



**Netherlands Geological
Survey**

Princetonlaan 6
Postbus 80015
3508 TA Delft

www.tno.nl

T 030 256 42 56
F 030 256 44 75
Info-BenO@tno.nl

TNO-rapport

2006-U-R0152/A

Kwalitatieve beschouwing over de invloed van zoute kwel op de landbouw bij peilwijziging op het Lauwersmeer

Datum	24 oktober 2006
Auteur(s)	Gualbert Oude Essink Perry de Louw
Opdrachtgever	Provincie Groningen: Gerrit Miedema & Lieuwe van den Berg
Projectnummer	034.69279
Aantal pagina's	17
Goedgekeurd door	Bennie Minnema

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onder-zoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
2	Korte analyse van het grondwatersysteem in het gebied	5
2.1	Geologie.....	5
2.2	Zoet-zout verdeling.....	6
3	Invloedsfeer van een peilverhoging.....	9
4	Kwalitatieve analyse	12
4.1	Inleiding.....	12
4.2	Voorraadvorming van zoet grondwater in regenwaterlenzen	13
4.3	Afvoer van het zoute grondwater.....	14
4.4	Zeespiegelstijging, klimaatverandering en bodemdaling.....	15
5	Conclusies en aanbevelingen.....	16
5.1	Conclusies.....	16
5.2	Aanbevelingen	16
6	Referenties	17

1 Inleiding

Het doel van de Watervisie Lauwersmeer is het opstellen van een beleidsdocument waarin de waterbeleidskeuzes voor de toekomst worden vastgelegd. Momenteel is het zo dat onder normale omstandigheden al het water vanuit het achterland van Friesland, Groningen en Drenthe via het Lauwersmeer geloosd kan worden zonder te pompen. Zeespiegelstijging, bodemdaling en een veranderend neerslag- en verdampingspatroon leiden er waarschijnlijk toe dat dit natuurlijke afwateringsproces in de toekomst niet meer mogelijk zal zijn. De aanleg van nieuwe infrastructuur zal op den duur uitkomst moeten bieden. Een en ander zou kunnen betekenen dat het oppervlaktewatersysteem extra verzilt doordat zoute kwel in een versneld tempo vanuit de ondergrond omhoog stroomt richting de landbouw percelen. Daarnaast wordt in de Watervisie Lauwersmeer gekeken naar de wens om het waterbeheer op het Lauwersmeer te veranderen ten behoeve van de vergroting van natuurwaarden van het Nationaal Park. Hierbij worden verschillende varianten bestudeerd waarin de zoutgehalten zullen toenemen.

De Provincie Groningen heeft TNO gevraagd een kwalitatieve beschrijving te geven over de mogelijke invloed van zoute kwel op de landbouw rondom het Lauwersmeer. De analyse in dit rapport spitst zich in eerste instantie toe op de veranderingen in het grondwatersysteem, zowel wat betreft de waterkwantiteit (kwel en infiltratie) als de waterkwaliteit (zoutbelasting).

In deze kwalitatieve rapportage volgt een beschrijving van de mogelijke geohydrologische gevolgen van ander peilbeheer in het Lauwersmeer. Eerst volgt een geologische beschrijving van het grondwatersysteem, inclusief de huidige situatie wat betreft de zoet-zout verdeling. Vervolgens wordt op analytische wijze de invloedssfeer van een peilverhoging bepaald, opgevolgd door een beschouwing van de verandering in zoet, brak en zout grondwater in het studiegebied. Het geheel wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen.



Figuur 1: Het studiegebied Het Lauwersmeer.

Definities

In het rapport *Onderzoeksresultaten voor de Watervisie Lauwersmeer fase 2* (HKV & Arcadis, 2006) zijn de volgende varianten voor het waterbeheer op het Lauwersmeer gedefinieerd:

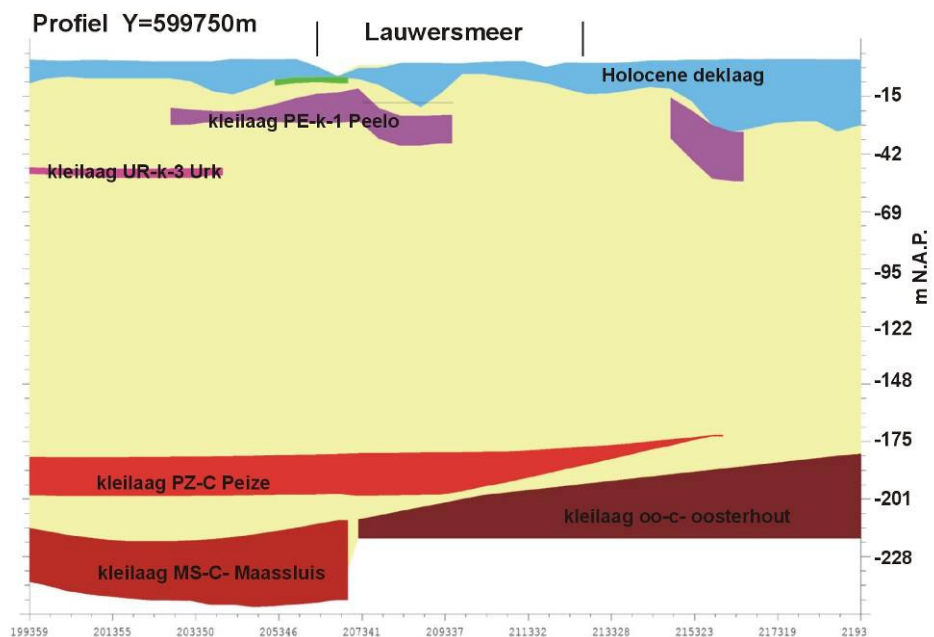
- **Peilconsolidatie:**
Deze doelstelling houdt in: het handhaven van de huidige afvoermogelijkheden vanuit Friesland en Groningen via het Lauwersmeer. Het streefpeil op het Lauwersmeer blijft op het huidige niveau van -0.93 m N.A.P. (later -1.03 m N.A.P.) en de bergingsfunctie van het Lauwersmeer blijft behouden.
- **NatZoet:**
Een hogere winterwaterstand op het Lauwersmeer. Hierbij staat een deel van de platen een half jaar onder water. Hiermee wordt een voor de natuurlijke ontwikkeling van het gebied gunstige situatie beoogd. De ongewenste verbossing wordt tegengegaan.
- **NatZout:**
Een hogere winterwaterstand op het Lauwersmeer in combinatie met het inlaten van zout water. Voor de beoogde natuurlijke ontwikkeling wordt een (nog) gunstiger situatie beoogd dan met NatZoet.
- **Gedempt Tij:**
Door zeewater in te laten en water af te voeren tijdens respectievelijk vloed en eb op de Waddenzee, ontstaat een gedempt tij op het Lauwersmeer en wordt het Lauwersmeer zout. Met dit alternatief wordt ten opzichte van de andere alternatieven het meest gunstige effect voor natuurontwikkeling beoogd, in lijn met het lange termijn streefbeeld voor het Nationaal Park.

