

Grenzen aan Normen: Sulfaat en het *Bouwstoffenbesluit*

J.C. Hanekamp
G. Frapporti

HAN



Heidelberg Appeal Nederland

GRENZEN AAN NORMEN: SULFAAT EN HET *BOUWSTOFFENBESLUIT*

J. C. Hanekamp, PhD, CEO HAN
G. Frapporti, PhD

De *Projectgroep Bouwstoffenbesluit VNO-NCW*, een zelfstandige beleidsgroep van 15 aangesloten organisaties, heeft *HAN* opdracht gegeven de normstelling van sulfaat binnen het zogenaamde *Bouwstoffenbesluit* wetenschappelijk te analyseren. Het onderzoek staat onder auspiciën van het bestuur van stichting *HAN* en een onafhankelijke wetenschappelijke begeleidingscommissie.

Wetenschappelijke commissie:

- Prof. Dr. A. Bast (humane toxicologie en farmacologie; Universiteit van Maastricht)
- Prof. Dr. R.D. Schuiling (emeritus hoogleraar geochemie; Universiteit Utrecht)

Met dank aan:

- Dr. S.W. Verstegen (milieugeschiedenis; Vrije Universiteit Amsterdam)
- Dr. R. Pieterman (sociologie, Erasmus Universiteit Rotterdam)

© *HAN*, 2002

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Citeren is toegestaan met uitdrukkelijke vermelding van het onderliggende rapport.

Indien dit rapport is voortgekomen uit een onderzoeksopdracht van derden, is het de opdrachtgever toegestaan gebruik te maken van de onderzoeksresultaten onder de voorwaarden zoals vastgelegd in de betreffende overeenkomst. Onderliggend rapport blijft het intellectueel eigendom van *HAN*.

ISBN 90-76548-12-9
NUGI 819

HAN

hjaap@xs4all.nl +31(0)79 346 03 04/+31(0)79 346 06 43 (fax)
www.stichting-han.nl

Inhoudsopgave

EXECUTIVE SUMMARY	5
1 SULFAAT EN HET <i>BOUWSTOFFENBESLUIT</i>	7
1.1 Preambule	7
1.2 Inleiding: het <i>Bouwstoffenbesluit (BsB)</i>	7
1.3 <i>Achtergrondwaarden 2000 (AW2000)</i>	8
1.4 Sulfaat	9
1.5 Analysesystematiek	10
2 HET <i>BOUWSTOFFENBESLUIT</i> EN HET VOORZORGPRINCIPE: EEN CONCEPTUELE ANALYSE	11
2.1 Begrippenkader	11
2.2 Van risico naar voorzorg: een trendbreuk	11
2.3 Voorzorg in het <i>Bouwstoffenbesluit</i> : een analyse	14
2.4 Observaties en conclusies	17
3 SULFAAT EN HET <i>BOUWSTOFFENBESLUIT</i>: DE RISICO'S VAN VOORZORG	19
3.1 Bouwmaterialen en sulfaat	19
3.2 Bronnen van sulfaat	19
3.3 Reactiviteit	20
3.4 Stofconcentraties in grond- en oppervlaktewater	21
3.4.1 Oppervlaktewater	21
3.4.2 Grondwater	22
3.5 Stofconcentraties als functie van landgebruik	24
3.6 De afleidingssystematiek in het <i>BsB</i>	25
3.6.1 algemeen	25
3.6.2 De drinkwaternorm van sulfaat	26
3.7 Conclusies	26
Referenties	29

EXECUTIVE SUMMARY

Algemeen

Deze studie beschrijft de wijze waarop de sulfaatnorm, zoals gedefinieerd in het *Bouwstoffenbesluit*, tot stand is gekomen. Zowel conceptuele alsmede instrumentele aspecten zijn hierbij aan de orde gekomen.

Het *Bouwstoffenbesluit (BsB)* heeft tot doel de milieuhygiënische randvoorwaarden vanuit bodem- en oppervlaktewaterbescherming te geven voor het gebruik van secundaire en primaire bouwstoffen. Bij het stellen van deze randvoorwaarden is een afweging gemaakt tussen de verschillende milieuhygiënische doelstellingen:

- De bescherming van de kwaliteit van milieucompartimenten
- De vermindering van het gebruik van (eindige) primaire grondstoffen
- De vermindering van de hoeveelheid te storten afvalstoffen

Op grond van het *marginale bodembelastingconcept* zijn de maximaal toelaatbare immissiewaarden voor anorganische stoffen opgesteld. Voor chloride en sulfaat is bij het bepalen van de immissiewaarden echter uitgegaan van de streefwaarden voor *grondwater*, aangezien geen streefwaarden voor grond zijn bepaald. De sulfaatimmissienormen zijn:

- 45 000 mg SO_4^-/m^2 per jaar
- 100 000 mg SO_4^-/m^2 per jaar voor een niet-vormgegeven bouwstof die als categorie I wordt toegepast in de bodem
- 124 000 mg SO_4^-/m^2 per jaar voor een niet-vormgegeven bouwstof die als categorie I wordt toegepast in oppervlaktewater
- 180 000 mg SO_4^-/m^2 per jaar voor een bouwstof in mogelijk direct contact met brak oppervlaktewater of zeewater met van nature een chloridegehalte van meer dan 5 000 mg/l

De 45 000 mg SO_4^-/m^2 per jaar –de norm die in deze studie aan de orde wordt gesteld– kent een simpele afleiding. Gemiddeld is het neerslagoverschot in Nederland 300 mm per jaar. Per vierkante meter is dat 300 liter water per jaar. De genoemde 45 000 mg SO_4^- opgelost in 300 liter water resulteert in de drinkwaternorm van 150 mg SO_4^-/l .

Risico en voorzorg

De zogenaamde voorzorgcultuur –als conceptueel thema– kent op diverse niveaus een verstaalslag in het *BsB*. In de voorzorgcultuur staat niet het *vergoeden* van de schade centraal, maar juist het *voorkómen* ervan. Dit vormt een trendbreuk met de zogenaamde *risicocultuur*. De risicocultuur laat namelijk ruimte voor de historisch gebleken onvermijdelijkheid van schade als gevolg van menselijk handelen. Binnen de voorzorgcultuur echter wordt schade als vermijdbaar geacht en dus is de cruciale taak niet het zorgen voor een *adequaat verzekeringssysteem* voor de vergoeding van schade, maar een *preventieregime* ter voorkoming ervan. In het officiële beleid staat het zogenaamde voorzorgbeginsel dan ook centraal. De geldende vuistregels zijn 'schade is schande' en 'bij twijfel, niet doen'.

Benoemde voorzorgcultuur vormt op diverse niveaus het fundament van het *BsB*. Het marginale bodembelastingsconcept bijvoorbeeld –als een van de centrale uitgangspunten van het *BsB*– resulteert in een concentratiebenadering van normen en immissiewaarden terwijl de feitelijke flux naar het milieu bepalend is voor de potentiële schade. Daarnaast gaat het *BsB* uit van een *content* benadering in de vorm van samenstellingswaarden voor de bodem.

Echter de biologische beschikbaarheid van stoffen (*release*) is bepalend voor de feitelijke blootstelling van organismen aan potentieel toxische stoffen. In hoeverre aanwezigheid van bepaalde stoffen in de bodem relevant is vanuit ecotoxicologisch oogpunt wordt binnen de kaders van het *BsB* dus niet geadresseerd. Bovendien wordt immissie als een generiek fenomeen beschouwt. Immissie wordt daarmee als gedelokaliseerd aangemerkt ondanks het per definitie lokale karakter van immissie van stoffen uit werken. Voor sulfaat is gekozen voor een drinkwaternorm. De lineaire vertaling van een drinkwaternorm naar een immissiewaarde (per m²) laat de chemische reactiviteit van sulfaat als realiteit buiten beschouwing. Andere sulfaatbronnen en de natuurlijke variatie (afgezien van brak grond- en oppervlaktewater) blijven eveneens buiten beschouwing. Daarbij blijft de vraag of hoeveelheden sulfaat in infiltratiewater (concentraties) een substantiële bijdrage leveren aan reeds aanwezige hoeveelheden in het grondwater onbeantwoord.

De sulfaat drinkwaternorm

Sulfaat is het minst toxische anion van alle anionen waaraan de mens blootstaat. Er bestaat geen humaan-toxicologische reden om sulfaat te normeren. De letale dosis voor mensen - uitgaand van kalium- of zinksulfaat- is ongeveer 45 000 mg. De doodsoorzaak is te wijten aan een stof-aspecifieke osmotische en elektrolyten balansverstoring. Met andere woorden, de doodsoorzaak is niet zozeer te wijten aan het gegeven dat het een *sulfaat*zout betreft, maar dat het een *zout* betreft.

De *WHO* heeft geen humaan-toxicologische norm afgeleid voor sulfaat. De drinkwaternorm van 150 mg SO₄/l -waarop de immissiewaarde van 45 000 mg SO₄/m² via omrekening is gebaseerd- is in feite een 'smaaknorm' aangezien sulfaat-zouten bij bepaalde concentraties, variërend van 200 tot 1 000 mg SO₄/l, de smaak van drinkwater negatief beïnvloeden.

Conclusies

Sulfaatbelasting als gevolg van de aanwezigheid bebouwde gebieden –dan wel de ontwikkeling daarvan- is een fenomeen dat geen normering behoeft. Met de reeds geïmplementeerde norm van 45 000 mg SO₄/m² in het *BsB* wordt geen doel gediend.

De gekozen systematiek voor de normstelling van sulfaat vanuit de *WHO* drinkwaternorm –een smaaknorm- via een gedelokaliseerd conservatieve uitspoelingsmodel is als zeer gebrekkig te bestempelen. Enige wetenschappelijke onderbouwing ontbreekt. Sulfaat vormt geen toxicologische risico voor mensen.

Sulfaat is allermint een conservatief element. Onder anoxische condities is het reactief in de bodemmatrix. Het belangrijkste vastleggingsmechanisme voor sulfaat is de reductie tot sulfide en vastlegging in metaalsulfides zoals *pyriet*. In de tijd neemt dus de sulfaatconcentratie in grondwater af (afgezien van brak grondwater).

Bebouwde gebieden zijn de locaties bij uitstek waar bouwstoffen worden toegepast en sulfaatuitloging tot uitdrukking moet zijn gekomen in hogere concentraties in het grondwater. Bebouwing echter geeft geen afwijkend beeld in sulfaatconcentraties ten opzichte van onbelaste natuurgebieden en landbouwgebieden.

1 SULFAAT EN HET *BOUWSTOFFENBESLUIT*

1.1 Preambule

Stichting Heidelberg Appeal Nederland (stichting HAN) is een wetenschappelijk initiatief van binnenuit de Nederlandse academische wereld. Het tracht ondersteuning te geven aan de maatschappelijke taak van de universiteit. *Stichting HAN* acht het van groot belang dat wetenschappers zich inzetten bij politieke en publieke debatten die een wetenschappelijk element bevatten. Daarom zoekt *stichting HAN* het debat op zowel binnen de academische wereld als daarbuiten. Tevens acht *stichting HAN* het van belang dat meningsvorming en beleidsvoering primair gevoed worden met beschikbaar feitenmateriaal maar wil ook de beperkingen schetsen van datzelfde feitenmateriaal.¹

Een van de activiteiten die *stichting HAN* heeft ontwikkeld is het uitvoeren van onafhankelijke wetenschappelijke analyses binnen *HAN* in opdracht van derden op voorwaarde van een inhoudelijk wetenschappelijke *carte blanche* en recht op publicatie ongeacht de uitkomst van het onderzoek. Een onafhankelijke externe wetenschappelijke begeleidingscommissie en het stichtingsbestuur staan de *HAN*-onderzoeker(s) bij in zijn/haar taak en geeft het uiteindelijke fiat aan de eindrapportage.

1.2 Inleiding: *Het Bouwstoffenbesluit (BsB)*

Het *Bouwstoffenbesluit (BsB)* heeft tot doel de milieuhygiënische randvoorwaarden vanuit bodem- en oppervlaktewaterbescherming te geven voor het gebruik van secundaire en primaire bouwstoffen.² Bij het stellen van deze randvoorwaarden is een afweging gemaakt tussen de verschillende milieuhygiënische doelstellingen:³

- De bescherming van de kwaliteit van milieucompartimenten
- De vermindering van het gebruik van (eindige) primaire grondstoffen
- De vermindering van de hoeveelheid te storten afvalstoffen

De functie van het *BsB* is dus gericht op de vermindering van het gebruik van primaire grondstoffen en de reductie van stort -door middel van recycling en hergebruik- binnen de context van de samenstellingswaarden van de bodem.

