

The background of the entire page is a photograph of a pond. It is filled with large, round, green lily pads. Several white water lilies are in bloom, their petals bright white against the green leaves and dark water. The water reflects the light, creating a shimmering effect. The overall tone is peaceful and natural.

Nieuwe stad, schoon water

Het watersysteem van Leidsche Rijn

Hoofdrapport

Projectgroep Waterhuishouding Leidsche Rijn

Nieuwe stad, schoon water

Het watersysteem van Leidsche Rijn

Hoofdrapport

in opdracht van Projectbureau Leidsche Rijn

Utrecht, november 1997

verricht door Projectgroep Waterhuishouding



Gemeente Utrecht



Gemeente Vleuten-De Meern



PROVINCIE  UTRECHT



HOOGHEEMRAADSCHAP
**DE STICHTSE
RIJNLANDEN**
een waterschap in Utrecht

Voorwoord

Voor u ligt het ontwerp van het waterhuishoudkundig systeem van de VINEX-locatie Leidsche Rijn.

Het maken van het ontwerp was in meerdere opzichten een bijzondere opgave. Niet alle dagen wordt voor een gebied van maar liefst 2400 hectare een watersysteem ontworpen. Een gebied van een dergelijke omvang wordt ook niet in enkele jaren ingericht. Er zal 15 tot 20 jaar mee gemoeid zijn. Dit stelt hoge eisen aan de flexibiliteit en de communiceerbaarheid van het ontwerp. Ook over 10 jaar zal moeten kunnen worden begrepen welke overwegingen en risico-afweging ten grondslag hebben gelegen aan het ontwerp.

Het watersysteem heeft in het Masterplan Leidsche Rijn een belangrijke structurerende functie gekregen. Samen met het Centrale Park en de hoofdinfrastructuur vormt het als het ware het raamwerk voor de gehele VINEX-locatie. Randvoorwaardelijk dient een duurzaam watersysteem te ontstaan met een identiteit die aansluit bij lokale gebiedskenmerken. Deze opgave levert tal van uitdagingen voor een innovatief ontwerp.

Een aantal van deze ontwerpaspecten zal voor iedereen zichtbaar zijn. Deels direct, deels later. De bovengrondse afvoer van regenwater naar greppels, infiltratievoorzieningen en open water in plaats van naar de riolering, zal direct herkenbaar zijn bij het gereedkomen van de eerste deelplannen. Ook de oevers zullen -daar waar gepland- direct worden ingericht om een vegetatie te laten ontstaan die typisch is voor de overgang water-land. Toch zal het nog wel even duren voordat de natuurwaarden worden bereikt die in het ontwerp worden nagestreefd. Het watersysteem moet daarvoor op de meest essentiële onderdelen gereed zijn.

En als het dan af is, dan treedt een nieuwe fase aan waarvan we ook nu al doordrongen zijn dat die van vitaal belang is voor het welslagen van de ambities met het

watersysteem: de gebruiksfase. Belangrijkste taken in deze fase zijn weggelegd voor de gemeenten en het waterschap in hun operationele beherende rol. Alleen als op gezette tijden oever- en watervegetatie wordt geoogst en afgevoerd zullen de daarin opgeslagen stoffen definitief uit het watersysteem worden verwijderd. Alleen op deze wijze kan de gewenste waterkwaliteit worden verkregen. De betrokkenheid van de Provincie Utrecht, de gemeenten Utrecht en Vleuten-De Meern en het waterschap De Stichtse Rijnlanden bij de totstandkoming van het ontwerp is mede hierom van grote betekenis.

Maar ook is de rol van toekomstige bewoners niet te veronachtzamen. Naarmate zij meer waardering hechten aan een duurzame samenleving in het algemeen en aan een hoogwaardige woonomgeving in het bijzonder kunnen zij, door 'verantwoord' gedrag, in toenemende mate hieraan een bijdrage leveren. Het bladafval gaat in de gft-containers, de auto -zo al aanwezig- wordt gewassen op daartoe ingerichte plaatsen en de grote boodschap van de trouwe viervoeter wordt opgenomen en gaat thuis de container in.

Het watersysteem zoals dit nu wordt gepresenteerd is af in de zin dat het technisch gesproken een antwoord geeft op de ambities zoals die in het Masterplan zijn geformuleerd en het programmatisch in redelijke mate past (ruimtebeslag en kosten). Dat betekent echter nog niet dat er geen vragen en knelpunten meer zouden zijn. Het watersysteem ligt bijvoorbeeld deels buiten het VINEX-gebied om verbinding te krijgen met de natuur ten westen en ten noorden. De kosten voor de betreffende watergangen en kunstwerken worden niet gedekt uit de grond-exploitatie. Primair zal onderzocht moeten worden of de aanleg in het kader van de Randstadgroenstructuur kan worden gefinancierd. Een ander voorbeeld is dat uit de berekeningen volgt dat de aanleg ongewenste effecten heeft op enkele in de directe

nabijheid gelegen gebieden. Optimalisatie van het ontwerp hierop heeft op dit moment echter weinig zin. Beter kan dit op een later tijdstip als de inrichting van de locatie verder is gevorderd. Bovendien is het voorstelbaar dat efficiëntere oplossingen kunnen worden verkregen door een groter gebied dan alleen het VINEX-gebied te betrekken in een dergelijke optimalisatie-studie. Van belang is echter dat op basis van de huidige berekeningen de overtuiging bestaat, dat deze effecten zijn te minimaliseren of op te heffen tegen een aanvaardbare financiële inspanning.

Om het ontwerp en het er aan ten grondslag liggende gedachtengoed levend te houden, zullen enkele maatregelen getroffen moeten worden. Op de eerste plaats zal het ontwerp na goedkeuring door de stuurgroep worden bekrachtigd als leidend document voor het ontwerp van het riolerings- en watersysteem door de algemene besturen van de gemeenten en het waterschap. Op de tweede plaats wordt een ambtelijke beheergroep benoemd die de bouwplannen toetst aan het ontwerp van het watersysteem en tevens de projectdirectie(s) adviseert met betrekking tot wijzigingsvoorstellen en/of te verrichten aanvullende berekeningen. Ten derde zal op adequate wijze moeten worden voorzien in voorlichting over het te ontwerpen systeem. Doelgroepen zijn ontwikkelaars, architecten, aannemers, makelaars en de toekomstige bewoners.

Rest mij alle bij de totstandkoming van dit ontwerp betrokkenen te danken voor hun inzet. Het is een uitermate constructief proces geweest. Mijn verwachtingen met betrekking tot de einduitkomst zijn dan ook hoog gespannen. Het moeilijkste zal zijn het geduld op te brengen te wachten tot het moment dat het systeem in haar geheel functioneert.

Utrecht, november 1997

Ir. P. Rooijmans, projectvoorzitter

Inhoud

Voorwoord	3
1 DE OPGAVE	7
1.1 Vertrekpunt masterplan	7
1.2 De opdracht en de uitvoerenden	7
1.3 Status en doelgroep	9
1.4 De rapportage	10
2 OPTIEK EN STRATEGIE	11
2.1 Invloeden op het watersysteem	11
2.2 Interpretatie van de opdracht	15
2.3 Verkenning van landschappelijke en ecologische kwaliteiten en potenties	19
2.4 Verkenning van hydrologische mechanismen: water in balans	21
2.5 Verkenning van biologische (zuiverings)mechanismen: stoffen in balans	24
3 HET PLAN	31
3.1 Vier niveaus	31
3.2 Een geheel nieuw systeem	35
3.3 Nieuwe kansen voor flora en fauna	36
3.4 Het hoge stelsel	39
3.5 Het lage stelsel	41
3.6 Eén samenhangend stelsel	43
4 DE MAATVOERING EN INRICHTING	45
4.1 Het tracé	45
4.2 De onderbouwing	47
4.3 Het nieuwe stelsel	48
4.4 De profielen	49
4.5 Kunstwerken	55
4.6 Het zuiveringssysteem	58
4.7 Vrijheidsgraden in aanpassing van het ontwerp	61
4.8 Het ruimtebeslag	62

Inhoud (vervolg)

5	HET FUNCTIONEREN	63
5.1	Het waterhuishoudkundig beheer	63
5.2	Beheer en onderhoud van het opper-vlaktewaterstelsel	65
5.3	Beheer en onderhoud van het zuiveringsfilter	67
5.4	Randvoorwaarden voor het wijkwaterstelsel	68
5.5	Risico's en bedreigingen voor de gestelde kwaliteitsdoelen	73
6	HET PERSPECTIEF	79
6.1	Waterbuffering en waterinlaat	79
6.2	Waterkwaliteit en waterbodemkwaliteit	81
6.3	Bijzondere landschappelijke en ruimtelijke kwaliteiten	84
6.4	Bijzondere ecologische kwaliteiten	88
6.5	De Haarrijnse Plas	89
6.6	Het Centrale Park	90
6.7	Glastuinbouwgebied Harmelen	91
7	DE REALISERING	93
7.1	Fasering van aanleg	93
7.2	Kostenoverzicht	93
7.3	Regelgeving	98
8	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	101
8.1	Conclusies	101
8.2	Aanbevelingen	102

Gebruikte literatuur	103
-----------------------------	------------

Fotoverantwoording	107
---------------------------	------------

Bijlagen

- 1 Samenvatting Programma van Eisen en plantoetsing.
- 2 Het waterhuishoudkundig hoofdsysteem in andere plandocumenten.
- 3 Korte toelichting en toepassingsmogelijkheden van enkele onderbouwende deelstudies.
- 4 Profielen.
- 5 Het ruimtebeslag van het nieuwe watersysteem.

