINNINGEN.

De bedreiging door landgebruiksfuncties (belasting) staat in Figuur 6-2. Het karakteristieke Overijsselse coulissen landschap met overwegend landbouw, afgewisseld met natuurgebieden, komt tot uitdrukking in de figuur. De oranje vlekken worden met name veroorzaakt door functies als bouwterreinen, bloembollen, glastuinbouw en activiteiten in het kader van delfstoffenwinning. De rode vlekken, risicovolle functies, die op enkele plaatsen te zien zijn, worden met name veroorzaakt door stortplaatsen en wrakkenopslagplaatsen.



FIGUUR 6-5 "VINGERAFDRUK" VAN BELASTING VAN ZES OVERIJSSELSE WINNINGEN.

Dit overzicht, gecombineerd met de bedreiging door landgebruiksfuncties, geeft een snel inzicht in de potentiële risico's van de winningen op provinciale schaal of de schaal van het verzorgingsgebied, zie Figuur 6-3. Op basis van deze kwalitatieve analyse – quick scan van de kwetsbaarheid en bedreiging door ruimtelijke functies – kunnen op provinciale schaal prioriteiten gesteld worden voor nadere analyse van de risico's.



FIGUUR 6-6 "VINGERAFDRUK" VAN RISICO VOOR ZES OVERIJSSELSE WINNINGEN.

6.2.5 Voorkantoverleg woningbouw grondwaterbeschermingsgebied Hoge Hexel, Overijssel

REFLECT is als onderdeel van de methodiek gebiedsgerichte grondwaterbescherming toegepast bij het beoordelen van een woningbouwplan van de gemeente Wierden in de kern Hoge Hexel (DHV, 2010). De gemeente Wierden wilde een woningbouwplan uitvoeren om aan de lokale vraag naar woningen in deze kleine kern te voldoen. De hele kern Hoge Hexel ligt echter binnen het grondwaterbeschermingsgebied van de drinkwaterwinning Hoge Hexel.

In de Omgevingsvisie en -Verordening Overijssel is het voorzorgsprincipe leidend bij ruimtelijke ontwikkelingen binnen grondwaterbeschermingsgebieden. Ontwikkelingen met negatieve effecten of risico's worden zoveel mogelijk geweerd. De bouw van (meer dan 10) woningen in een grondwaterbeschermingsgebied is in de Omgevingsverordening van Overijssel aangemerkt als een risicovolle functie. Dit type functies is in beginsel alleen toegestaan binnen grondwaterbeschermingsgebieden als wordt voldaan aan drie voorwaarden:

1. Er is sprake van een zwaarwegend maatschappelijk belang;
2. Er zijn geen alternatieven;
3. Er is sprake van een stap vooruit bij grondwaterbescherming.

Het zwaarwegend maatschappelijk belang is door de gemeente aangetoond aan de hand een gemeentelijke woonvisie waarin zij heeft aangegeven dat voor het handhaven van de leefbaarheid in de kleine kern Hoge Hexel extra woningbouw nodig is. De provincie had al

eerder ingestemd met deze woonvisie. De gemeente heeft ook aangetoond dat er geen alternatieve woningbouwlocaties zijn binnen Hoge Hexel omdat de hele kern binnen het grondwaterbeschermingsgebied ligt.

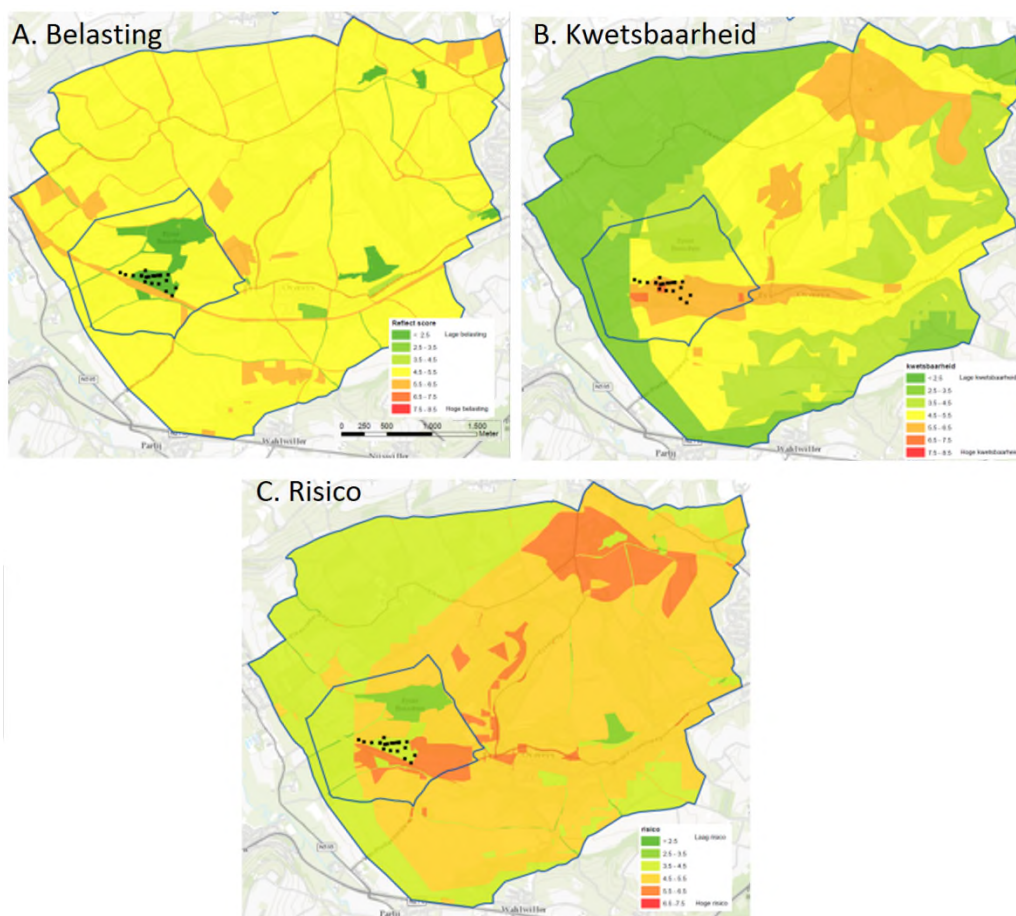
Tot slot is met een stap-vooruit-onderzoek aangetoond dat de risico's voor het grondwater afnemen als gevolg van de voorgestelde functiewijziging van intensieve landbouw naar woningbouw. De afname van de risico's is onderbouwd met hulp van REFLECT (Figuur 6-4).



