

# Kosteneffectiviteitsanalyse de Leijen



Donné van Engelen  
Cartesius Instituut  
Universiteit Twente  
Franeker  
Mei 2005



## **Executive summary**

This report presents a cost-effectiveness analysis (CEA) for the Frisian lake the Leijen. The CEA has been conducted as part of the EU Interreg IIIb project NOLIMP and has been carried out first and foremost to obtain more insight in possible approaches to CEA for the implementation of the European Water Framework Directive (WFD). Apart from this the study is an evaluation of the current attempts to improve the water quality of the the Leijen: the results will show whether sufficient measures are being taken to guarantee the desired water quality of the lake. Furthermore the outcomes of the study can be used to assess whether at the level of the waterbody the current measures allow for the attainment of the desired effects at the lowest costs to society, the general aim of cost-effectiveness analysis.

The CEA for the Leijen has been carried out along the lines of the German handbook *Basic principles for selecting the most cost-effective combinations of measures for inclusion in the programme of measures as described in article 11 of the Water Framework Directive*. The methodology presented in the handbook necessitates the use of a panel of experts consisting of aquatic biologists and ecologists. Based on pressure types and polluters the experts draw up an extensive list of measures for the waterbody. They then select the most effective measures from the list, combine these measures and assess their combined ecological effectiveness. The most effective combinations are then used to form packages of measures which have the potential to attain the desired waterquality for the waterbody in question. Finally these packages are characterised in terms of their ecological effectiveness, the time it will take for the effects to be attained and the probability that the goals for the WFD will be reached. The direct and indirect costs of implementing the packages of measures are also calculated and together with the ecological parameters this provides enough information to compare the packages and identify the most cost-effective programme of measures.

This study shows that it is possible to use the methodology developed in Germany to arrive at a CEA suitable for decision making for a waterbody such as lake the Leijen. The panel of four experts that carried out the CEA for the Leijen reduced a list of 33 potential measures to a list of eleven most effective measures. After combining these measures and assessing their combined ecological effectivity five packages of measures were formed. At the waterbody level the most cost-effective programme of measures to improve the waterquality of lake the Leijen proved to be a combination of dredging, extension of the banks of the lake, elimination of bream and the construction of wetlands for the boezem and polder water entering the lake.

The strength of the German methodology lies in the ease with which it can be applied. Quantification of the effects of measures is not necessary and the steps of the methodology can be carried out thoroughly within a day. Other advantages of the methodology are the possibility to combine source and system oriented measures and the possibility to incorporate synergy effects, delayed effects and multiple effects of measures. The main disadvantage of the methodology relates to the dependence on the judgement of experts. Both the number of experts as well as their knowledge of the potential measures, the waterbody and the surrounding area affect the reliability of the results obtained with the

methodology. Moreover, the large tables to be completed and the crude scales to be used do not make it easier for the experts to remain consistent. Nevertheless the methodology appears to be very suitable for quick and relatively cheap analyses to support decision making with regard to cost-effective investments to improve the quality of the water of individual waterbodies. Due to the qualitative nature of the methodology it is doubtful however whether the outcomes of the analyses for individual waterbodies can also be used for CEA at the (sub)river basin level.

The practical conclusions following from this study for the management of lake the Leijen have to be drawn with care. The study shows that at the waterbody level the most cost-effective programme of measures to improve the water quality of lake the Leijen is a combination of dredging, extension of the banks of the lake, elimination of bream and the construction of wetlands for the boezem and polder water entering the lake. The foundation of the current package of measures that is being implemented for the lake is formed by the elimination of bream and the expansion and renovation of the WWTP in Drachten and is at least three times more expensive. Hence it is tempting to conclude that currently no cost-effective programme of measures is being implemented for the Leijen. Such a conclusion would however be premature for two reasons. First, the expansion and renovation serves a much broader set of goals than the improvement of the water quality of lake the Leijen. The high investment costs for the renovation and expansion of the WWTP can only be partially attributed to the desire to reduce nutrient emissions to the environment. Second, the WFD requires that decisions regarding cost-effectiveness are taken at the level of the (sub)river basin. Only after the effects of the renovation and expansion of the WWTP Drachten have been considered for all affected waterbodies, the conclusion can be drawn whether the investments in the WWTP lead to a cost-effective solution for all waterbodies in the (sub)river basin.

Assuming that this is in fact the case the study shows that the elimination of bream and the expansion and renovation of the WWTP have to be complemented by additional measures to arrive at the desired targets for the WFD within the directive's timeframe. The cheapest option is to supplement the current package of measures with requirement oriented fertilisation and the large scale introduction of submerged waterplants. It would be more expensive but also ecologically more effective to supplement the current package of measures with the digging of a sediment trap and the projection of the banks of the lake. Before taking up these recommendations it is important to note though that the CEA for lake the Leijen has been carried out with a small number of experts within a relatively short session of half a day. Furthermore no control panel has been used to evaluate the results of the study. Combined with the general criticism of the methodology this calls for a cautious approach to applying the recommendations formulated in this report.

## Samenvatting

Dit rapport presenteert een kosteneffectiviteitsanalyse (KEA) voor het Friese meer de Leijen. De studie is uitgevoerd in het kader van het EU Interreg IIIb project NOLIMP en heeft als voornaamste doel meer inzicht te krijgen in mogelijke benaderingen van KEA bij de implementatie van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). Daarnaast is de studie een evaluatie van de huidige inspanningen ter verbetering van de waterkwaliteit van de Leijen: aan de hand van de uitkomsten kan beoordeeld worden of er voldoende maatregelen worden genomen om de gewenste waterkwaliteit voor het meer te garanderen. Tevens kan er op het niveau van het meer beoordeeld worden of de huidige maatregelen het gewenste effect tegen de laagste maatschappelijke kosten bewerkstelligen, het uitgangspunt van kosteneffectiviteitsanalyse.

De KEA voor de Leijen is uitgevoerd aan de hand van het Duitse handboek *Grondslagen voor de keuze van de meest kosteneffectieve maatregelencombinaties voor opname in het maatregelenprogramma volgens artikel 11 van de Kaderrichtlijn Water*. De in het handboek gepresenteerde methodologie noodzaakt het gebruik van een panel van experts dat bestaat uit aquatische biologen en ecologen. De experts identificeren op basis van belastingen en veroorzakers een uitputtende lijst van maatregelen voor een waterlichaam, waarna ze de meest effectieve maatregelen uit de lijst selecteren. Vervolgens moeten ze de meest effectieve maatregelen combineren en beoordelen en de daaruit voortvloeiende hoofdcombinaties uitbouwen tot potentiële maatregelpakketten. Deze pakketten worden getypeerd aan de hand van hun ecologische effectiviteit, de termijn waarop ze effect zullen sorteren en de waarschijnlijkheid dat de doelstellingen voor het waterlichaam op tijd zullen worden bereikt. Daarnaast worden per pakket de directe en indirecte kosten in kaart gebracht. Samen met de ecologische informatie levert dit voldoende informatie op om de pakketten onderling in termen van kosteneffectiviteit af te wegen.

Deze studie laat zien dat het mogelijk is voor een meer als de Leijen aan de hand van de methodologie in het Duitse handboek te komen tot een KEA die geschikt is voor besluitvorming. Het panel van vier experts dat de KEA voor de Leijen heeft uitgevoerd heeft een lijst van 33 potentiële maatregelen tot een lijst van elf meest effectieve maatregelen teruggebracht. Na het combineren van deze maatregelen zijn er op basis van de resultaten vijf potentiële maatregelpakketten geformuleerd. Het meest kosten-effectieve maatregelpakket om de waterkwaliteit van de Leijen te verbeteren bleek op het niveau van het waterlichaam een combinatie te zijn van baggeren, vooroevers, visstandbeheer en zuiveringsmoerassen voor boezem- en polderwater.

De kracht van de in Duitsland ontwikkelde methodologie schuilt in het gemak waarmee ze toegepast kan worden. Kwantificatie van de effecten van maatregelen is niet noodzakelijk en de stappen waaruit de methodologie bestaat kunnen binnen een dag grondig doorlopen worden. Andere voordelen van de methodologie zijn de mogelijkheid om bron- en systeemgerichte maatregelen te combineren en de mogelijkheid om synergie, vertragingen en meervoudige effecten in de analyse te incorporeren. Het grootste nadeel van de methodologie heeft betrekking op de afhankelijkheid van experts. Zowel het aantal experts als hun kennis van de maatregelen, het waterlichaam en de omgeving is van invloed op de betrouwbaarheid van de resultaten. Daarnaast maken de omvangrijke

tabellen en de ongenueanceerdheid van de schalen het lastig voor de experts om consequent te blijven. Dit alles neemt echter niet weg dat de methodologie zeer geschikt lijkt voor snelle en relatief goedkope analyses ter ondersteuning van besluitvorming voor kosteneffectieve ecologische verbeteringen van waterlichamen. Of de methodologie ook geschikt is voor KEA op het niveau van (deel)stroomgebieden is als gevolg van de kwalitatieve resultaten op het niveau van afzonderlijke waterlichamen twijfelachtig.