De beleidsnotitie *Milieukwaliteitsdoelstellingen Bodem en Water* (kortweg *MILBOWA*) ligt in oorsprong aan het *BsB* ten grondslag.⁴ In de *MILBOWA* worden twee verschillende typen normen gehanteerd te weten de *grenswaarden*, gesteld op het zogenaamde maximaal toelaatbaar risiconiveau niveau (MTR), en *streefwaarden* gesteld op het zogenaamde verwaarloosbaar risiconiveau niveau (VR). De streefwaarden geven het einddoel, de grenswaarden het tussendoel ten aanzien van de gestelde milieukwaliteit. Het VR is het MTR gedeeld door 100. Het VR niveau is een beleidsinstrument dat het zonder wetenschappelijke onderbouwing moet stellen.⁵ Streef- en grenswaarden zijn verbonden aan de risicogrenzen voor mens, dier, plant en ecosysteem. Deze risiconiveau's zijn in de notitie *Omgaan met risico's* omschreven en ingevuld.⁶ De streefwaarden liggen in principe op het VR. De *streefwaarden* van de *MILBOWA* zijn onveranderd in het *BsB* overgenomen. Daarmee zijn de grenswaarden dus komen te vervallen wat betreft het *BsB*.

De normen (samenstellingswaarden) zoals geformuleerd in het *BsB* hebben verschillende fundamenteën:

- *Op achtergrondwaarden gebaseerde streefwaarden (waaronder metalen):* aangezien metalen van nature voorkomen, zijn de streefwaarden voor metalen afhankelijk gesteld van achtergrondconcentraties die voorkomen in 'relatief onbelaste gebieden'⁷
- *Uit (eco)toxicologisch onderzoek afgeleide streefwaarden:* voor een zeer beperkt aantal stoffen is ecotoxicologisch onderzoek uitgevoerd. Streefwaarden zijn afgeleid uit de resultaten van dat onderzoek. De productnormen voor drinkwater uit het *Waterleidingbesluit* voor met name de organische microverontreinigingen, maar ook zouten, zijn in het *BsB* als streefwaarden overgenomen, aangezien uit grond- en oppervlaktewater drinkwater wordt gemaakt.⁸ Deze normen hebben dus betrekking op de volksgezondheid
- *Streefwaarden gebaseerd op chemisch-analytische detectiegrenzen (LOD: Limit of Detection):* aantoonbaarheidsgrenzen hebben betrekking op de wijze van analyse van parameters en de gebruikte apparatuur

1.3 Achtergrondwaarden 2000 (AW2000)

Teneinde de huidige normen in het *BsB* te toetsen is het *Achtergrondwaarden 2000* project (*AW 2000*) in gang gezet. In de onderzoeksopzet van deze studie wordt daarover het volgende opgemerkt:⁹

'Tijdens de technische invulling en definitie van (de Uitvoeringsregeling van) het Bouwstoffenbesluit is vanaf 1995 een discussie gevoerd met het (bouw)bedrijfsleven over de toetsing van schone grond. Door het (bouw)bedrijfsleven werd terecht geconstateerd dat bij de toetsing van schone grond de kans op het vinden van een overschrijding van de streefwaarde toeneemt naarmate er op meer stoffen moet worden getoetst. ... De gebruikelijke wijze van toetsen aan de streefwaarde was om bij het vinden van een overschrijding voor één stof, te concluderen dat er sprake is van bodemverontreiniging. De lijst van stoffen die in het kader van het Bouwstoffenbesluit potentieel zouden moeten kunnen worden getoetst was bovendien groot.

... op basis van bestaande meetgegevens [is] getracht een landelijk gegevensbestand van achtergrondgehalten vast te stellen (project evaluatie Hantering Streefwaarden . Kortweg HANS). Dit bleek slechts ten dele mogelijk. Voor de acht (zware) metalen en PAK zijn er wel (ruim) voldoende meetgegevens beschikbaar, maar voor andere stoffen ontbreekt vrijwel alle informatie. ... Dit vormde voor de begeleidingscommissie aanleiding om te concluderen dat de op basis van dit gegevensbestand gedefinieerde toetsingsregel wel acceptabel was voor een interim-periode, maar dat moet worden gewerkt aan het verkrijgen van een consistent gegevensbestand voor alle stoffen. Op basis van dit gegevensbestand zou dan een definitieve afleiding van toetsingsregels kunnen plaatsvinden.

Het onderzoek in het kader van AW2000 is er op gericht om vast te stellen wat de gehalten zijn aan stoffen in natuur- en landbouwgronden in Nederland.'

Met deze studie-opzet is in feite de risicobenadering -zoals in 1988 in *Omgaan met risico's* is gedefinieerd- verlaten aangezien met het AW2000 project de nog te bepalen achtergrondwaarden in natuur- en landbouwgronden als uitgangspunt voor de toetsingsregels worden gekozen. Overigens -zoals in het AW2000 document wordt opgemerkt- werd begin jaren 90 van de vorige eeuw in de *MILBOWA* ook al vastgesteld dat van vrijwel alle in het *BsB* genoemde stoffen een landsdekkend beeld ontbreekt.¹⁰

Naast het loslaten van het risicoconcept zijn ook de achtergrondwaarden anders ingevuld dan voorheen. Het AW2000 document stelt het volgende ten aanzien van achtergrondwaarden:

'De term 'achtergrondgehalte' wordt hierbij nadrukkelijk losgelaten in verband met de complexiteit van het probleem wat onder 'achtergrondgehalte' wordt bedoeld en hoe deze op grond van een te kiezen definitie zouden moeten worden vastgelegd. Gaat het immers om de gehalten zoals die ten gevolge van bodemvormende processen van nature kunnen voor-

komen, of mag een zekere -beperkte- mate van diffuse belasting van al of niet humane oorsprong in dit achtergrondgehalte meetellen? In het licht van die discussie is vastgesteld dat AW2000 zich richt op de gehalten zoals die op dit moment voorkomen in de bodem van natuur- en landbouw gronden waarvoor geldt dat er geen verwachting bestaat van een meer dan normale diffuse achtergrondbelasting.'

Met andere woorden, er wordt niet meer uitgegaan van 'relatief onbelaste bodems' zoals bij het zogenaamde 'Edelmanonderzoek' maar van actuele waarden zoals gevonden in genoemde bodems.¹¹ Het is echter niet duidelijk wat exact bedoeld wordt met de conditionele formulering waarmee de laatste zin van bovenstaand citaat afsluit. Er wordt uitgegaan van een niet 'meer dan normale diffuse achtergrondbelasting' zonder dat deze nader wordt omschreven in termen van 'normaal', 'natuurlijk' en 'antropogeen'. Daarmee wordt de oude problematiek van achtergrondwaarden in stand gehouden. Het behoeft nadere invulling om bij afronding van het project een oordeel te vellen over de gehanteerde samenstellingswaarden in het *BsB*. De afronding van dit project wordt echter niet eerder verwacht dan 2006.

1.4 Sulfaat

In deze studie staat de sulfaatnorm centraal. Dat wil zeggen dat de onderbouwing van deze normstelling aan een nader onderzoek zal worden onderworpen.

Omdat het veelal onmogelijk is bouwstoffen toe te passen zonder enige belasting van de bodem, is bij het opstellen van het *Bouwstoffenbesluit* gekozen voor een niet meer dan marginale bodembelasting. Dit houdt in:

- Een zeer geringe verhoging van de gehalten van verontreinigde stoffen in de vaste fase van de bodem
- Bescherming van het grondwater op het niveau van de streefwaarden grondwater¹²

Voor de meeste stoffen, waaronder metalen en organische microverontreinigingen is dit als volgt numeriek ingevuld:¹³

'Een belasting van de bodem ten gevolge van uitloging uit een bouwstof, die rekenkundig leidt tot een toename in de vaste fase van de bodem van ten hoogste 1% van de gehalten van verontreinigende stoffen ten opzichte van de streefwaarden grond in 100 jaar, gemiddeld over één meter als homogeen te beschouwen standaardbodem.'

Op grond van het concept *marginale bodembelasting* zijn de maximaal toelaatbare immissiewaarden voor anorganische stoffen opgesteld. Voor chloride en sulfaat is bij het bepalen van de immissiewaarden uitgegaan van de streefwaarden voor grondwater, aangezien geen streefwaarden voor grond zijn bepaald. In het *Waterleidingbesluit* wordt sulfaat genormeerd op 150 mg SO₄/l.¹⁴ Vanwege het risico van de belasting van het grondwater is de immissiewaarde voor sulfaat uitgedrukt in mg/m² per jaar in plaats van 100 jaar. De sulfaatimmissienormen zijn als volgt:

- 45 000 mg SO₄/m² per jaar
- 100 000 mg SO₄/m² per jaar voor een niet-vormgegeven bouwstof die als categorie I wordt toegepast in de bodem
- 124 000 mg SO₄/m² per jaar voor een niet-vormgegeven bouwstof die als categorie I wordt toegepast in oppervlaktewater
- 180 000 mg SO₄/m² per jaar voor een bouwstof in mogelijk direct contact met brak oppervlaktewater of zeewater met van nature een chloridegehalte van meer dan 5 000 mg/l

De 45 000 mg SO_4^-/m^2 per jaar kent een simpele afleiding. Gemiddeld is het neerslagoverschot in Nederland 300mm per jaar. Per vierkante meter is dat 300 liter water per jaar. De genoemde 45 000 mg SO_4^- opgelost in 300 liter water resulteert in de drinkwaternorm van 150 mg SO_4^-/l .

1.5 Analysesystematiek

Teneinde de sulfaatthematiek naar behoren te analyseren zullen de volgende punten in deze studie aan de orde worden gesteld. Daarin wordt onderscheiden een conceptuele analyse en een instrumentele op sulfaat toegespitste analyse. Samengevat:

- De bruikbaarheid van het concept marginale bodembelasting
- Het (eco)toxicologische profiel van sulfaat
- De belastingskarakteristieken
- Het voorkomen van sulfaat in de Nederlandse bodem en water

Allereerst zal de conceptuele thematiek worden besproken. Dat is van belang gezien de achtergrond van de normen zoals geformuleerd in het *BsB*, naast het gebruikte concept van de marginale bodembelasting. Het ontstaan van de zogenaamde voorzorgcultuur voortkomend uit de risicocultuur zal hierbij aan bod komen.¹⁵ Vervolgens wordt aan de hand van bestaande onderzoeken op basis van meetgegevens de sulfaatconcentratie in bodem, oppervlaktewater en grondwater in Nederland in beeld gebracht, waarbij tevens aandacht wordt besteed aan antropogene toevoeging van sulfaat in relatie tot natuurlijke achtergrondniveaus. Afsluitend zal de sulfaatnormering worden geanalyseerd. Beide thema's zullen in de conclusies met elkaar worden verbonden.

2 HET *BOUWSTOFFENBESLUIT* EN HET VOORZORGPRINCIPE: EEN CONCEPTUELE ANALYSE

2.1 Begrippenkader

Om enig begrip te ontwikkelen voor de conceptuele karakteristieken van het *BsB* is het noodzakelijk stil te staan bij het denken over risico en voorzorg. De thema's 'schade' en 'schande' spelen daarin een hoofdrol. Verantwoordelijkheden van overheden en bedrijfsleven zijn in de loop der tijden veranderend gewaardeerd en vastgelegd. Pieterman *et al.* beschrijven deze thematiek als volgt:¹⁶

In other words, we do accept damage in the future when it is more economical to compensate for that damage, then it is to take further preventive action or to stop with the original activity from which the damage results. This is the key aspect of risk culture in which we take damage to be an unfortunate side effect of activities that on the whole are valued positively. Some people may die in car or aeroplane accidents or in hospital OR's but we do not want to give up driving, flying or surgery. So at least some remaining damage is taken for granted in risk culture as long as it is possible to compensate for it. In this sense compensation is the standard reaction and comes first. Preventive measures are taken only when they cost less in relation to the compensation scheme. ...'

'Our contention is that the risk society as Beck and others picture it gives rise to a precautionary culture, which in important respects differ from the risk culture of industrial society. For instance, where risk culture distances itself from individual moral guilt, it is re-introduced by precautionary culture. However, where in guilt culture it was assumed that the victim himself was to blame, in precautionary culture we assume that those in charge of industry and especially governmental officials are to blame. This is because risk culture has developed the idea that damage is not due to individual carelessness but should be seen as undesired side effects of industry, economy or any other social system. This lesson is retained in precautionary culture, but the idea that some damage is unavoidable and acceptable is no longer held as valid. In precautionary culture people feel that all damage can be predicted and should be prevented by precautionary action. Where risk culture took some damage for granted and prevented damage only to the extent that it was cost-effective, in precautionary culture the prevention of damage comes first, whatever the cost. ...'

De *voorzorgcultuur* staat dus primair voor het gedachtegoed dat schade als gevolg van menselijk handelen voorspelt én voorkómen dient te worden. De *risicocultuur* -als voorloper van de *voorzorgcultuur*- laat ruimte voor de historisch gebleken onvermijdelijkheid van schade als gevolg van menselijk handelen. Die schade dient binnen de context van wetenschappelijke en bestuurlijke analyses zo goed mogelijk in kaart te worden gebracht en geadresseerd in de vorm van preventief handelen binnen de grenzen van de sociaal-economische rationaliteit. De *voorzorgcultuur* echter neemt de stap naar bestuurlijke interventiemodellen die het mogelijk moet maken schade van 'economisch' handelen én te voorspellen én uit te bannen. Daarmee eigenen bestuurders –de Staat- zich de verantwoordelijkheid toe om beleid bij (vermeend) marktfalen te implementeren. Oftewel: *precaution empowers bureaucracy*.¹⁷ Het oorspronkelijke fundament van het *BsB* -het zogenaamde Verwaarloosbaar Risiconiveau- is de stille getuige van een in beleid geabsorbeerde *voorzorgcultuur*. In die zin is het *BsB* een uiting van voorzorg in relatie tot bouwactiviteiten. De gesignaleerde trendbreuk tussen de risico- en de *voorzorgcultuur* zal hieronder aan bod komen.