FIGUUR 6-7 REFLECT-RISICO-SCORES VOOR RUIMTELIJKE ONTWIKKELING (WONINGBOUW) IN GRONDWATERBESCHERMINGSGBIED VAN HOGE HEXEL

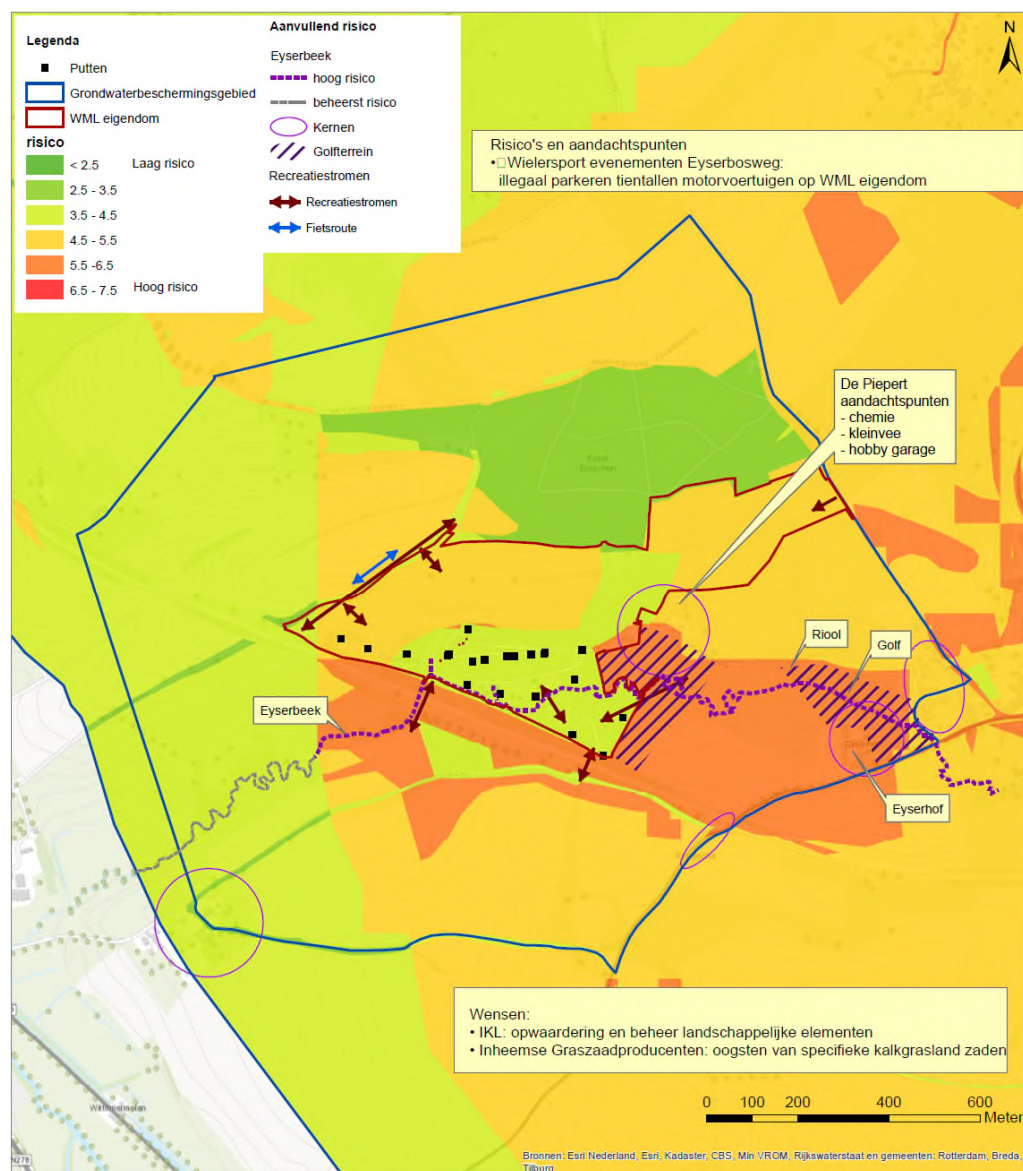
6.2.6 Duurzame herinrichting en beheer waterwingebieden Limburg

Duurzame herinrichting en beheer van de waterwingebieden (Royal HaskoningDHV, 2014) is een werkwijze om huidige en toekomstige risico's voor de grondstof beheersbaar te maken. Hierbij zijn vanuit een duidelijke visie en integrale benadering de mogelijkheden voor duurzame herinrichting en duurzaam beheer van de Limburgse waterwingebieden in beeld gebracht. Op basis van dit overzicht is aangegeven welke waterwingebieden (wwg), met welke prioriteit in aanmerking komen voor duurzame herinrichting en aangepast beheer. De daadwerkelijke mogelijkheden voor duurzame herinrichting zijn verkend via 'pilots' voor de Waterwingebieden Roodborn en Heer-Vroendaal. Ter illustratie zijn onderstaand de REFLECT-kaarten van respectievelijk de kwetsbaarheid, de bedreiging en de risico's voor de winning Roodborn weergegeven (zie Figuur 6-8).



FIGUUR 6-8 REFLECT-SCORES VOOR HET GRONDWATERBESCHERMINGSGEBIED VAN DE WINNING ROODBORN (LIMBURG); HET WATERWINGEBIED IS ALS BLAUWE POLYGOON AANGEGEVEN BINNEN HET GRONDWATERBESCHERMINGSGEBIED.