Het trekken van praktische conclusies uit deze studie voor het beheer van het meer de Leijen vergt de nodige nuancering. De studie laat zien dat enkel redenerend vanuit de verbetering van de waterkwaliteit van het meer de combinatie van baggeren, vooroevers, visstandbeheer en zuiveringsmoerassen voor boezem- en polderwater de goedkoopste optie is om de gewenste effecten te bereiken. De basis van het huidige pakket van maatregelen dat voor het meer geïmplementeerd wordt bestaat echter uit visstandbeheer en de renovatie en expansie van de RWZI Drachten en is minimaal drie maal duurder. Het is dus verleidelijk om te concluderen dat er op dit moment geen kosteneffectief maatregelenpakket voor de Leijen wordt geïmplementeerd. Dit zou echter voorbarig zijn en wel om twee redenen. Ten eerste dient de renovatie en expansie van de RWZI een veel bredere doelstelling dan de verbetering van de waterkwaliteit van de Leijen. De hoge investeringskosten zijn slechts ten dele toe te schrijven aan de wens de nutriëntenemissie van de RWZI terug te brengen. Ten tweede schrijft de KRW voor dat beslissingen over kosteneffectiviteit op het niveau van een (deel)stroomgebied moeten worden genomen. Pas als de invloed van de renovatie en expansie van de RWZI voor alle beïnvloede waterlichamen in overweging is genomen kan er aangetoond worden dat het ingeslagen pad niet tot een kosteneffectieve oplossing voor de waterlichamen in het (deel)stroomgebied leidt.

Er van uitgaand dat het ingeslagen pad voor de Leijen in termen van kosteneffectiviteit wel het juiste pad is laat de studie zien dat er voor het meer aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn om het water op het gewenste niveau voor de KRW te krijgen. De goedkoopste mogelijkheid is een aanvulling van de huidige maatregelen (visstandbeheer en renovatie en expansie RWZI) met evenwichtsbemesting en het uitzetten van submerse waterplanten. Duurder maar tevens ecologisch effectiever is de aanleg van vooroevers en het graven van een slibvang. Ter nuancering van deze aanbevelingen dient vermeld te worden dat de KEA voor de Leijen is uitgevoerd door een klein aantal experts in een relatief kort tijdbestek van een halve dag, en dat er geen gebruik gemaakt is van een controle panel om de uitkomsten van de studie te evalueren. In combinatie met de kritiek op de methodologie in het algemeen pleit dit voor voorzichtigheid bij het overnemen van de aanbevelingen uit dit rapport.

## **Voorwoord**

Deze kosteneffectiviteitsanalyse voor het meer de Leijen had niet tot stand kunnen komen zonder de kennis, tijd en energie van een groot aantal mensen. Ik wil Theo Claassen in het bijzonder bedanken voor zijn nauwe betrokkenheid bij en zijn waardevolle bijdragen aan het project. Tevens gaat mijn dank uit naar iedereen van het NOLIMP-project en alle mensen van Wetterskip Fryslân en Provincie Fryslân die mij van uitleg en data hebben voorzien. Hans de Vries, Eveline Hilhorst, Johan Hager, Jesler Kiestra, Folkert Kuipers, Date de Vries, Anne de Vries, Bonnie Bult, Machiel de Vries, Sybren Gerbens, Arend Timmerman, Elena Uibel, Henk de Haan, Roelof Veeningen, Thomas Ietswaart en Joram Krozer: bedankt voor de prettige samenwerking.

Donné van Engelen  
Franeker, mei 2005

## **Inhoudsopgave**

Executive summary	2
Samenvatting	4
Voorwoord	6
Inhoudsopgave	7
1. Inleiding en afbakening van de studie	8
2. Methodologie	9
3. Kiezen van maatregelenschema's	11
4. Selecteren van de meest effectieve maatregelen	13
5. Combineren van maatregelen	15
6. Berekenen van kosten	17
7. Kiezen van het programma van maatregelen	18
8. Conclusies, aanbevelingen en discussie	20
Literatuur	22
Bijlagen	23

## 1. Inleiding en afbakening van de studie

De in dit verslag gepresenteerde kosteneffectiviteitsanalyse voor het Friese meer de Leijen is uitgevoerd in het kader van het EU project NOLIMP.<sup>1</sup> NOLIMP is een Interreg project waarbij partners uit Schotland, Noorwegen, Zweden, Denemarken, Duitsland en Friesland ervaring opdoen met de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). Aangezien kosteneffectiviteitsanalyse (KEA) als instrument voor besluitvorming in de KRW een belangrijke rol inneemt - het wordt gebruikt om combinaties van maatregelen te identificeren waarmee een goede waterkwaliteit gerealiseerd kan worden tegen de laagste maatschappelijke kosten - is er binnen het NOLIMP project voor gekozen KEA tot één van de aandachtsgebieden te maken. Om inzicht te krijgen in de bruikbaarheid van KEA bij besluitvorming hebben de partners in het project afgesproken ieder voor een waterlichaam in hun desbetreffende regio aan de hand van nationale richtlijnen een KEA uit te voeren. Voor Friesland betekent dit dat de Nederlandse KEA methodologie in wording voor de implementatie van de KRW toegepast is op het meer de Leijen. Het voornaamste doel daarbij is kennis en ervaring op te doen die uitgewisseld kan worden met de andere NOLIMP partners. Op deze manier kunnen de mogelijkheden en de beperkingen van KEA als instrument voor besluitvorming achterhaald worden. Daarnaast biedt de studie inzicht in de vraag of er op dit moment voldoende en kosteneffectieve maatregelen worden geïmplementeerd om de waterkwaliteit van de Leijen te verbeteren.

De methodologie die is gebruikt voor de KEA voor de Leijen is afkomstig uit een concept handboek van het RIZA getiteld *Kosteneffectiviteitsanalyses op regionaal niveau* en gebaseerd op het in Duitsland ontwikkelde handboek *Grondslagen voor de keuze van de meest kosteneffectieve maatregelencombinaties voor opname in het maatregelenprogramma volgens artikel 11 van de Kaderrichtlijn Water*. De kracht van het Duitse handboek ligt in de geïntegreerde methode waarmee de koppeling tussen maatregelen en ecologische verandering gelegd kan worden. Daarmee gaat het een stap verder dan de meer conventionele methodes waarbij de kosten van maatregelen worden gerelateerd aan gekwantificeerde effecten in termen van emissiereducties en waarbij het uiteindelijke effect op het ecologisch systeem buiten beschouwing blijft. Daarnaast lost de Duitse methode nog een aantal andere problemen met meer conventionele methodes op, zoals de mogelijkheid tot het incorporeren van maatregelen direct gericht op ingrepen in het ecologisch systeem,<sup>2</sup> het omgaan met maatregelen die afhankelijk zijn van andere maatregelen en het omgaan met maatregelen die meerdere effecten sorteren. Voor de afbakening voor de KEA voor de Leijen zijn de volgende keuzes gemaakt:

1. De analyse beperkt zich tot het meer de Leijen en de maatregelen die in het meer en de directe omgeving van het meer genomen worden. Daarmee is het een analyse op regionaal niveau waarbij het volstaat met een panel van experts de relatie tussen maatregelen en ecologische effecten te leggen.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> NOLIMP staat voor *Northsea Local and Regional Implementation of the EU Water Framework Directive*.

<sup>2</sup> Dit worden ook wel systeemgerichte maatregelen genoemd (visstandbeheer bijvoorbeeld), in vergelijking tot brongerichte maatregelen (diffuse bronnen uit landbouw en recreatie bijvoorbeeld).