2.2 Van risico naar voorzorg: een trendbreuk

Met de komst van het moderne zogenaamde voorzorgprincipe is er sprake van een trendbreuk met het 'klassieke' risicodenken. Het voorzorgprincipe is een uitdrukking van het zogenaamde *voorzorgdenken*, een typerend cultuurfenomeen van de laatmoderne samenle-

ving.¹⁸ Echter naast het voorzorgdenken zijn er twee eerder ontwikkelde moderne typen van denken over 'schade en schande' die we hier kort zullen bespreken. Het *eerste* type kan als *schulddenken* getypeerd worden. Daarmee wordt bedoeld op het individualistische perspectief dat in de negentiende eeuw is uitgewerkt als onderdeel van de liberale mens- en maatschappijopvatting in het privaatrechtelijk systeem van aansprakelijkheid op grond van de onrechtmatige daad. Morele schuld in de vorm van nalatigheid of onzorgvuldigheid vormt de kern van omgaan met gevaar en schade in het *schulddenken*. Het *tweede* type wordt tegenwoordig als *risicodenken* aangeduid. Grotendeels los van morele vragen over schuld wordt schade daarin als onvermijdelijk gezien en als aanvaardbaar voor zover adequate schadevergoeding kan plaatsvinden. Het grote systeem van particuliere en publieke verzekeringen, dat het tastbare maatschappelijke resultaat is van dit type denken, vormt de kern van de verzorgingssamenleving die in de twintigste eeuw tot ontwikkeling is gekomen.

Het systeem van verzekeringen laat goed zien welke inhoud de maakbaarheidsgedachte krijgt in het kader van het risicodenken. Op grond van ervaringen uit het verleden wordt berekend in welke mate bepaalde bedreigingen zullen uitmonden in werkelijke schade. Hoe beter de kwaliteit van de ervaringskennis is, hoe meer inzicht ontstaat in factoren die de kansen positief en negatief beïnvloeden (extrapolatie van historisch statistische gegevens). *De les van de geschiedenis is dat de kans op schade nooit tot nul te reduceren valt.* Het voorkomen van schade is daarom geen absolute eis, maar een zaak die door sociaal-economische overwegingen geregeerd wordt. Daarbij is het zo, dat de verhouding tussen de kosten en de baten van extra inspanning tot reductie van de kans op schade steeds meer in het nadeel van verdere reductie komt te liggen. *Dat wordt ook wel de wet van de verminderde meeropbrengst genoemd. Technische risicoberekeningen -voor zover mogelijk- wijzen uit wat economisch gezien de optimale mix is van schadevergoeding en preventieve maatregelen.* Deze manier van benaderen overheerst heden ten dage nog onze visie op, bijvoorbeeld, medische fouten, bedrijfs- en verkeersongevallen en industriële ontwikkelingen.

Het risicobegrip kan in juridisch-economische zin in drie termen worden verrat:¹⁹

- Berekenbaarheid
- Formele aansprakelijkheid voor schade
- Preventie

Berekenbaarheid kent zijn historische wortels in de ontwikkeling van de wiskunde (Pascal en Fermat).²⁰ *Formele aansprakelijkheid* vormt de basis waarop ontstane schade vergoed kan worden. Voordat dat type aansprakelijkheid kan ontstaan, is het noodzakelijk dat mensen hebben geleerd om de morele vragen, die altijd verbonden zijn met het ontstaan en de vergoeding van schade, los te maken van het concreet persoonlijke. Dit vereist dat het sterk religieus verankerde denken zijn dominante culturele positie verliest. In plaats daarvan moet een ander type moraliteit groeien, waarin concrete schadegevallen worden gezien als de feitelijke effectuering van een risico. Het gaat dan om risico's als onvermijdbaar aspect van het menselijk leven. Voor zulke risico's kan niemand in het bijzonder verantwoordelijk gesteld worden en is de formeel geconstrueerde risicogemeenschap aansprakelijk.

Preventie (beletten, behoeden) vereist de overtuiging dat deze wereld systematisch te beheersen is. Het is zeker zo dat mensen zich door de geschiedenis heen altijd preventief 'gewapend' hebben tegen externe bedreigingen, bijvoorbeeld met terpen (overstromingen) en voorraadschuren (honger). Dergelijke preventie instrumenten (of maatregelen) ontbeerden echter het institutionele karakter van bijvoorbeeld het verzekeringswezen. Toch geldt in dit type denken dat het voorkomen van schade slechts in beperkte mate mogelijk is, ondanks

het geloof in een systematische beheersing van fenomenen. Activiteiten mogen worden voortgezet, zolang het mogelijk is om de eventueel te veroorzaken schade in de productiekosten op te nemen, in de prijs door te berekenen en het product ook dan nog op de markt af te kunnen zetten.

Het reeds genoemde *voorzorgdenken* staat voor het *derde* type moderne denken, die zijn weg heeft gevonden in bijvoorbeeld het milieubeleid maar ook opgeld doet in bijvoorbeeld het veiligheidsbeleid. Hierin staat niet het *vergoeden* van de schade centraal, maar juist het *voorkómen* ervan. Schade wordt namelijk als vermijdbaar geacht en dus is de cruciale taak niet het zorgen voor een *adequaat verzekeringssysteem* voor de vergoeding van schade, maar een *preventieregime* ter voorkoming ervan. In het officiële beleid staat het zogenaamde voorzorgbeginsel dan ook centraal.²¹ De geldende vuistregels zijn 'schade is schande' en 'bij twijfel, niet doen'.²² Met het *voorzorgdenken* wordt gedeeltelijk de terugkeer naar het *schulddenken* gemaakt. Waar in het risicodenken afstand wordt gedaan van de individuele morele schuld, wordt deze opnieuw geïntroduceerd in het *voorzorgdenken* met die uitzondering dat schuld nu niet meer ligt bij het individuele slachtoffer maar bij de overheid en het bedrijfsleven, met andere woorden de sociaal-maatschappelijke en economische systeembeheerders. *Immers, de risicocultuur heeft de notie ontwikkeld dat schade niet het gevolg is van individuele slordigheid maar een ongewenst effect van industriële activiteiten, de economie of sociale instituties.* Dít les is bewaard gebleven in de voorzorgcultuur met dien verstande dat de *onvermijdelijkheid* van schade en de *acceptatie* daarvan wordt afgewezen. Dat schade én voorzien én voorkomen kan en moet worden staat centraal in het voorzorgdenken. Wanneer preventie faalt leidt dat tot een morele publieke reactie gericht tegen diegenen die hun taak hebben verzaakt -en daarvoor gestraft dienen te worden- waarna compensatie wordt geëist van de sociaal-maatschappelijke systeembeheerders.

Het voorzorgdenken kent een paradoxale houding ten opzichte van wetenschappelijk kennen en kunnen. Aan de ene kant wordt benadrukt dat wetenschappelijke kennis omgeven is met onzekerheden en onbekendheden en aan de andere kant staat de impliciete (politiek-maatschappelijke) eis dat er moet worden aangetoond dat technologieën, processen en producten veilig zijn. Wetenschap wordt dus voor de taak gesteld garanties af te geven op basis van hetzelfde empirisch onderzoek dat -zoals gezegd- onzekerheden in zich draagt. Degene die 'een risico in de wereld brengt of wil brengen' als gevolg van procesinnovatie, een product en dergelijke krijgt impliciet de plicht (wetenschappelijke) zekerheid te geven dat er geen sprake zal zijn van schadelijke effecten in ruimte en tijd.

Het voorzorgprincipe vormt de huidige politiek-maatschappelijke 'oplossing' voor de problematische relatie tussen kennis en macht indien kennis onzeker is -er zijn nog geen antwoorden gevonden op gestelde vragen- en er geen overeenstemming bestaat over politiek-maatschappelijke en economische doelen.²³ Beide disciplines -dat wil zeggen de wetenschap en de politiek- convergeren naar elkaar in het zoeken naar oplossingen. Een toenemende politisering van de wetenschap is daarmee een feit. De grenzen tussen wetenschap en politiek vervagen. Douglas en Wildavsky formuleren deze centrale thematiek als volgt:²⁴

'The last situation ... in which knowledge is uncertain and consent is contested, is precisely how any informed person would characterise the contemporary dilemma of risk assessment.'

In de huidige politieke constellatie wordt als antwoord op deze meerdimensionale onzekerheid gegrepen naar het voorzorgprincipe.

Resumerend kunnen de drie wijzen van denken over schade en schande als volgt worden samengevat:²⁵

Schema 2.2.1 Drie denkwijzen over 'schade en schande'

	Schulddenken	Risicodenken	Preventiedenken
Schade in de tijd gezien	Verleden	Nabije toekomst	Verre toekomst
Causaliteit van de schade	Te voorkomen gevolg van individueel handelen	Niet te voorkomen systeem-effect	Te voorkomen systeem-effect
Omvang van de schade	Klein tot gemiddeld	Klein tot groot	Groot tot 'catastrofaal' ²⁶
Lokaliteit van de schade	Geïndividualiseerd op lokaal niveau	Gecollectiviseerd binnen nationale (sub)systemen	Gecollectiviseerd binnen mondiale (sub)systemen
Morele respons op de schade	Zelf dragen: 'Eigen schuld dikke bult'	Vergoeden: 'Pech moet weg'	Voorkomen: 'Schade is schande'
Schadevergoeding indien:	Aansprakelijkheid van schuldige mogelijk is	Beroep op verzekering van risicocollectief mogelijk is	Collectieve middelen toereikend zijn
Visie op slachtoffer	Moreel verdacht	Rechthebbend lid van het risicocollectief	Door nalatigheid getroffen burger
Centrale actor	Schuldige	Systeembeheerder van het risicocollectief	Systeembeheerder van de samenleving
Schande treft:	Slachtoffer	Niemand	Politiek verantwoordelijke systeembeheerders
Rol van kansen	Irrelevant	Centraal	Marginaal
Aard van de kansen	N.v.t.	Relatief groot	Zeer klein
Visie op voorzorg	Individuele plicht	Kosten-baten rationaliteit van het risicocollectief	Morele plicht van de systeembeheerders
Relevantie van science	<i>Beperkt voor betrouwbare verklaringen</i>	<i>Cruciaal voor betrouwbare assessment</i>	<i>Beperkt door samenhang van kennis en cultuur</i>

2.3 Voorzorg in het *Bouwstoffenbesluit*: een analyse

De conceptuele onderbouwing van het *BsB* draait om het zogenaamde Verwaarloosbare Risiconiveau (VR), afgezien van onder andere de zware metalen die worden teruggevoerd op de concentraties zoals gevonden door Edelman. Het VR-niveau is een vertaling van het voorzorgdenken dat als trendbreuk moet worden beschouwd met het risicodenken, zoals we hierboven hebben betoogd. Binnen het *BsB* is het voorzorgconcept als volgt vormgegeven:

- Marginale bodembelastingsconcept (1% toename in 1 of 100 jaar)
- *Concentraties* van stoffen (in bodem) door limitatie van *vrachten (flux) uit bouwstoffen*
- *Samenstellingswaarden* in plaats van *biologische beschikbaarheid*
- Generieke invulling van immissie en emissie ('de vervuilende deken')

Toegesplitst op sulfaat is aan die lijst toe te voegen:

- De concentratie in *water* en *niet* in de *bodem* is bepalend. De drinkwaternorm voor sulfaat wordt terugvertaald naar een immissiewaarde
- Sulfaat wordt beschouwd als een conservatief molecuul (het wordt geacht geen chemische interactie te ondergaan in en met de bodemmatrix)

Het *marginale bodembelastingsconcept* gaat uit van een *steady-state* gedachte, waarbij als axioma wordt gehanteerd dat iedere verandering van een bepaalde toestand als minder wordt gewaardeerd dan het uitgangspunt. De samenstelling van de bodem behoeft daarbij een soort 'nulmeting'. Dat wil zeggen dat er enig kwantitatief zicht moet zijn op de samenstelling van de Nederlands bodem. Dit zal zijn beslag moeten krijgen in het AW2000 project. Moeilijkheid hierbij is dat antropogene invloeden dienen te worden onderscheiden van de 'natuurlijke' situatie. Voor een aantal stoffen zoals gewasbeschermingsmiddelen zal dat geen probleem zijn; voor andere componenten zal dat aanzienlijk lastiger of zelfs onmogelijk zijn. Bovendien dienen geologische verschillen tussen gebieden in kaart worden gebracht. In die zin is het AW2000 project een poging om binnenlandse variatie in beeld te krijgen. Daarnaast gaat het marginaal bodembelastingsconcept uit van samenstellingswaarden waarbij de toxicologische relevantie van zowel de samenstelling als de toevoeging buiten beeld blijft. Het grootste probleem is dat het marginale bodembelastingsconcept een moreel instrument is om economische activiteiten te beoordelen. *Met dit concept blijkt al dat binnen het BsB hergebruik van materialen teneinde primair gebruik te reduceren en stort te voorkomen ondergeschikt is aan de milieuhygiënische randvoorwaarden voor milieucompartimenten.*

In het *BsB* staan de samenstellingswaarden (voor de bodem), of hier via het marginale bodembelastingsuitgangspunt te koppelen immissiewaarden, gedefinieerd als *concentraties* (mg/kg) of hoeveelheden per oppervlakte-eenheid (m²). Er mag 'X' gram over 100 jaar worden toegevoegd om de concentratie met een factor 'Y' te laten stijgen. Het beleidsmiddel is dus een *flux*, maar het afrekencriteria een *concentratie* –onder andere voortkomend uit uitloogexperimenten. (Voor sulfaat geldt een ander uitgangspunt dat we hieronder aan bod zullen laten komen.)