Door een combinatie te maken van de huidige situatie van het waterwingebied (kwetsbaarheid, bedreiging en risico's) met de kennis van lokale risico's, (potentiële) ontwikkelingen en kansen in het waterwingebied is een risico- en kansenkaart opgesteld. Hierdoor is een beter en integraal beeld verkregen van de actuele en potentiële risico's binnen het waterwingebied en mogelijke maatregelen ter beperking van deze risico's (zie Figuur 6-9).



FIGUUR 6-9: GEBRUIK VAN RISICO-SCORE ALS ONDERLEGGER VOOR RUIMTELIJKE ONTWIKKELING BINNEN HET WATERWINGEBIED ROODBORN

Bij het in beeld brengen van de kansen voor de verduurzaming van het beheer en de inrichting van het waterwingebied is onderscheid gemaakt in kansen voor:

1. de verlaging (mitigatie) van de hierboven benoemde actuele en potentiële risico's voor de waterkwaliteit;
2. duurzaam maatschappelijk medegebruik door stakeholders, zoals omwonenden, recreanten, natuurorganisaties, de gemeente, waterschap en de provincie.

7 Aanwijzingen voor gebruik

7.1 Toegevoegde waarde van REFLECT

Als gevolg van deregulatie van de wet- en regelgeving wordt de duurzame bescherming van drinkwaterbronnen steeds meer afhankelijk van de beoordeling van risico's van ruimtelijke ontwikkelingen. Tegelijkertijd verschuiven, als gevolg van decentralisatie, de verantwoordelijkheden voor het beoordelen van deze risico's steeds verder naar de lagere overheden. Doordat de risicobeoordeling voor drinkwaterbronnen zeer kennisintensief is, en normaal gesproken geen onderdeel is van het werkveld van beleidsondersteuners, dreigt daarmee een kloof te ontstaan tussen kennis en verantwoordelijkheden.

REFLECT heeft de potentie om bij te dragen aan het overbruggen van de kloof tussen kennis en verantwoordelijkheden. Met REFLECT is namelijk de beschikbare kennis over risico's van landgebruik voor drinkwaterbronnen tot de essentie terug gebracht en wordt deze kennis in tabelvorm ontsloten. Deze tabellen zijn, indien de ruimtelijke context irrelevant is, stand-alone te gebruiken. De werkwijze is dan vergelijkbaar met het gebruik van SBI-scores in processen voor ruimtelijke ontwikkelingen. Een dergelijke werkwijze kent brede bekendheid bij gemeentes, en levert een snel, goedkoop en uniform resultaat.

De REFLECT-tabellen zijn ook bruikbaar voor toepassing op vraagstukken waar de ruimtelijk context wél relevant is. De tabellen zijn namelijk zo opgebouwd, dat koppeling aan doorgaans beschikbare ruimtelijke informatie, zoals landgebruikskaarten (te verkrijgen via Alterra en CBS) en bodemkaarten (te verkrijgen via Alterra), mogelijk is. Hierdoor biedt REFLECT een algemeen toepasbare methode voor het beoordelen van ruimtelijke ontwikkelingen en geeft hij onderling vergelijkbare resultaten. Ontbrekende kaartlagen hebben geen gevolgen voor de bruikbaarheid van REFLECT, maar gaan wel ten koste van het onderscheidend vermogen bij het onderling vergelijken van verschillende scenario's of alternatieven.

In de huidige vorm van REFLECT, is het voor een ruimtelijke toepassing noodzakelijk dat de gebruiker zijn weg weet te vinden in de verschillende informatiebronnen, en dat technische vaardigheden beschikbaar zijn om de noodzakelijke GIS-bewerkingen uit te kunnen voeren. Een webbased toepassing van REFLECT, zoals thans door de Provincie Overijssel wordt getest, zou de gebruiker kunnen ondersteunen bij het zelfstandig inzichtelijk maken van de wenselijkheid van een ruimtelijke ontwikkeling. Met een dergelijke applicatie kan het noodzakelijke GIS-materiaal gebruiksklaar aangeboden worden en kan een selectie van relevante GIS-bewerkingen met muisknoppen worden aangeboden.

7.2 Beperkingen van REFLECT

REFLECT biedt een laagdrempelige oplossing voor het beoordelen van risico's van landgebruik voor de kwaliteit van drinkwaterbronnen door het combineren van kwalitatieve scores voor verschillende aspecten die bepalend zijn voor het risicoprofiel van de grondwaterwinning. Het voordeel van deze aanpak is dat een omvangrijke hoeveelheid kennis op dit gebied wordt samengevat en in de vorm van een beperkt aantal scores wordt ontsloten. Deze aanpak heeft echter ook enkele beperkingen.

De aanpak is kwalitatief en bevat impliciete wegingen van verschillende aspecten. Dit betekent dat REFLECT een beperkt inzicht verschaft. Met name voor grotere ingrepen kan daarom afhankelijk van de uitkomsten van REFLECT een nadere analyse gewenst zijn, bijvoorbeeld voor specifieke stoffen. Hiervoor zou een kwantitatieve aanpak op basis van meetgegevens of transportmodellen noodzakelijk zijn. Een meer kwantitatieve aanpak geeft ook de mogelijkheid tot monitoring en daaraan gekoppeld een bijstelling indien nodig.

Aan elk bodemtype is één kwetsbaarheidsscore gekoppeld, terwijl de kwetsbaarheid van bodems afhankelijk is van de kenmerken van een bepaalde stof of verontreiniging. Vergelijkbaar hiermee wordt de bedreiging door ruimtelijke functies uitgedrukt in één score per functie, terwijl het zowel binnen als tussen functies doorgaans om verschillende stoffen of verontreinigingen gaat. REFLECT heeft daardoor een beperkte inhoudelijke diepgang en geeft alleen een globaal (verkenkend) inzicht in kwetsbaarheid en risico's van landgebruiksfuncties. REFLECT is dus niet geschikt voor het maken van prognoses van de ruwwaterkwaliteit.