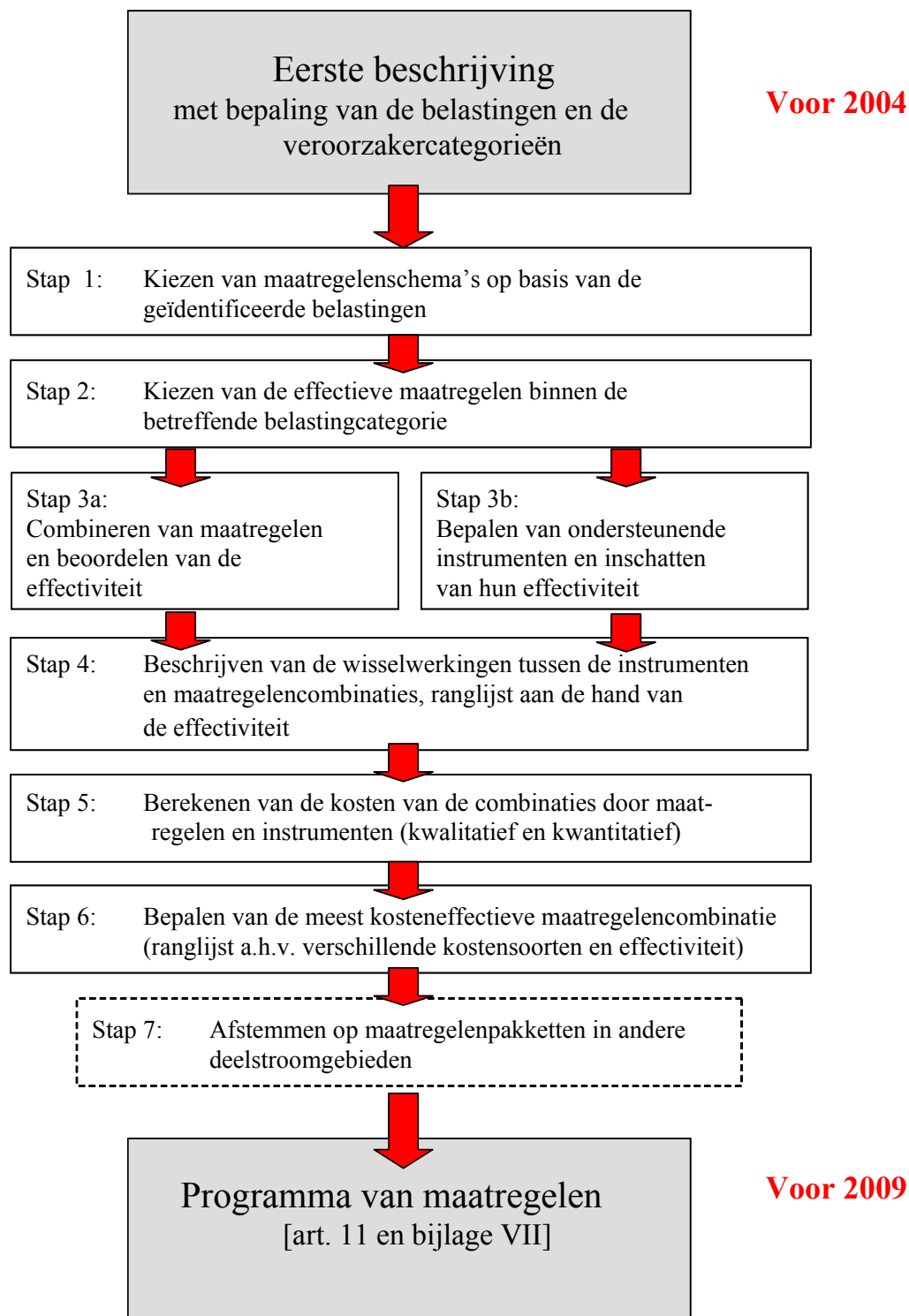
<sup>3</sup> Analyse op bovenregionaalniveau ((deel)stroomgebieden) noodzaakt wel een kwantitatieve onderbouwing en daarmee ook complexe ecologische modellen die voor de significante maatregelen kosten en effecten kunnen koppelen.



2. Binnen NOLIMP wordt de kosteneffectiviteitsanalyse voor de Leijen uitgevoerd nadat er over de maatregelen is besloten. Dit is in strijd met de voorschriften voor de KRW om de voor de hand liggende reden dat er eerst moet worden uitgezocht welke maatregelen kosteneffectief zijn en welke niet. Pas daarna mag er een beslissing worden genomen. Aangezien NOLIMP een pilot is waarbij het zowel draait om het experimenteren met maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit als met verschillende methodes voor kosteneffectiviteitsanalyse is dit geen probleem. Het betekent echter wel dat de uitgangssituatie voor de analyse de toestand van het meer is voordat er maatregelen zijn geïmplementeerd, het jaar 2000 in dit geval. Daarnaast volstaat het niet de analyse te beperken tot de maatregelen die op dit moment geïmplementeerd worden. Alle maatregelen die een bijdrage hadden kunnen leveren aan de verbetering van de waterkwaliteit van de Leijen dienen in ogenschouw te worden genomen. Pas dan kan er een objectieve afweging gemaakt worden.
3. Voor de analyse aan de hand van het Duitse handboek volstaat het de ecologische doelstellingen voor de Leijen te definiëren in termen van de indicatorgroepen die in bijlage V van de KRW zijn vermeld. Voor meren betreft het in dat geval de volgende biologische elementen: fytoplankton (samenstelling, abundantie, biomassa), overige waterflora (samenstelling, abundantie), bentische ongewervelde fauna (samenstelling, abundantie) en visfauna (samenstelling, abundantie en leeftijdsopbouw). De Leijen is het meest eutrofe boezemmeer van Friesland. Het is de bedoeling dat er door een samenspel van maatregelen een transitie in het meer plaatsvindt van een troebel, algenrijk systeem gedomineerd door brasem, naar een helder, plantenrijk systeem met snoek en zeelt. De gewenste ontwikkeling in algemene termen voor de biologische elementen is in de bijlage terug te vinden.
4. Tot slot het tijdpad. Volgens de KRW moeten voor 2009 de maatregelenpakketten bekend zijn zodat de verbeteringen in waterkwaliteit in 2015 gerealiseerd kunnen zijn. Voor de KEA voor de Leijen is er voor gekozen het jaar 2000 te nemen als de deadline voor het bekendmaken van het te implementeren pakket van maatregelen (zie punt 2). Dit betekent dat de gewenste kwaliteit van het water in theorie in het jaar 2006 moet zijn bereikt.

## 2. Methodologie

Op de volgende pagina wordt in figuur 1 het stappenplan weergegeven waarmee een kosteneffectief maatregelenpakket volgens de Duitse handleiding kan worden afgeleid. Het stappenplan bestaat uit acht bouwstenen voorafgegaan door een eerste beschrijving van een (deel)stroomgebied en haar waterlichamen. Deze beschrijving heeft in 2004 in Europa plaatsgevonden en is voor Friesland als geheel in de *Ontwerprapportage Kaderrichtlijn Water Rijn-Noord 2004* terug te vinden. Doel van de beschrijving is het in een gebied bepalen van de belastingen voor het oppervlakte- en grondwater en het identificeren van de veroorzakers van de belastingen. Daarnaast wordt er aan de hand van informatie over belastingen en economische trends een risico analyse gemaakt aan de hand waarvan het gat geschat wordt tussen de gewenste ecologische situatie in 2015 en de te verwachten situatie in 2015 als er geen additionele maatregelen worden genomen.



**Figuur 1.** Stappenplan voor selectie van kosteneffectief maatregelenpakket

Met de informatie over belastingen en veroorzakers als uitgangspunt kan er een begin worden gemaakt met het afleiden van het programma van maatregelen. Stap 1 bestaat uit het koppelen van de veroorzakers en hun belastingen aan maatregelen die geschikt zijn om de belastingen (ook wel deficiënties genoemd) weg te nemen. Vervolgens wordt er in stap 2 aan de hand van een zogenaamde oorzaak-effect matrix bepaald hoeveel impact de afzonderlijke maatregelen op het ecologisch systeem van het waterlichaam hebben. Hierdoor wordt er een onderscheid gemaakt tussen maatregelen die weinig bijdragen aan ecologische verbetering en maatregelen die wel effectief zullen blijken. Als deze eerste selectie heeft plaatsgevonden volgt in stap 3a een tweede selectie waarbij de effectieve maatregelen gecombineerd worden en er een beperkt aantal zeer effectieve hoofdcombinaties wordt geïdentificeerd. Deze hoofdcombinaties worden aangevuld met extra maatregelen zodat alle belastingen die een goede status van een waterlichaam in de weg staan worden aangepakt. Parallel aan stap 3a wordt in stap 3b een overzicht gemaakt van alle beleidsinstrumenten die ingezet kunnen worden om de geïdentificeerde problemen aan te pakken. Instrumenten zijn gericht op het beïnvloeden van menselijk gedrag en zijn in die zin ondersteunend bij het inzetten van de technische maatregelen. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen wettelijke instrumenten, heffingen en financiële prikkels, coöperatieve instrumenten, vrijwillige afspraken en informatieve instrumenten. Aangezien er bij de casus van de Leijen alleen sprake is van voorlichting van boeren blijft stap 3b evenals stap 4 - het beschrijven van de wisselwerking tussen maatregelen en instrumenten en het vormen van een ranglijst - buiten beschouwing. Bij stap 5 worden de kosten van de in stap 3a verkozen hoofdcombinaties van maatregelen bepaald. Zowel de bedrijfseconomische (directe) kosten als de staathuishoudkundige (indirecte) kosten worden in ogenschouw genomen. Tot slot wordt in stap 6 aan de hand van het verwachte ecologische effect, de kosten en de waarschijnlijkheid dat het doel binnen zes à zeven jaar wordt bereikt besloten welk van de hoofdcombinaties het meest kosteneffectief is. Aangezien de casus van de Leijen een analyse op regionaal niveau betreft kan stap 7, het afstemmen met maatregelenpakketten in andere deelstroomgebieden, buiten beschouwing worden gelaten. De in stap 6 geselecteerde meest kosteneffectieve hoofdcombinatie wordt het programma van maatregelen dat voor de Leijen zou moeten worden uitgevoerd.