Het marginale bodembelastingsconcept heeft -als voorzorgconcept- deze problematiek 'ondervangen'. Kennis van de reeds aanwezige hoeveelheden is binnen het concept van de marginale bodembelasting niet van belang. Concentratiewaarden dienen als juridisch-normatief uitgangspunt in het *BsB*. Ook hier weer blijft de toxicologische relevantie van de betreffende normstelling buiten beeld. Reeds aanwezige hoeveelheden in de bodem kunnen immers geëmitteerde hoeveelheden verre overstijgen waarmee de toxicologische relevantie van de geëmitteerde hoeveelheden betekenisloos is.

Het *BsB* gaat uit van een *content (inhouds)* benadering in de vorm van samenstellingswaarden van de bodem en niet vanuit een *release (emissie)* benadering. Totaalgehalten van stoffen in een bepaald grondmonster, waarop momenteel wordt getoetst, zeggen echter niets over de daadwerkelijke beschikbaarheid van die stoffen voor bodemorganismen en de werkelijke ecotoxische effecten daarvan. Planten en dieren reageren namelijk niet op de samenstelling van de bodem maar op de samenstelling van de mobiele fase, het grond- of oppervlaktewater waaruit zij hun voedingsstoffen betrekken. De aanwezigheid van een bepaalde potentieel toxische stof in het milieu hoeft dus *niet* per definitie een milieuprobleem te zijn. De aan- of afwezigheid van een gevoelig organisme en de biologische beschikbaarheid van de gegeven stof zijn hierbij van doorslaggevend belang. Van Straalen verwoordt het als volgt:²⁷

'... Environmental problems are due to a combination of two factors; first, there is a chemical in the environment which is potentially toxic; and secondly, there is an ecological receptor upon which this chemical may act, such that an environmental problem results.

You may say that this may seem a rather trivial argument, but on various occasions I have observed that often the mere presence of a chemical is considered as a problem, while one

never thinks about ecological receptors upon which this chemical may act, and thereby cause a problem. ...'

Ook hier staat voorzorg centraal geredeneerd vanuit de gedachte dat stoffen in bouwmaterialen, grond en bodem die *nu* niet beschikbaar zijn dat in de toekomst wel kunnen zijn, waarmee een volgende generatie wordt belast met huidige praktijken.

Echter, immissie van componenten uit bouwmaterialen is per definitie een gelokaliseerde gebeurtenis. Transport van genormeerde componenten vindt dus lokaal plaats en zal de bodem gelokaliseerd en in de tijd doen veranderen. Immissie wordt echter -onder andere vanuit de uitloogexperimenten- als een generiek fenomeen opgevat. Immissie wordt binnen de context van het *BsB* als een 'vervuilende deken' opgevat die bodem en grondwater nationaal op eenzelfde niveau kunnen belasten. Deze generieke benadering van immissie van componenten is een *worst case* invulling van de consequenties van economische activiteiten.

De sulfaatnorm beschouwend komen nog twee aspecten aan bod die voortkomen uit het voorzorgdenken zoals hierboven besproken. Aangezien sulfaat over een hoge mobiliteit in de bodem beschikt wordt hier niet het marginale bodembelastingsconcept gehanteerd -sulfaat is immers een oplosbaar negatief ion- maar wordt uitgegaan van de enige norm die beschikbaar bleek voor sulfaat namelijk de drinkwaternorm van 150 mg SO₄/l.²⁸ Daarmee heeft het *BsB* voor sulfaat de problematiek van de bodem naar het drinkwater -via grondwater- verschoven. Er mag een bepaalde hoeveelheid sulfaat uitlogen uit een werk resulterend in maximaal 150 mg/l in het infiltratiewater (het neerslagoverschot is gesteld op 300 mm/per jaar). In hoeverre deze hoeveelheden wezenlijk bijdragen aan de reeds aanwezige hoeveelheden sulfaat in de bodem (bodenvocht en grondwater) blijft buiten beschouwing.

In het hanteren van een drinkwaternorm voor normstelling en immissiewaarden schuilt de generieke belastingsthematiek. Immers, immissie is een lokaal fenomeen dat niet op elke plek in Nederland op hetzelfde niveau grondwater belast, als dat al aan de orde is. Daarnaast kent Nederland een (gelimiteerd) aantal zogenaamde intrekgebieden, waar regen en oppervlaktewater intrekt dat in grondwaterwinningen terecht kan komen. Dit houdt in dat de sulfaatimmissie vanuit werken zeker niet overal tot 'sulfaatproblemen' in drinkwater leidt, waarvan bovendien de vraag nog dient te worden beantwoord in hoeverre sulfaat een humaan-toxicologisch thema van betekenis is. De achtergrond van deze drinkwaternorm zal in het afsluitende hoofdstuk worden besproken.

Ten aanzien van sulfaat wordt tevens uitgegaan van de gedachte dat het zich conservatief in de bodem gedraagt. Met andere woorden sulfaat wordt geacht geen chemische veranderingen in de bodemmatrix te ondergaan. Sulfaat dat vanuit een werk naar de bodem is getransporteerd zal uiteindelijk in het grondwater -dat eventueel voor drinkwater zal worden opgepompt- terechtkomen. Ter illustratie wordt het voorkomen van sulfaat onder vuilstorten genoemd door het *RIVM*.²⁹ Hierin wordt ook het voorzorgbeginsel gehanteerd. Immers, sulfaat is onder bepaalde condities wel degelijk reactief in de ondergrond.³⁰ In het afsluitende hoofdstuk komen we hier op terug.

De voorzorgcultuur kent op diverse niveaus een vertaalslag in het *BsB*. Deze vertaling -die aan het begin van deze paragraaf worden opgesomd- versterkt elkaar in de uiteindelijke uitwerking. Het marginale bodembelastingsconcept resulteert in een concentratiebenadering van normen en immissiewaarden. De feitelijke biologische beschikbaarheid van stoffen (*release*) wordt niet nader benoemd doordat het *BsB* samenstellingswaarden (*content*) hanteert. In hoeverre aanwezigheid van bepaalde stoffen in de bodem relevant is vanuit eco-

toxicologisch perspectief blijft onbeantwoord. Bovendien wordt immissie als generiek beschouwd. Immissie wordt daarmee als gedelokaliseerd aangemerkt ondanks het per definitie lokale karakter van immissie van stoffen uit werken. Voor sulfaat -dat zich volgens het *BsB* conservatief (dus zonder chemische reacties aan te gaan) beweegt door de bodem- is gekozen voor een norm uit de drinkwaterwereld die via grondwater en het neerslagoverschot van 300 mm wordt vertaald in 45 000 mg/m². Deze lineaire vertaling van een drinkwaternorm naar een immissiewaarde per m² laat de chemische reactiviteit van sulfaat als realiteit buiten beschouwing. Bovendien blijft de vraag of concentraties in infiltratiewater een substantiële bijdrage leveren aan reeds aanwezige hoeveelheden in het grondwater buiten beschouwing in het *BsB*.

2.4 Observaties en conclusies

In vele opzichten is het *BsB* een beleidslijn die past in de voorzorgcultuur (zie schema 2.2.1):

- De aard van de schade die het *BsB* tracht te reguleren ligt ver in de toekomst en de kans op eventuele schade moet als zeer klein worden gewaardeerd
- Gebruik van het Verwaarloosbaar Risiconiveau is een uiting van de wens om tot *zero-risk* beleid te komen, waarmee het bestuurlijk risico van marktfalen aan de markt wordt overgedragen (conversie van beleidsfalen naar marktfalen)³¹
- Aangezien oorspronkelijk in het *BsB* de normstelling op het Verwaarloosbaar Risiconiveau was gesteld is de rol die kansen op nadelige effecten -als gevolg van normoverschrijding- spelen nihil
- De relevantie van de wetenschappelijke bijdragen aan de thematiek van het *BsB* is beperkt aangezien de bulk van het geëntameerde onderzoek nauw aansluit bij de beleidslijn die in het kader van het *BsB* is uitgezet

Dit laatste punt is van belang in relatie tot de beoordeling van de kwaliteit van de sulfaatnormstelling. Blijkens het *AW2000* project en de *Monitoring milieuhygiënische kwaliteit van bouwstoffen* wordt wetenschappelijk onderzoek in hoofdzaak ingezet ter onderbouwing van de gekozen beleidslijn.³² Het *AW2000* project bijvoorbeeld moet inzicht geven in de waarden van de genormeerde componenten in de Nederlandse bodem met de bijbehorende variatie teneinde het *BsB* daarop af te stemmen. Of deze waarden feitelijke risico's weergeven bij overschrijding daarvan is geen onderdeel van het onderzoek en komt ook niet in beeld met dit project. Het *AW2000* project ontbeert dus een contextuele aanpak. De *monitorsstudie* van het implementatietraject van het *BsB* kent hetzelfde manco door in de analyse van de implementatie van het *BsB* slechts de volgende vragen te stellen:³³

- Welke bouwstoffen kunnen in welke mate binnen de randvoorwaarden van het *Bouwstoffenbesluit* worden toegepast?
- Wat zijn de consequenties van de normstelling voor het (her)gebruik van bouwstoffen?
- Welke componenten zijn kritisch? In hoeverre zijn kritische componenten beïnvloedbaar?
- In hoeverre is er sprake van kwaliteitsverbetering t.o.v. de ex-ante evaluatie in 1997?
- Welke eventuele problemen zijn er?

De cruciale vraag in hoeverre de betreffende normstelling van het *BsB* een onderbouwde vertaling vertegenwoordigt van een functionele en efficiënte risicoreductiestrategie op milieuhygiënisch terrein blijft hiermee onbeantwoord. Wetenschap dient hier als onderbouwing van een normatief-juridisch (moreel) uitgangspunt. Daarmee ontstaat de verwarring dat het normatief-juridische gelijk wordt geschakeld aan milieuhygiëne. Geobserveerde overschrij-

dingen van *BsB* samenstellingswaarden vertalen zich dan in een beeld van economische activiteiten die risico's voor volksgezondheid en milieu zouden genereren.

Dit amalgaam van de juridisch-normatieve context en milieuhygiëne is kenmerkend voor de voorzorgcultuur waarbij wetenschap en politiek een sterke verweving kennen. Het resultaat is een onhandhaafbare normstelling. Hanekamp signaleert rondom voedselveiligheid eenzelfde thema:³⁴

'Choosing a precautionary zero tolerance approach towards banned chemicals makes for irresponsible government. In other words, risk-management is not applied here. Any amount of banned chemical present in food-products is a case for criminal investigation. Not food-safety is at stake here but upholding the law. International social and economical tensions and political struggles on food-safety issues do not revolve around the toxicological profile of the food-product in question but on the liability of those responsible for the presence of trace amounts of banned chemicals.'

Bij het stellen van de milieuhygiënische randvoorwaarden voor het *BsB* is een afweging gemaakt tussen de verschillende milieuhygiënische doelstellingen:

- De bescherming van de kwaliteit van milieucompartimenten
- De vermindering van het gebruik van (eindige) primaire grondstoffen
- De vermindering van de hoeveelheid te storten afvalstoffen

De functie van het *BsB* is dus gericht op de vermindering van het gebruik van primaire grondstoffen en de reductie van stort -door middel van recycling en hergebruik- binnen de context van de samenstellingswaarden van de bodem. In dit hoofdstuk hebben we laten zien dat -in lijn met de voorzorgcultuur- milieuhygiënische randvoorwaarden absolute prioriteit hebben gekregen. Het zal niet verbazen dat een dergelijke benadering van milieuhygiëne ten koste gaat van de mogelijkheden van hergebruik. In die zin is het *BsB* verworpen tot een 'productenrichtlijn', die aan het einde van de productie(recycle)keten kijkt in hoeverre het eindproduct voldoet aan de gestelde eisen. *De mogelijkheden en de risico's die het proces zélf in zich dragen in relatie tot vermindert gebruik van primaire non-renewables en het voorkomen van stort is met het BsB buiten beeld geraakt.* De voorzorgcultuur vertegenwoordigt in het *BsB* een selectieve invulling van milieuhygiëne die het beoogde doel van hergebruik kan blokkeren. Stoffenstromen raken daarmee in toenemende mate gesegmenteerd waaraan het bijbehorende analytische (ambtelijke) beoordelingsapparaat gekoppeld dient te worden.