De REFLECT-tabellen hebben alleen betrekking op risico's van (bovengronds) landgebruik, als gevolg van directe (verticale) emissies van stoffen naar het grondwater. REFLECT voorziet niet in tabellen met risicoscores van ondergrondse bedreigingen, zoals lekkende riolen, WKO-systemen en gaswinningen. Daarnaast zijn bedreigingen via het oppervlaktewater (bv uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen) en de lucht (brand) niet in de tabellen opgenomen.

Ten slotte houden de REFLECT-scores geen rekening met de vertraging waarmee risico's zich ter plaatse van de grondwaterwinning manifesteren. Het tijdsaspect wordt namelijk alleen voor de demping van de risico's meegewogen, maar niet voor de reistijden van maaiveld naar pompput. Door de reistijden van het grondwater ontstaat een tijdsvertraging van de effecten ter plaatse van de winning en duurt het enige tijd voordat de situatie conform de REFLECT-scores is. Deze beperking is vooral relevant bij het toepassen van de saldo-benadering. Het positieve effect van compenserende maatregelen kan zich immer op een ander moment manifesteren dan het negatieve effect van een te compenseren negatieve ontwikkeling.

8 Literatuur

Brink, C. van den, C. Steinweg, A. Hoogeveen (2015). Actualisatie gebiedsgerichte grondwaterbescherming provincie Overijssel, referentie 9X6280/R004-D1/CVDB/NVW/Gron, Royal HaskoningDHV, Groningen.

Brink, C., van den, Zaadnoordijk, W.J., Steinweg, C., en Van Loon, A. (2013). Actualisatie REFLECT: herbeoordeling risico's landgebruik voor grondwaterkwaliteit. H₂O, nr. 10.

Van den Brink, C and S. Wuijts (2016). Towards an effective protection of groundwater resources: putting policy into practice with the Drinking Water Protection File. Water Policy. Water Policy 18 (2016) 635-653. doi: 10.2166/wp.2015.197

Van den Brink, C., Zaadnoordijk, W.J., Groenhof, B., R. Bulterman and C. Steinweg (2017). REFLECT, a Decision Support System for Harmonizing Spatial Developments with Groundwater Resources. Water Resour Manage (2017) 31: 1271. doi:10.1007/s11269-017-1576-y

DHV (2010). Woningbouwlocatie Kleen Esch Hoge Hexel – Wierden, Project: Woningbouwlocatie Kleen Esch i.o.v. Gemeente Wierden. Dossier: C6803.01.001, 30 maart 2010.

IWACO (1998). Een stap vooruit voor grondwaterbescherming. Rapport 2237800, IWACO, Groningen.

Laeven, M.P., W. Beekman, L.J.L. Drogendijk, P. van Bergen en C. van den Brink (1999). Functieverweving en duurzame waterwinning REFLECT: bepaling van risico's van functies voor grondwaterwinningen. Kiwa in samenwerking met Iwaco. SWE 99.007, Nieuwegein/Groningen.

Linstone, H.A. and M. Turoff (1975). Delphi Method: Techniques and Applications. NCJ 234129. ISBN 0-201-04293-2.

NWO (2010). Afspraken invoering gebiedsdossiers waterwinning voor de openbare drinkwatervoorziening. Memo voor het Nationaal Water Overleg (NWO).

Paalman, M. en Van Loon, A.H., 2012. Gebiedsgerichte grondwaterbescherming: ontwikkelingen en technische tools. BTO2012.005(s), KWR, Nieuwegein.

Royal HaskoningDHV (2014). Mogelijkheden herinrichting en beheer Limburgse waterwingebieden. RHDHV-rapport BC7584.

Stafleu, J., Maljers, D., Busschers, F.S., Gunnink, J.L., Schokker, J., Dambrink, R.M., Hummelman, H.J. en Schijf, M.L., 2013. GeoTop modellering. TNO, Utrecht, TNO 2012 R10991.

Steinweg, C., Brink, C. van den, Schans, M. van der, Loon, A. van (2013)
Berekeningsgrondslagen achter de beschermingszones van drinkwaterwinningen, rapport
BTO 2013. 028, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

Tauw, 2007. Methodiek gebiedsgerichte grondwaterbescherming'

Vernes, R.W., Bosch, J.H.A., Harting, R., Maljers, D., en Schokker, J., 2013. Data-inventarisatie,
kartering en parametrisatie van keileem in het MIPWA-gebied. TNO, Utrecht, TNO 2013
R10107

Wuijts, S., J.J. Bogte, H.H.J. Dik, W.H.J. Verweij, N.G.F.M. van der Aa (2014). Eindevaluatie
gebiedsdossiers drinkwaterwinningen. RIVM report 270005001. RIVM, Bilthoven, the
Netherlands. Beschikbaar op: at <http://www.rivm.nl>.

Bijlage I Belastingsscores REFLECT

Tabel I.1: Belastingsscores met subscores diffuse belasting, calamiteiten en handhaving