Voor de definitie van zoet, brak en zout grondwater zijn de volgende chlorideconcentratie grenswaarden gehanteerd: **zoet** grondwater heeft als grenswaarde ≤ 150 Cl- mg/l; **brak** grondwater ligt tussen 150 Cl- mg/l en 1000 Cl- mg/l; en **zout** grondwater heeft als grenswaarde ≥ 1000 Cl- mg/l.

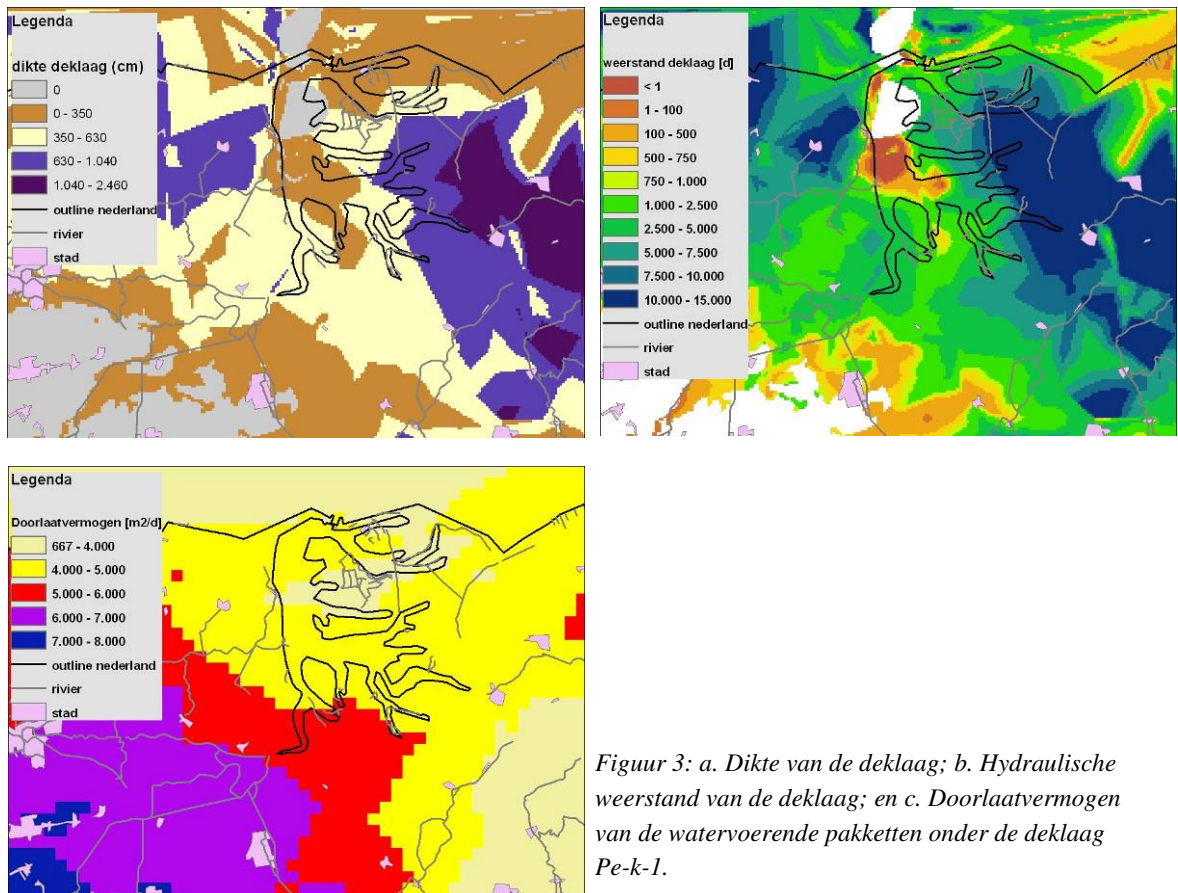
2 Korte analyse van het grondwatersysteem in het gebied

2.1 Geologie

In het Lauwersmeergebied zijn de watervoerende pakketten in de ondergrond relatief goed doorlatend (figuur 2). Bovenop deze watervoerende lagen is een Holocene deklaag aanwezig die in het studiegebied in dikte varieert (figuur 3a). Duidelijk is te zien dat ter plaatse van het Lauwersmeer de deklaag dun is. Op sommige locaties is de deklaag zelfs (bijna) afwezig, hetgeen is veroorzaakt door erosie. Als gevolg hiervan is de hydraulische weerstand van de deklaag ter plaatse van het Lauwersmeer klein (figuur 3b). Dit betekent dat het contact tussen oppervlaktewater en grondwater op deze locatie groot is. Zo zal een peilwijziging in het Lauwersmeer direct in het eerste watervoerend pakket te merken zijn. Gelukkig is er een additionele kleilaag, te weten de Peelo kleilaag Pe-k-1, bovenin het grondwatersysteem aanwezig om een mogelijke peilwijziging enigszins te dempen, maar deze laag is niet continu in het studiegebied. Het doorlaatvermogen van de watervoerende pakketten tezamen, die liggen onder de kleilaag Pe-k-1 en boven de kleilaag PZ-C, is redelijk groot, zie figuur 3c.



Figuur 2: Geologisch profiel over het Lauwersmeer over de coördinaat Y=599750m.



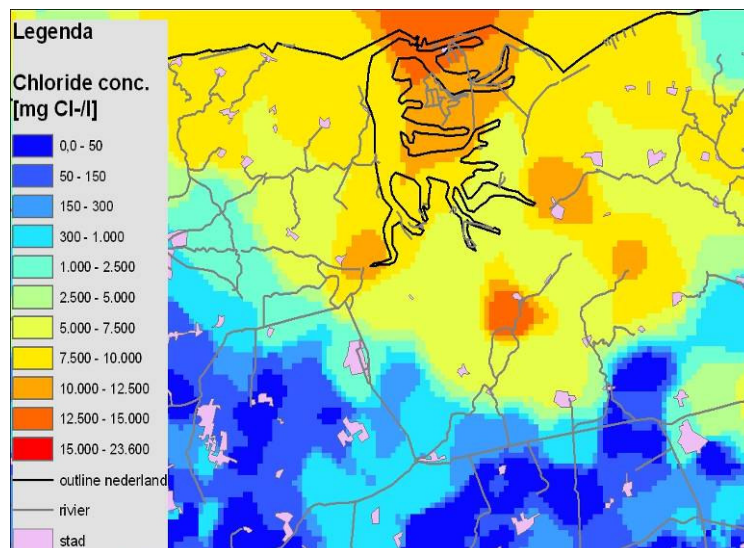
Figuur 3: a. Dikte van de deklaag; b. Hydraulische weerstand van de deklaag; en c. Doorlaatvermogen van de watervoerende pakketten onder de deklaag Pe-k-1.