### **3. Kiezen van maatregelenschema's**

Zoals gezegd begint het afleiden van de maatregelenschema's bij de geïdentificeerde belastingscategorieën, veroorzakers en belastingen (deficiënties) voor een waterlichaam. In het Duitse handboek worden er zes belastingscategorieën geïdentificeerd: puntbronnen / zuiveringsinstallaties, puntbronnen / neerslag, diffuse bronnen, wateronttrekking, doorstromingsregulering en morfologische veranderingen. Iedere belastingscategorie valt uiteen in veroorzakerscategorieën (gemeenten / huishoudens, landbouw, industrie, recreatie, overige). Aan de verschillende veroorzakers worden de specifieke belastingen gekoppeld. Om een voorbeeld te noemen: onder de belastingscategorie diffuse bronnen valt onder andere de veroorzaker landbouw die het oppervlaktewater belast met de emissie van stoffen uit landbouwarealen. In figuur 2 op de volgende pagina is er aan de hand van deze aanpak een uitputtende indeling van maatregelen gemaakt voor het meer de Leijen.

<b>Belastingscategorie</b>	<b>Veroorzaker</b>	<b>Belasting</b>	<b>Maatregel</b>
1a. Puntbronnen / zuiveringsinstallaties	Huishoudens / gemeente / bedrijven	Stoffen	1.1 Renovatie/expansie en optimalisatie RWZI Drachten 1.2 Omleiden boezemwater naar Bergummer meer 1.3 Aanpak bebouwde kom
1b. Puntbronnen/ neerslag	Huishoudens / gemeente	Stoffen / hydraulisch	1.4 Afkoppelen verhard oppervlak 1.5 Aanpak overstorten
2. Diffuse bronnen	Landbouw / akkers / grasland	Stoffen	2.1 Evenwichtsbemesting landbouwgronden 2.2 Landwerving en extensivering om Leijen 2.3 Bufferzones langs watergangen percelen 2.4 Baggeren van bodem Leijen en kanalen 2.5 P-fixatie in bodem de Leijen 2.6 Zuiveringsmoerassen polderwater 2.7 Zuivering instromend boezemwater 2.8 Afleiden polderwater naar Bergum. meer 2.9 Hydrologische isolatie van de Leijen 2.10 Doorspoelen van de Leijen 2.11 Variabel peilbeheer polderwater
	Landbouw / erf	Stoffen	2.12 Closed watercycle boerenerf + instrument advisering
	Recreatie	Stoffen	2.13 Stand alone toiletten
4. Doorstromings-regulering	Waterschap / provincie	Constant waterpeil	4.1 Natuurlijk peilbeheer (dempen wind, golfslag en ijsgang / stimuleren (oever)vegetatie)
5. Morfologie	Recreatie	Verstoring / beschadiging ecosysteem	5.1 Geleiding pleziervaart door aanleg vaargeulen en eilanden 5.2 Saneren wilde lig- en aanlegplaatsen 5.3 Aanleg vooroevers 5.4 Oeverinrichting nieuwe eilandjes 5.5 Graven slibvang
6. Overig	Wind	Opwerveling slib	6.1 Aanleg eilanden (ivm windbreking) 6.2 Palenrij in zuidoosten van de Leijen
	Eutrofiëring / Erfenis / Geheugen	Dominantie brasem	6.3 Visstandbeheer (uitdunning brasem) 6.4 Uitzetten roofvis (snoek) 6.5 Inundantie ter creatie van paaigebieden
	Eutrofiëring / Erfenis / Geheugen	Dominantie algen	6.6 Uitzetten driehoeksmosselen 6.7 Uitzetten submerse waterplanten 6.8 Maaibeheer

**Figuur 2.** Maatregelenschema's voor de Leijen

De indeling voor de Leijen is gebaseerd op de NOLIMP rapporten, de rapporten van Grontmij (1997) en Tauw (2002) en de maatregelenlijst op de site van Shallowlakes.net. Hierdoor wordt in eerste instantie een breed scala aan maatregelen in overweging genomen, conform de wensen van de KRW. Het Duitse handboek richt zich alleen op menselijke belastingen, maar omdat in het geval van de Leijen de natuur in de vorm van windwerking en de resistentie van het bestaande eutrofe ecosysteem (hysterese en negatieve feedback) verbetering van de waterkwaliteit in de weg staat, is er een zevende belastingcategorie aan de de Duitse lijst toegevoegd (categorie overig).

#### 4. Selecteren van de meest effectieve maatregelen

Nadat er een uitputtende lijst van maatregelen is opgesteld (in het geval van de Leijen 33 maatregelen, zie figuur 2), is het de bedoeling een onderscheid te maken tussen maatregelen die ecologisch (zeer) effectief zijn en maatregelen die binnen een belastingscategorie niet of onvoldoende effectief zullen blijken. Zulke maatregelen moeten bij de verdere analyse namelijk (voorlopig) buiten beschouwing worden gelaten. Bij de schifting wordt gebruik gemaakt van een oorzaak-effect matrix waarbij er per maatregel wordt gekeken naar de directe ecologische effecten. Voor de KEA voor de Leijen is deze schifting uitgevoerd door een panel van vier (aquatische) biologen en ecologen, aan de hand van de indicatorgroepen uit bijlage V van de KRW (zie bijlage 1). De verbetering van de ecologie van de Leijen is getypeerd aan de hand van ontwikkelingen met betrekking tot fytoplankton, overige waterflora, bentische ongewervelde fauna en de visfauna. Per maatregel is er door iedere expert afzonderlijk voor ieder element een score toegekend voor de ecologische effectiviteit (-: geen (0), x: gering (1), xx: gemiddeld (2), xxx: groot(3)). Deze scores zijn in een tabel gezet (zie (voorbeeld)tabel 1) en opgeteld (individuele totaalscore variërend van 0 tot 12). Vervolgens zijn de afzonderlijke tabellen samengevoegd tot een totaalwaardering van de maatregelen voor de Leijen (zie tabel 2).

Maatregel	Indicatoren voor ecologische deficiënties (KRW, bijlage V)				Totaal v.d. afzonderlijke beoordelingen ( $\Sigma$ )	Classificering v.d. prioriteit
	Fytoplankton	Overige waterflora	Benthische ongewervelde fauna	Visfauna		
1.1	xxx	xx	x	xx	8	2
1.2	x	x	x	x	4	1
Etc.						
2.1	x	x	-	-	2	1
2.2	-	-	-	x	1	1
Etc.						
4.1	x	xx	-	xx	5	2
5.1	-	x	-	-	1	1
Etc.						
6.1	-	x	-	x	2	1
6.2	-	-	-	-	0	0
Etc.						