groep	landgebruiksfunctie	Diffuus	Calamiteit	Handhaving	eindscore
Agrarisch terrein	Aardappelen	6.4	4.6	5.4	5.5
Agrarisch terrein	Agrarisch gras	5.4	4.6	5.8	5.3
Agrarisch terrein	Bieten	5.9	4.6	5.4	5.3
Agrarisch terrein	Bloembollen	7.9	5.2	6.3	6.5
Agrarisch terrein	Boomgaard	5.9	4.7	5.5	5.3
Agrarisch terrein	Boomkwekerijen	6.4	4.7	5.5	5.5
Agrarisch terrein	Fruittkwekerijen	6.8	5.1	6.0	6.0
Agrarisch terrein	Granen	6.0	4.6	5.4	5.3
Agrarisch terrein	Maïs	6.1	4.6	5.8	5.5
Agrarisch terrein	Overige gewassen	5.4	4.6	5.8	5.3
Agrarisch terrein	Terrein voor glastuinbouw	6.9	6.2	5.8	6.3
Bebouwd terrein	Bedrijventerrein	5.7	6.0	6.0	5.9
Bebouwd terrein	Bedrijventerrein (milieucategorie 1)	5.0	6.0	4.1	5.0
Bebouwd terrein	Bedrijventerrein (milieucategorie 2)	5.6	6.4	4.6	5.5
Bebouwd terrein	Bedrijventerrein (milieucategorie 3)	6.1	7.6	5.7	6.5
Bebouwd terrein	Bedrijventerrein (milieucategorie 4)	7.4	8.0	6.1	7.2
Bebouwd terrein	Bedrijventerrein (milieucategorie 5)	8.0	8.9	6.7	7.9
Bebouwd terrein	Bedrijventerrein (milieucategorie 6)	8.6	9.2	6.9	8.2
Bebouwd terrein	Terrein voor detailhandel en horeca	4.6	4.6	3.9	4.4
Bebouwd terrein	Terrein voor openbare voorzieningen	4.1	4.8	4.5	4.5
Bebouwd terrein	Terrein voor sociaal-culturele voorzieningen	4.1	4.7	4.3	4.4
Bebouwd terrein	Woonterrein	5.4	4.3	6.2	5.3
Bebouwd terrein	Woonterrein na 2000	3.5	4.1	5.6	4.4
Bebouwd terrein	Woonterrein tussen 1950 en 2000	4.6	4.8	5.5	5.0
Bebouwd terrein	Woonterrein voor 1950	5.3	5.2	5.5	5.3
Binnenwater	Afgesloten zeearm	2.0	2.1	3.4	2.5
Binnenwater	Binnenwater voor delfstofwinning	5.0	2.6	4.3	4.0
Binnenwater	IJsselmeer/Markermeer	2.3	2.3	3.6	2.7
Binnenwater	Overig binnenwater	2.9	5.3	4.3	4.2

groep	landgebruiksfunctie	Diffuus	Calamiteit	Handhaving	eindscore
Binnenwater	Randmeer	2.9	2.8	4.8	3.5
Binnenwater	Recreatief binnenwater	3.1	1.9	4.7	3.2
Binnenwater	Rijn en Maas	4.0	5.8	5.2	5.0
Binnenwater	Spaarbekken	2.0	1.9	2.5	2.1
Binnenwater	Vloei en/of slibveld	5.7	3.4	4.0	4.4
Bos en open natuurlijk terrein	Bos	1.5	1.9	3.9	2.4
Bos en open natuurlijk terrein	Loofbos	1.4	1.9	3.9	2.4
Bos en open natuurlijk terrein	Naaldbos	2.4	1.7	3.9	2.6
Bos en open natuurlijk terrein	Open droog natuurlijk terrein	1.4	1.7	3.3	2.1
Bos en open natuurlijk terrein	Open nat natuurlijk terrein	1.4	1.6	3.3	2.1
Buitenwater	Noordzee	1.8	1.8	4.0	2.5
Buitenwater	Oosterschelde	2.4	1.8	4.5	2.9
Buitenwater	Waddenzee, Eems, Dollard	1.8	1.8	4.5	2.7
Buitenwater	Westerschelde	2.8	1.8	4.5	3.0
Recreatieterrein	Dagrecreatief terrein	3.4	2.6	3.1	3.0
Recreatieterrein	Park en plantsoen	3.7	2.0	2.6	2.8
Recreatieterrein	Sportterrein	4.7	2.5	3.1	3.5
Recreatieterrein	Verblijfsrecreatief terrein	4.1	3.4	3.9	3.8
Recreatieterrein	Volkstuin	5.7	3.9	5.3	5.0
Semi-bebouwd terrein	Begraafplaats	3.9	2.5	2.3	2.9
Semi-bebouwd terrein	Bouwterrein	5.8	7.5	5.4	6.2
Semi-bebouwd terrein	Delfstoffenwinplaats	7.4	8.4	5.0	6.9
Semi-bebouwd terrein	Semi-verhard overig terrein	3.9	2.3	2.6	3.0
Semi-bebouwd terrein	Stortplaats	8.4	9.0	6.0	7.8
Semi-bebouwd terrein	Wrakkenopslagplaats	8.6	8.9	6.1	7.9
Verkeersterrein	Spoortterrein	6.0	6.3	4.9	5.7
Verkeersterrein	Vliegveld	7.7	7.7	5.1	6.8
Verkeersterrein	Wegverkeersterrein	6.2	6.0	5.4	5.8

Bijlage II Bandbreedte van de REFLECT-scores

Tabel II-1 Gemiddelde expert-scores met standaarddeviatie (stdev) en variatiecoëfficiënt (VC)