2.2 Zoet-zout verdeling

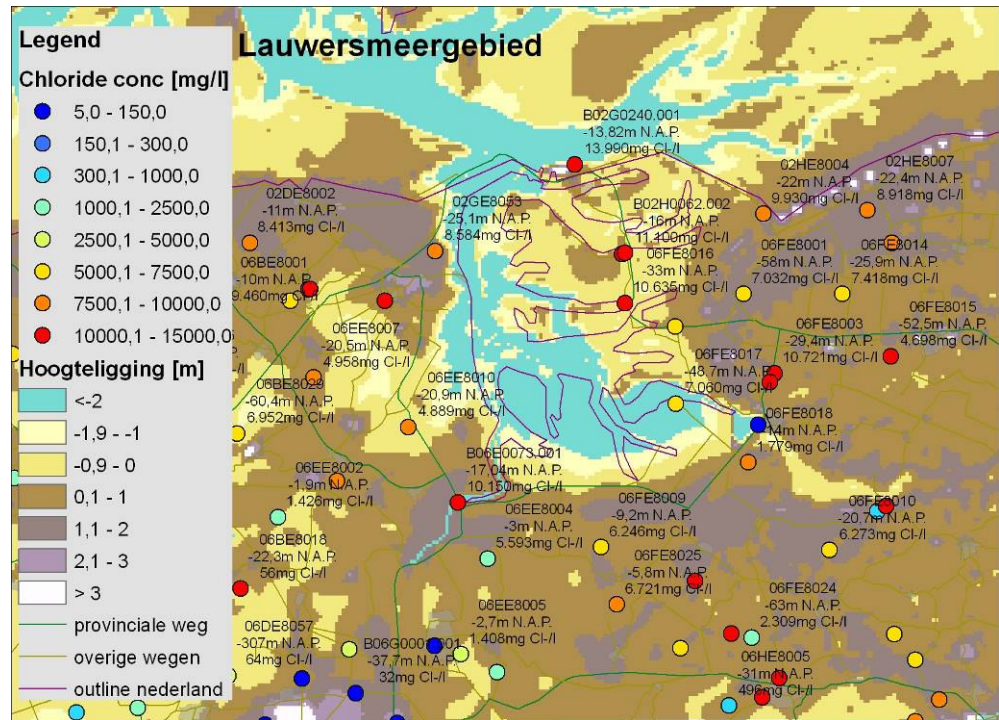
Aan de hand van gemeten chlorideconcentraties kan het volgende worden gesteld:

1. Het grondwatersysteem is overwegend zout

Het grondwater in de ondergrond van het Lauwersmeergebied is erg zout (figuren 4 en 5). Eeuwen geleden had het meer een open verbinding met de Noordzee (figuur 7). Het gebied heeft tot 1969 in open verbinding gestaan met de Waddenzee. Bovenin het grondwatersysteem zijn hoge chlorideconcentraties te vinden. Alleen in de Provincie Zeeland zijn hogere chloridegehalten te vinden.



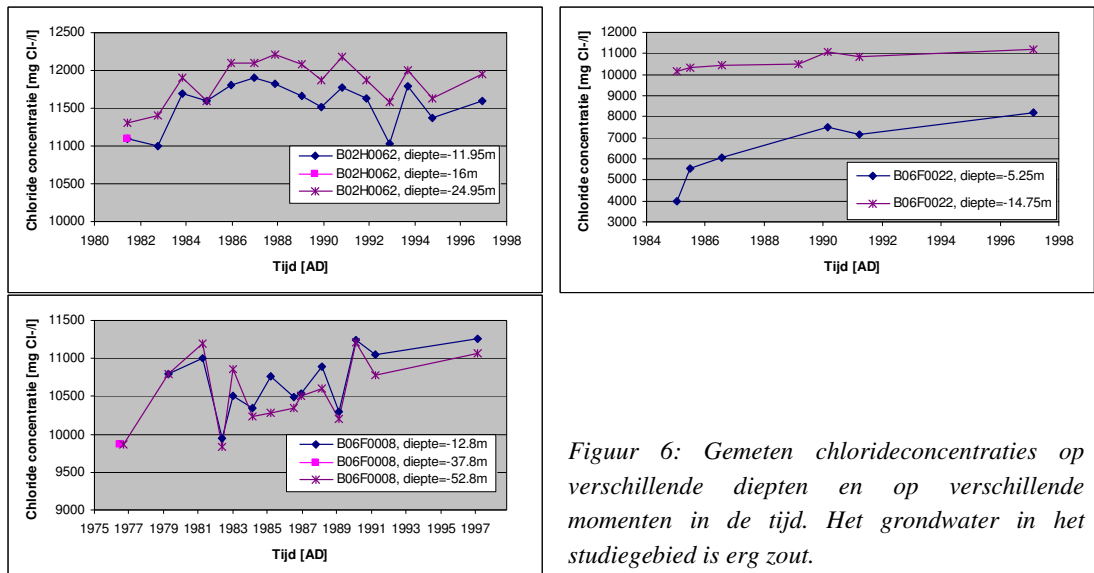
Figuur 4: Chlorideconcentratie onderkant deklaag (TNO, Oude Essink et al., 2005), gebaseerd op chlorideconcentratie monsters, boorgatmetingen en Verticale Elektrische Sonderingen uit het DINO-databestand van TNO.



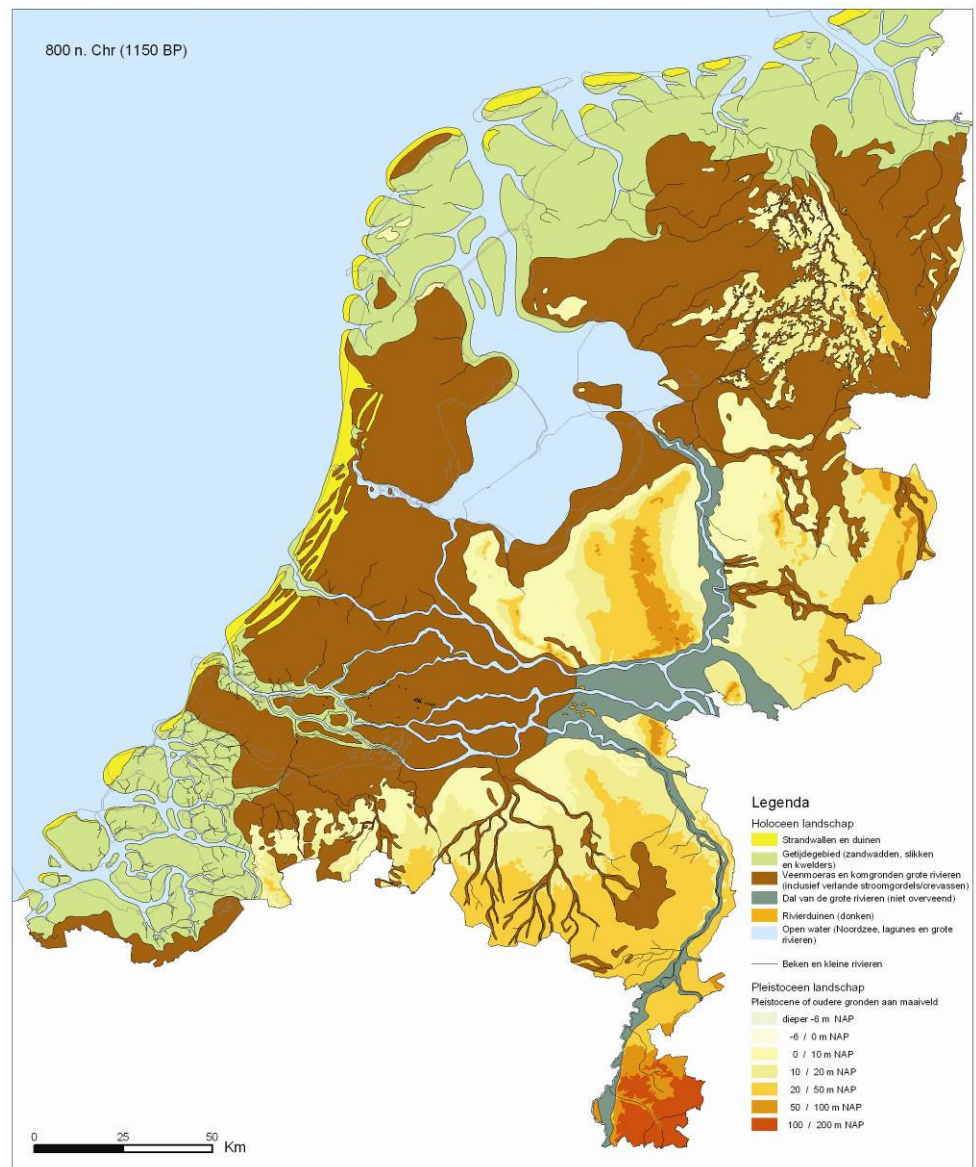
Figuur 5: Chlorideconcentraties in het studiegebied en hoogteligging (m N.A.P.).