In het afrondende hoofdstuk zal de sulfaatnorm zelf onder de loep worden genomen, waarna in de concluderende paragraaf de verschillende thema's met elkaar in verbinding zullen worden gebracht.

3 SULFAAT EN HET *BOUWSTOFFENBESLUIT*: DE RISICO'S VAN VOORZORG

3.1 Bouwmaterialen en sulfaat

Recentelijk is geïnventariseerd welke bouwstoffen problemen hebben bij de implementatie van het *BsB* in de periode 1998 – 2001.³⁵ Sulfaat bleek in een groot aantal bouwstoffen een kritische component die tot toewijzing naar categorie 1 leidt. In *grond* bleek sulfaat kritisch bij toepassing van gerijpte baggerspecie (100% van de 10 onderzoeken voor 2 m toepassingshoogte). In *niet-vormgegeven* bouwstoffen blijkt sulfaat kritisch in AVI bodemas (68% van de 170 onderzoeken voor 2 m toepassingshoogte), brekerzeefzand (76% van de onderzoeken voor 2 m toepassingshoogte), menggranulaat (8% van de 536 onderzoeken voor 0,2 m toepassingshoogte), metselwerkgranulaat (16% van de 50 onderzoeken bij 2 m toepassingshoogte). In *vormgegeven bouwstoffen* is sulfaat kritisch bij cellenbeton (90% van de 21 onderzoeken is categorie 1 en 10% van de 21 onderzoeken is zelfs categorie 1B,2), keramische dakpannen (6% van de 36 onderzoeken) en metselbaksteen (7% van de 456 onderzoeken).

De sulfaatproblematiek betreft dus zowel grond, vormgegeven als niet-vormgegeven bouwstoffen. Opgemerkt moet worden dat de producenten van bouwstoffen menggranulaat, cellenbeton, drinkwaterreststoffen, keramische producten ingrijpende maatregelen (lees: kosten) hebben moeten treffen om de sulfaatnorm te halen of verminderingen in de sulfaatuitloging te bewerkstelligen:

- Menggranulaat probeert minder cellenbeton, gips en baksteen mee te nemen, maar dit levert een tekort aan menggranulaathoeveelheden op
- Cellenbeton heeft haar basismengsel aangepast
- Drinkwaterreststoffen heeft het floculatiemateriaal $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ vervangen door Fe Cl_3
- Sulfaatuitloging uit keramische producten kan worden verlaagd door hoger te stoken; hierdoor verandert wel de kleur, zijn energiekosten hoger en zal sulfaat via rookgassen verdwijnen

3.2 Bronnen van sulfaat

Natuurlijke bronnen van sulfaat zijn regenwater en oplossingen van vaste bodembestanddelen. Neerslagwater bevat enkele milligrammen sulfaat per liter, en is door Aalbers *et al.* op 4.8 mg/l gesteld.³⁶ Dit sulfaat is voor een deel afkomstig van antropogene bronnen ('zure regen') en voor een deel vanuit zeewater dat via aerosolen in het regenwater terecht komt. Deze concentraties in regenwater kunnen oplopen als het neerslagwater door evapotranspiratie (het verdampen van water door warmtestraling en opname door vegetatie) wordt geconcentreerd tot enkele tientallen mg/l.

Intermezzo: evapotranspiratie

Evapotranspiratie is het verdampen van water door warmtestraling en opname van water door vegetatie. De mate van evapotranspiratie is afhankelijk van het landgebruik en soort vegetatie. De evapotranspiratie wordt uitgedrukt in een factor die de mate van concentratie weergeeft. Voor onbegroeid terrein is deze factor tussen de 1 en 2 en de factor loopt op tot meer dan 5 voor beboste gebieden (met naaldbos).

In Nederland valt gemiddeld ongeveer 700 – 850 mm neerslag,³⁷ waarvan ongeveer 300 mm netto infiltreert.³⁸ De gemiddelde evapotranspiratiefactor is dus 2,5. Deze netto hoeveelheid neerslag (300 mm) is gebruikt in de afleiding van de normstelling van sulfaat in het *BsB* (zie hoofdstuk 1).

Bij een landoppervlakte van 30 000 km², een neerslagconcentratie van 4,8 mg/l en een neerslag van 750 mm betekent dit dat per jaar 108 miljoen kilo sulfaat (108 000 ton) aan het Nederlandse grondgebied wordt toegevoerd.

Een tweede natuurlijke bron voor sulfaat is de oxidatie van sulfidemineralen in de bodem, in het bijzonder het ijzersulfidemineraal *pyriet*. Voor de oxidatie van het *pyriet* komt per mol geoxideerde *pyriet* twee mol sulfaat vrij:



Het is echter onbekend hoeveel *pyriet* of andere sulfidemineralen zich in de ondergrond bevinden. Er wordt regelmatig *pyriet* in de ondergrond aangetroffen, vaak in bandjes.³⁹ Verder hangt de hoeveelheid vrijgemaakte sulfaat af van de hoeveelheid oxidator die wordt toegevoegd. Het vrijkomen van sulfaat als gevolg van de oxidatie van sulfidemineralen is hiermee een gelokaliseerd proces, sterk afhankelijk van de beschikbaarheid van sulfidemineralen en het indringen van oxidatoren in de bodem.

Op grotere diepte (vanaf enkele honderden meters) kan het oplossen van gips een sulfaatbron vormen. Dit leidt tot sulfaatconcentraties van enige duizenden mg/l in het grondwater. Vooral in de gebieden met ondiepe zoutwinning is het mogelijk dat ook gips aanwezig is. Gips is een van de mineralen die neerslaat met *haliet* (NaCl; keukenzout) tijdens de vorming van deze zoutafzettingen. Doordat de zoutafzettingen lichter (lagere dichtheid) zijn dan de omringende afzettingen kan het zout omhoog migreren en tot dicht bij het oppervlak komen, bijvoorbeeld in de vorm van *diapieren*.

3.3 Reactiviteit

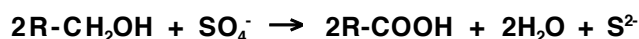
Er zijn chemische en fysische processen die sulfaat in de bodem of vaste fase kunnen vastleggen in weerwil van het uitgangspunt in het *BsB* dat sulfaat als conservatief (dat wil zeggen niet-reactief) moet worden beschouwd. Als eerste kan sulfaat neerslaan doordat het water waarin het sulfaat is opgelost wordt ingedampt (geconcentreerd) of specifieke kationen worden toegevoerd, zodat het oplosbaarheidproduct van mineralen wordt overschreden. Sulfaatmineralen zijn *gips* (calciumsulfaat; CaSO₄) en *bassaniet* (calciumsulfaat met meer kristalwater), *anhydriet* (calciumsulfaat zonder kristalwater), *celestiet* (strontiumsulfaat) en *melantheriet* (ijzersulfaat met kristalwater). De oplosbaarheidproducten van deze mineralen zijn zo hoog dat onder Nederlandse klimatologische omstandigheden geen verzadiging wordt bereikt en het sulfaat niet zal precipiteren.⁴⁰ Concentratieniveaus van sulfaat waarbij verzadiging optreedt liggen in de grootteorde van duizenden milligrammen per liter. Er is een onoplosbaar sulfaatmineraal: *bariet* (bariumsulfaat). Barium echter komt zeer zelden tot nooit voor in hoge concentraties, zodat sulfaat niet substantieel door barium kan worden vastgelegd.

Ten tweede kan het sulfaat worden geadsorbeerd aan de positieve ladingsoppervlakken aan de vaste fase. Uit de literatuur blijkt niet dat dit een alom voorkomend relevant vastleggingsproces is voor het negatief geladen sulfaat ion, in tegenstelling tot fosfaat dat wel sterk wordt gebonden door bijvoorbeeld ijzerhydroxiden:⁴¹

'Most soils will retain some sulfate, although the quantity held is generally small and its strength of retention is low compared to that of phosphate. Sulfate retention is generally higher in the subsoil than the topsoil, since iron and aluminium oxides are more prominent in subsoils. ...'

Ten derde kan sulfaat worden opgenomen in de organische stof als onderdeel van de functionele groepen.

Het vierde en tevens belangrijkste sulfaatvastleggingsproces is de reductie van sulfaat tot sulfide of waterstofsulfide als het als oxidator optreedt. Sulfaat wordt omgezet in zwavel nulwaardig of sulfide. Net als nitraat, is sulfaat niet stabiel onder anaërobe condities. Gezien de lage oplosbaarheid van metaalsulfidemineralen zal zwavel in de vorm van sulfide niet of nauwelijks transporteren via de waterfase (maximaal in de grootteorde van microgrammen/l). Het meest bekende metaalsulfide is *pyriet* (FeS_2 , *fools gold*) dat regelmatig in de Nederlandse ondergrond wordt aangetroffen. Sulfaat treedt op als oxidator als de andere oxidatoren, die thermodynamisch een gunstiger redoxpotentiaal hebben, zoals zuurstof en nitraat en ijzer(III), zijn gebruikt. De microbiële reactie is globaal als volgt:⁴²



Het ijzer om het uiteindelijke *pyriet* te vormen wordt geleverd uit de betreffende geologische formatie waarin *pyriet* zich vormt en moet daar voorkomen in een reactieve vorm van Fe. In de Nederlandse bodem is een overmaat ijzer aanwezig, maar indien er andere metaalionen aanwezig zijn, kunnen die ook met sulfide neerslaan in het bodemmateriaal. Twee andere factoren zijn van belang, namelijk: sulfaatreducerende bacteriën (SRB) en organische stof (OS). Immers, sulfaat wordt door bacteriën omgezet in het voor *pyriet*vorming benodigde zwavel (S) of sulfide (S^{2-}), waarbij zij hun energie halen uit OS. Samenvattend zijn de volgende essentiële factoren te benoemen:⁴³

- Reactief ijzer
- Sulfaat (SO_4^-)
- SRB en eventueel andere bacteriën
- Organische stof (afbreekbaar)

Sulfaat gedraagt zich als een conservatieve stof in de ondiepe ondergrond onder (sub)oxische omstandigheden wanneer onder andere zuurstof en nitraat stabiel zijn. Het belangrijkste vastleggingsmechanisme voor sulfaat is de reductie tot sulfide en vastlegging in metaalsulfides zoals *pyriet*.⁴⁴ Sulfaat is -onder bepaalde (bio)chemische omstandigheden- dus wel degelijk reactief in de ondergrond en zal in de tijd in hoeveelheid afnemen.

3.4 Stofconcentraties in grond- en oppervlaktewater

3.4.1 Oppervlaktewater

De sulfaatconcentraties in het Nederlandse oppervlaktewater variëren sterk van beneden de detectielimiet tot meer dan 1000 mg/l. Een nationaal meetnet dat sloten, kanalen, beken en rivieren monitoort is niet aanwezig, maar door combinatie van de meetnetten van regionale waterbeheerders (de waterzuivering en hoogheemraadschappen) is een landelijk beeld van de oppervlaktewaterkwaliteit voor onder andere sulfaat gemaakt.⁴⁵ Deze variaties zijn grotendeels te verklaren door natuurlijke, geologische processen. Een deel van het oppervlaktewater in Nederland wordt gevoed door zoet tot brak, sulfaatloos tot hoog sulfaathoudend grondwater, met name in de kustprovincies. Maar ook het zoete oppervlaktewater vertoont variaties tot ongeveer 300 mg/l sulfaat. Deze variaties zijn onder andere afkomstig door menselijke activiteiten.⁴⁶ Dit hoeft geen directe input van sulfaat te zijn, maar bijvoorbeeld het gevolg van indirecte activiteiten zoals het verlagen van peilen in polders waarbij delen

van de klei en veenbodem belucht zullen worden en het sulfaat als oxidatieproduct van organische stof en/of sulfidemineralen met regenwater uitspoelt naar het oppervlaktewater.⁴⁷

In oppervlaktewater dat in landbouwgebied ligt, wordt rond de 100 mg/l sulfaat gemeten (met een 10 – 90 percentiel spreiding van 50 tot 150 mg/l). Ook het oppervlaktewater in en rond bebouwde gebieden heeft sulfaatconcentraties van 50 tot 150 mg/l. Oppervlaktewater dat in natuurlijke gebieden heeft iets lagere concentraties rond de 50 mg/l. Relatief hoge sulfaatconcentraties worden aangetroffen in de grote rivieren; de Rijn en IJssel bevatten concentraties rond de 80 mg/l sulfaat, en de Maas heeft ongeveer 50 – 60 mg/l. Dit water uit de grote rivieren wordt 's zomers ingelaten in polders om watertekorten aan te vullen.