landgebruiksfunctie	Diffuus	stdev(diff)	VC(diff)	Calamiteit	stdev(cal)	VC(cal)	Handhaving	stdev(hand)	VC(hand)
Aardappelen	6.4	1.5	0.24	4.6	1.5	0.31	5.4	1.8	0.33
Agrarisch gras	5.4	1.6	0.30	4.6	1.5	0.31	5.8	1.9	0.32
Bieten	5.9	1.5	0.25	4.6	1.5	0.31	5.4	1.8	0.33
Bloembollen	7.9	1.6	0.20	5.2	1.7	0.32	6.3	1.9	0.30
Boomgaard	5.9	1.2	0.21	4.7	1.6	0.34	5.5	1.9	0.34
Boomkwekerijen	6.4	1.7	0.26	4.7	1.6	0.34	5.5	1.9	0.34
Fruitkwekerijen	6.8	0.9	0.13	5.1	1.7	0.33	6.0	1.5	0.25
Granen	6.0	1.4	0.24	4.6	1.5	0.31	5.4	1.8	0.33
Maïs	6.1	1.5	0.24	4.6	1.5	0.31	5.8	1.9	0.32
Overige gewassen	5.4	1.1	0.20	4.6	1.5	0.31	5.8	1.3	0.22
Terrein voor glastuinbouw	6.9	1.9	0.28	6.2	1.8	0.29	5.8	1.7	0.30
Bedrijventerrein	5.7	0.6	0.10	6.0	0.0	0.00	6.0	1.7	0.29
Bedrijventerrein (milieucategorie 1)	5.0	1.0	0.20	6.0	2.4	0.40	4.1	1.5	0.35
Bedrijventerrein (milieucategorie 2)	5.6	1.1	0.20	6.4	2.0	0.31	4.6	1.0	0.21
Bedrijventerrein (milieucategorie 3)	6.1	0.7	0.11	7.6	1.1	0.14	5.7	0.8	0.13
Bedrijventerrein (milieucategorie 4)	7.4	1.0	0.13	8.0	1.5	0.19	6.1	0.9	0.15
Bedrijventerrein (milieucategorie 5)	8.0	0.8	0.10	8.9	1.4	0.15	6.7	1.0	0.14
Bedrijventerrein (milieucategorie 6)	8.6	1.1	0.12	9.2	1.2	0.13	6.9	1.0	0.14
Terrein voor detailhandel en horeca	4.6	0.7	0.16	4.6	1.5	0.32	3.9	2.1	0.54
Terrein voor openbare voorzieningen	4.1	1.0	0.24	4.8	1.7	0.35	4.5	2.5	0.56
Terrein voor sociaal-culturele voorzieningen	4.1	1.0	0.24	4.7	1.5	0.32	4.3	2.2	0.51
Woonterrein	5.4	1.4	0.26	4.3	1.6	0.38	6.2	2.3	0.38
Woonterrein na 2000	3.5	0.6	0.17	4.1	1.5	0.37	5.6	1.9	0.34
Woonterrein tussen 1950 en 2000	4.6	1.5	0.33	4.8	1.4	0.28	5.5	2.4	0.43
Woonterrein voor 1950	5.3	1.9	0.35	5.2	1.9	0.36	5.5	2.4	0.43
Afgesloten zeearm	2.0	0.0	0.00	2.1	0.8	0.37	3.4	1.8	0.53
Binnenwater voor delfstofwinning	5.0	1.5	0.31	2.6	1.5	0.57	4.3	2.3	0.54
IJsselmeer/Markermeer	2.3	0.5	0.21	2.3	0.9	0.37	3.6	2.1	0.60
Overig binnenwater	2.9	0.7	0.24	5.3	1.8	0.34	4.3	1.4	0.32
Randmeer	2.9	0.9	0.31	2.8	1.2	0.42	4.8	1.7	0.36
Recreatief binnenwater	3.1	0.9	0.29	1.9	0.4	0.19	4.7	1.4	0.29

landgebruiksfunctie	Diffuus	stdev(diff)	VC(diff)	Calamiteit	stdev(cal)	VC(cal)	Handhaving	stdev(hand)	VC(hand)
Rijn en Maas	4.0	1.0	0.25	5.8	2.3	0.39	5.2	2.5	0.48
Spaarbekken	2.0	0.8	0.41	1.9	0.4	0.19	2.5	0.8	0.33
Vloei en/of slibveld	5.7	2.4	0.41	3.4	2.3	0.69	4.0	2.6	0.65
Bos	1.5	0.5	0.36	1.9	0.9	0.46	3.9	1.5	0.38
Loofbos	1.4	0.5	0.38	1.9	0.9	0.46	3.9	1.5	0.38
Naaldbos	2.4	1.3	0.55	1.7	0.5	0.28	3.9	1.5	0.38
Open droog natuurlijk terrein	1.4	0.5	0.38	1.7	0.5	0.28	3.3	1.7	0.52
Open nat natuurlijk terrein	1.4	0.5	0.38	1.6	0.5	0.32	3.3	1.7	0.52
Noordzee	1.8	0.4	0.25	1.8	0.4	0.22	4.0	2.2	0.54
Oosterschelde	2.4	0.9	0.37	1.8	0.4	0.22	4.5	1.7	0.38
Waddenzee, Eems, Dollard	1.8	0.4	0.25	1.8	0.4	0.22	4.5	1.7	0.38
Westerschelde	2.8	1.1	0.39	1.8	0.4	0.22	4.5	1.7	0.38
Dagrecreatief terrein	3.4	1.5	0.43	2.6	1.9	0.71	3.1	2.0	0.66
Park en plantsoen	3.7	1.5	0.40	2.0	0.8	0.38	2.6	1.9	0.71
Sportterrein	4.7	1.3	0.29	2.5	1.4	0.55	3.1	2.0	0.66
Verblijfsrecreatief terrein	4.1	1.4	0.34	3.4	1.6	0.46	3.9	1.3	0.32
Volkstuin	5.7	1.1	0.19	3.9	1.1	0.27	5.3	1.5	0.28
Begraafplaats	3.9	1.2	0.32	2.5	1.0	0.39	2.3	1.4	0.62
Bouwterrein	5.8	0.8	0.14	7.5	1.8	0.25	5.4	1.0	0.19
Delfstoffenwinplaats	7.4	2.2	0.30	8.4	2.2	0.26	5.0	1.4	0.28
Semi-verhard overig terrein	3.9	1.3	0.33	2.3	1.3	0.55	2.6	1.4	0.54
Stortplaats	8.4	1.8	0.21	9.0	1.2	0.13	6.0	1.9	0.32
Wrakkenopslagplaats	8.6	1.2	0.14	8.9	1.2	0.13	6.1	1.9	0.30
Spoortterrein	6.0	1.2	0.20	6.3	1.4	0.22	4.9	1.6	0.32
Vliegveld	7.7	0.4	0.06	7.7	1.0	0.13	5.1	2.3	0.45
Wegverkeersterrein	6.2	0.8	0.13	6.0	1.6	0.27	5.4	1.4	0.26

Bijlage III Verschil REFLECT-scores 2013 t.o.v. 1999

Tabel III-1 Verschillen tussen REFLECT-scores uit 1999 en 2013.