2. De zoet-zout verdeling is niet in evenwicht

De chlorideconcentraties in het gebied varieerden behoorlijk over afgelopen tientallen jaren, zoals te zien is in figuur 6. Het is in dit stadium niet aan te geven wat de oorzaak hiervan is.



Figuur 6: Gemeten chlorideconcentraties op verschillende diepten en op verschillende momenten in de tijd. Het grondwater in het studiegebied is erg zout.



Figuur 7: Anno 800 AD stond het studiegebied via een getijde geul in verbinding met de zoute Noordzee.

3 Invloedssfeer van een peilverhoging

Aan de hand van een analytische benadering is het mogelijk een idee te krijgen over de mogelijke stijghoogteveranderingen in het Lauwersmeersgebied als gevolg van ander peilbeheer.

Verandering in stijghoogte en kwel in het Holland profiel

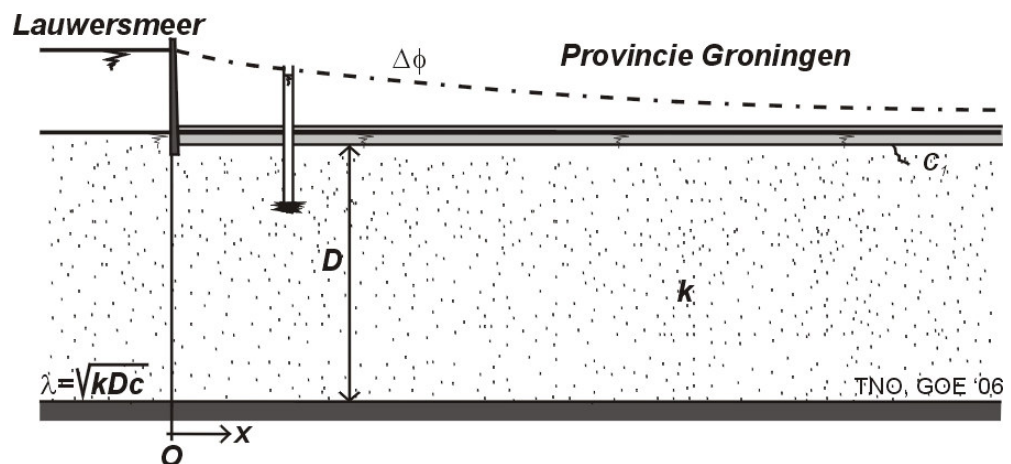
De geohydrologische opbouw in het gebied is in eerste instantie te schematiseren als het zogenaamde Holland profiel (figuur 8). Er bevindt zich in deze schematisatie geen deklaag in het hooggelegen Lauwersmeer, zodat het waterpeil in dit meer overeenkomt met de stijghoogte in het watervoerend pakket. Met de Formule van Mazure is het mogelijk de verandering in stijghoogte in het watervoerend pakket en de verandering in kwel naar het oppervlaktewater systeem bij benadering te berekenen (bijv. Huisman, 1972):

$$\Delta\phi(x) = \phi_0 e^{-x/\lambda}$$

$$\lambda = \sqrt{kDc}$$

waarin:

- $\Delta\phi(x)$ = verhoging van stijghoogte in het watervoerend pakket (m);
- ϕ_0 = verschil in waterpeil tussen het poldergebied en het Lauwersmeer (m);
- x = lengte in het watervoerend pakket (m);
- λ = karakteristieke lengte oftewel de spreidingslengte (m);
- k = hydraulische conductiviteit van het watervoerend pakket (m/dag);
- D = verzadigde dikte van het watervoerend pakket (m);
- kD = doorlaatvermogen van het watervoerend pakket (m²/dag);
- c = hydraulische weerstand van de afsluitende deklaag (dag).



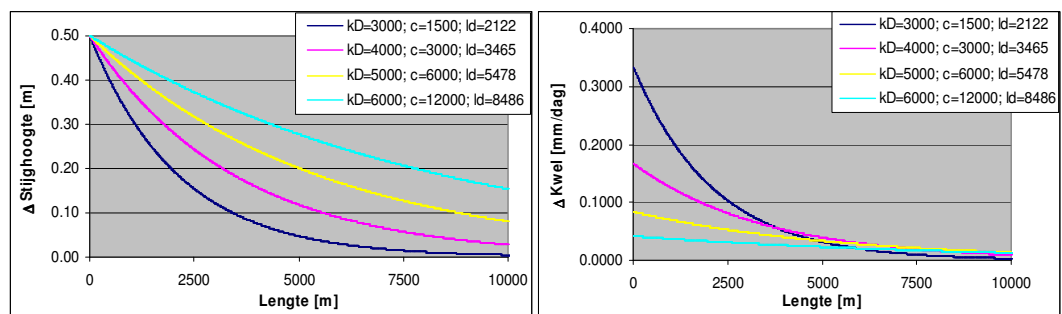
Figuur 8: Schematische weergave van de verandering in stijghoogte in het gebied rondom het Lauwersmeer.