Het inlaten van Rijn of Maaswater geeft een duidelijk verschil in sulfaatconcentratie over het jaar heen. In het meeste oppervlaktewater in Nederland leidt waterinlaat tot inlaat van verhoogde sulfaatconcentraties en zijn de winterconcentraties lager. Over het algemeen geldt dat in de zomer ook zonder inlaat van Rijnwater hogere concentraties worden aangetroffen. In de winter treedt door afvoer van het neerslagoverschot verdunning op. In een aantal gebieden treedt een omgekeerd proces op met juist hogere concentraties in de winter. Dit is hierboven al genoemd als voorbeeld in de veengebieden, waarbij de in de bodem aanwezige sulfides door het neerslagwater wordt geoxideerd tot sulfaat en afgevoerd naar het oppervlaktewater. De concentratieverschillen tussen zomer en winter kunnen oplopen tot een factor twee.

Samenvattend: de sulfaatconcentraties in het oppervlaktewater in Nederland variëren van rond 50 mg/l tot boven 200 mg/l. Hogere concentraties komen voor door de invloed van brak of zout water. Algemeen gesteld is er een verschil waarneembaar tussen zomer en winter concentraties. Bij waterinlaat worden in de zomer hogere concentraties sulfaat gevonden. Bij oxidatie van sulfides worden in de winter bij neerslagoverschot afvoer juist tot een factor 2 hogere concentraties gevonden.

3.4.2 Grondwater

Het sulfaatgehalte in grondwater vertoont nog grotere variaties dan in oppervlaktewater. Het grondwater in Nederland kan zeer zout zijn en sulfaatconcentraties lopen op tot meer dan 2 000 mg/l. Aan de andere kant treden in het grondwater vaak reducerende omstandigheden op waarbij alle sulfaat is gereduceerd en vastgelegd in sulfidemineralen. Het zoute grondwater bevindt zich meestal op grotere diepten, minstens enkele tientallen tot honderden meters diep, maar in de kustzones is het ondiepste grondwater meestal zout en bevat hoge sulfaatconcentraties. Het ondiepere zoete grondwater, tot zo'n 15 meter beneden het maaiveld, bevat veelal minder dan 100 mg/l sulfaat (*RIVM Landelijke Meetnet Grondwaterkwaliteit, meetronde 1997*).

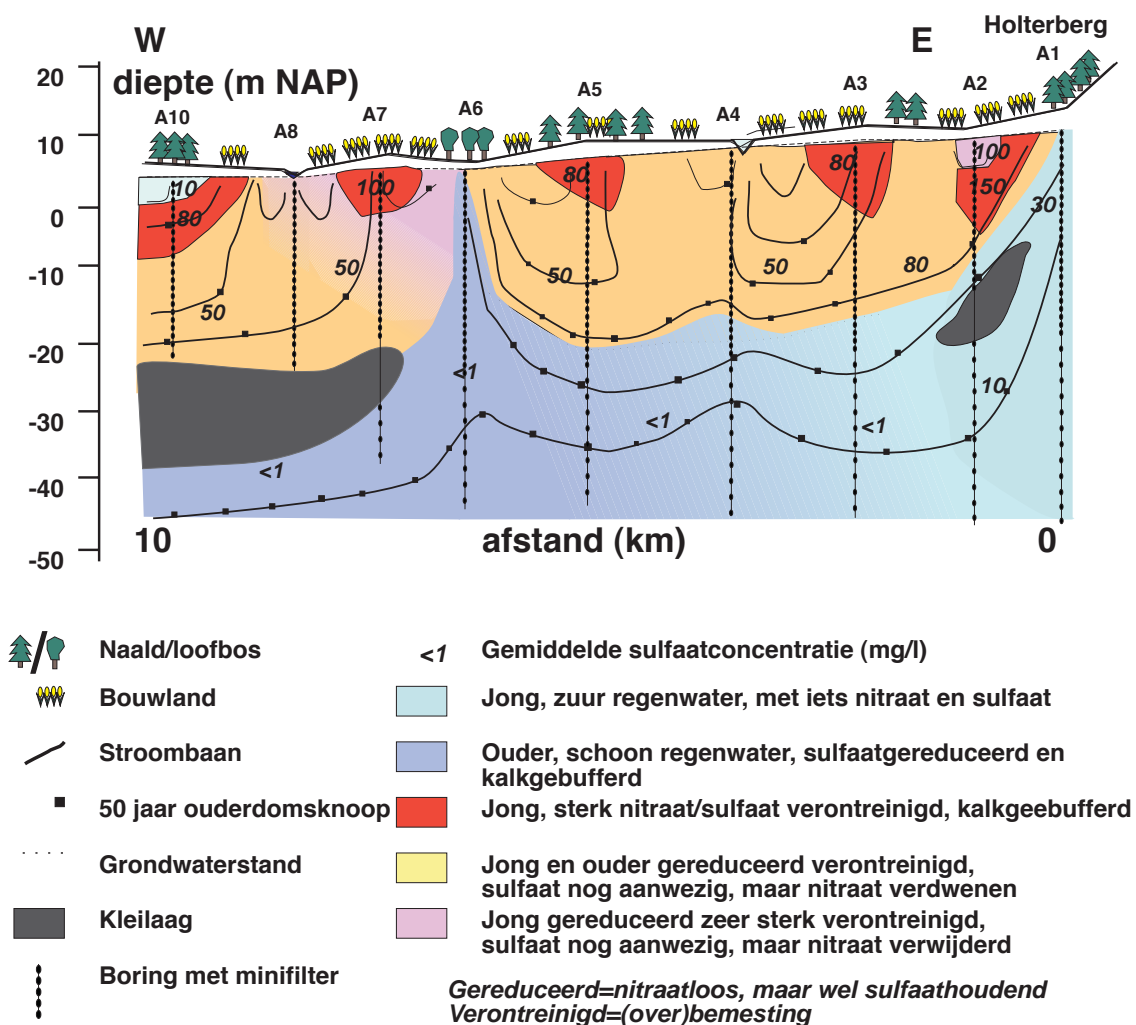
Een werkbaar onderscheid is om Nederland in een *Holoceen* deel en een *Pleistoceen* deel op te delen. Het *Holoceen* wordt gevormd door recentelijk (tot 10 000 jaar geleden) afgezette sedimenten, veelal in de vorm van klei en veen met soms zandige geulen en duinen. Het *Holoceen* treffen we in de kustgebieden in het westen en noorden aan en langs de grote rivieren. Het *Pleistoceen* is ouder dan 10 000 jaar en bestaat veelal uit zandige sedimenten afgezet door de grote rivieren en gletsjers in de IJstijden en ligt vooral in het oostelijk en zuidelijk deel van Nederland.

Het *Holoceen* bevat organische stof rijke afzettingen, waaronder veen, en dit heeft tot gevolg dat sulfaat wordt omgezet in sulfide omdat het als oxidator van organische stof wordt gebruikt. Daarom wordt zelden tot nooit sulfaat in grondwater in dit soort sediment aangetrof-

fen; de concentraties liggen veelal beneden de 5 mg/l. Het verwijderen van sulfaat uit infiltrerend water (bijvoorbeeld regenwater of inlaatwater) kan al binnen enkele decimeters tot meters plaatsvinden. In deze sedimenten worden dan ook regelmatig sulfidemineralen, zoals pyriet aangetroffen.⁴⁸

In het *Pleistoceen* wordt het sulfaat ook tijdens transport door de ondergrond gereduceerd. Echter, het *Pleistoceen* omvat veelal zandige, organische stof arme afzettingen die ouder zijn dan 10 000 jaar, waarbij de organische stof door de leeftijd minder actief is geworden. Hoogendoorn schatte dat minstens enkele kilometers stroming in de ondergrond nodig is voordat sulfaat uit het water gereduceerd is.⁴⁹ Het zandige sediment lijkt minder sulfidemineralen te bevatten dan de klei- en veenafzettingen. Echter hierover is nog weinig meetinformatie beschikbaar.⁵⁰ Ter illustratie wordt in onderstaande figuur een gedetailleerd beeld gegeven van hoe sulfaat zich onder landelijk, agrarisch belast gebied, zich in een zandige ondergrond verplaatst.

Figuur 3.4.2.1 De 'Salland sectie'



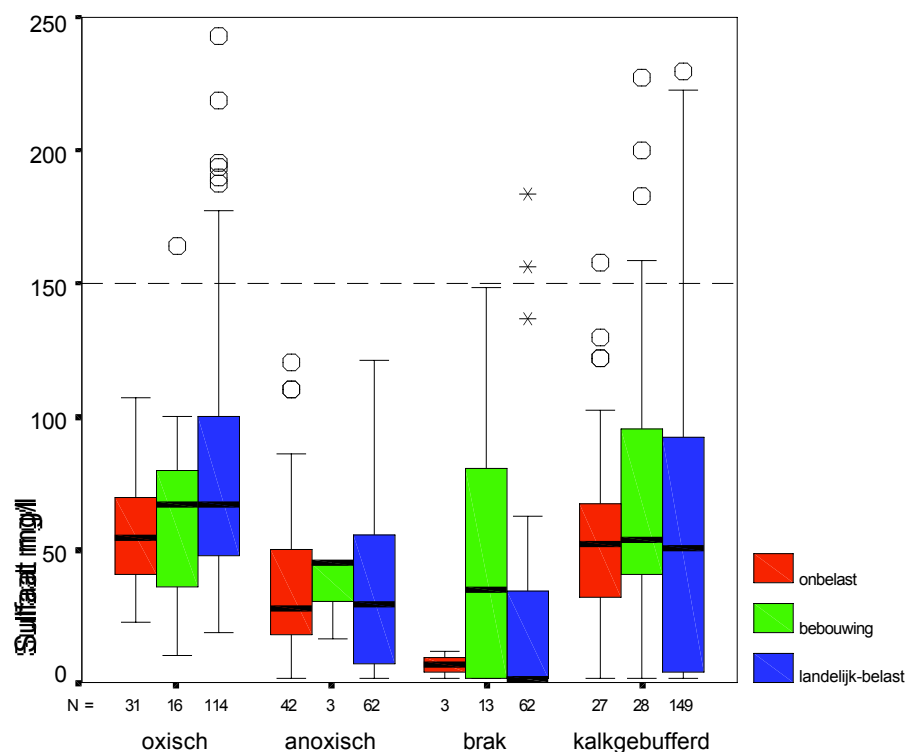
Samenvattend bevat grondwater in organische rijke sedimenten, zoals veen en klei, niet of nauwelijks sulfaat en het sulfaat wordt zeer snel (binnen meters transport) gereduceerd. In

zandige sedimenten zal sulfaat zich verder kunnen verplaatsen, en sulfaat kan over enkele kilometers worden getransporteerd in de ondergrond, maar zal uiteindelijk ook tot sulfide gereduceerd kunnen worden.

3.5 Stofconcentraties als functie van landgebruik

Het *Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit*, dat de grondwaterkwaliteit landsdekkend monitort op dieptes tussen 10 en 25 meter, heeft monitorfilters staan in gebieden met verschillend landgebruik. Het onderscheiden landgebruik bestaat uit verschillende vormen van agrarisch gebruik (gras-, bouwland en glastuinbouw), natuur (duinen, bos) en bebouwing. In het *Royal Haskoning/TNO* onderzoek naar ruimtelijke ontwikkelingen en grondwaterbeheer is onderzocht of onder bebouwing een duidelijk afwijkende grondwaterkwaliteit aangetroffen kan worden dan onder natuur- of landbouwgebieden. Bebouwde gebieden zijn de locaties bij uitstek waar bouwstoffen worden toegepast en sulfaatuitloging tot uitdrukking moet zijn gekomen in hogere concentraties in het grondwater, zodat vergelijking tussen de landgebruiken tevens de effecten van het toepassen van bouwstoffen op een landelijke schaal in beeld kan brengen.

Figuur 3.5.1 *Box- en whiskersplots* van sulfaatconcentraties in grondwater bij verschillende typen landgebruik



Bij het stofgedrag van sulfaat was reeds vastgesteld dat sulfaat zich niet conservatief door de ondergrond beweegt, maar met name door redoxprocessen wordt gereduceerd tot sulfide. Tevens zijn in de ondergrond van nature andere sulfaatbronnen aanwezig, zoals brak of

zeewater. In het onderzoek van *Royal Haskoning/TNO* is hiermee rekening gehouden door sterk gereduceerde, zeewater beïnvloede en andere meetfilters te groeperen en vervolgens de landgebruiken te vergelijken. Het resultaat van de vergelijking staat in bovenstaande figuur weergegeven met behulp van *box-* en *whiskerplots*, die de mediaan (horizontale dikke lijn), 25 en 75 percentiel (de *box*) en bij benadering de 10 en 90 percentiel (de *whiskers*), van een groep metingen verricht in de specifieke combinatie van watertype en landgebruik weergeven.

Opvallend in deze figuur is dat bebouwing geen afwijkend beeld in sulfaatconcentraties geeft ten opzichte van onbelaste natuurgebieden en landbouwgebieden. De sulfaatsnorm wordt zelden op een diepte van 10 m overschreden, zelfs niet in het oxische watertype, waar sulfaat stabiel is en niet wordt gereduceerd. Dit wijst er enerzijds op dat sulfaat in belaste gebieden als bebouwing en landbouw de norm niet of nauwelijks overschrijdt (het gemiddelde beeld ligt rond 50 mg/l sulfaat), maar ook dat bebouwing geen significant verhoogde sulfaatconcentraties oplevert. Anderzijds kan sulfaat wel tot grotere diepte kan doordringen omdat het niet (snel genoeg) wordt gereduceerd. Op grotere diepte (25 m –mv) neemt sulfaat wel duidelijk af en komt sulfaatgereduceerd water vaker voor.