Omschrijving	diffuse belasting : verschil	risico op calamiteit: verschil	handhaafbaarheid: verschil
Aardappelen	0,2	-0,8	-1,0
Afgesloten zeearm	0,7	0,1	-1,0
Agrarisch gras	0,7	-0,8	-0,6
Bedrijventerrein (milieucategorie 1)	-0,9	-2,7	-0,5
Bedrijventerrein (milieucategorie 2)	-0,3	-2,3	0,0
Bedrijventerrein (milieucategorie 3)	0,2	-1,1	1,1
Bedrijventerrein (milieucategorie 4)	-0,2	-1,8	1,5
Bedrijventerrein (milieucategorie 5)	0,4	-0,9	2,1
Bedrijventerrein (milieucategorie 6)	1,0	-0,5	2,3
Begraafplaats	1,4	1,1	0,5
Bieten	-0,3	-0,8	-1,0
Binnenwater voor delfstofwinning	3,7	0,6	-0,1
Bloembollen	1,7	-0,2	-0,1
Boomgaard	2,0	0,9	-0,9
Boomkwekerijen	2,5	0,9	-0,9
Bos	-0,1	-0,1	-0,5
Bouwterrein	-0,1	-1,2	0,8

Omschrijving	diffuse belasting : verschil	risico op calamiteit: verschil	handhaafbaarheid: verschil
Dagrecreatief terrein	0,9	1,2	1,3
Delfstoffenwinplaats	-0,2	-1,4	0,4
Fruitlekerijen	2,9	1,4	-0,4
Granen	-0,2	-0,8	-1,0
Ijsselmeer/Markermeer	1,0	0,3	-0,8
Loofbos	-0,2	-0,1	-0,5
Maïs	-0,1	-0,8	-0,6
Naaldbos	0,8	-0,3	-0,5
Noordzee	0,5	-0,2	-0,4
Oosterschelde	1,1	-0,2	0,1
Open droog natuurlijk terrein	-0,2	-0,3	-1,1
Open nat natuurlijk terrein	-0,2	-0,4	-1,1
Overig binnenwater	-0,1	0,0	-0,3
Overige gewassen	-0,8	-0,8	-0,6
Park en plantsoen	1,2	0,6	0,8
Randmeer	1,6	0,8	0,4
Recreatief binnenwater	1,8	-0,1	0,3
Rijn en Maas	1,0	0,5	0,6
Semi-verhard overig terrein	1,4	0,9	0,8
Spaarbekken	0,7	-0,1	-1,9
Spoortterrein	0,8	2,4	-1,1
Sportterrein	1,8	1,1	1,3

Omschrijving	diffuse belasting : verschil	risico op calamiteit: verschil	handhaafbaarheid: verschil
Stortplaats	0,8	-0,8	1,4
Terrein voor detailhandel en horeca	0,6	-0,8	1,7
Terrein voor glastuinbouw	2,0	1,2	-1,0
Terrein voor openbare voorzieningen	0,1	-0,7	2,3
Terrein voor sociaal-culturele voorzieningen	0,1	-0,8	2,1
Verblijfsrecreatief terrein	1,1	0,4	3,4
Vliegveld	0,1	-2,1	0,5
Vloei en/of slibveld	4,4	1,4	-0,4
Volkstuin	0,2	-0,4	-1,1
Waddenzee, Eems, Dollard	0,5	-0,2	0,1
Wegverkeersterrein	0,1	1,9	1,8
Westerschelde	1,5	-0,2	0,1
Woonterrein	1,4	-0,7	0,8
Woonterrein na 2000	0,6	-0,8	1,0
Wrakkenopslagplaats	1,0	-0,9	1,5

Rood = score uit 2013 hoger dan originele score uit 1999

Groen = score uit 2013 lager dan originele score uit 1999

Bijlage IV Bepaling van de reactiviteit van de ondergrond

Reactiviteit

De reactiviteit in de afdekkende lagen wordt bepaald door verschillende chemische en fysieke kenmerken van de bodem zoals:

- ☐ pH;
- ☐ redoxpotentiaal;
- ☐ organisch stofgehalte;
- ☐ lutumgehalte;
- ☐ voorkomen van oxyden (Al, Fe), pyriet (FeS);
- ☐ kation-uitwisseling capaciteit (CEC).

De reactiviteit verschilt enorm voor verschillende stoffen. Zware metalen en sommige organische micro-verontreinigingen worden sterk geabsorbeerd aan lutum en organische stof. Overgangen in de redoxpotentiaal vormen sterk reactieve zones.

Om te komen tot een eenvoudige en praktische maat voor de reactiviteit is de kation-uitwisselings capaciteit (CEC) bepaald. De CEC is voornamelijk afhankelijk van het organisch stofgehalte en het lutumgehalte. Het meenemen van de redoxpotentiaal, pH en het voorkomen van oxides bij het bepalen van de *algemene* kwetsbaarheid van de ondergrond heeft een aantal praktische problemen. De verschillende invloedsfactoren zijn niet onafhankelijk van elkaar waardoor het moeilijk is voor ieder afzonderlijk aan te geven op welke wijze de algemene kwetsbaarheid wordt beïnvloed. Zo wordt bijvoorbeeld de redoxpotentiaal indirect beïnvloed door de verblijftijd en de CEC. Ook is er geen eenduidige relatie tussen de redoxpotentiaal en pH enerzijds en de kwetsbaarheid anderzijds. Bijvoorbeeld bij een hoge redoxpotentiaal (aerobe omstandigheden) gedraagt nitraat zich als een conservatieve stof en benzeen wordt gemakkelijk afgebroken. Bij een lage redoxpotentiaal wordt benzeen nauwelijks afgebroken maar nitraat wordt juist wel afgebroken. Over het voorkomen van oxides is over het algemeen weinig (gedetailleerde) informatie aanwezig waardoor het niet zinvol is deze mee te nemen. Indien lokaal meer informatie beschikbaar is kan worden beoordeeld of hierdoor de kwetsbaarheid wordt verhoogd of verlaagd ten opzichte van de gemiddelde Nederlandse situatie. Op basis hiervan kan de hieronder gegeven default-waarde worden aangepast.