DE OPGAVE

1.1 Vertrekpunt masterplan

Voortvloeiend uit de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra (VINEX) worden in het gebied Leidsche Rijn, gelegen tussen de kernen van Utrecht en Vleuten-de Meern, de komende jaren circa 30.000 nieuwe woningen gebouwd. Met het Masterplan voor Leidsche Rijn (Projectbureau Leidsche Rijn, 1995; plankaart figuur 1.1) wordt beoogd een duurzaam en kwalitatief goed perspectief te bieden voor de ontwikkeling van dit plangebied. Vanuit de visie op duurzaamheid worden in het Masterplan hoge ambities toegekend aan het systeem van waterhuishouding. De volgende citaten uit het Masterplan illustreren dit:

“...Voor de Leidsche Rijn is een systeem van waterhuishouding ontwikkeld dat er voor zorgt dat het oppervlaktewater schoon is en dat de afvoer van hemelwater naar de rioolwaterzuivering beperkt blijft. Bovendien draagt het systeem bij aan het behoud van bestaande en de ontwikkeling van nieuwe natuur-elementen. In de planvorming wordt er rekening mee gehouden dat water en groen niet alleen recreatieve mogelijkheden biedt, maar ook van belang zijn als ecologische verbindingzones naar de grote aaneengesloten groengebieden als de west- en zuidzijde van het gebied...” (p. 49).

“...Bij de ontwikkeling van een nieuw systeem is ervan uitgegaan dat het gebied wat de waterhuishouding betreft autonoom functio-

neert. Dit betekent dat er zo min mogelijk water wordt afgevoerd en dus ook zo min mogelijk gebiedsvreemd water wordt ingelaten. Zodoende kan ook het inlaten van water uit het Amsterdam-Rijnkanaal, dat een matige kwaliteit heeft, worden beperkt....” (p. 138).

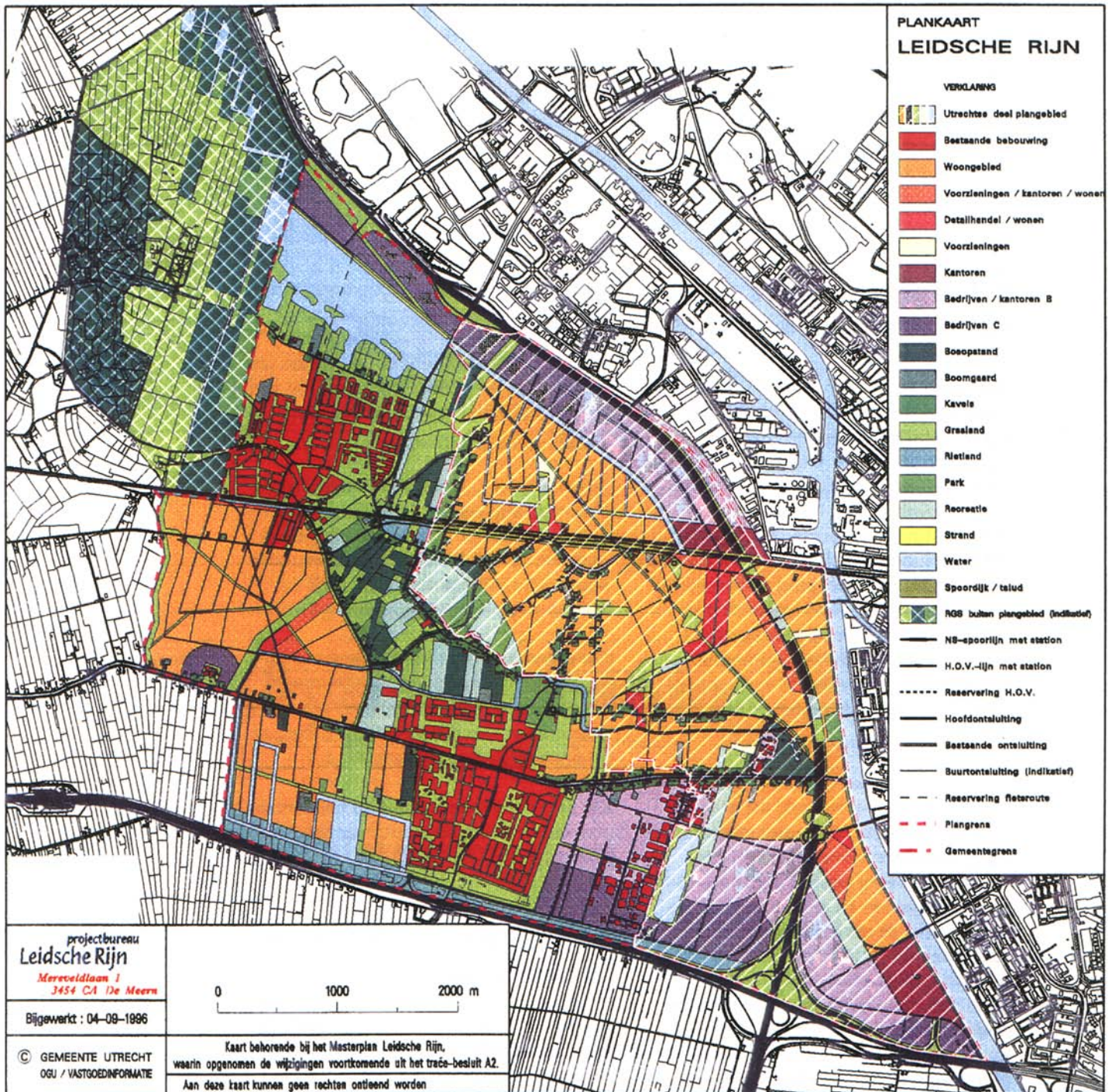
“...Hemelwater (...) zal worden geïnfiltreerd of worden afgevoerd naar open water. Het vasthouden van dit water in het plangebied vormt de quintessens van het systeem van waterhuishouding dat in Leidsche Rijn zal worden gerealiseerd...” (p. 138).

Het watersysteem uit het Masterplan is uitgewerkt in de brochure 'Watersysteem VINEX-locatie Leidsche Rijn' (H+N+S, 1995) waarmee het systeem geografisch is ingepast in het plangebied.

Deze inpassing is beschouwd als het vertrekpunt voor verdere uitwerking van het watersysteem.

1.2 De opdracht en de uitvoerenden

Op grond van de ambities uit het Masterplan kan worden gesteld dat voor het toekomstig watersysteem van het plangebied Leidsche Rijn in algemene zin wordt gestreefd naar de realisering van een duurzame waterhuishouding, waarbij zorgvuldig wordt omgegaan met het beschikbare water en gezorgd wordt voor een goede waterkwaliteit.



Plankaart Masterplan (Projectbureau Leidsche Rijn, 1995)

Door de Projectgroep Waterhuishouding van het Gemeenschappelijk Projectbureau Leidsche Rijn zijn de doelstellingen voor het watersysteem geconcretiseerd in de vorm van een Programma van Eisen voor het ontwerp van het waterhuishoudkundig hoofdsysteem (Projectgroep Waterhuishouding, 1996). Bijlage 1 geeft een samenvatting van dit Programma van Eisen.

Op grond van het Programma van Eisen is aan een combinatie van gespecialiseerde adviesbureaus (Werkgroep Waterhuishouding; zie ook paragraaf 1.4 en colofon) opdracht gegeven tot het opstellen van een definitief ontwerp van het hoofdwatersysteem alsmede een pakket van richtlijnen en randvoorwaarden voor het ontwerp van het watersysteem op deelplanniveau.

Met deze combinatie zijn de belangrijkste disciplines voor het ontwerp van de waterhuishouding verenigd. Daarnaast zijn enkele deelopdrachten uitgevoerd door andere bureaus (zie colofon).

Het ontwerp van een gemeenschappelijk watersysteem voor het gehele plangebied staat uiteraard niet los van de overige ideeën en ambities ten aanzien van de ontwikkeling van Leidsche Rijn. De extra uitdaging was dan ook om de waterhuishouding te ontwerpen in afstemming en in samenhang met de overige planontwikkelingen, waarbij uiteraard de ambities ten aanzien van het watersysteem zelf behouden zouden worden.

In de praktijk betekent dit dat zoveel als mogelijk is aangesloten op de randvoorwaarden en ambitieniveaus van relevante plandocumenten, zoals de concept-Struatuurschets Vleuten-de Meern (VHP, 1996), de Ontwikkelingsvisie Leidsche Rijn Utrecht (Projectbureau Leidsche Rijn Utrecht, 1996) het Stedebouwkundig Programma van Eisen Langerak (Projectbureau Leidsche Rijn, 1996), en de nota met randvoorwaarden en uitgangspunten voor het deelplan Veldhuizen (Quadrat/Projectgroep Veldhuizen, 1995). Daarentegen zijn echter ook ideeën vanuit de waterhuishouding overgenomen in de stedebouwkundige plannen. Paragraaf 2.1 gaat hier nader op in.

Bijlage 2 geeft een overzicht van relevante passages uit genoemde plandocumenten met betrekking tot het watersysteem.

1.3 Status en doelgroep

Het voorliggende rapport is opgesteld om het ontwerp van het hoofdwatersysteem vast te leggen. Ze is bedoeld voor eenieder die met het watersysteem in aanraking komt bij de verdere ontwikkeling van Leidsche Rijn zoals projectontwikkelaars en ontwerpers van deelgebieden, architecten, stedenbouwers, landschapsarchitecten, civieltechnici en volgende generaties planners en ontwerpers.

Leidsche Rijn komt in de komende 20 jaar tot stand en het watersysteem zal met de laatst aangekoppelde wijk pas voltooid zijn. Al die tijd is het van belang de hoofdlijnen vast te houden en het functioneren verder te optimaliseren. Deze rapportage is ook van belang voor de toekomstige beheerders; ook zij moeten de essenties en intenties kennen en aan de hand daarvan naar bevinding van zaken kunnen handelen.

Daarnaast biedt de rapportage de achtergrondinformatie voor iedereen die geïnteresseerd is in het watersysteem van Leidsche Rijn. Voor meer gedetailleerde achtergrondinformatie wordt verwezen naar de deelonderzoeken die ten grondslag liggen aan dit hoofdontwerp (zie colofon).

Onderhavig rapport zal ter goedkeuring worden aangeboden aan de Raad van de Gemeente Vleuten-de Meern, de Raad van de Gemeente Utrecht en het Algemeen Bestuur van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Goedkeuring houdt in dat de rapportage wordt gezien als leidend voor de verdere planvorming en invulling van het plangebied Leidsche Rijn.