Belangrijk is te weten dat wordt uitgegaan van het superpositiebeginsel. Er wordt aangenomen dat een verandering van het waterpeil op het Lauwersmeergebied een aparte verandering in de stijghoogte en de kwel veroorzaakt, afzonderlijk van het

bestaande stijghoogtepatroon. Daarnaast wordt de voorwaarde gesteld dat de bodemopbouw simpel is: één homogeen watervoerend pakket met een constant doorlaatvermogen en één deklaag met een constante weerstand (figuur 8). Hoewel deze situatie per definitie niet voorkomt in het studiegebied, is op deze manier toch een **eerste inschatting** van de verandering in stijghoogte en kwel mogelijk.

De toename in kwelintensiteit is gelijk aan $\Delta\phi(x)/c$. In dit voorbeeld wordt uitgegaan van een peilverhoging op het Lauwersmeer van 0.5 meter: $\phi_0 = 0.5\text{m}$. Er wordt uitgegaan van de veronderstelling dat in het Lauwersmeer de deklaag afwezig is. Uit de databank van DINO¹ blijkt dat de Holocene deklaag in het Lauwersmeer op veel plaatsen inderdaad dun is (kleiner dan 3m, zie figuur 3a), en op sommige plekken zelfs afwezig. De Formule van Mazure kan dus worden toegepast. De geohydrologische waarden in het studiegebied variëren. Er is daarom gekozen om verschillende waarden te gebruiken bij de bepaling van de invloedssfeer van een peilverhoging. Er is gekozen voor een viertal geohydrologische systemen omdat de variatie in de parameters in het gebied in werkelijkheid groot is (zie figuur 3), terwijl in de analytische benadering slechts met constante waarden kan worden gerekend. Door deze aanpak bevindt de meest waarschijnlijke situatie zich ergens tussen de vier systemen. De gekozen waarden zijn (zie figuur 9): 1. doorlaatvermogen $kD=3000\text{ m}^2/\text{dag}$ en hydraulische weerstand $c=1500$ dagen; 2. $kD=4000\text{ m}^2/\text{dag}$ en $c=3000$ dagen; 3. $kD=5000\text{ m}^2/\text{dag}$ en $c=6000$ dagen; en 4. $kD=6000\text{ m}^2/\text{dag}$ en $c=12000$ dagen.

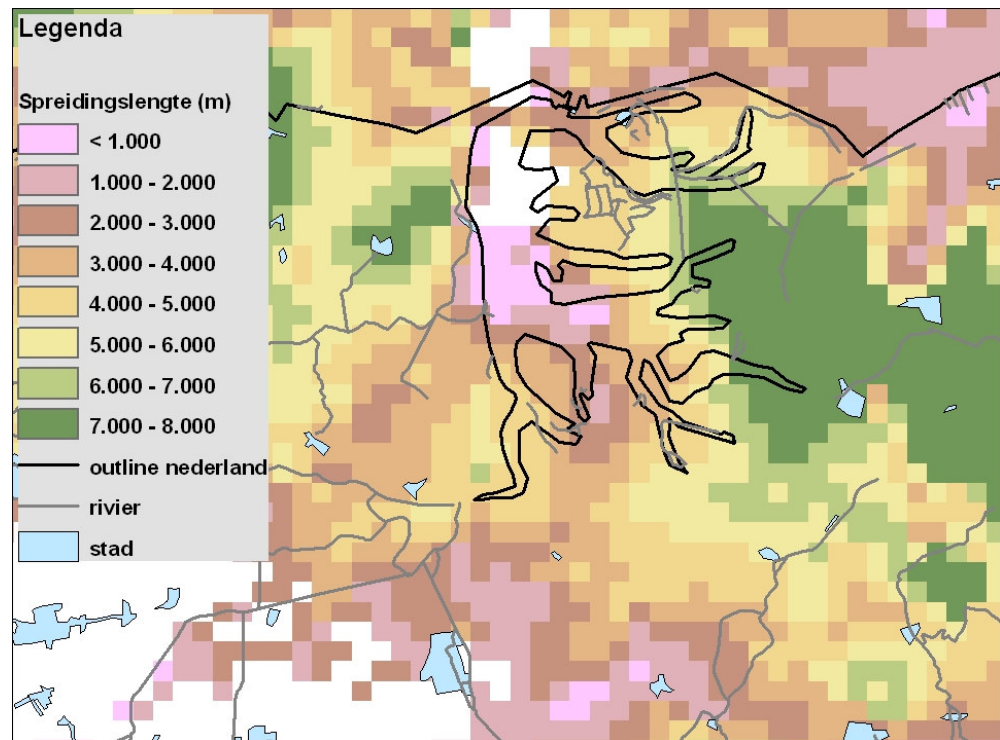
Figuur 9a laat de verandering in stijghoogte zien door een peilverhoging van 0.5m in het Lauwersmeer. De invloedssfeer is aanzienlijk omdat het doorlaatvermogen en de hydraulische weerstand in het gebied vrij groot zijn. Op 10km afstand van het Lauwersmeer is de peilverhoging nog steeds te merken. Hoe groter de spreidingslengte λ , hoe groter de invloedssfeer van een peilwijziging. De toename in kwel tengevolge van peilverhoging is tevens niet te verwaarlozen in het gebied: hoe kleiner de spreidingslengte λ , hoe groter de toename van de kwelintensiteit (figuur 9b).



Figuur 9: De toename in stijghoogte (a) en kwelintensiteit (b) als een functie van de afstand tot het Lauwersmeer, m.b.v. de Formule van Mazure, voor vier verschillende geohydrologische systemen (het doorlaatvermogen kD en de hydraulische weerstand c zijn constant per geval, waaruit vervolgens de constante spreidingslengte λ (ld) kan worden bepaald).

¹ DINOLoket is de centrale toegangspoort tot Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond (DINO). Het DINO-systeem is de centrale opslagplaats voor geowetenschappelijke gegevens over de diepe en ondiepe ondergrond van Nederland. Het archief omvat diepe en ondiepe boringen, grondwatergegevens, sonderingen, geoelektrische metingen resultaten van geologische, geochemische en geomechanische monsteranalyses, boorgatmetingen en seismische gegevens: www.dinoloket.nl.

Figuur 10 toont de eerste benadering van de grootte van de spreidingslengte op elke locatie in het Lauwersmeergebied. Op elke locatie in het gebied zijn de bodemparameters kD en c bepaald, aan de hand waarvan een spreidingslengte λ is berekend. Uit figuur 10 is dan indirect af te leiden dat een peilwijziging op het Lauwersmeer niet binnen enkele kilometers volledig is uitgedempt. Immers, te zien is dat de spreidingslengte in het aangrenzende langbouwgebied minimaal twee kilometer is. Dit betekent dat op een afstand van 3λ , dus minimaal zes kilometer, nog steeds $\exp(-3)=0.05=5\%$ van een peilwijziging merkbaar is.



Figuur 10: Een eerste benadering van de karakteristieke lengte oftewel de spreidingslengte gebaseerd op de Formule van Mazure, waarbij een gesimplificeerde bodemopbouw de basis is. Ter plaatse van delen in het Lauwersmeer is geen spreidingslengte bepaald omdat daar geen deklaag aanwezig is (zie ook figuur 3).