Voor de berekening van de CEC zijn de volgende formules gebruikt (ontleend aan 'Kwetsbaarheid van het grondwater' Bodembeschermingsreeks nummer 65):

$$LM = D \frac{(1-p)L[1-(OS/100)]10}{0,3OS + 37,74}$$

waarin:

LM = lutummassa in kt/ha

D = deklaagdikte of bodemlaagdikte in m

p = porositeit

OS = percentage organisch stof

L = lutumgehalte in massa % van de minerale delen

1-(OS/100) = term voor de omrekening van het lutumpercentage op de minerale delen naar het totale grondgewicht

0.3OS + 37,74 = term afkomstig uit de formule voor de bepaling van de dichtheid, n.l. de dichtheid = 100/0,3 organisch stof % + 37,74 (gram/cm³)

$$OM = D \frac{(1-p)OS10}{0,3OS + 37,74}$$

waarin:

OM = organische stofmassa kt/ha

$$CEC = 0,5LM + 1,5OM$$

waarin:

CEC = kationuitwisselingscapaciteit Mmol/ha

Bijlage V Kwetsbaarheid bodem

CODE	SCORE	CODE	SCORE	CODE	SCORE	CODE	SCORE	CODE	SCORE
Vo	3.0	MOB15	3.7	Mn86C	4.1	Rn94C	4.6	cY30	6.8
hVb	3.1	Ro60A	3.7	Rn82A	4.1	Wg	4.6	cHn21	6.9
kVb	3.1	ROb75	3.8	Mn56A	4.2	aVp	4.6	cHn23	6.9
Vb	3.1	pRv81	3.8	gMn52C	4.2	iVz	4.6	cZd23	6.9
hVc	3.2	Mv61C	3.8	pMn82A	4.2	zVs	4.7	cZd30	6.9
hVr	3.2	MOB12	3.8	pMn82A	4.2	Rd10C	4.7	cY23	7.0
hVd	3.2	Mn35A	3.8	pRn86	4.2	Vz	4.7	cZd21	7.0
hVk	3.2	Mo50C	3.8	pRn89	4.2	Ln5	4.7	EK16	7.0
kVc	3.2	Ro40A	3.8	pKRn1	4.2	Rn14C	4.7	EK19	7.0
kVr	3.2	ROb72	3.9	pKRn2	4.2	bRn46C	4.7	EK76	7.0
kVd	3.2	aVc	3.9	Lh6	4.2	pLn5	4.8	EK79	7.0
kVk	3.2	gMn83C	3.9	Ld6	4.2	Rd40C	4.8	cY21	7.1
Vc	3.3	Mv41C	3.9	Rv01C	4.2	aVz	4.8	pZn23	7.1
Vr	3.3	kMn63C	3.9	Rd40A	4.2	Rn44C	4.8	pZn30	7.1
Vd	3.3	Mn82A	3.9	Mn15C	4.2	Rn15C	4.8	pZn21	7.1
Vk	3.3	Mn86A	3.9	Mn25C	4.2	Rn62C	4.9	Hd23	7.2
Mo80A	3.3	KRn1	3.9	Rn15A	4.2	Rn67C	4.9	tZd23	7.2
Mv81A	3.4	KRn2	3.9	pVz	4.3	Rn45C	4.9	tZd30	7.2
MOo05	3.4	gMn88C	3.9	pMn85C	4.3	kWp	4.9	EZg30	7.2
KRd7	3.4	gMn85C	3.9	pMn55A	4.3	AP	5.0	tZd21	7.2
hVs	3.4	kMn68C	3.9	Rn66A	4.3	Rn42C	5.0	Hd21	7.3
kVs	3.4	pKRn8	3.9	Rn45A	4.3	Rn47C	5.0	EZg23	7.4
pMo80	3.4	KX	3.9	aEVc	4.3	kWz	5.1	pZg23	7.4
pMv81	3.4	Rd90A	4.0	Ro60C	4.3	vWp	5.2	pZg30	7.4
pVb	3.4	hVz	4.0	pMn86C	4.4	zVp	5.3	pZg21	7.4
MOo02	3.5	kVz	4.0	pMn52A	4.4	iWp	5.4	EZg21	7.4
Mo10A	3.5	ROb15	4.0	pMn52A	4.4	vWz	5.4	Hn23	7.5
Mo20A	3.5	pRv51	4.0	pRn56	4.4	zVz	5.5	lb	7.5
pVc	3.5	gMn82C	4.0	pRn59	4.4	iWz	5.6	lc	7.5
pVr	3.5	kMn48C	4.0	Ln6	4.4	zWz	5.8	Zd23	7.6
pVd	3.5	Mn15A	4.0	Mn52C	4.4	EL5	5.9	Zd30	7.6
pVk	3.5	Mn25A	4.0	Mn56C	4.4	Zd20A	6.0	Y30	7.6
MOB75	3.6	aVs	4.0	Rn52A	4.4	pZg20A	6.2	Zd21	7.7
KRn8	3.6	gMn53C	4.0	Rn46A	4.4	zWp	6.2	Zn23	7.8
Vs	3.6	gMn15C	4.0	Ro40C	4.4	Zn10A	6.2	Zn30	7.8
Mo80C	3.6	gMn25C	4.0	Vp	4.4	Zn40A	6.2	Zb23	7.8
pMo50	3.6	gMn43C	4.0	Wo	4.4	Zb20A	6.2	Zb30	7.8
hEV	3.6	Mn85C	4.1	iVp	4.5	Zd30A	6.4	Y23	7.8
pMv51	3.6	Rn95A	4.1	pMn55C	4.5	Zn50A	6.4	Y23b	7.8
Rv01A	3.6	ROb12	4.1	iVs	4.5	zEZ30	6.4	Zn21	7.8
ROo05	3.6	Mn12A	4.1	zVc	4.5	bEZ30	6.4	Zb21	7.8
Mv51A	3.6	Mn22A	4.1	aEVs	4.5	zEZ23	6.6	Hn21	7.9
MOB72	3.6	Mn45A	4.1	Lh5	4.5	bEZ23	6.6	Y21	7.9
iVc	3.7	gMn58C	4.1	Ld5	4.5	Zn30A	6.6	Y21b	7.9
ROo02	3.7	pMn85A	4.1	pLn6	4.5	Zb30A	6.6	AS	10
pVs	3.7	Rd10A	4.1	pMn56C	4.5	zEZ21	6.6	Op. water	10
KRd1	3.7	Mn82C	4.1	Rd90C	4.5	bEZ21	6.6		