1.4 De rapportage

Het voorliggende rapport vormt het hoofd-rapport van de Werkgroep Waterhuishouding. Technische achtergronden zijn vastgelegd in aparte deelrapportages (zie colofon). Het hoofd-rapport is opgebouwd uit verschillende hoofdstukken, waarbij steeds verder wordt ingezoomd op het ontwerp van het watersysteem. In de opeenvolgende hoofdstukken wordt het ontwerp dan ook steeds concreter. Belangrijk doel van dit hoofd-rapport is het vastleggen van de uitgangspunten, achterliggende gedachten en oplossingen zodat planners en ontwerpers ermee verder kunnen werken. De wezenlijke zaken zijn aangegeven, met daarnaast de vrijheidsgraden voor verdere uitwerking en vormgeving.

Hoofdstuk 2 gaat in op de bouwstenen van het ontwerp. Het beschrijft de vertaalslag van de ambities, het uitgangspunt duurzaamheid en wat daarbij in ogenschouw genomen is bij het ontwerp van het watersysteem.

Hoofdstuk 3 beschrijft het plan op hoofdlijnen, de hoofdprincipes. De uitwerking van deze hoofdprincipes vindt plaats in hoofdstuk 4, waarin de plankaart wordt toegelicht. Hierbij wordt ingegaan op de maatvoering en peilen van de waterlopen, de benodigde kunstwerken en het zuiveringssysteem.

In hoofdstuk 5 worden de randvoorwaarden die het watersysteem stelt om optimaal te kunnen functioneren beschreven. Het betreft onder meer het waterhuishoudkundig beheer, het beheer van watergangen en oevers en eisen en wensen die gelden voor 'aankoppeling' van verschillende deelgebieden (wijken) aan het nieuwe hoofdstelsel.

Hoofdstuk 6 geeft inzicht in wat dit nieuwe watersysteem oplevert voor Leidsche Rijn, wat bijvoorbeeld de ecologische en recreatieve potenties zijn, waar bijzondere plekken in de stad in relatie tot het watersysteem zijn maar ook waar nog knelpunten zitten die opgelost moeten worden.

In hoofdstuk 7 wordt beschreven wat er bij realisatie verder komt kijken. Hierbij wordt met name ingegaan op de fasering van aanleg, de kosten van inrichting en beheer en de regelgeving met betrekking tot de aanleg van een nieuw watersysteem.

Hoofdstuk 8 bevat de conclusies en aanbevelingen. Hierbij wordt het ontwerp vergeleken met de uitgangspunten en randvoorwaarden. Tevens wordt ingegaan op de noodzakelijke vervolgstappen. Afgesloten wordt met een overzicht van gebruikte literatuur.

2 OPTIEK EN STRATEGIE

2.1 Invloeden op het watersysteem

2.1.1 Masterplan en Programma van Eisen

Uitgangspunt van het Masterplan (Projectbureau Leidsche Rijn, 1995) en opgave van het Programma van Eisen (Projectgroep Waterhuishouding, 1996) was om voor Leidsche Rijn een nieuw en duurzaam watersysteem te ontwerpen. Dit impliceert een verandering van de huidige waterhuishoudkundige situatie van het gebied. Het wijzigen van de waterhuishouding betekent dat er veranderingen zullen optreden binnen het gebied zelf en naar de omgeving. Mogelijke veranderingen betreffen onder meer de aanvoer en afvoer van water, grondwaterstanden, kwel/infiltratie en waterkwaliteit.

In het Programma van Eisen (zie ook bijlage 1) is gesteld dat de effecten op de omgeving niet onaanvaardbaar mogen zijn. In de loop van het planproces zijn deze eisen geconcretiseerd. Bij het ontwerp van het nieuwe stelsel is getracht een optimaal evenwicht te vinden tussen de realisering van de duurzaamheidsdoelstelling (zoals het sluiten van de waterbalans op gebiedsniveau) en deze effecten.

Uitgangspunt van het Masterplan en het Programma van Eisen was tevens dat effecten op bestaande bebouwing alsmede op archeologische objecten binnen het plangebied voorkomen dienden te worden. Ook dit uitgangspunt is van grote invloed geweest

op het voorliggende ontwerp van de waterhuishouding. Paragraaf 3.4.3. gaat hier nader op in. De te handhaven bebouwing en de archeologische monumenten, die om eenzelfde stabiele grondwaterstand vragen, zijn opgenomen in figuur 2.1.

2.1.2 De verschillende deelplannen

Doordat het ontwerp van het hoofdwatersysteem gelijktijdig heeft plaatsgevonden met de planvorming voor verschillende deelgebieden heeft er wederzijds zowel in inhoudelijke als in ruimtelijke zin beïnvloeding plaatsgevonden.

Om de planvorming op elkaar af te stemmen is overleg gevoerd met onder meer de makers van de Structuurvisie voor de Gemeente Vleuten-de Meern (VHP, 1996) en de Ontwikkelingsvisie voor de Gemeente Utrecht (Projectbureau Leidsche Rijn Utrecht, 1996) (zie ook het colofon). In deze plannen is de loop van de hoofdwatervangsten in hoofdlijnen vastgelegd. Hierop zijn in de loop der tijden wijzigingen aangebracht. Figuur 2.2 en 2.3 geven een overzicht van de plankaarten voor beide deelgebieden.

Het tracé van de hoofdwatervangsten is in sterke wisselwerking met het stedenbouwkundig ontwerp tot stand gekomen. Het wegensysteem dat aangelegd gaat worden gaat uit van twee parallelle 'stroomwegen', grote oost-west verbindingen, die de wijken met elkaar verbinden. Vanuit die wegen ontsluiten smallere wegen de wijken zelf. Langs die stroomwegen zijn de hoofdwatervangsten ontworpen, in één breed profiel.



figuur 2.1 Te handhaven bebouwing en archeologische objecten



figuur 2.2 Plankaart structuurvisie Leidsche Rijn Vleuten de Meern (VHP, 1996)

De wijkwatergangen takken daar op verschillende plaatsen aan. Om stedenbouwkundige redenen is de hoofdwatergang langs de noordelijke stroomweg uiteindelijk verschoven naar een tracé parallel aan het spoor. Aangezien de planvorming voor Veldhuizen (eerste deelplan van Vleuten-de Meern; Quadrat/Projectgroep Veldhuizen, 1995) al in een vergevorderd stadium verkeerde, is het water uit het stedenbouwkundig ontwerp overgenomen in het watersysteem. Het

overnemen van met name de -relatief laaggelegen- peilen uit het stedenbouwkundige plan heeft een positief gevolg voor de waterbalans van het gebied, aangezien meer kwel wordt aangetrokken. Nadelen hiervan zijn dat de effecten op de omgeving relatief groot zijn (mede door de dunne deklaag ter plaatse) en dat er peilverschillen geïntroduceerd worden in het lage stelsel. Hierdoor is het principe van een doorgaande ecologische en recreatieve route voor dit lage stelsel

aangetast. Deze nadelen zijn gedeeltelijk gecompenseerd met aanvullende maatregelen om de barrièrewerking van peilverschillen te overbruggen (zie hoofdstuk 4). De wijze waarop het beste omgegaan kan worden met de effecten op de omgeving dient nog nader te worden bepaald (zie ook paragraaf 6.1).

In de stedenbouwkundige planvorming voor Vleuterweide (VHP, 1996) is aan een centraal gelegen plas (Plas Vleuterweide) een belangrijke stedenbouwkundige functie toegekend. Deze plas was niet aangegeven op de plankaart van het Masterplan. Bij het ontwerp van de waterhuishouding is nadrukkelijk rekening gehouden met de situering van de plas en de omliggende waterstructuur. Sterker nog: de nieuwe plas heeft een centrale functie in het nieuwe waterhuishoudkundige systeem gekregen door deze te laten fungeren als 'verdeelwerk' voor de noordelijke en zuidelijke tak van het lage systeem. De plas vormt hiermee één van de verbindende schakels tussen het hoge en het lage systeem.

Bij de planvorming voor de Haarrijnse Plas ten noorden van Vleuten zijn een aantal randvoorwaarden vanuit het watersysteem deel geworden van het Programma van Eisen van dit gebied (Projectbureau Vleuten-de Meern, 1996). Het betreft de ligging van de plas, de keuze van het peil, het aandeel natuurlijke oevers, en de gebruiksfuncties van de plas.

Met betrekking tot de invulling van het Centrale Park zijn in het voorlopige Programma van Eisen voor dit park (Projectbureau Leidsche Rijn Utrecht, 1997) een aantal randvoorwaarden en aanbevelingen opgenomen die aansluiten op de ambities voor het watersysteem en de hieraan gerelateerde ecologische ontwikkeling. Dit betreft onder meer:

- de optimalisering van ecologische verbindingen van het park met de Haarrijnse Plas en het gebied Haarzuilens;
- handhaving van bestaande watergangen, zoals de Alendorper Wetering, de Vleutense Wetering en de Enghwetering, de waterlopen langs de bestaande bebouwing van de linten en de Europaweg, en de verbrede spoorsloot;
- maximale mogelijkheden tot infiltratie van

neerslagwater in de hoger gelegen delen van het parkgebied, zodat dit water niet via het riool afgevoerd behoeft te worden;