**Tabel 1.** Voorbeeld van individuele oorzaak-effect matrix

Maatregel	Laagste individuele totaalscore	Hoogste individuele Totaalscore	Totaal vier experts	Prioriteit
<i>1.1 Renovatie / expansie RWZI</i>	3	8	24	2
<i>1.2 Omleiden boezemwater</i>	2	8	20	2
1.3 Aanpak bebouwde kom	0	0	0	0
1.4 Afkoppelen verhard oppervlak	0	2	2	1
1.5 Aanpak overstorten	0	2	4	1
<i>2.1 Evenwichtsbemesting</i>	2	8	19	2
<i>2.2 Landverwerving en extensivering</i>	1	12	18	2
2.3 Bufferzones langs watergangen	Landelijk beleid vanaf het jaar 2000			
<i>2.4a Baggeren van bodem de Leijen</i>	2	8	18	2
2.4b Baggeren kanalen	0	2	4	1
2.5 P-fixatie in bodem de Leijen	0	3	5	1
2.6 Zuiveringsmoerassen polderwater	0	2	4	1
<i>2.7 Zuivering instromend boezemwater</i>	2	8	19	2
2.8 Afleiden polderwater	0	8	15	1
2.9 Hydrologische isolatie de Leijen	0	6	13	1
2.10 Doorspoelen de Leijen	0	4	4	1
2.11 Variabel peilbeheer polderwater	0	2	4	1
2.12 Closed watercycle boerenerf	0	2	2	1
2.13 Stand alone toiletten	0	2	4	1
<i>4.1 Natuurlijk peilbeheer Friese boezem</i>	3	12	25	2
5.1 Vaargeulen en eilanden (ivm vaart)	1	1	4	1
5.2 Saneren wilde lig- en aanlegplaatsen	1	3	6	1
<i>5.3 Aanleg vooroevers</i>	1	8	19	2
5.4 Oeverinrichting nieuwe eilandjes	1	7	16	1
<i>5.5 Graven slibvang</i>	3	8	21	2
6.1 Aanleg eilanden (ivm windbreking)	0	5	10	1
6.2 Palenrij zuidoosten de Leijen	0	5	8	1
<i>6.3 Visstandbeheer (uitdunning brasem)</i>	5	7	26	2
6.4 Uitzetten roofvis (snoek)	1	6	12	1
6.5 Inundantie tbv paaigebied	1	4	10	1
6.6 Uitzetten driehoeksmossel	1	4	9	1
<i>6.7 Uitzetten submerse waterplanten</i>	0	8	20	2
6.8 Maaibeheer	0	6	9	1

**Tabel 2.** Totaalscores oorzaak-effect matrix de Leijen (vier experts)

Aan de hand van de optelsom van de afzonderlijke beoordelingen van de vier experts (tussen 0 en 48) is aan iedere maatregel een prioriteit toegekend. Dit is gedaan met behulp van de sleutel die in tabel 3 op de volgende pagina wordt gepresenteerd. In het algemeen kan gesteld worden dat alleen de maatregelen met een prioriteit 2 of hoger mee worden genomen in de verdere analyse. Het is echter denkbaar dat er binnen een bepaalde belastingscategorie alleen klasse 1 maatregelen zijn. In dat geval is het mogelijk dat een klasse 1 maatregelen toch mee worden genomen bij de verdere overwegingen. De

maatregelen zonder ecologisch effect verdwijnen uiteraard van de lijst. Voor de KEA voor de Leijen zijn de elf maatregelen met prioriteit 2 in tabel 2 cursief weergegeven.

<b>Totaal v.d. afzonderlijke beoordelingen</b>	<b>Mate van effectiviteit</b>	<b>Classificering prioriteit</b>
34 – 48	Groot ecologisch effect	3
18 – 33	Middelgroot ecologisch effect	2
2 – 17	Gering ecologisch effect	1
0-1	Geen ecologisch effect	0

**Tabel 3.** Classificeringsleutel voor groep van vier experts conform Duits handboek

### 5. Combineren van maatregelen en beoordelen van effectiviteit

De elf effectieve maatregelen die in het voorgaande gedeelte zijn geïdentificeerd moeten vervolgens worden samengevoegd tot hoofdcombinaties waaromheen de potentiële programma's van maatregelen kunnen worden geconstrueerd. De bedoeling is de maatregelen paarsgewijs op hun ecologische effectiviteit te beoordelen en aldus de meest effectieve combinaties te identificeren. In de Duitse handleiding wordt als voorbeeld de preferentiematrix van Bachfischer gepresenteerd, die laat zien hoe de afzonderlijke effectiviteit van maatregelen gecombineerd kan worden tot een gezamenlijke score (+: gering effect (1), ++: goed effect (2), +++: zeer goed effect(3)). Uitgangspunt daarbij is de prioriteit die in de oorzaak-effect matrix aan de maatregelen is toegekend:

		<b>Maatregel 1</b>		
		<b>Klasse 1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Maatregel 2</b>	<b>1</b>	+	++	++
	<b>2</b>	++	++	+++
	<b>3</b>	++	+++	+++

**Tabel 4.** Preferentiematrix Bachfischer

Ter illustratie: een klasse 2 maatregel (middelgroot ecologisch effect)levert in combinatie met een klasse 1 maatregel (gering ecologisch effect) een goed effect (++), maar in combinatie met een klasse 3 maatregel (groot ecologisch effect) een zeer goed effect (+++). De Duitse handleiding waarschuwt dat dit slechts een richtlijn is. De inschatting van de effectiviteit van de combinatie van maatregelen wordt uiteindelijk bepaald door de lokale omstandigheden die door het panel van experts moet worden ingeschat. Voor de KEA voor de Leijen hebben de vier experts eerst afzonderlijk aan iedere combinatie van maatregelen een score toegekend (tussen 1 en 3). De afzonderlijke scores zijn vervolgens bij elkaar opgeteld (totaal tussen 4 en 12) en in een matrix genoteerd om een overzicht te krijgen van de effectiviteit van de verschillende combinaties van maatregelen. In tabel 5 op de volgende pagina zijn de uitkomsten voor de Leijen weergegeven. Het grijze gebied in de tabel is bedoeld om eventuele nadelige effecten van combinaties te noteren.

Maatregel	1.1	1.2	2.1	2.2	2.4a	2.7	4.1	5.3	5.5	6.3	6.7
1.1 Renovatie/expansie RWZI		5	9	8	7	5	8	7	10	10	5
1.2 Omleiden boezemwater			7	6	7	4	7	6	8	7	5
2.1 Evenwichtsbemesting				5	4	7	7	6	7	6	6
2.2 Landverwerving / extensivering					5	9	8	6	7	7	5
2.4a Baggeren bodem de Leijen						9	6	5	4	5	8
2.7 Zuivering instromend boezemwater							7	7	8	7	6
4.1 Natuurlijk peilbeheer Friese boezem								7	7	7	8
5.3 Aanleg vooroevers									7	8	6
5.5 Graven slibvang										10	9
6.3 Visstandbeheer											7
6.7 Uitzetten submerse waterplanten											

**Tabel 5.** Combinatie matrix de Leijen (vier experts)

Zoals uit de matrix valt op te maken zijn er drie combinaties van maatregelen die opgeteld tien plusjes scoren (geel gemarkeerd) en vier combinaties van maatregelen die negen plusjes scoren (oranje gemarkeerd). Alle andere maatregelencombinaties scoren acht punten of lager. Aangezien de Duitse handleiding als stelregel hanteert dat alleen die combinaties die een zeer goed ecologisch effect opleveren (+++) als uitgangspunt dienen te worden genomen voor het vormen van pakketten van maatregelen, is er besloten voor de KEA voor de Leijen door te gaan met die combinaties die opgeteld met negen tot twaalf plusjes door de vier experts zijn gewaardeerd. Deze zogeheten hoofdcombinaties vormen de basis voor de selectie van het uiteindelijke programma van maatregelen. Vooruitlopend op deze selectie zijn de hoofdcombinaties in deze stap door de vier experts in gezamenlijk overleg aangevuld met verdere maatregelen die samen met de hoofdcombinatie het bereiken van de ecologische doelstellingen voor de Leijen mogelijk zouden moeten maken. Bij het samenstellen van de pakketten is er naar alle relevante belastingscategorieën voor het meer gekeken. Er is grofweg een onderscheid gemaakt tussen stoffen uit de boezem, stoffen uit de polder en noodzakelijke ingrepen in ecologie en hydromorfologie. Ook zijn de voorlopige pakketten beschreven in termen van hun ecologische effectiviteit (matig – goed – zeer goed) en het tijdbestek voordat het effect merkbaar zal worden. Wat het tijdbestek betreft wordt er een onderscheid gemaakt tussen de korte termijn (KT: snel en duidelijk voor 2006), de middellange termijn (MLT: effect treedt langzaam of vertraagd op, maar voor 2006) en de lange termijn (LT: het effect wordt pas na 2006 zichtbaar). Tabel 6 op de volgende pagina geeft de vijf maatregelenpakketten weer die uit de zeven door de experts geselecteerde hoofdcombinaties zijn voortgekomen.