In werkelijkheid is de geologie niet te benaderen met het zogenaamde Holland profiel (de spreidingslengte varieert en de geologie in de Formule van Mazure is 2D verticaal); deze benadering geeft slechts een indicatie. Een nauwkeurige schatting van de invloedssfeer is wel te verkrijgen met een 3D numeriek grondwaterstromingsmodel waarin de geologie kan variëren.

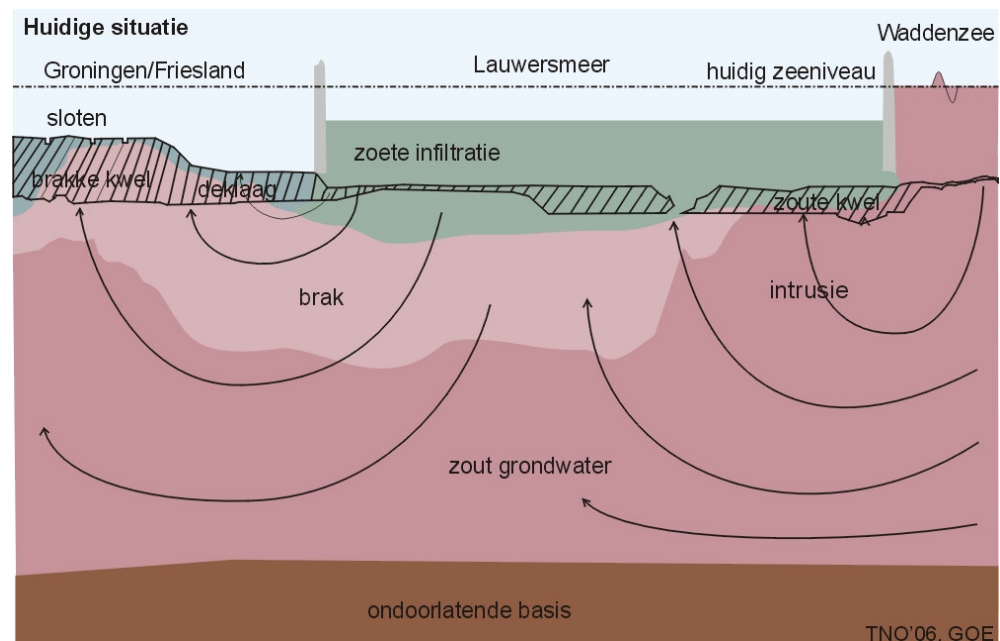
Concluderend kan gesteld worden dat de veranderingen in stijghoogte en kwelintensiteit door een mogelijke peilwijziging in het Lauwersmeer ten opzichte van de oorspronkelijke situatie behoorlijk kunnen zijn.

4 Kwalitatieve analyse

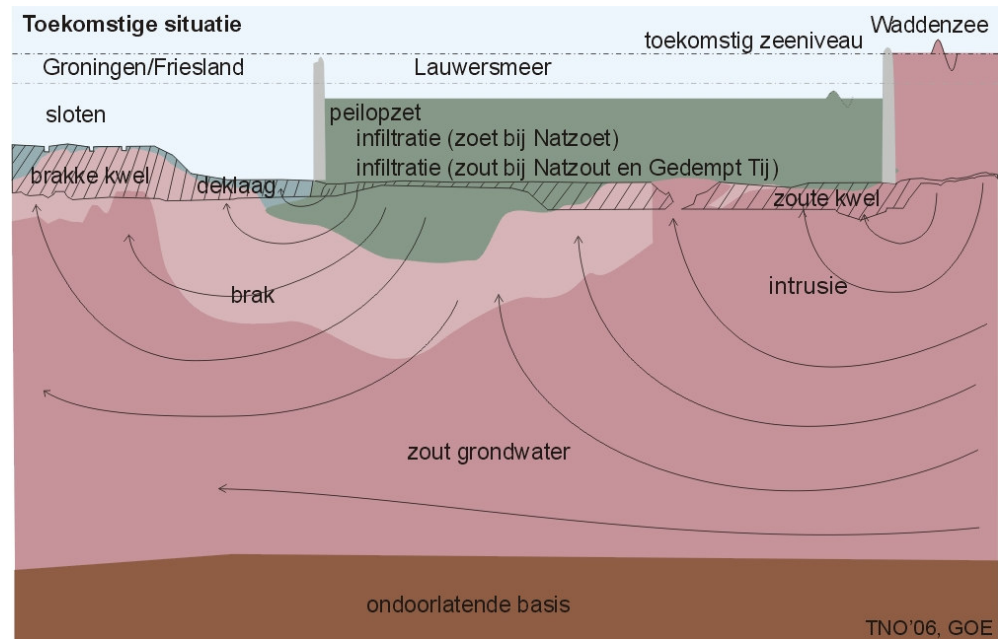
4.1 Inleiding

Toen klei in en rond het Lauwersmeer op de zeebodem is afgezet, is het zeewater daarbij ingesloten. Langs de hele Waddenzeekust is dat het geval geweest. Bij kwel situaties komt het zoute grondwater omhoog. Op de termijn van jaren doet het er eigenlijk niet eens zoveel toe of het Lauwersmeer zoet of zout is. Wanneer de waterstanden op het Lauwersmeer hoger worden zal de kwelintensiteit in de omgeving toenemen, ten opzichte van de huidige situatie, door hogere stijghoogten in het grondwatersysteem. Hoeveel deze toename precies is, hangt af van de nieuwe waterstand op het Lauwersmeer, de samenstelling van de bodem waar het water doorheen stroomt (meer of minder doorlatend) en de afstand tot het Lauwersmeer (de toename van de kwelintensiteit dempt landinwaarts uit, zie hoofdstuk 3). Voor deze kwalitatieve beschouwing is de verandering van de brakke tot zoute grondwaterstroming van het Lauwersmeer naar de omliggende gebieden van belang.

De gemiddelde zeewaterstand ter hoogte van het Lauwersmeer is ongeveer -0.05 m N.A.P. Dit peil ligt hoger dan het streefpeil van het Lauwersmeer en de meeste polders langs de kust in Friesland en Groningen. Hierdoor stroomt zout grondwater vanuit de Waddenzee naar het Lauwersmeer en de omliggende gebieden. De streefpeilen in de polders rondom het Lauwersmeer varieert van -2.65 m N.A.P. tot -1.30 m N.A.P. (HKV & Arcadis, 2006). Met een huidig streefpeil op het Lauwersmeer van -0.93 m N.A.P. bestaat dus een grondwaterstroming van het Lauwersmeer naar de omliggende gebieden (figuur 11). In de toekomst zal de situatie anders zijn: een hogere gemiddelde waterstand in de Waddenzee, een peilverhoging op het Lauwersmeer en een bodemdaling zal een versterkte instroming van brak en zout grondwater veroorzaken (figuur 12).



Figuur 11: Zuid-noord profiel over het Lauwersmeergebied, met een schets van de zoet-zout verdeling, voor de huidige situatie.



Figuur 12: Zuid-noord profiel over het Lauwersmeergebied, met een schets van de zoet-zout verdeling, voor de toekomstige situatie.