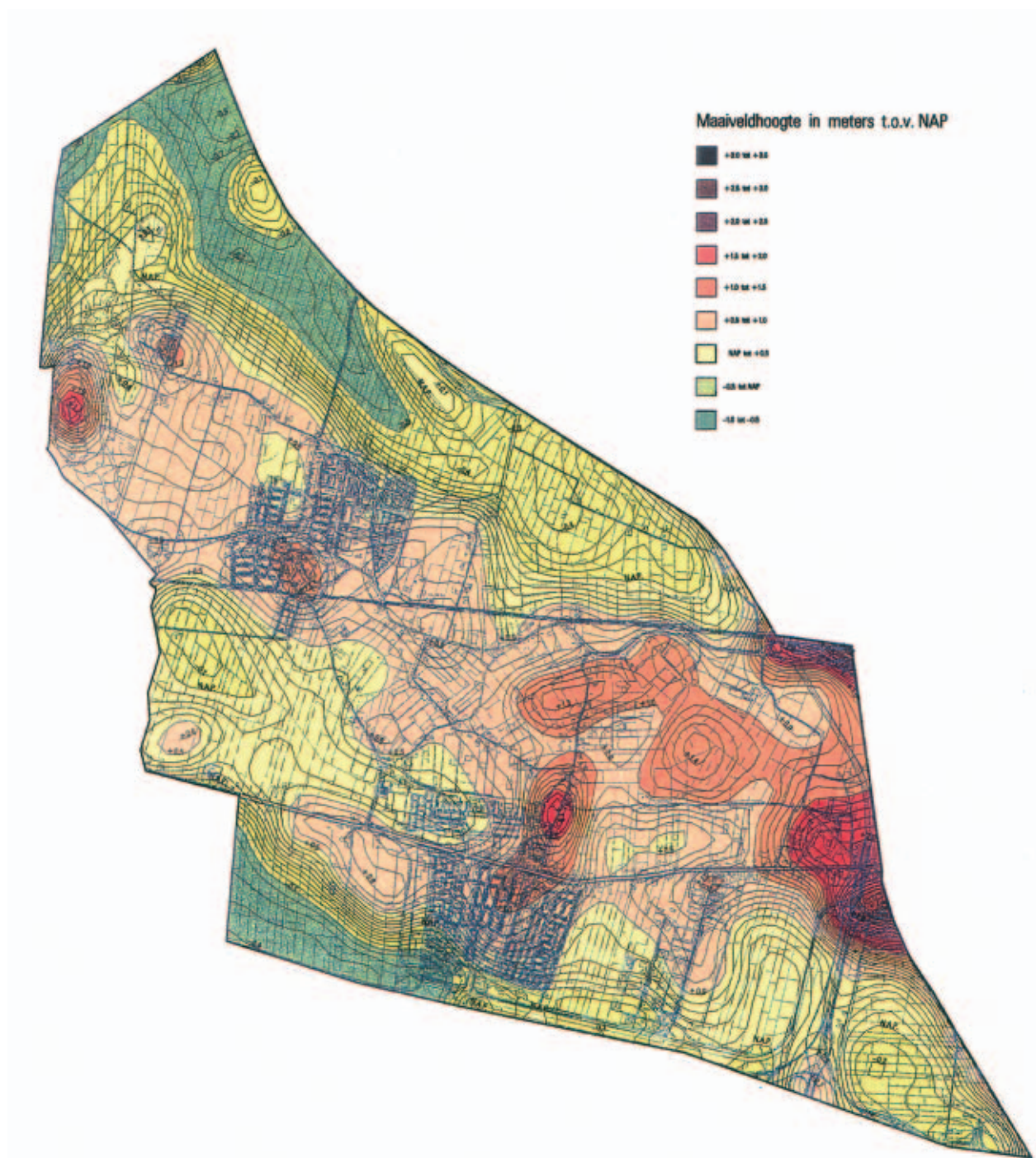
- de in het park zelf gelegen en eventueel nog aan te leggen waterlopen kunnen een recreatieve (en ecologische) functie krijgen;
- de loop van de 'Oude Rijn' in het parkgebied kan herkenbaar teruggebracht worden en daarmee in recreatief, ecologisch en waterhuishoudkundig opzicht benut worden.

2.2 Interpretatie van de opdracht

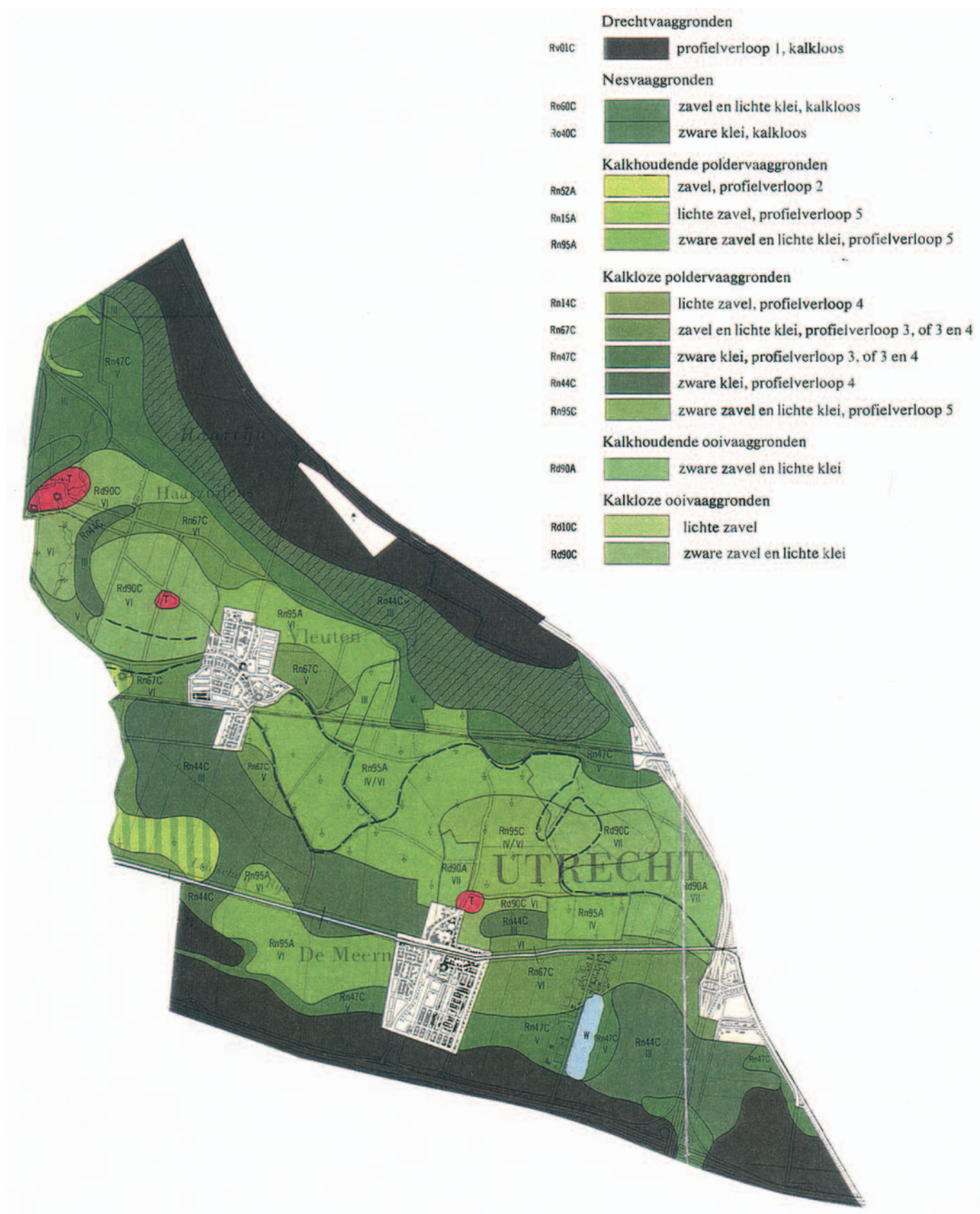
De herinrichting van het plangebied Leidsche Rijn tot een kwalitatief hoogwaardig woon- en leefgebied is een goede aanleiding en vormt het kader voor een omvorming van het watersysteem tot een duurzaam functionerend systeem met hoge ecologische en recreatieve kwaliteiten. In het Masterplan (Projectbureau Leidsche Rijn, 1995) is hieraan in hoofdlijnen invulling gegeven. De brochure 'Watersysteem VINEX-locatie Leidsche Rijn' (H+N+S, 1995) vormt hiervan een nadere uitwerking.

Met de realisering van een duurzaam functionerend watersysteem wordt de kwaliteit van de leefomgeving ook voor de toekomst veilig gesteld. Duurzaamheid is voor het watersysteem operationeel gemaakt met de volgende uitgangspunten:

- *het meewerken met en benutten van het natuurlijk systeem*
dat wil zeggen gebruik maken van natuurlijke wetmatigheden (fysisch-chemische en biologische processen) zoals het feit dat water stroomt van hoog naar laag, dat er in de winter meer wateraanbod is dan 's zomers, het benutten van natuurlijke zuiveringsprocessen en het gebruik maken van de gebiedsspecifieke kenmerken en kwaliteiten zoals hoogteverschillen, verschillen in bodemopbouw en waterkwaliteit;
- *het minimaliseren van de milieubelasting*
bijvoorbeeld door integraal ketenbeheer, het beheersen van de bronnen van voeding en verontreiniging van het water en het sturen aan de stofstromen;



figuur 2.4 Reliëfkaart van het plangebied 1:50.000 (bron: Ingenieursbureau Utrecht)