3.6 De afleidingssystematiek in het *BsB*

3.6.1 Algemeen

De afleidingssystematiek voor het *BsB* tot hoever een bepaalde stof mag uitloggen komt in het kort neer op het terugrekenen van een vastgelegde maximale immissie in de bodem naar de emissie van de stof vanuit een bepaalde hoeveelheid opgebrachte bouwstof. Hierbij zijn een aantal uitgangspunten vastgelegd door *VROM/V&W*:⁵¹

- (A) De normstelling is niet afhankelijk van de landelijke variaties in concentraties, met uitzondering van zeewaterbeïnvloede gronden
- (B) In de normstelling worden de bijdragen van andere bronnen niet verdisconteerd
- (C) Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen primaire en secundaire grondstoffen
- (D) De normstelling is gebaseerd op een gemiddelde vastgelegd concentratie/emissie verloop in de tijd
- (E) De emissie treedt op naar één compartiment (óf grondwater óf oppervlaktewater óf vaste bodem)
- (F) De multifunctionaliteit van de compartimenten grondwater en oppervlaktewater moet gewaarborgd blijven

De vertaling van het voorzorgbeginsel in het *BsB* is reeds besproken in het voorafgaande hoofdstuk. Specifiek voor sulfaat is gekozen om niet de immissie in de vaste bodem als norm te geven maar voor sulfaat (en chloride) is de immissie naar het bovenste grondwater normstellend (zie uitgangspunt **E**). Aan de bovenste meter grondwater mag over 1 jaar genomen niet meer dan 150 mg/l sulfaat (uitgangspunt **F**) afkomstig zijn van de bouwstof (uitgangspunten **B**). De reden voor het stellen van een immissienorm voor grondwater en niet voor de bodem, zoals bij de meeste andere stoffen het geval is, is dat sulfaat niet in de vaste fase van de bodem wordt vastgelegd maar zich met het uitlogende regenwater conservatief meebeweegt naar het grondwater. Verder redenerend wordt het ondiepe grondwater als maatstellend gesteld voor het diepe grondwater, dat voor drinkwaterwinning gebruikt wordt, alwaar de norm van 150 mg/l geldig is. Met andere woorden is voor sulfaat de route - via water- gevolgd van de keukenkraan naar het bouwwerk. Hierin komt het generieke (voorzorgs)beeld naar voren van immissie naar emissie van een gepostuleerd niet-reactief sulfaat naar grondwater.

3.6.2 De drinkwaternorm van sulfaat

De 150 mg SO_4^-/l is een norm die wordt gebruikt voor drinkwaterkwaliteit.⁵² In de *Guidelines for Drinking-Water Quality* van de WHO wordt het sulfaat ion besproken.⁵³ De WHO stelt dat de dagelijks blootstelling aan sulfaat hoofdzakelijk uit voedsel voortkomt en voor een beperkt deel uit drinkwater, uitzonderingen daargelaten. De geschatte dagelijkse blootstelling is ongeveer 500 mg SO_4^- .

Sulfaat is het minst toxische anion van alle anionen waaraan de mens blootstaat. De letale dosis voor mensen -uitgaand van kalium- of zinksulfaat (1 mol K_2SO_4 staat gelijk aan 86 g; 1 mol ZnSO_4 staat gelijk aan 78 g) is ongeveer 45 000 mg. De doodsoorzaak is te wijten aan een stof-aspecifieke osmotische en elektrolyten balansverstoring. Met andere woorden, de doodsoorzaak is niet zozeer te wijten aan het gegeven dat het een *sulfaat*zout betreft, maar dat het een *zout* betreft. Zouten, zoals het welbekende keukenzout (NaCl), zijn in bepaalde doses in staat de osmosebalans in het maag-darmstelsel te ontwrichten wat de dood tot gevolg kan hebben.

Een hoge blootstelling aan sulfaat-zouten (8 000 mg natriumsulfaat en 7 000 mg magnesiumsulfaat) resulteerde in diarree bij de betreffende onderzochte proefpersonen.⁵⁴ Dit wordt beschouwd als de belangrijkste fysiologische respons bij een hoge blootstelling aan sulfaat. Dehydratatie en gastro-intestinale irritatie zijn de twee andere responsen die worden gemeld in de wetenschappelijke literatuur. Genoemde concentratieniveaus zijn hoger dan bijvoorbeeld door gipsoplossing in de natuur worden bereikt, of andersom gipsvorming in de ondergrond zal ervoor zorgen dat deze concentratieniveaus niet worden bereikt, zelfs bij extremen sulfaatbelasting.

Smaakbeïnvloeding door de aanwezigheid van sulfaat is eveneens onderzocht en levert de volgende waarden op waarbij smaakbeïnvloeding werd waargenomen door een panel van proefpersonen:

- 250 – 500 mg/l SO_4^- voor natriumsulfaat
- 250 – 1000 mg/l SO_4^- voor calciumsulfaat
- 400 – 600 mg/l SO_4^- voor magnesiumsulfaat

Gezien bovenstaande gegevens heeft de WHO *geen* humaan-toxicologische norm afgeleid (*no health-based guideline*). Wel merkt de WHO op dat bij concentraties van 500 mg SO_4^-/l of meer de bevoegde autoriteiten moeten worden genotificeerd.

De drinkwaternorm van 150 mg SO_4^-/l -waarop de immissiewaarde van 45 000 mg SO_4^-/m^2 via omrekening is gebaseerd- moet dus worden beschouwd als een 'smaaknorm'. Er bestaat geen humaan-toxicologische reden om sulfaat te normeren.

3.7 Conclusies

De sulfaatnorm zoals gehanteerd in het *BsB* -45 000 mg SO_4^-/m^2 - kent zijn oorsprong uit de drinkwaterwereld. Deze norm -150 mg SO_4^-/l - is als niet meer te betitelen dan een smaaknorm. Humaan-toxicologische overwegingen spelen geen rol bij de formulering en de implementatie daarvan. De afleiding die gemaakt is ten behoeve van het *BsB* kent als zodanig dan ook geen onderbouwing.

Uit bovenstaande is gebleken dat het voorzorgbeginsel op uiteenlopende niveaus zijn weer-
slag kent in de normering zoals geformuleerd in het *BsB*:

- Marginale bodembelastingsconcept (1% toename in 1 of 100 jaar)
- *Concentraties* van stoffen in de bodem door limitatie van *vrachten (flux) uit bouwstoffen*
- *Samenstellingswaarden* in plaats van *biologische beschikbaarheid*
- Generieke invulling van immissie en emissie ('de vervuilende deken')
- De concentratie in water en niet in de bodem is bepalend. De drinkwaternorm voor sulfaat wordt terugvertaald naar een immissiewaarde
- Sulfaat wordt beschouwd als een conservatief molecuul (het wordt geacht geen chemische interactie te ondergaan in en met de bodemmatrix)

Deze uitgangspunt versterken elkaar zodanig dat van enige realistische implementatie van de sulfaatsnorm geen sprake is. Dat geldt zowel in conceptuele als in instrumentele zin. Dat heeft een aantal consequenties:

- De milieuhygiënische eisen overschaduwden de twee andere fundamenten van het *BsB* te weten hergebruik van materialen teneinde het gebruik van primaire grondstoffen te beperken én het voorkómen van stort
- Het *BsB* fungeert om die reden als niet meer dan een contextloze 'productenrichtlijn' die het betreffende (recycle-/productie-)proces feitelijk buiten beschouwing laat
- Deze beide punten resulteren in een bemoeilijking van hergebruik van materialen waarmee de milieuhygiënische randvoorwaarden -in de vorm van samenstellings- en immissiewaarden- contraproductief functioneren
- De sulfaatsnorm is een voorbeeld van een niet-functionele norm waarmee handhaving en procesinnovatie in een contraproductieve patstelling dreigen te geraken waarbij:
 - *de sulfaat drinkwaternorm wordt beschouwd als een toxicologisch relevant uitgangspunt voor de immissiewaarde (terwijl het niet méér is dan een smaaknorm)*
 - *sulfaat wordt beschouwd als een conservatief -niet-reactief- ion terwijl pyriet onder anoxische condities wordt gevormd uit de reductie van sulfaat in de aanwezigheid van reactief ijzer*
 - *sulfaatemissie en -immissie als generiek in plaats van gelokaliseerd wordt beschouwd*
 - *geen rekening wordt gehouden met natuurlijke of reeds voorkomende variaties van sulfaatconcentraties in het water en sulfaatbronnen in de ondergrond*

Het *BsB* behoort volledig thuis in de traditie van voorzorg. Het geeft het bureaucratisch bestel een stuk gereedschap in handen om economische processen fundamenteel naar eigen inzicht naar haar hand te zetten: *precaution empowers bureaucracy*.⁵⁵ Dat twee fundamenten van het *BsB* -te weten maximalisatie van hergebruik en in het verlengde daarvan voorkómen van stort- worden opgeofferd aan het derde *BsB* fundament van de milieuhygiënische randvoorwaarden in de vorm van samenstellings- en immissiewaarden komt scherp naar voren in de sulfaat immissie-waarde waarvoor enige onderbouwing ontbreekt.

Teneinde de drie fundamenten van het *BsB* weer in beeld te krijgen is het van belang de sulfaatsnormering los te koppelen van de drinkwaternorm en te verbinden aan de stand ter techniek binnen de context van de sociaal-economische rationaliteit. Dat is in zijn *algemeenheid* een terugkeer naar de MTR benadering met het bijbehorende *ALARA* principe zoals verwoord in de motie Esselink-Feenstra.⁵⁶ Het *AW2000* project sluit daar -weliswaar zeer voorzichtig- in wezen bij aan. Immers, met het *AW 2000* project is de weg verlaten van *Omgaan met Risico's*. Het behoort tevens bij de traditie van de internalisering van externe kosten. Specifiek kan de sulfaatsnormering worden nagelaten aangezien het geen humaan-toxicologisch doel dient, noch ter preventie van een 'vervuilende sulfaatdeken' als gevolg van bouwactiviteiten functioneert.

Referenties

¹ De volgende HAN-studies hebben reeds het licht gezien (ISBN nummers zijn respectievelijk: 90-76548-02-1, 90-76548-01-3, 90-76548-04-8, 90-76548-05-6, 90-76548-06-4, 90-76548-03-X, 90-76548-08-0, 90-76548-09-9, 90-76548-10-2):

- Nitraat en volksgezondheid: een Overzicht
- Nitrate and Public Health: an Overview
- Fosfaat in Nederland: een Nutriënt in Surplus
- Gewasbescherming: een Toxicologisch Perspectief
- *Emergence of a Debate: AGPs and Public Health*
- Normering en Risico in Wetenschappelijk Perspectief
- Risico's van Preventie: het Voorzorgprincipe Nader Bekeken
- *The Cautious Society? An Essay on the Rise of the Precautionary Culture*
- *From Cautious to Risk Management of Chloramphenicol in Shrimp: an Introductory Food-Safety Position Paper*

² *Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterenbescherming*, Staatsblad, **1995**, 567.

³ Zie noot 2, p. 29

⁴ *Notitie Milieukwaliteitsdoelstellingen Bodem en Water (MILBOWA)*, Ministerie van VROM, 21 990, **1990-1991**.

⁵ Pieters, M.N.; Köneman, W.H., *Mengseltoxiciteit: een algemeen overzicht en evaluatie van de veiligheidsfactor van 100 toegepast in het stoffenbeleid*, **1997**, RIVM rapport nr. 620110 004.

⁶ *Omgaan met Risico's*, Ministerie van VROM, 21 137, nr. 5, Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1988-1989.

⁷ Edelman, Th. *Achtergrondgehalten van een aantal anorganische en organische stoffen in de bodem van Nederland; een eerste verkenning*, RIN-rapport 83/8, **1983**, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

⁸ *Besluit van 2 april 1984, houdende wijziging van het Waterleidingbesluit* (Stb. 1960, 345), **1984**, Staatsblad Koninkrijk der Nederlanden 220, 's Gravenhage, Nederland.

⁹ Lamé, F.P.J.; Leenaers, H.; satijn, H.M.C.; Van Lienen, F. *Onderzoeksopzet AW2000. Nadere definitie van de werkzaamheden, specifiek ingevuld voor fase 1*. **2001**, TNO.

¹⁰ Zie noot 4, p. 23.

¹¹ Zie noot 7.

¹² Zie noot 8.

¹³ Zie noot 2.

¹⁴ Zie noot 8.

¹⁵ Hanekamp, J.C. *Risico's van Preventie: het Voorzorgprincipe Nader Bekeken*. **2001**, HAN, Zoetermeer.

Pieterman, R.; Hanekamp, J.C. *The Cautious Society? An Essay on the Rise of the Precautionary Culture*. **2002**, HAN, Zoetermeer.

¹⁶ Zie Pieterman *et al.*, noot 15; nadruk van ons.

¹⁷ Persoonlijke mededeling van Dr. S. Boehmer-Christianson.