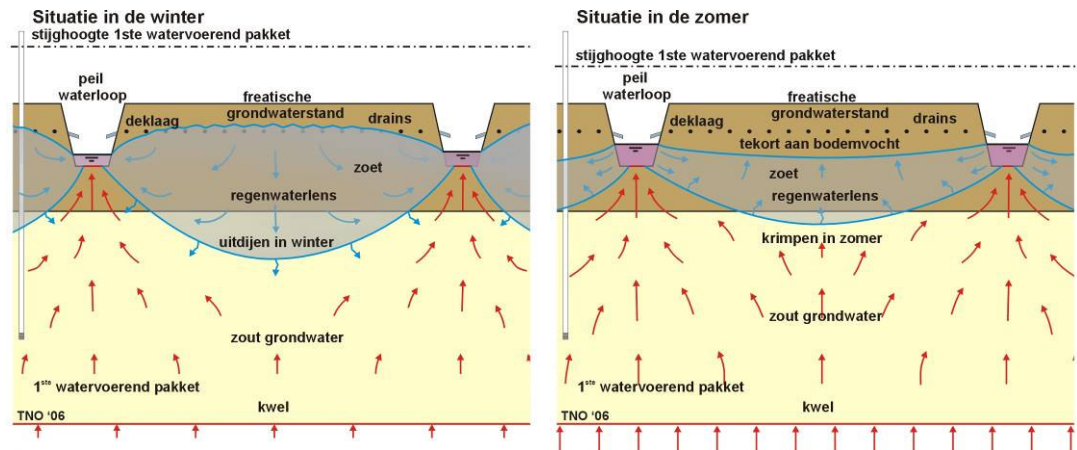
Het Lauwersmeergebied lijkt in veel opzichten vergelijkbaar met de andere gebieden langs de Waddenzeekust, de situatie is hier echter net iets anders. Ter plaatse van het Lauwersmeer heeft, geologisch gezien, lange tijd een zeearm gelegen (figuur 7), zodat dit gebied behoorlijk zout grondwater bevat en de Holocene deklaag dun is. Daarnaast is het Lauwersmeer de enige inham van betekenis in het verder continue kustgebied van Friesland en Groningen, zodat het contact tussen land en zee groot is.

4.2 Voorraadvorming van zoet grondwater in regenwaterlenzen

Zoute kwel in de sloten leidt tot verzilting van het oppervlaktewater waardoor het water minder geschikt wordt of niet meer geschikt is voor beregening van landbouwgewassen, tenzij men het doorspoelen met zoet water laat toenemen. Dat men in de landbouw normaal gesproken gelukkig nauwelijks hinder ondervindt van het zoute grondwater in landbouwpercelen komt door de regen. De natuurlijke grondwateraanvulling laat een laag zoet water ontstaan boven het brakke/zoute grondwater: de zogenaamde regenwaterlens. Dat gebeurt vooral in het najaar en in de winterperiode (figuur 13a). Tijdens dat proces wordt het omhoog kwellende zoute en brakke water opzij geduwd, waardoor het naar de sloten stroomt, samen met het overtollige regenwater dat via drains en greppels in de sloten komt. Het is de vraag of dat proces bij hogere waterstanden in het Lauwersmeer en daarmee hogere kwelintensiteiten in de omliggende polders blijft voortbestaan.

Definitie regenwaterlens:

Een regenwaterlens is een zone in het bovenste verzadigde poreuze medium waarin alleen water aanwezig is dat afkomstig is uit neerslag. De neerslaglens wordt aan de bovenkant begrensd door de grondwaterspiegel en aan de onderkant door een kwelwater systeem.



Figuur 13: Dynamiek van een regenwaterlens in een zoute omgeving: conceptueel stromingsbeeld in de winter- en zomersituatie. De pijlen symboliseren de stromingsrichting van zoet en zout grondwater.

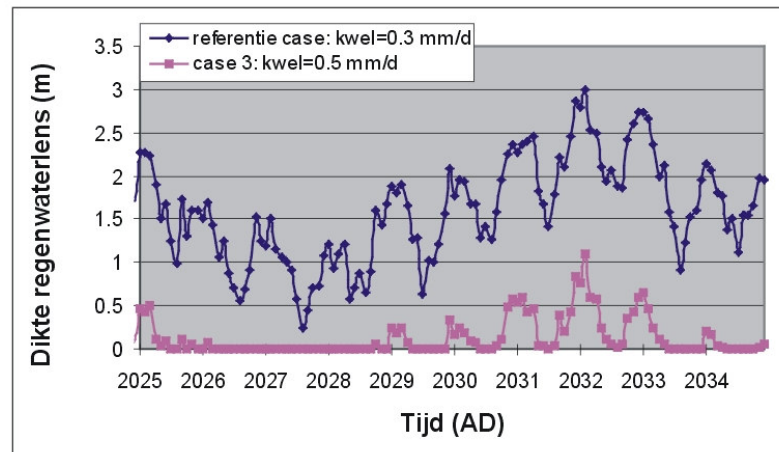
Vanaf het voorjaar zal de grondwaterstand door drainage en gewasverdamping geleidelijk lager worden (figuur 13b). Op een gegeven moment zal de grondwaterstand waarschijnlijk zelfs lager worden dan de slootwaterstand. Vanaf dat moment stopt de drainage en zal slootwater de bodem instromen. Door capillaire opstijging en gewasverdamping ontstaat er een tekort aan bodemvocht in het topsysteem en wordt de zoetwaterlaag in de zomer dunner. Dit heeft ook tot gevolg dat zout grondwater zich in de buurt van de wortelzone bevindt. Onder normale omstandigheden blijft, mede door beregening, over het algemeen genoeg zoet water in de wortelzone over. Peilverhoging op het Lauwersmeer kan ervoor zorgen dat meer zout grondwater sneller naar de onderkant van de wortelzone stroomt dan op dit moment het geval is. In erg droge periodes zou dit zoute water vervolgens naar de wortels kunnen stromen, met mogelijk zoutschade tot gevolg. In combinatie met klimaatverandering, zeespiegelstijging en peil aanpassingen door bodemdaling zal deze situatie waarschijnlijk vaker voorkomen.

Uit onderzoek in het noorden van het land (Wetterskip Fryslân, Arcadis en TNO, 2005: *Effect bodemdaling in het Barradeel gebied, Friesland en TNO, 2006, Regenwaterlensen in zoute kwel systemen*) blijkt dat een geringe toename van de kwel zou kunnen leiden tot een flinke afname van de dikte van de regenwaterlens (zie bijvoorbeeld figuur 14). De lens zou mogelijk zelfs geheel kunnen verdwijnen. Dit kan ook het geval zijn in het Lauwersmeergebied. Bij hogere waterstanden in het Lauwersmeer zou de zoete regenwaterlens kunnen verdwijnen binnen de invloedssfeer van de peilverhoging, waar een toename van de (zoute) kwel te verwachten is. Bovendien zal in geval van de NatZout en Gedempt Tij varianten de ondergrond waarschijnlijk op de lange termijn extra zout worden waardoor het grondwatersysteem in een versneld tempo kan verzilten. Dit kan mogelijk zelfs plaatsvinden buiten de directe invloedssfeer van peilverhoging.