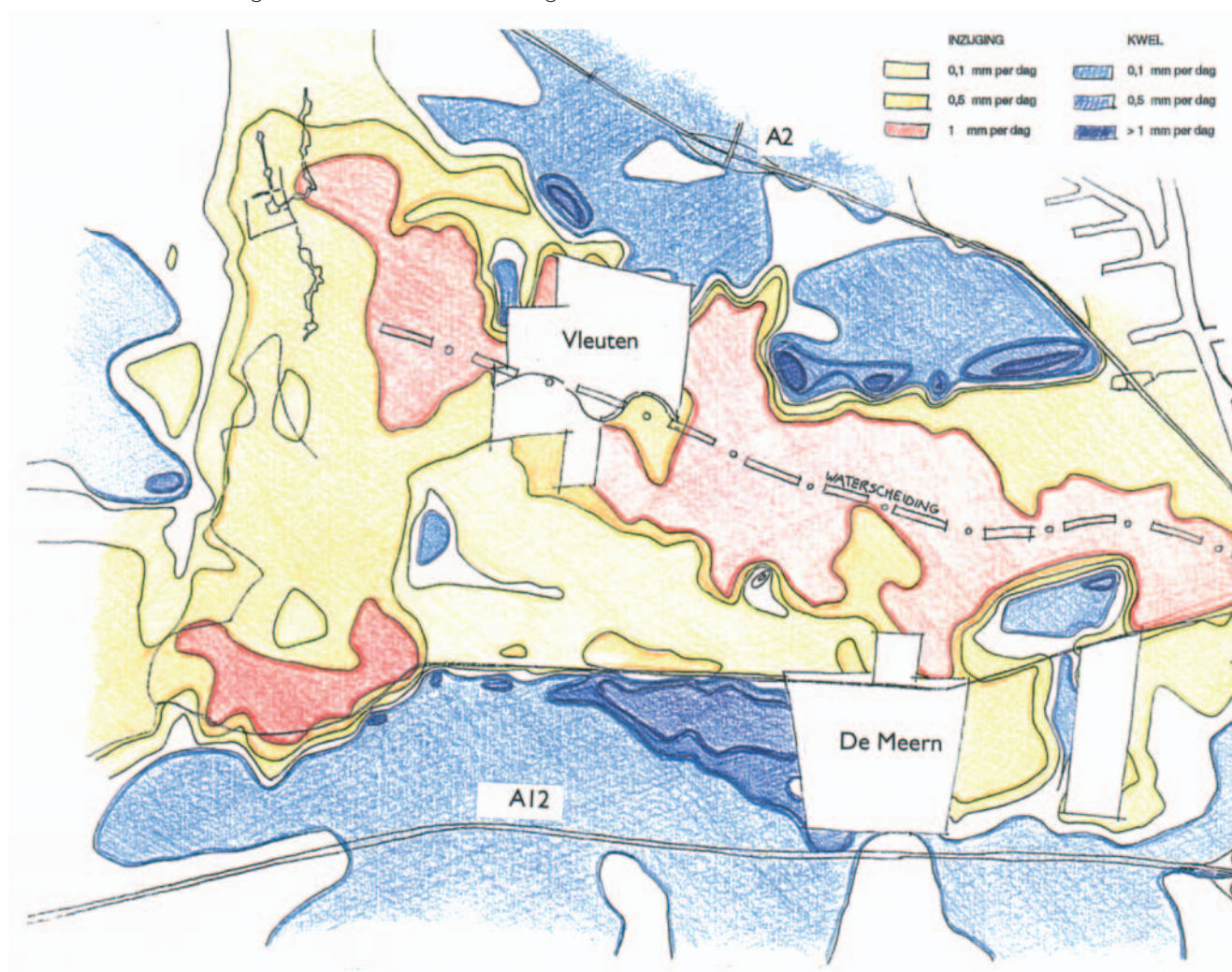
figuur 2.5 Bodemkaart van het plangebied 1:50.000 (bron: Stiboka)

- *het streven naar multifunctionaliteit en ruimtelijk-functionele samenhang*
het zoeken naar slimme functiecombinaties en vormen van medegebruik; het watersysteem krijgt een sterk integraal karakter, waarbij verschillende belangen worden gediend, mits deze niet conflicteren; het watersysteem verenigt hiermee stedenbouwkundige, recreatieve, ecologische en landschaps-esthetische aspecten;
- *flexibiliteit, robuustheid en compleetheid*
het inbouwen van voldoende flexibiliteit zodat het systeem kan 'meegroeien' met de stad en ook voldoet aan (veranderende) toekomstige functies en eisen; tevens een voldoende grote maatvoering (robuustheid) om autonome functies zoals waterbuffering en waterzuivering te kunnen reguleren; in relatie tot het voorgaande

geldt dat een grotere maatvoering leidt tot een grotere variatie en compleetheid aan kwaliteiten (zoals natuurdoeltypen) en gebruiksmogelijkheden (zoals recreatieve mogelijkheden).

Voor het watersysteem van de Leidsche Rijn betekent dit:

- piekafvoeren, die met name optreden als gevolg van de toename van verhard oppervlak, zoveel als mogelijk afvlakken; dus water zoveel mogelijk bufferen in het gebied en de afvoer vertragen;
- schone waterbronnen zoals hemelwater en eventueel kwelwater zo goed mogelijk benutten en tot expressie laten komen; dus dit water in het gebied bufferen en zo min mogelijk afvoeren naar het buitengebied of de rioolwaterzuivering;



figuur 2.6 Kwel en infiltratiekaart van de huidige situatie (naar studie Tauw)

- schoon water schoon houden, dus water-kwaliteiten scheiden en bronnen van verontreinigingen aanpakken;
- verontreinigd water zuiveren, bij voorkeur via natuurlijke processen, en kwalitatief goed water verder verbeteren.

In concrete maatregelen betekent dit:

- het zoveel mogelijk toestaan van peil-fluctuaties in oppervlaktewater en bodem (grondwater) en peilfluctuaties volgend laten zijn op het neerslagregime;
- het zoveel mogelijk afkoppelen van (verhard) oppervlak van de riolering;
- het zoveel mogelijk beperken van de inlaat van minder schoon water van een niet-gebiedseigen samenstelling;
- het voorkomen dat verontreinigd (niet schoon) water mengt met kwalitatief goed water;
- het concentreren van verontreinigingen op goed beheersbare plaatsen met beperkte risico's (waar de verontreinigingen eenvoudig te verwijderen zijn);
- het niet laten ophopen van verontreinigingen op moeilijk beheersbare plaatsen of plaatsen met risico's voor volksgezondheid;
- de inzet van (natuurlijke) zuivering voor de verbetering van de kwaliteit van puntlozingen of inlaatpunten;
- het benutten van natuurlijke zuiveringsmechanismen voor verbetering van de interne waterkwaliteit van het stelsel.

Een grote mate van flexibiliteit in het watersysteem wordt verkregen door de realisering van een samenhangend hoofdnetwerk van waterlopen waaraan deelgebieden en wijkwatergangen naar believen kunnen worden gekoppeld, afhankelijk van hun (kwaliteits)effecten op het systeem. Niet-schone deelgebieden kunnen dus van het nieuwe en schone stelsel worden geweerd. Uiteraard dient voor deze gebieden een alternatieve waterhuishouding geregeld te worden. Gedacht kan worden aan (rechtstreekse) aankoppeling aan de Leidsche Rijn of aan de riolering.

Flexibiliteit wordt ook verkregen door de ligging van het tracé, de maatvoering van het stelsel en de gehanteerde peilen op voorhand niet te strikt vast te leggen. Belangrijk is dan wel om te weten wat de vrijheidsgraden

hierin zijn bij de uitwerking op deelgebied-niveau en dat voorkomen wordt dat de werking van het systeem wordt aangetast. Een gedegen bewaking van de principes van het systeem is dan ook zeer belangrijk.

2.3 Verkenning van landschappelijke en ecologische kwaliteiten en potenties

2.3.1 Landschappelijke aanknopingspunten

In het verleden heeft het water een essentiële rol gespeeld in de ontwikkeling en vormgeving van het plangebied. Sporen hiervan die nog steeds herkenbaar zijn in het landschap, zijn de centraal gelegen, hogere stroomrug, de beide lager gelegen flanken aan weerszijden van de stroomrug en de hieraan gerelateerde bodemopbouw.

In de loop van de afgelopen eeuwen is een omkering van het landschap van het Leidsche Rijn-gebied opgetreden. In vroeger tijden was sprake van een veengebied dat doorsneden werd door een -lager gelegen- Rijnloop. Door ontwatering van de veengebieden zijn deze uiteindelijk lager komen te liggen dan het zandige stroombed van de Rijn. Hierdoor is het huidige reliëf ontstaan van een hoger gelegen zandige stroomrug en lager gelegen veenflanken aan weerszijde.

Ook de waterhuishouding is in de loop der eeuwen sterk veranderd. De waterloop die bij het ontstaan van het gebied zo'n belangrijke rol gespeeld heeft, is nu nog slechts in restanten aanwezig.

Het is een ontwerpkeuze geweest om voor de nieuwe stedenbouwkundige structuur een nieuwe hoofdwaterlopenstructuur te maken, en niet de restanten van de oude Rijn-meanders op te waarderen tot hoofdstructuur. Een belangrijke overweging hierbij was dat het aanhaken op de historische structuren slechts de oorspronkelijke vormen, maar niet het natuurlijk functioneren van de oude lopen in het gebied zou terugbrengen. Net als in het verleden zijn echter ook in het huidige plangebied nog veel functies sterk

verbonden met waterkwantiteit en waterkwaliteit. Dit geldt bijvoorbeeld voor het agrarisch landgebruik en de differentiatie in veeteelt, akkerbouw en tuinbouw. Zo is in de nattere flanken van het plangebied sprake van overwegend veeteelt, terwijl de hogere (en drogere) stroomrug een veel gevarieerder landgebruik kent.

De nauwe samenhang tussen het beheer van met name het oppervlaktewatersysteem en het landgebruik brengt met zich mee dat veranderingen in het grondgebruik gevolgen zullen hebben voor de wijze waarop het oppervlaktewatersysteem is vormgegeven en wordt beheerd. Zo zal de stedelijke ontwikkeling van het gebied leiden tot een groot oppervlak verharding, hetgeen consequenties heeft voor de wijze waarop neerslagwater naar het grondwater of oppervlaktewater kan worden afgevoerd. Omgekeerd is het oppervlaktewater- (en grondwater-)systeem ook weer van invloed op het gebruik en de inrichting van het gebied.

Het watersysteem vormt hierdoor een belangrijk sturingsmechanisme om gebiedsfuncties te ordenen en ze een topografische verankering te geven; het watersysteem kan daarom goed dienen voor het aanbrengen van samenhang en het aangeven van grenzen binnen het gebied.

2.3.2 Inpassing in het landschap: het hoge en lage gebied

Het huidige reliëf is in beeld gebracht op de hoogtelijnenkaart (zie figuur 2.4). De bodemkaart vertoont grote gelijkenis met de reliëfkaart; het centrale deel bestaat uit een hoger gelegen, zandige stroomrug met op sommige plaatsen een kleidek; in de flanken is sprake van lager gelegen, venige bodems, geheel afgedekt met een dunnere of dikkere kleilaag (zie figuur 2.5).