¹⁸ Pieterman, R. *Weg met het voorzorgbeginsel? Een rechtssociologische cultuurkritiek*. *Nederlands Juristenblad*, **2001**, 22, 1023-1029.

¹⁹ Zie noot 18.

²⁰ Bernstein, P.L. *Against the Gods. The Remarkable Story of Risk*. **1996**, John Wiley & sons, Inc. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore.

²¹ *Communication from the Commission on the Precautionary Principle*. Commission of the European Communities, **2000**, Brussel.

²² Zie noot 18.

Zie verder voor kritiek op het voorzorgprincipe: Stone, C.D. *Is There a Precautionary Principle?* *Environmental Law Reporter*, **2001**, 10789-10799.

Cross, F.B. *Paradoxical Perils of the Precautionary Principle*. *Washington and Lee Law Review*, **1996**, 53, 851-925.

Sunstein, C.S. *Beyond the Precautionary Principle*. 2002, John M. Olin Law & Economics Working Paper No. 149 (2nd series), the Law School, University of Chicago.

Wiener, J.B. *Precaution in a Multi-Risk World*. 2001, Duke Law School Public Law and Legal Theory Working Paper Series Working Paper No. 23.

Zie verder noot 16.

²³ Douglas, M.; Wildavsky, A. *Risk and Culture. An Essay on the Selection of Technological and Environmental Dangers*, 1982, Berkely University of California Press.

²⁴ Zie noot 23.

²⁵ Pieterman, R. *Afscheid van risico? Niet zonder gevaar! Recht der werkelijkheid*, 2001, 1, 35-63.

²⁶ Deze uitvergroting van risico's is in belangrijke mate gerelateerd aan de thematiek van de perceptie van risico's (Slovic, P. *Perceptions of risk. Science*, 1987, 236, 280-284. *The Perception of Risk*. Slovic P. (ed.), 2001, Earthscan Publications Ltd, London and Sterling VA.) Daarnaast is de angst voor catastrofale gevolgen van wetenschap en techniek in hoofdzaak het axioma van het 'groene denken' dat zich ontwikkeld heeft in de 19de en 20ste eeuw. J.R.R. Tolkien -schrijver van de *fantasy* roman *Lord of the Rings*- is een primair 20ste eeuws voorbeeld van het romantische protest tegen de ontwikkeling en de sociaal-maatschappelijke implementatie van wetenschap en techniek en de gepercipieerde risico's daarvan. Zie: Veldman, M. *Fantasy, the Bomb and the Greening of Britain. Romantic Protest, 1945-1980*. 1994, Cambridge University Press.

Bramwell, A. *Ecology in the 20th century. A history*, 1989, Yale University Press.

Bramwell, A. *The Fading of the Greens. The Decline of Environmental Politics in the West*. 1994, Yale University Press, New Haven, London.

²⁷ Van Straalen, N.M. *A View From Academia*, the Toxicology Forum, 1992 Annual European Meeting, Assurandorenes Hus Selskabslokalerne Copenhagen, Denmark.

²⁸ Zie noot 8.

²⁹ Aalbers, Th.G.; de Wilde, P.G.M.; Rood, G.A.; Vermij, P.H.M.; Saft, R.J.; van de Beek, A.I.M.; Broekman, P.; Masereeuw, P.; Kamphuis, Ch.; Dekker, P.M.; Valentijn, E.A. *Milieuhygienische kwaliteit van primaire en secundaire bouwmaterialen in relatie tot hergebruik en bodem- en oppervlaktewateren-bescherming*. 1993, RIVM rapport 771402006, RIZA rapport 93.042.

Onderzoek naar de lekkage van vuilstorten is door IWACO uitgevoerd in het kader van het NAVOS onderzoek. Hieruit bleek dat verontreinigde pluimen onder de stort in 20% van de gevallen sterk gereduceerd en sulfaatloos waren en 40% van de storten lagere concentraties dan relatief onbelast grondwater (= 20 mg/l) bevatten. In 18% van de storten bevatte de pluim een sulfaatconcentratie boven 150 mg/l, waaronder ongeveer 8-9% stortplaatsen die in brakwater zijn gelegen en van nature hoge sulfaatgehalten kunnen bevatten. In het stortmateriaal zelf bevat het water in meer dan 50% van de storten een lagere sulfaatconcentratie van 20 mg/l; ongeveer 15% van de storten bevat meer dan 150 mg/l sulfaat in het poriewater, waaronder ook de 8-9% door brak water beïnvloede storten.

Zie: *Natural attenuation en voormalige stortplaatsen; watertypen door middel van clusteranalyse*. Royal Haskoning, 2002. Deelrapport 3368480/Ro143/GFR/DenB in opdracht van Duivkerngroep NAVOS, IPO publicatienummer 141.

³⁰ *The Nature and Properties of Soils*, Brady, N.C., 1984, Macmillan Publishing Company, New York, p. 319-324.

Minerals in Soil Environments, Dixon, J.B.; Weed, S.B.; Kittrick, J.A.; Milford, M.H.; White, J.L. (eds.), 1977, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.

³¹ In de opinie van de politiek en het publiek valt normoverschrijding primair te wijten aan (immorele) economische activiteiten. De normstelling zelf is zelden onderwerp van discussie. Het 'bedrijfsleven' die normstelling aan de kaak stelt zal niet welgevallig worden bejegend door diezelfde opinie. Zie hiervoor: *Risk, Media and Stigma. Understanding Public Challenges to Modern Science and Technology*. Flynn, J.; Slovic, P.; Kunreuther, H. (Eds.), 2001, Earthscan Publications Ltd, London and Sterling VA.) Flynn, Slovic en Kunreuther situeren stigma in relatie tot technologisch handelen als volgt:

'Stigma plays out socially in opposition to many technological activities, particularly those involving the use of chemicals and radiation, and in the large and rapidly growing number of lawsuits claiming that one's property has been devalued by perceptions of risk. ... This form of stigma has risen to prominence as a result of increasing concern about human and ecological health risks associated with the use of technology. But stigma goes beyond concep-

tions of hazard. It refers to something that is to be shunned or avoided not just because it is dangerous but it overturns or destroys a positive condition; what was or should be something good is now marked as blemished or tainted. ... As a result, technological stigmatization is a powerful component of public opposition to many proposed new technologies, products, and facilities.'

Stigmatiseren van thema's, producten, processen en dergelijke leidt meestal tot een publieke afwijzing daarvan. Rozin laat in een publicatie zien in bovengenoemd boek dat stigma een sterk morele connotatie kent met een negatieve dominantie; dat wil zeggen dat aandacht voor het negatieve ver uitstijgt boven positieve kwaliteiten ongeacht de omvang van het negatieve (zie hiervoor ook bijvoorbeeld Siegrist, M.; Cvetkovich, G. *Better Negative than Positive? Evidence of a Bias for Negative Information about Possible Health Dangers. Risk Analysis*, **2001**, 21-1, 199-206.). Het morele karakter van stigma wordt echter met fysieke thema's samengevoegd, waardoor de moraliteit van stigmatiseren minder evident is. Of zoals Douglas en Wildavsky het verwoorden (zie noot 23):

'... Pollution, defilement, contagion, or impurity implies some harmful interference with natural processes. It assumes something about normality because it implies an abnormal intrusion of foreign elements, mixing, or destruction. It is used in two senses. There is a strict technical sense, as when we speak of river or air pollution, when the physical adulteration of an earlier state can be precisely measured. The technical sense rests upon a clear notion of the prepolluted condition. ... The technical sense of pollution is not morally loaded but depends upon measure of change. The other sense of pollution is a contagious state, harmful, caused by outside interference, but mysterious in origin. This nontechnical idea of pollution is particularly useful in political argument because it carries the idea of moral defect. ...

... pollution beliefs uphold conceptual categories dividing the moral from the immoral and sustain the vision of the good society. ...

... we realize that the critics of our society are using nature in the old primitive way: impurities in the physical world or chemical carcinogens in the body are directly traced to immoral forms of economic and political power. ...'

³² Zie noot 9.

De Wilde, P. *Monitoring milieuhygiënische kwaliteit van bouwstoffen (concept, 29 januari 2002)*, **2002**, Royal Haskoning, Rotterdam.

³³ Zie de Wilde, P., noot 32.

³⁴ Hanekamp, J.C. *From Cautious to Risk Management of Chloramphenicol in Shrimp: an Introductory Food-Safety Position Paper*. **2002**, HAN, Zoetermeer, The Netherlands; nadruk van ons.

³⁵ Zie de Wilde, P., noot 32.

³⁶ Zie noot 29.

³⁷ *Pyriet. Bundel met door de Werkgroep Pyriet verzamelde informatie*. Zie www.pyriet.org.

³⁸ Meinardi, C. *Groundwater recharge and travel times in the sandy regions of the Netherlands*. **1994**, thesis, Vrije Universiteit Amsterdam, uitgegeven door het RIVM.

³⁹ Zie noot 37.

⁴⁰ Persoonlijke mededeling van prof. Dr. R.D. Schuiling: 'Ik heb in Nederland in droge zomers wel eens gips in de bovengrond aangetroffen, verder syngeniet ($K_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$) als uitbloeseming op bakstenen in een buitenmuur, en goslarriet als zoutkorst op de halde van Moresnet/Geuldal. Verder heb ik gevonden in een verkennend onderzoek naar de mineralogie van atmosferisch stof, verzameld van de ramen van 20 geografisch door Nederland gespreide politieburos dat dit zeer vaak gips bevat.'

⁴¹ Zie noot 30.

⁴² Zie noot 30, p. 321.

⁴³ Zie noot 37.

⁴⁴ Zie noot 37.

⁴⁵ Frapporti, G.; Knoben, R.; Buskens, R. *Fuzzy c-means clustering, a multivariate technique for the evaluation of surface water quality monitoring network data. International Workshop on information for a sustainable environment MTM III proceedings*, **2001**, p. 343-353.

⁴⁶ Zie noot 45.

⁴⁷ Zie noot 45.

Ruimtelijke ontwikkelingen en Grondwaterbeheer; analyse grondwaterkwaliteit Holten DR 5. Royal Has-koning/TNO. **2002**, Rapportnummer 25721 in opdracht van SKB.

⁴⁸ Huisman, D.J. *Geochemical characterization of subsurface sediments in the Netherlands*. **1998**, thesis, Wageningen Agricultural University.

Zuurdeeg, B.W.; Coenegracht, Y.M.A.; Vriend, S.P.; Poorter, R.P.E.; Boerma, J.A.K. *Arseenhoudend veen; indicatief onderzoek, provinciekantoor Utrecht, nieuwbouw derde fase*. **1990**, Geochem Research, Rijksuniversiteit Utrecht.

⁴⁹ Hoogendoorn, J.H. *Grondwatersysteemonderzoek Salland I en II*. **1990**, Dienst Grondwaterverkenning TNO, rapport nr OS 88-63, Delft.

⁵⁰ Zie noot 37.

⁵¹ Zie noot 29.

⁵² Zie noot 8.

⁵³ *Guidelines for drinking-water quality. Volume 2. Health criteria and other supporting information. Second edition*. **1996**, World Health Organization, Geneva, p. 351-354.

⁵⁴ Morris, M.E.; Levy, G. *Absorption of sulfate from orally administered magnesium sulphate in man*. *Journal of toxicology-clinical toxicology*, **1983**, 20, 107-114.

Cocchetto, D.M.; Levy, G.; *Absorption of orally administered sodium sulfate in humans*. *Journal of pharmaceutical sciences*, **1981**, 70, 331-333.

⁵⁵ Achterhuis, H. *De erfenis van de utopie*, **1998**, Ambo, Amsterdam. Het *BsB* ademt de sfeer van dystopische angst voor techniek dat zijn weerslag heeft in een normering die in hoofdzaak ideologisch gedreven is. Enige serieuze rationalisatie ontbreekt immers. Het *BsB* poogt in zijn strikte milieuhygiënische randvoorwaarden de 'ecologisch inpasbaarheid' -ooit gebezigd in de beleidsnotitie *Omgaan met risico's*- gestalte te geven. Het combineert een fundamenteel pessimistische visie op economisch handelen met een naïef optimisme ten aanzien van beleidseffectiviteit en efficiency. Of zoals *Gandalf the Grey* in *Lord of the Rings* Tolkiens wereldbeeld verwoord (Tolkien, J.R.R. *The Lord of the Rings, The Return of the King*, Book V, hoofdstuk 9, p. 155):

'... Yet it is not our part to master all the tides of the world, but to do what is in us for the succour of those years wherein we are set, uprooting the evil in the fields that we know, so that those who live after may have clean earth to till. ...'

Zie verder: Veldman, M. *Fantasy, the Bomb and the Greening of Britain. Romantic Protest, 1945-1980*. **1994**, Cambridge University Press.

⁵⁶ Esselink, A. H. (CDA); Feenstra, J. J. (PvdA) *Vaststelling van de begroting van de uitgaven van hoofdstuk XI (Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer) voor het jaar 1993. Rijksbegroting voor het jaar 1993. De risicobenadering in het milieubeleid*. Motie, **1992** (21-10), 22800 023 XI; nadruk van ons.