Pakket	Basis	Aanvulling	Ecologische Effectiviteit	Tijdbestek
A	RWZI + slibvang + visstandbeheer (1.1+5.5 & 1.1+6.3 & 5.5+6.3)	Aanleg vooroevers	zeer goed	MLT
B	RWZI + evenwichtsbemesting (1.1+2.1)	Visstandbeheer + uitzetten submerse waterplanten	matig / goed	MLT / LT
C	Landverwerving + zuivering instromend boezemwater (2.2+2.7)	Zuivering polderwater	matig ivm risico	LT
D	Baggeren + zuivering instromend boezemwater (2.4a+2.7)	Visstandbeheer + aanleg vooroevers + zuivering polderwater	Goed	KT / MLT
E	Slibvang + uitzetten submerse waterplanten (5.5+6.7)	Visstandbeheer	matig ivm risico	KT

**Tabel 6.** Vijf geformuleerde maatregelenpakketten voor de Leijen

## 6. Berekenen van de kosten van de hoofdcombinaties

Voor de berekening van de kosten van de geformuleerde pakketten van maatregelen (zie bovenstaande tabel) is een onderscheid gemaakt tussen directe en indirecte kosten. De directe kosten, ook wel bedrijfseconomische kosten genoemd, hebben betrekking op alle noodzakelijke kosten voor de praktische uitvoering van een maatregel. Het gaat om investeringskosten, lopende bedrijfskosten, eventuele kosten voor de financiering en kapitaalkosten. De kosten van een maatregel kunnen als totale kosten weergegeven worden (projectkosten bijvoorbeeld waarbij toekomstige kosten worden verdisconteerd)<sup>4</sup> of als specifieke kosten (per inwoner, strekkende kilometer rivier en / of jaar). Indirecte kosten, ook wel kosten voor de staatshuishouding genoemd, worden alleen in de analyse meegenomen indien er op basis van de directe kosten geen beslissing kan worden genomen over de kosteneffectiviteit. Onder indirecte kosten verstaat de Duitse handleiding alle kosten die het gevolg zijn van de beperkingen voor of veranderingen van een waterlichaam veroorzaakt door het in gebruik nemen van een maatregel of instrument. Het draait in dit geval om het negatief beïnvloeden van economische activiteiten in een gebied, zoals een afnemende productiviteit van de landbouwgronden of het sluiten van fabrieken.<sup>5</sup> De negatieve effecten kunnen overigens deels door positieve effecten worden

<sup>4</sup> Hiertoe wordt de netto contante waarde methode gebruikt. Nadeel van de methode is dat maatregelen met een verschillende looptijd niet vergeleken kunnen worden. Vandaar dat het WATECO document de nadruk legt op het berekenen van jaarlijkse kosten (annuïteiten). Totale kosten kunnen alleen gebruikt worden indien maatregelen een vergelijkbare looptijd hebben of er geen of verwaarloosbare lopende kosten zijn.

<sup>5</sup> Met betrekking tot productiviteitsverliezen is deze benadering niet standaard. Het is gangbaarder om in het geval van productiviteitsverliezen voor boeren deze verliezen als de directe kosten van een maatregel te beschouwen.

gecompenseerd. Te denken valt bijvoorbeeld aan gunstige effecten voor het toerisme. De indirecte kosten worden niet gekwantificeerd maar uitgedrukt als gering, matig, hoog of zeer hoog. In tabel 7 zijn zowel de directe als de indirecte kosten van de maatregelenpakketten voor de Leijen weergegeven. De directe kosten zijn de optelsom van de investeringskosten (inclusief BTW) in de verschillende maatregelen (zoals berekend in tabel B2 in bijlage 2). Er is voor gekozen enkel de investeringskosten in ogenschouw te nemen omdat er voor het merendeel van de maatregelen geen sprake was van significante exploitatiekosten. Uitzonderingen zijn de RWZI, waarbij er op jaarbasis sprake is van een relatieve besparing van bijna 200.000 euro, en de zuiveringsmoerassen (jaarlijks onderhoud is plus minus twee procent van de investering). Aangezien het in beide gevallen gaat om relatief verwaarloosbare bedragen is het aanvaardbaar deze exploitatiekosten buiten beschouwing te laten. Wat de indirecte kosten betreft is er alleen bij pakket C sprake van matige kosten. Dit als gevolg van de landverwerving rond het meer die het beperken van agrarische activiteiten tot doel heeft.

Pakket	Basis	Aanvulling	Directe kosten (in euro)	Indirecte kosten
A	RWZI + slibvang + visstandbeheer (1.1+5.5 & 1.1+6.3 & 5.5+6.3)	Aanleg vooroevers	16.6 mln – 16.7 mln	Gering
B	RWZI + evenwichtsbemesting (1.1+2.1)	Visstandbeheer + uitzetten submerse waterplanten	15.8 mln	Gering
C	Landverwerving + zuivering instromend boezemwater (2.2+2.7)	Zuivering polder-Water	Relatief zeer hoog	Matig
D	Baggeren + zuivering instromend boezemwater (2.4a+2.7)	Visstandbeheer + aanleg vooroevers + zuivering polderwater	4.0 mln – 5.1 mln	Gering
E	Slibvang + uitzetten submerse waterplanten (5.5+6.7)	Visstandbeheer	0.2 mln	Gering

**Tabel 7.** Geraamde kosten van de maatregelenpakketten voor de Leijen

## 7. Kiezen van het programma van maatregelen

Het samenvoegen van tabel 6 en tabel 7 levert alle informatie op die noodzakelijk is om het meest kosteneffectieve pakket van maatregelen voor de Leijen te kiezen. Op voorhand dient vermeld te worden dat deze keuze meer een proces van afweging, vergelijk en onderbouwing is - passend bij een op expert judgement gebaseerde analyse - dan het rechttoe rechtaan toepassen van beslissingsregels. De selectie van het programma van maatregelen voor de Leijen is geschied aan de hand van de volgende criteria:

1. De waarschijnlijkheid dat de doelen voor het waterlichaam voor 2006 worden bereikt. Het gaat daarbij om een analyse van het risico dat de doelstelling niet gehaald wordt.

Uitkomsten kunnen zijn: onwaarschijnlijk (doelen niet voor 2006 gehaald), waarschijnlijk (risico dat de doelen niet bereikt worden is met een zekere waarschijnlijkheid aanwezig) en zeer waarschijnlijk (doelen worden binnen termijn bereikt).

2. Het ecologisch effect van de combinatie van maatregelen (matig – goed – zeer goed).
3. Het tijdbestek dat nodig is om het effect van de combinatie van maatregelen te bereiken (KT – MLT – LT).
4. De directe kosten.
5. De indirecte kosten.

Voor het totaaloverzicht is de informatie over de vijf maatregelenpakketten in tabel 8 ondergebracht, zodat de pakketten aan de hand van de bovenstaande criteria kunnen worden vergeleken. Criteria 1 tot en met 3 wegen in eerste instantie het zwaarst, daarna de kosten (criteria 4 en 5). Dit om de voor de hand liggende reden dat een relatief goedkoop pakket waarmee niet (op tijd) aan de doelstellingen van de KRW kan worden voldaan alsnog gecompeteerd zou moeten worden met een ander pakket.

Maatregelenpakket	Mogelijkheid om doel voor 2006 te bereiken (1)	Ecologische effectiviteit (2)	Tijdsbestek (3)	Directe kosten (4)	Indirecte kosten (5)
<b>Pakket A</b>	Zeer waarschijnlijk	Zeer goed	MLT	16.6 mln – 16.7 mln	Gering
<b>Pakket B</b>	Waarschijnlijk	Matig/goed	MLT/LT	15.8 mln	Gering
<b>Pakket C</b>	Onwaarschijnlijk	Matig	LT	Relatief zeer hoog	Matig
<b>Pakket D</b>	Zeer waarschijnlijk	Goed	KT/MLT	4.0 mln – 5.1 mln	Gering
<b>Pakket E</b>	Onwaarschijnlijk	Matig	KT	0.2 mln	Gering