In het functioneren van een natuurlijk watersysteem betekent dit dat water dat op de stroomrug valt zal inzijsen in de bodem óf zal afstromen naar het lager gelegen gebied. Op de overgangen tussen hoog en laag en in de lage gebieden zal het infiltratiewater weer opkwellen. Het hogere infiltratiegebied zal droger zijn dan het lager gelegen kwelgebied (figuur 2.6). De hoogteverschillen in Leidsche Rijn zijn niet extreem. Toch is ook in de bestaande situatie, die sterk door de mens is beïnvloed, in de waterhuishouding het verschil tussen hoge en lage gebieden te zien (zie bijvoorbeeld figuur 2.7). De bodemkenmerken maken in het klei-op-zandgebied en het klei-op-veengebied een verschillende omgang met het water noodzakelijk. Door de eigenschappen van veen is een redelijk constante grondwaterstand gewenst, want droogvallend veen klinkt in waardoor het maaiveld zakt. Vooral in een bebouwde omgeving is dat een onacceptabele situatie. Mede gezien het kwelkarakter van dit gebied past hierbij een waterrijk landschappelijk beeld.

De zandige stroomrug daarentegen, kent van nature een grote schommeling in grondwaterstanden; 's zomers kan het grondwater diep wegzakken, terwijl het 's winters weer wordt aangevuld. Doordat water hier in de bodem infiltreert is dit gebied duidelijk minder waterrijk van karakter.



figuur 2.7 Uitsnede uit de waterstaatskaart

De geomorfologische (reliëf) en bodemkundige eigenschappen zijn goed te benutten als uitgangspunten voor het ontwerp van het watersysteem. Er is verschil gemaakt in de centraal gelegen hogere en drogere stroomrug, en beide lage en natte gebieden in de flanken aan de noord- en zuidzijde van de stroomrug. In het droge gebied wordt de hoeveelheid open water geminimaliseerd; het lage deel krijgt juist veel open water. Hierdoor neemt het bergend vermogen sterk toe aangezien er veel water kan worden opgevangen binnen slechts geringe peilstijgingen.

2.3.3 Ecologische aanknopingspunten

Voor de realisering van een duurzaam en waterhuishoudkundig en ecologisch goed functionerend watersysteem ligt het voor de hand de huidige landschapsecologische en aquatisch-ecologische kenmerken en kwaliteiten van het gebied zoveel mogelijk te benutten. De mogelijkheden hiertoe zijn echter gering aangezien een groot deel van de huidige kwaliteiten zullen verdwijnen als gevolg van woningbouw.

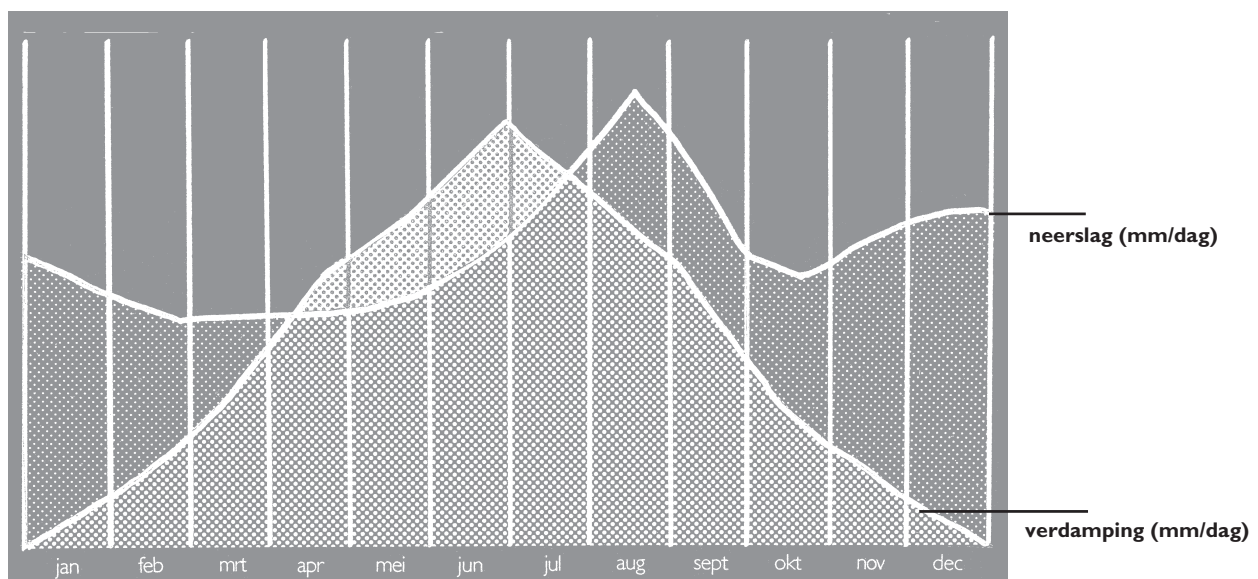
Door bestaande watergangen echter zoveel mogelijk te sparen en op te nemen in het nieuwe waterstelsel worden gebieden van waaruit organismen zich naar het nieuwe stelsel kunnen verspreiden behouden (kolonisatiekernen). Daarnaast kan het aquatisch-ecologisch waardevolle gebied in de noordpunt van het plangebied worden

opgenomen in het watersysteem. De 'potenties' voor de ontwikkeling van hogere ecologische waarden liggen echter vooral in het benutten van de nieuwe kansen die een duurzaam functionerend watersysteem biedt. Gerelateerd aan het watersysteem liggen hier vooral mogelijkheden voor de ontwikkeling van waardevolle water- en oevergemeenschappen en goede ecologische verbindingen met het buitengebied (Bureau Waardenburg, 1996).

2.4 Verkenning van hydrologische mechanismen: water in balans

2.4.1 Een verstoorde balans

In de huidige situatie is in het centrale deel van het plangebied (stroomrug) sprake van een aaneenschakeling van poldertjes die worden omgeven door een aantal grotere polders in de lagere flanken (figuur 2.7). Het landgebruik is momenteel overwegend agrarisch van aard. Het waterhuishoudkundig beheer is hierop afgestemd en richt zich op realisering van lage peilen in de wintersituatie (variërend van NAP -1,75 m in het lage deel tot NAP +0,20 m in het hoge deel), en hogere peilen in de zomersituatie (variërend van NAP -1,55 in het lage deel tot NAP +0,40 m in het hoge deel). De stuwen zijn in



figuur 2.8 Schema neerslag / verdamping in Nederland (H+N+S, 1995)

beide perioden ingesteld op een vast niveau. Om deze vaste peilen te handhaven wordt in perioden van neerslag (veel) water afgevoerd en wordt in perioden van droogte (veel) water aangevoerd. De huidige situatie kan dan ook worden gekenschetst als een 'doorstroomsysteem' met veel wateraanvoer en waterafvoer.

Waterafvoer vindt plaats op omliggende polders of boezems. Wateraanvoer vindt plaats vanuit de boezem. De boezem wordt gevormd door het Amsterdam-Rijnkanaal en de Leidsche Rijn met een vast peil van NAP -0,40 m. Een deel van de polders kan onder vrij verval van water worden voorzien; voor de overige polders moet het water worden opgepompt. Het huidige waterbeheer is sterk gericht op het agrarische landgebruik van het gebied. In de huidige situatie wordt naar schatting 5 tot 8 miljoen m³ water per jaar ingelaten. Dit is nodig voor het op peil houden van de waterlopen, beregening, doorspoeling etc. Deze hoeveelheid is groot ten opzichte van andere agrarische gebieden. Gesteld kan worden dat de waterbalans voor het gebied uit evenwicht is.

Mede als gevolg van de grote hoeveelheid inlaatwater is er overal sprake van dezelfde matige waterkwaliteit. Een sterke eenvormigheid van de aquatische en semi-aquatische ecosystemen is het gevolg. Dit wordt nog versterkt door de eenvormige inrichting van de waterlopen en het gevoerde onderhouds-beheer.

Dit alles beschouwend kan worden geconcludeerd dat, vanuit huidige inzichten gere-deneerd, het waterbeheer logischer, efficiënter en duurzamer georganiseerd zou kunnen zijn. De geplande grootschalige stedenbouwkundige ontwikkelingen in het gebied bieden een zeer goede gelegenheid om zowel de inrichting van het water-systeem als het waterhuishoudkundige beheer meer af te stemmen op de huidige en toekomstige eisen.

Het veranderende landgebruik geeft speel-ruimte om grond- en oppervlaktewaterpeilen te veranderen en een ander peilregime in te stellen. Vooral met het kiezen voor grotere

gebiedseenheden met eenzelfde peil en het zoeken naar bufferingsmogelijkheden binnen het gebied wordt het waterbeheer overzicht-lijker, efficiënter en duurzamer en ontstaat er een duidelijke relatie tussen land- en waterplanning. De huidige 'verstoorde' waterbalans van het gebied kan hierdoor weer meer in evenwicht worden gebracht.

Niet alleen is het *mogelijk* om te zoeken naar een ander waterbeheer; het is ook *nodig*. Door de verstedelijking zal de hoeveelheid verhard oppervlak sterk toenemen. Om te voorkomen dat de hiermee gepaard gaande versnelde afvoer van water zal leiden tot overschrijding van de huidige gehanteerde afvoermorm van 1,5 l/s.ha (de maximale afvoer die slechts éénmaal in de tien jaar mag worden overschreden) zal in het plangebied voldoende piekberging gerealiseerd moeten worden.

2.4.2 De waterbalans in evenwicht: buffering in plaats van afvoer

Het plangebied kent een netto-neerslag-overschot. Dit betekent dat er op jaarbasis (!) meer neerslag valt dan er verdampt. Over het jaar heen kunnen echter grote verschillen ontstaan: in de wintersituatie is veelal sprake van een groot neerslagoverschot; in de zomersituatie (met minder neerslag en meer verdamping) is veelal sprake van neerslag-tekorten (figuur 2.8). Door in perioden van hoge neerslag het wateroverschot zoveel mogelijk in het gebied vast te houden (te 'bufferen') en in perioden van watertekorten te benutten, kan de waterbalans meer in evenwicht worden gebracht. Een dergelijk systeem, gericht op het vasthouden van het eigen water, betekent dat er in perioden van watertekorten veel minder water ingelaten hoeft te worden. Afvoer van water uit het gebied zal slechts nodig zijn in perioden van neerslag wanneer het gehele systeem maximaal 'gevuuld' is. Dit zal veelal in de winterperiode zijn.