4.3 Afvoer van het zoute grondwater

In de winter wordt relatief veel zout kwelwater afgevoerd naar de sloten, samen met het overtollige regenwater dat niet in de bodem kan worden geborgen. In de zomer stroomt zout grondwater naar de sloten (figuur 13b) en zal de chlorideconcentratie hoog zijn. Op dit moment wordt het zoetwaterplan van het Waterschap Noorderzijlvest om de

hoogwaardige landbouw van zoet water te voorzien als rendabel ervaren. Om het slootwater in de toekomst na peilverhoging geschikt te houden voor veedrenking en beregening zal waarschijnlijk meer doorgespoeld moeten worden dan nu gebeurt. De vraag daarbij is of de doorspoelcapaciteit van de infrastructuur voldoende is om dit gebiedsvreemde water aan te voeren. Bekend zou moeten zijn hoe groot de zoutbelasting wordt vanuit de toegenomen kwel en hoeveel zoet doorspoelingswater nodig is om, na menging, oppervlaktewater van voldoende kwaliteit over te houden. In het uiterste geval is het niet profijtelijk om deze sloten dan door te spoelen.



Figuur 14: Modelsimulaties van de dikte van een regenwaterlens (Wetterskip Fryslân, Arcadis en TNO, 2005: *Effect bodemdaling in het Barradeel gebied, Friesland*). Referentie case=case 1, kwel=0.3 mm/d, zavel in de ondergrond, slootafstand=170m en drainafstand=10m, toekomstige situatie in periode 2025-2035 AD; case 3=dezelfde parameters als case 1, behalve kwel=0.5mm/dag.

4.4 Zeespiegelstijging, klimaatverandering en bodemdaling

Grondwaterstroming en zouttransport zijn over het algemeen trage processen. Bij het analyseren van effecten op de zoet-zout verdeling wordt normaliter de (middel)lange termijn gehanteerd. Er dient dan wel rekening gehouden te worden met de toekomstige zeespiegelstijging (KNMI, 2001: centrale schatting: +60cm in 2100), met een veranderend neerslag- en verdampingspatroon (toename winterneerslag 6 á 25% %, afname zomerneerslag ongeveer -19%, toename verdamping in de zomer ongeveer +15%) én, in dit gebied, met de bodemdaling die veroorzaakt zal worden door o.a. de (nieuwe) gaswinnings. Al deze processen zullen het grondwatersysteem in dit studiegebied behoorlijk beïnvloeden.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Er is een kwalitatieve beschouwing gegeven over de werking van het grondwatersysteem en hoe dat vervolgens de landbouw beïnvloedt. De uitkomst is dat er een risico bestaat dat de zoete regenwaterlens in het landbouwgebied langs het Lauwersmeer verdwijnt waardoor brak grondwater door capillaire opstijging in de wortelzone kan komen en zoutschade aan landbouwgewassen kan optreden. Tevens zal door de grotere zoutbelasting vanuit de ondergrond op de sloten extra doorspoeling moeten plaatsvinden ten behoeve van beregening en veedrenking. Er ontstaat weliswaar een situatie die vergelijkbaar is met landbouwgebieden langs de Waddenzeekust elders in Groningen en Friesland; de situatie is hier echter net iets anders. Ten eerste is een groot deel van de deklaag in het Lauwersmeer weggeërodeerd, zodat de kweldruk langs het Lauwersmeer noemenswaardig zou kunnen toenemen bij een hogere waterstand op het Lauwersmeer, met een hogere zoutbelasting tot gevolg. Ten tweede blijkt uit waarnemingen dat het grondwater aan de onderkant van de relatief dunne deklaag onder het Lauwersmeer een hoge zoutconcentratie heeft. Bij peilverhoging op het Lauwersmeer zou dit kunnen betekenen dat zout grondwater geleidelijk richting het aangrenzende landbouwgebied zal stromen, met verzilting van het grondwatersysteem tot gevolg.

5.2 Aanbevelingen

Het verdient aanbeveling twee acties te ondernemen om de mogelijke effecten op het grondwatersysteem en de landbouw als gevolg van een peilverhoging op het Lauwersmeer beter in te schatten:

1. Uitvoeren van een (langjarig) monitoringscampagne:

- Het bepalen van een nauwkeurige nulmeting, met als doel een ruimtelijk beeld te verkrijgen van de huidige situatie van het vóórkomen van zoet-brak-zout grondwater in het Lauwersmeergebied. Te denken valt aan een flink aantal chlorideconcentratiemetingen in zowel het diepe als ondiepe grondwater.
- Het opzetten van controles via herhalingsmeetcampagnes van het freatische en diepe grondwater op een beperkt aantal geselecteerde locaties.
- Het monitoren van het zoutgehalte in het oppervlaktewater.

2. Ontwikkelen van een modelinstrumentarium:

- Het geven van een kwantitatieve analyse van de mogelijke effecten met behulp van numerieke modellen. Hierbij moet gekeken worden naar de verzilting van het grondwater als een functie van de tijd, waarbij klimaatverandering, bodemdaling (door gaswinning) en zeespiegelstijging worden meegenomen. Modellen, die voortborduren op het MIPWA² modelinstrumentarium, worden gebruikt om dichtheidsgedreven grondwater te modelleren. Zowel het diepe regionale grondwater, als het ondiepe grondwater op perceelsniveau in relatie tot het oppervlaktewater worden in ogenschouw genomen.

² In het MIPWA project (Methodiekontwikkeling Interactieve Planvorming ten behoeve van het Waterbeheer) wordt een gedetailleerd, innovatief, interactief modelinstrumentarium voor de ondergrond ontwikkeld voor Noord Nederland.

6 Referenties

- HKV (2006) Onderzoeksresultaten voor de Watervisie Lauwersmeer Fase 2, Deelrapport Veiligheid, Waterbeheer, Landbouw, Recreatie en Scheepvaart, februari 2006.
- HKV, Arcadis, Bowl (2006) Onderzoeksresultaten voor de Watervisie Lauwersmeer fase 2, Samenvatting en Hoofdrapport, Opdrachtgever: Bestuurlijk Overleg Watervisie Lauwersmeer, 28 februari 2006.
- Huisman, L. (1972) Groundwater Recovery. MacMillan Press, London.
- KNMI (2001) Weer en water in de 21e eeuw, Een samenvatting van het derde ipcc klimaatrapport voor het Nederlandse waterbeheer.
- TNO (2005) Oude Essink, G.H.P., Houtman, H. & B.J.M. Goes, Chloridenconcentratie onderkant deklaag in Nederland. NITG 05-056-A. Utrecht, TNO Bouw en Ondergrond.
- TNO (2006) Maljaars, P.S. & R.A. Wils, Regenwaterlenzen in zoute kwelsystemen, 2006-U-R0086/A, 121 p.
- Wetterskip Fryslân, Arcadis en TNO (2005) Bodemdaling Barradeel II, Inrichtingsplan.