**Tabel 8.** Overzichtstabel voor de maatregelenpakketten voor de Leijen

Zoals uit de tabel valt op te maken is pakket C (landverwerving en zuiveringsmoerassen) het minst kosteneffectieve maatregelenpakket. De ecologische effectiviteit wordt als matig beoordeeld en effecten worden pas op de lange termijn verwacht, waardoor het onwaarschijnlijk is dat de ecologische doelstellingen voor de Leijen voor 2006 worden bereikt. Tevens worden de kosten als gevolg van de hoge kosten voor landverwerving als relatief zeer hoog geschat, al met al reden om pakket C als de allerlaatste optie te beschouwen. Evenmin erg doelmatig is pakket E (slibvang, visstandbeheer, submerse waterplanten), hoewel de kosten erg laag zijn en er een effect op de korte termijn te verwachten valt. Pakket E is interessant als experiment indien er veel tijd beschikbaar is en er, indien het experiment faalt, daarna geld is om één van de doelmatigere pakketten te implementeren. Te denken valt dan onder andere aan pakket B (RWZI, visstandbeheer, evenwichtsbemesting en submerse waterplanten). Met pakket B is het waarschijnlijk dat

de doelstellingen voor 2006 worden bereikt, hoewel er als gevolg van het tijdbestek en het matige tot goede ecologische effect wel een risico aan verbonden is. Gegeven het feit dat de investeringskosten voor pakket B 15,8 miljoen euro bedragen, valt pakket A (RWZI, vooroevers, slibvang, visstandbeheer) echter boven pakket B te verkiezen. Voor 800.000 tot 900.000 euro meer valt een zeer goed ecologisch effect te verwachten op de middellange termijn. Wat de effectiviteit betreft is pakket A het meest preferabele pakket. In termen van kosteneffectiviteit verdient pakket D (baggeren, zuiveringsmoerassen, vooroevers, visstandbeheer) echter de voorkeur boven pakket A. Net als bij pakket A is het bij pakket D zeer waarschijnlijk dat de doelen voor de Leijen voor 2006 worden gehaald, dit als gevolg van de goede ecologische effectiviteit en de korte tot middellange termijn waarop de effecten naar verwachting behaald zullen worden. Het verschil tussen pakket D en pakket A is echter dat pakket D een investering van vier tot vijf miljoen euro vergt, en pakket A een investering van tegen de 17 miljoen euro. Met andere woorden, pakket A en D garanderen allebei dat de doelstellingen voor de Leijen op tijd behaald zullen worden, maar pakket D vergt elf tot twaalf miljoen euro minder in investeringen dan pakket A. Pakket D is dus het meest kosteneffectieve pakket van maatregelen en daarmee het programma van maatregelen dat geïmplementeerd zou moeten worden onder de KRW als er alleen naar de verbetering van de waterkwaliteit van het meer de Leijen werd gekeken.

## **8. Conclusies, aanbevelingen en discussie**

Zoals de bovenstaande analyse heeft uitgewezen is het mogelijk voor een waterlichaam als het meer de Leijen aan de hand van de in Duitsland ontwikkelde methodologie te komen tot een KEA die voor besluitvorming bruikbaar is. De kracht van het Duitse handboek schuilt in het gemak waarmee ze toegepast kan worden: in vergelijking tot kwantitatieve brongerichte methodes lijkt de methodologie uitermate geschikt voor snelle en relatief goedkope analyses ter ondersteuning van besluitvorming. De grootste voordelen van de methodologie zijn dat het niet noodzakelijk is de effecten van maatregelen te kwantificeren en dat de stappen waaruit de methodologie bestaat binnen een dag doorlopen kunnen worden. Hierdoor is een aanzienlijke besparing in termen van tijd en geld mogelijk. Andere voordelen van de methodologie zijn de mogelijkheid om bron- en systeemgerichte maatregelen te combineren en de mogelijkheid om synergie effecten, vertragingen en meervoudige effecten van maatregelen in de analyse te incorporeren. Het voornaamste nadeel van de Duitse methodologie heeft betrekking op de afhankelijkheid van experts. Zowel het aantal experts als hun kennis van de maatregelen, het waterlichaam en de omgeving is van invloed op de betrouwbaarheid van de resultaten. Daarnaast maken de omvangrijke tabellen en de ongenueanceerdheid van de schalen het lastig voor de experts om consequent te blijven. Zo werd er door de experts die betrokken waren bij de KEA voor de Leijen zowel bij de oorzaak-effect matrix als de combinatie matrix gepleit voor een tienpuntsschaal in plaats van vier- en driepuntsschalen. Meer nuance zal leiden tot een duidelijker onderscheid tussen maatregelen, vooral bij het combineren. Het is bijvoorbeeld opvallend dat bij de KEA voor de Leijen de maatregel natuurlijk peilbeheer (na visstandbeheer de ecologisch meest effectieve maatregel uit de oorzaak-effect matrix) niet heeft geleid tot één van de hoofdcombinaties waaromheen een pakket van maatregelen is samengesteld. Dit is uiteindelijk geen probleem omdat

implementatie van de maatregel in de zeer nabije toekomst vanwege bestuurlijk en maatschappelijk verzet onmogelijk was geweest, maar het lijkt niettemin inconsequent om de maatregel niet in één van de pakketten in tabel 6 te verwerken.

Toepassing van de Duitse methodologie op het meer de Leijen heeft tot de conclusie geleid dat op het niveau van het waterlichaam een combinatie van baggeren, vooroevers, zuiveringsmoerassen voor boezem- en polderwater en visstandbeheer het meest kosten-effectieve pakket van maatregelen is dat in het jaar 2000 geïmplementeerd had kunnen worden om de waterkwaliteit in 2006 op het gewenste niveau te krijgen. Het pakket van maatregelen dat daadwerkelijk voor de verbetering van de waterkwaliteit van de Leijen (en ook voor andere meren en watergangen in de Friese boezem) tussen 2001 en 2006 wordt geïmplementeerd bestaat uit de renovatie en de expansie van de RWZI, het visstandbeheer, de aanleg van eilanden, het afkoppelen van het regenwater in het dorp de Tike, de aanleg van een zuiveringsmoeras voor zwevende stoffen in het polderwater bij de Putten, de aanleg van een palengallerij, experimenten met enclosures met submerse waterplanten en mosselen en een project dat zich richt op erfafspoeling op boerderijen. Zoals uit tabel 7 valt op te maken is een pakket gebaseerd op de renovatie en expansie van de RWZI de duurste oplossing om de gewenste effecten te bereiken en het is dus verleidelijk om te concluderen dat de huidige maatregelen die voor de Leijen worden genomen niet een kosteneffectief pakket vormen. Deze conclusie zou echter voorbarig zijn en wel om twee redenen. Ten eerste dient de renovatie en expansie van de RWZI Drachten een veel bredere doelstelling dan de waterkwaliteit van de Leijen. De beweegredenen om de RWZI aan te passen bestaan uit de noodzakelijke hydraulische uitbreiding om aan de afnameverplichting te voldoen bij de gemeente Drachten, het terugdringen van zwevende stoffen in het effluent, de verbetering van de waterkwaliteit van het oppervlaktewater, het terugdringen van de geuremissie en het met zekerheid realiseren van 75% stikstofverwijdering. De hoge investeringskosten in de RWZI zijn dus slechts ten dele toe te schrijven aan de wens de nutriëntenemissie terug te brengen, en daarnaast was de beslissing om de RWZI aan te passen al genomen voordat er onder NOLIMP werd besloten tot het verbeteren van de waterkwaliteit van de Leijen. De tweede reden waarom het voorbarig is te concluderen dat er voor de Leijen geen kosteneffectief pakket van maatregelen wordt geïmplementeerd heeft te maken met het voorschrift van de KRW om KEA op het niveau van een (deel)stroomgebied uit te voeren. Pas als de invloed van de renovatie en expansie van de RWZI voor alle beïnvloede waterlichamen in overweging is genomen kan er aangetoond worden dat het ingeslagen pad niet tot een kosteneffectieve oplossing voor de waterlichamen in het (deel)stroomgebied leidt.

Hiermee samenhangend is het wat de aanbevelingen betreft die uit dit onderzoek volgen het meest constructief om vast te houden aan de combinatie van het visstandbeheer en de expansie en renovatie van de RWZI Drachten, ook omdat beide maatregelen niet meer ongedaan kunnen worden gemaakt. De vraag is dan of de al geïmplementeerde maatregelen toereikend zijn om de doelstellingen voor de Leijen te bereiken. Gegeven de geringe ecologische effectiviteit (zie tabel 2) of de kleinschaligheid of experimentele aard van het merendeel van de andere daadwerkelijk genomen maatregelen, leidt een vergelijk met de pakketten in tabel 6 tot de conclusie dat aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn voor de Leijen. Het visstandbeheer en de renovatie en expansie van de RWZI Drachten zou enerzijds aangevuld kunnen worden met een slibvang en de aanleg van

vooroevers (pakket A voor een zeer goed ecologisch effect) of anderzijds met evenwichtsbemesting (in 2006 landelijk beleid) en het op grote schaal uitzetten van submerse waterplanten (pakket B voor een matig tot goed ecologisch effect). De extra kosten van de latse optie (10.000 euro) zijn vele malen lager dan de keuze voor de vooroevers en de slibvang (850.000 tot 950.000 euro extra, zie tabel B2 in de bijlage), maar daar staat tegenover dat de vooroevers en de slibvang tot een zeer goed ecologisch effect zullen leiden. Wat wenselijk is zal afhangen van budgetten, doelstellingen, de hoeveelheid tijd beschikbaar en het maatschappelijk draagvlak - een afweging die bestuurders samen met andere belanghebbenden zullen moeten maken.