De essentie van bufferen is dat er peil-fluctuaties worden toegestaan en dat deze het natuurlijke regime volgen. Van nature zijn de grondwaterstanden en oppervlaktewater-peilen in de winter hoog en zakken deze vanaf het voorjaar uit. Afhankelijk van het grondgebruik kan aan deze variatie een maximum en minimum opgelegd worden.

Sturing op grondwaterstanden vindt direct of indirect plaats via de oppervlaktewaterpeilen.

Buffering (opslag) van regenwater is mogelijk in de bodem (variatie in grondwaterstanden) en in het open oppervlaktewater (variatie in oppervlaktewaterpeilen). De wijze waarop buffering plaatsvindt hangt sterk af van de gebiedskenmerken, zoals bodemopbouw en grondwaterstanden. Beide vormen van buffering worden hieronder besproken.

Buffering in oppervlaktewater

In de huidige situatie is het peilbeheer in belangrijke mate afgestemd op het agrarisch landgebruik. Er is sprake van vaste peilen, met een relatief laag winterpeil en een hoger zomerpeil. Dit agrarisch peilbeheer is tegengesteld aan het verloop van het hierboven geschetste natuurlijke hydrologische regime. Een meer natuurlijk peilregime kenmerkt zich door juist hogere peilen in de winter, en uitzakkende, lagere peilen in de zomer (figuur 2.9).

Hoe groter het verschil tussen het winter- en het zomerpeil, hoe groter de 'bufferende' werking (buffercapaciteit): inlaat is slechts nodig wanneer het minimale peil wordt bereikt. De buffercapaciteit van oppervlaktewater wordt daarnaast sterk bepaald door het oppervlak aan open water. Een peilverschil van circa 0,30 m is in de meeste gevallen acceptabel voor alle gebruiksfuncties. Grotere peilfluctuaties kunnen belangrijk negatieve effecten hebben op onder meer de oeverstabiliteit, recreatieve functies en bepaalde ecologische functies.

De maximale bufferingscapaciteit (in zowel oppervlaktewater als bodem) wordt bereikt wanneer watergangen mogen droogvallen. Deze watergangen hebben dan alleen een afvoerfunctie. Wateraanvoer voor het handhaven van een bepaald minimaal oppervlaktewaterpeil is dan niet noodzakelijk.

Buffering in de bodem

Buffering in de bodem is het best mogelijk bij relatief lage grondwaterstanden en een goede doorlatendheid van de bodem. Buffering vindt plaats door het laten variëren van het grondwaterniveau met het natuurlijk hydrologisch regime (figuur 2.10). Evenals bij de buffering in oppervlaktewater is deze

variatie gebonden aan maximale (hoogste) en minimale (laagste) toegestane grondwaterstanden. Deze variatie hangt veelal af van het (beoogde) landgebruik.

Bij de keuze tussen bufferen in de bodem en bufferen in oppervlaktewater gelden de volgende overwegingen. De effectiviteit van bufferen in oppervlaktewater is aanzienlijk groter dan buffering in de bodem. De bufferingscapaciteit van de bodem is veelal slechts 1/3 van de capaciteit van het open water. Het water moet zich in de bodem voegen tussen de bodemdeeltjes, terwijl de capaciteit in open water logischerwijs 100% is. Daar staat tegenover dat er in de bodem veelal een grotere peilfluctuatie mogelijk is en er meestal een veel groter oppervlak voor buffering beschikbaar is. Als de grondslag en grondgebruik het toelaat, gaat de voorkeur uit efficiëntieoverwegingen dan ook uit naar bufferen in de bodem.

Bij buffering in de bodem is het mogelijk dat de diepere grondwaterlagen gevoed worden, waarmee een bijdrage geleverd wordt aan het tegengaan van verdroging op grotere schaal.

Het effect van regenwaterbuffering in de bodem wordt vergroot als niet alleen het



figuur 2.9 Buffering in oppervlaktewater



Zomerhalfjaar



Winterhalfjaar

figuur 2.10 Buffering in de bodem. Het verschil tussen de hoogste en laagste grondwaterstand is de buffercapaciteit. De pijlen geven de waterbeweging weer.

neerslagwater van het onverharde oppervlak, maar ook het regenwater vanaf het verharde oppervlak in de bodem kan infiltreren. Hiervoor zijn specifieke infiltratievoorzieningen nodig, zoals (figuur 2.11), zoals bijvoorbeeld wadi's.

Niet al het oppervlakkig afstromend regenwater kan in het gebied worden gebufferd. Om de bodem- en waterkwaliteit niet negatief te beïnvloeden dient regenwater dat overmatig is vervuild te worden afgevoerd naar de rioolwaterzuivering (r.w.z.i) (aankoppelen aan de riolering). Het principe van aan- en afkoppelen aan riolering wordt verbeeld in figuur 2.12. Voor het plangebied wordt er in woongebieden naar gestreefd om 80% van het toekomstige verharde oppervlak af te koppelen van de riolering om deze hoeveelheid neerslagwater voor het gebied zelf te behouden. Voor industriegebieden wordt gestreefd naar 35% (Projectbureau Leidsche Rijn, 1995).

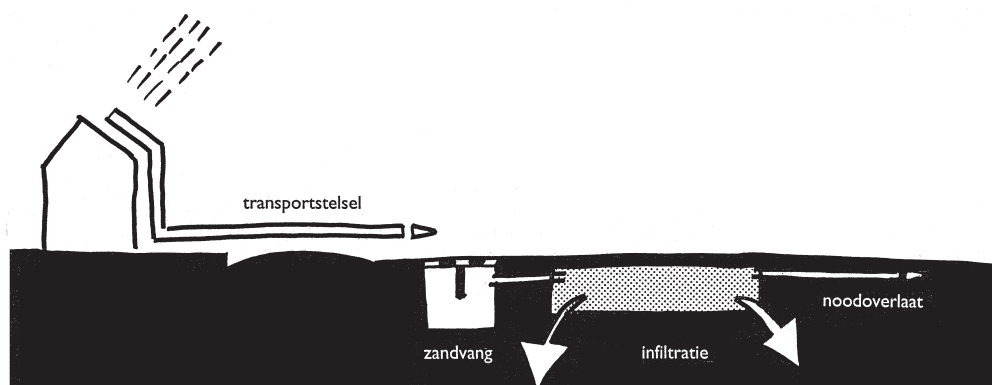
2.5 Verkenning van biologische (zuiverings)mechanismen: stoffen in balans

2.5.1 Een verstoorde balans

De huidige oppervlaktewaterkwaliteit in het plangebied kan worden gekenmerkt als (zeer) voedselrijk (eutroof). Het doorzicht is beperkt (veelal minder dan 0,5 m) en water- en oeverplantengemeenschappen zijn matig tot slecht ontwikkeld. Dit geldt zowel voor

de grotere als de kleinere watergangen in zowel het agrarisch als het stedelijk gebied. De huidige waterkwaliteit in het overgrote deel van het plangebied wordt in belangrijke mate bepaald door de inlaat van water vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal. Inlaat vindt plaats via de Leidsche Rijn. Gebiedseigen kenmerken komen nauwelijks nog tot uitdrukking. Microverontreinigingen en zware metalen komen in het plangebied tot sedimentatie en leiden tot verontreiniging van de waterbodem; met name de concentraties zink, koper, Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's) en DDT overschrijden de waterbodem kwaliteitsnormen. Deze verontreinigingen zijn mede de oorzaak van de huidige matig ontwikkelde (aquatische) levensgemeenschappen in het gebied.

Binnen het gebied zijn slechts enkele plekken bekend met een relatief betere waterkwaliteit. Dit is bijvoorbeeld het geval in de polder de Lage Weide, waar op grond van vegetatiegegevens kan worden geconcludeerd dat het water in de sloten en wateringen tussen de grienden minder voedselrijk is. Opvallend is daarnaast de (ogenschijnlijk) veel betere waterkwaliteit in de nieuw gegraven watergangen in en nabij de bouwlocatie de Tol (tussen Vleuten en de Thematerweg), zoals eind mei 1996 werd geconstateerd. Waarschijnlijk hangt dit samen met de minerale ondergrond (de afwezigheid van voedselrijke bagger) en het regenwaterkarakter omdat het geen doorgaande watergangen betreft (Bureau Waardenburg, 1996).



figuur 2.11 Infiltratievoorziening (hoge stelsel)

2.5.2 De stoffenbalans in evenwicht: voorkomen, ophopen en verwijderen

Voor het plangebied wordt gestreefd naar een goede water- en waterbodemkwaliteit met ontwikkelingsmogelijkheden voor gevarieerde en waardevolle (semi-)aquatische levensgemeenschappen. Voor wat betreft de waterkwaliteit wordt gestreefd naar een groot doorzicht van het water (> 1 meter), een (zeer) laag fosfaatgehalte van 0,05 mg P/l (waardoor algenbloei wordt voorkomen), een voldoende hoog zuurstofgehalte voor organismen (> 6 mg O_2 /l) en het nagenoeg afwezig zijn van toxische stoffen (Projectgroep Waterhuishouding, 1996).

De belangrijkste bedreigingen voor de toekomstige waterkwaliteit worden gevormd door een overmaat aan voedingsstoffen (nutriënten) en door de aanwezigheid van te hoge gehalten aan toxische stoffen zoals zware metalen en microverontreinigingen. Een te hoog gehalte aan voedingsstoffen kan leiden tot overmatige algengroei en daarmee tot troebel water en perioden met lage zuurstofgehalten. Te hoge gehalten toxische stoffen kunnen effecten hebben op het ecologisch functioneren van het watersysteem en de volksgezondheid. Voor het watersysteem van Leidsche Rijn geldt als uitgangspunt een neutrale stoffenbalans voor het hele gebied waarbij de afvoer van stoffen groter of gelijk is aan de aanvoer van stoffen (Projectgroep Waterhuishouding, 1996).