Bovenstaande aanbevelingen moeten met de nodige voorzichtigheid overgenomen worden. Naast de algemene kritiek op de gehanteerde methodologie valt ook op de specifieke uitvoering van de KEA voor de Leijen het een en ander aan te merken. Zo bestond het panel van experts dat de maatregelen heeft beoordeeld en gecombineerd 'slechts' uit vier (aquatische) biologen en ecologen. Uit tabel 2 (totaalscores oorzaak-effect matrix) valt op te maken dat de waarderingen per maatregel soms ver uiteen liepen. Als er een groter aantal experts aan de analyse had deelgenomen, was de invloed van uitschieters op de eindbeoordeling van maatregelen minder groot geweest. Tijdens het uitvoeren van de analyse viel bovendien op dat de experts soms verschilden in hun interpretatie van maatregelen, iets dat voor een deel zal hebben samengehangen met het feit dat de maatregelen kwalitatief en niet kwantitatief omschreven waren. Daarnaast spelen de verschillen per expert in kennis van de maatregelen en het gebied ook een rol bij de interpretatie. Een groter aantal experts en het werken met een controle groep (Delphi methode) zou de marges van onzekerheid teruggedrongen hebben. Het zou dan ook de aanbeveling verdienen de in Duitsland ontwikkelde methode uit te breiden met een controle ronde door een tweede panel van experts.

## Literatuur

- Claassen, T.H.L., *Restoration of Lake the Leijen – The Netherlands*, 2004.
- Grontmij, *Specifiek ecologisch beheersprogramma de Leijen*, 1997.
- Molen, van der, D.T. (ed.), *Referenties en maatlatten voor meren ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water*, 2004.
- Tauw, *Integraal uitvoeringsplan de Leijen*, 2002.
- EU – WATECO working group, *Economics and the environment: The implementation challenge of the Water Framework Directive*, 2002.
- Interwies, E., Kraemer, R.A., Kranz, N., Dworak, T., Borchardt, D., Richter, S., Willecke, J., *Grondslagen voor de keuze van de meest kosteneffectieve maatregelencombinaties voor opname in het maatregelenprogramma volgens artikel 11 van de Kaderrichtlijn Water*, 2003.

## **Bijlage 1: ecologische doelstellingen voor het meer de Leijen in het kader van de EU Kaderrichtlijn Water (met dank aan Theo Claassen, Wetterskip Fryslân)**

Uitgegaan wordt van de situatie, de goede ecologische toestand, voor natuurlijke wateren. De GET-doelstellingen gelden in principe ook voor niet-natuurlijke wateren, tenzij dat vanwege de oorzaak van het niet-natuurlijk zijn niet verwacht mag worden. Die gevallen zijn hieronder cursief weergegeven [en aangevuld met een alternatief], en hoeven dus niet of in mindere mate te gelden. Voor de Leijen wordt daarbij aangenomen dat het huidige peilbeheer en waterstandsregime bepalend is voor de sterk beïnvloede situatie (en dus bijvoorbeeld niet de trofiegraad).

### Fytoplankton

Maximale algenbiomassa in voorjaar 30-60 µg/l chlorofyl, zomer 4-50 µg/l chlorofyl  
Soortensamenstelling overheerst door zgn. positieve indicatoren, waaronder sieralgen  
Negatieve indicatoren minimaal aanwezig, zoals de blauwalg *Planktotrix agardhii*  
Hooguit in het voorjaar kortdurende bloeien van enkele soorten(groepen), geen bloeien in de zomer

### Macrofyten en fytoebenthos

Alle groeivormen vertegenwoordigd met submerse vegetatie 50-80%, drijfbladvegetatie 5-20% bedekking en *emerse vegetatie langs tenminste 80% van de oevers [als goed ecologisch potentieel GEP kan hier 75% van 80% worden aangehouden, zijnde 60%]*  
Naar soortensamenstelling en abundantie een verscheidenheid aan vegetatie, waaronder kranswieren en fonteinkruiden. Een verscheidenheid aan epifytische diatomeeën met meer dan 50% positieve (voor niet verontreinigde nutriënten gelimiteerde condities) en minder dan 10% negatieve indicatoren (voor hypertrofe en/of mesosaprobe tot polysaprobe condities)

### Macrofauna

De macrofauna bestaat uit vertegenwoordigers van diverse milieus (biotopen), zoals open water, open bodem, verlandingsmilieus *en vegetatiezonering [ook hier kan als GEP 75% van de voor de GET gehanteerde maatlat-score aangehouden worden]*, met (minimale vertegenwoordiging van) positief dominante indicatoren, (maximale vertegenwoordiging van) negatief dominante indicatoren en kenmerkende soorten.

### Vissen

Een goede visstand naar soortensamenstelling (gemeten naar aantal soorten, ten minste 19 soorten), abundantie (gebaseerd op biomassa brasem (kleiner dan 0.5%), baars en blankvoorn (meer dan 40%), plantminnende soorten zoals snoek, ruisvoorn en zeelt (meer dan 80%), en zuurstoftolerante vis (meer dan 30%)) en leeftijdsopbouw (van aal en snoekbaars).

### Chemie

Dit onderdeel behoort ten dele tot de ecologische doelstellingen, daar waar het gaat om algemene parameters (doorzicht, pH, zuurstof, nutriënten, ed.). Voor de prioritaire stoffen geldt een eigen doelstelling, ongeacht de status van het water. Over de kwaliteit van de

waterbodem is nog veel onduidelijkheid en onbekend. Ook het grondwater heeft nog nauwelijks aandacht gekregen in uitwerking van doelstellingen.



## Bijlage 2: kostenberekeningen voor de maatregelpakketten

Maatregel	Directe investeringskosten per maatregelenpakket (in euro)				
	A	B	C	D	E
1.1 Renovatie / expansie RWZI	15.55 mln	15.55 mln			
2.1 evenwichts-bemesting		Nihil			
2.2 Landverw. en extensivering			Relatief zeer hoog		
2.4a Baggeren bodem de Leijen				1.2 mln - 1.6 mln	
2.6 Zuivering instromend polder water			250.000 - 350.000	250.000 - 350.000	
2.7 Zuivering instromend boezem water			1.5 mln - 2.0 mln	1.5 mln - 2.0 mln	
5.3 Aanleg vooroevers	850.000 - 950.000			850.000 - 950.000	
5.5 Graven slibvang	Nihil				Nihil
6.3 Visstand-beheer	200.000	200.000		200.000	200.000
6.7 Uitzetten submerse waterplanten		10.000			10.000
<b>Totale investeringskosten</b>	<b>16.60 mln – 16.70 mln</b>	<b>15.76 mln</b>	<b>Relatief zeer hoog</b>	<b>4.00 mln – 5.10 mln</b>	<b>210.000</b>

**Tabel B2.** Berekening van directe investeringskosten per maatregelpakket

**Noten:** 1.1: data van Sybren Gerbens van Wetterskip Fryslân; 2.1: Duitse handleiding schat de kosten van de overgang van mineraalboekhouding naar evenwichtsbemesting als verwaarloosbaar - er zijn hoogstens administratieve kosten voor de boeren en nationale kosten voor de implementatie en handhaving van de maatregel; 2.2: geschat wordt dat er een percentage van in totaal 80.000 hectaren aan land verworven zal moeten worden tegen 20.000 euro per hectare; 2.4a: op basis van schattingen uit Grontmij (1997) en Tauw (2002); 2.6: schatting aan de hand van kosten aanleg zuiveringsmoeras de Putten (75.000 euro, data van Johan Hager van Wetterskip Fryslân); 2.7: schatting aan de hand van kosten aanleg zuiveringsmoeras Nannenwijd (data van Roelof Veeningen van Wetterskip Fryslân); 5.3: op basis van schattingen uit Tauw (2002); 5.5: aangenomen wordt dat de aanlegkosten terugverdiend worden met het gebruik van de grond elders; 6.3: schatting op basis van offerte van Tauw voor visstandbeheer voor twee jaar (40.000 per jaar, data van Theo Claassen van Wetterskip Fryslân); 6.7: schatting van Theo Claassen en Roelof Veeningen van Wetterskip Fryslân.