Ongewenste stoffen kunnen via uiteenlopende routes in het watersysteem terecht komen. Een voor de hand liggende maatregel

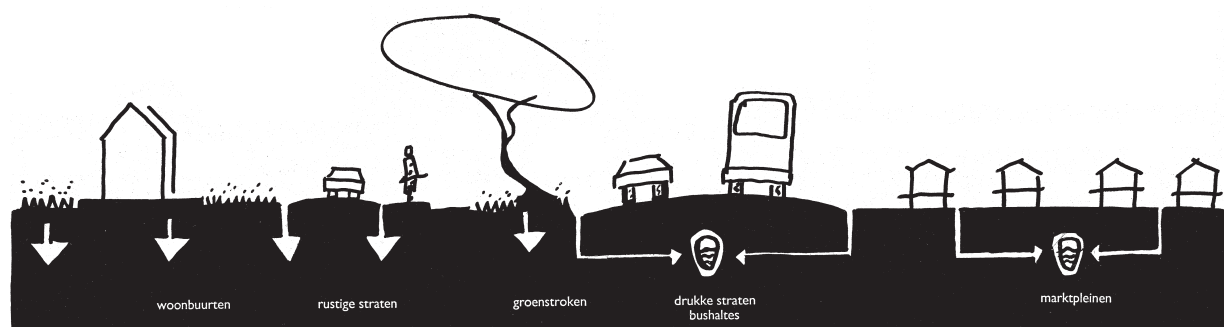
is om verontreinigingen zoveel mogelijk bij de bron tegen te houden (minimaliseren van de aanvoer van stoffen). Dit geldt met name voor verontreinigingen die zich eerst sterk (diffuus) verspreiden voordat ze het watersysteem beïnvloeden. Dit betreft bijvoorbeeld luchtverontreiniging die via de neerslag in het oppervlaktewater komt.

Daarnaast kunnen er specifieke inrichtings- en beheersmaatregelen in het watersysteem worden genomen om verontreinigingen terug te dringen. Uitgangspunt hierbij is om verontreinigingen op te laten hopen op die plaatsen waar dit leidt tot acceptabele risico's en goede mogelijkheden tot efficiënte verwijdering.

2.5.3 Brongerichte en effectgerichte maatregelen

Sommige diffuus in het watersysteem terecht komende verontreinigingen zijn op het schaalniveau van de Leidsche Rijn niet te beïnvloeden. Dit geldt bijvoorbeeld voor de natte depositie (opgeloste stoffen in het regenwater) en droge depositie (stofdeeltjes). Effectieve maatregelen om deze bron terug te dringen, zijn uitsluitend mogelijk op landelijke en Europese schaal.

Een aantal *brongerichte maatregelen* die op gebiedsniveau genomen kunnen worden zijn hieronder toegelicht. Een aantal van deze maatregelen gelden als uitgangspunt voor het ontwerp van de hoofdwaterhuishouding. Overige maatregelen komen terug in de aanbevelingen en randvoorwaarden ten aanzien van de inrichting en het gebruik van het toekomstige stedelijke gebied.



figuur 2.12 Principeschets aan / afkoppelen aan riolering

Met specifieke inrichtings- en beheersmaatregelen kunnen nutriënten en toxische stoffen gericht worden opgehoopt en verwijderd. Dit betreffen *effectgerichte maatregelen*. In veel gevallen komt dit neer op het actief sturen van regenwater- en inlaatwaterstromen. In deze paragraaf worden een aantal effectgerichte maatregelen besproken die ingezet kunnen worden. Bij het uiteindelijke ontwerp van het hoofdstelsel voor Leidsche Rijn worden deze maatregelen gecombineerd ingezet, afhankelijk van de noodzaak en de mogelijkheden hiertoe (hoofdstuk 3, 4 en 5).

Een onderscheid is gemaakt tussen maatregelen die zich richten op het afvangen van stoffen vóórdat deze in het watersysteem terecht komen ('externe' maatregelen), en maatregelen die zich richten op het verder verbeteren van het intern circulerende oppervlaktewater ('interne' maatregelen).

Hieronder wordt een toelichting gegeven op respectievelijk brongerichte en effectgerichte maatregelen die toegepast kunnen worden voor waterkwaliteitsverbetering in het Leidsche Rijn-gebied. Deze maatregelen kunnen worden gezien als bouwstenen voor het uiteindelijke ontwerp, zoals dit beschreven is in de hoofdstukken 3, 4 en 5.

Brongerichte maatregelen

Materiaalgebruik

In de huidige situatie vormt de uitlozing van bouwmaterialen een belangrijke bron van verontreiniging. In een duurzaam ingerichte

omgeving horen deze materialen niet thuis. Bekende bronnen van verontreiniging waar goede alternatieven voor zijn betreffen onder meer het gebruik van zinken dakgoten/ straatmeubilair en gecreosoteerde oeverbescherming.

Aankoppeling van vervuilde oppervlakken aan het rioleringsstelsel

Voor sterk vervuilde oppervlakken, zoals busstations en marktplaatsen wordt aansluiting op het rioolstelsel aanbevolen (NWRW, 1989; Rioned, 1996; IBU, 1997b). Dit water wordt afgevoerd naar de rioolwaterzuivering en daar behandeld (zie ook figuur 2.12).

Minimalisering inlaatwater

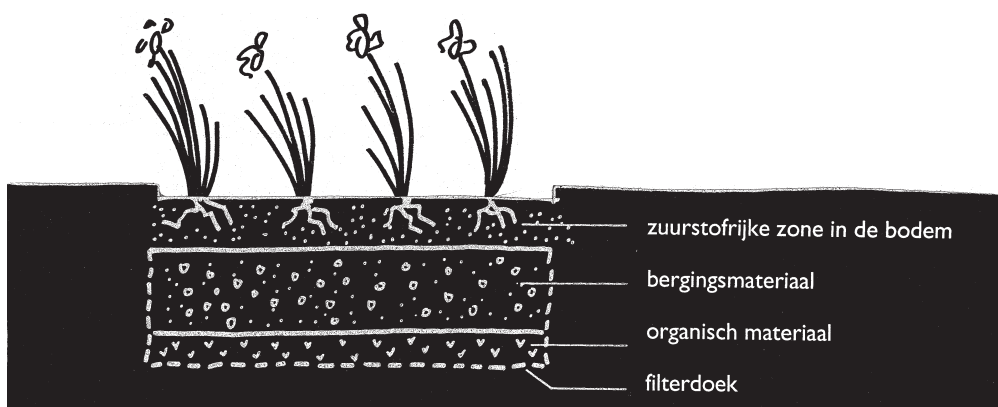
Inlaatwater (afkomstig uit het Amsterdam-Rijnkanaal) bevat ongewenst hoge gehalten aan nutriënten en toxische stoffen. Met het minimaliseren van de hoeveelheid in te laten water worden genoemde stoffen uit het plangebied geweerd.

Beperking toepassing meststoffen

In onverharde gebieden zal bemesting zoveel mogelijk dienen te worden beperkt. Denk hierbij aan golfterreinen, sportvelden en speelweiden. Uitgangspunt dient (maximaal) evenwichtsbemesting te zijn.

Voorkomen gebruik bestrijdingsmiddelen

Voor zowel verharde als onverharde gebieden zal het gebruik van bestrijdingsmiddelen dienen te worden voorkomen, bijvoorbeeld door het toepassen van alternatieve technieken.



figuur 2.13 Principeschets van zuivering in een infiltratievoorziening

Aanpakken van het hondenpoep-probleem

Uitwerpselen van huisdieren vormen in het huidige stedelijke gebied een belangrijke bron van voedingsstoffen. Een brongerichte aanpak van dit probleem is veruit de meest efficiënte maatregel ter voorkoming van negatieve effecten op de waterkwaliteit.

Voorlichting toekomstige bewoners

Daarnaast kan verontreiniging op lokaal niveau worden tegengegaan door de toekomstige bewoners van Leidsche Rijn bewust te maken van hun omgeving en de consequenties van (milieu-onvriendelijk) handelen.

Effectgerichte maatregelen: componenten van het externe zuiverings-systeem

Zuivering in infiltratievoorzieningen

Regenwater dat over minder vervuilde verharde oppervlakken afstroomt wordt zoveel mogelijk in het gebied gehouden. Bij afvoer via infiltratievoorzieningen (zoals een wadi) is de zuiverende werking van dit systeem te benutten en te optimaliseren. Een zuiverende werking wordt verkregen door bacteriële omzetting van stoffen of binding van deeltjes in de zuurstofrijke zone van de bodem. Ook het gebruik van filterdoek en het aanbrengen van een laagje organisch materiaal zorgt voor een extra zuiverende werking. Afvoer van stoffen geschiedt door het maaien en afvoeren van de vegetatie (figuur 2.13).

Berm- en bodempassage

Regenwater dat over verharde oppervlakken afstroomt naar het oppervlaktewater (en dus niet wordt afgevoerd via infiltratievoorzieningen) dient een zuiveringsstap te ondergaan voordat het water in het oppervlaktewater terecht komt. Dit betreft onder

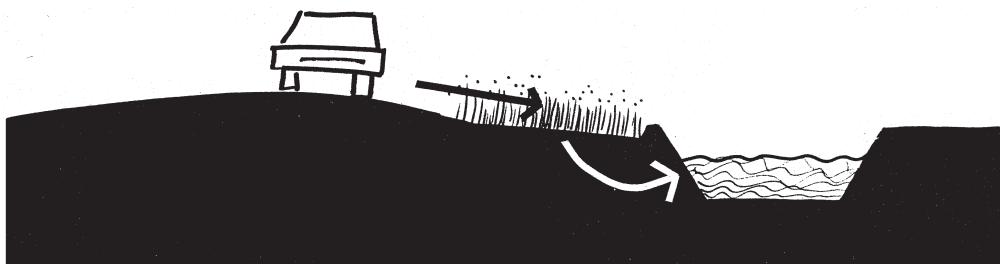
meer de afvoer via een berm (minimaal 3 m breed) en/of een (korte) bodempassage (infiltratie in berm of wegcunet). Met deze zuiveringstrap worden grove vuildelen en zwevend materiaal (met aangehechte verontreinigingen) afgevangen. De zuiverende werking van een berm kan worden verbeterd door een opstaand 'randje' aan de waterzijde aan te brengen waardoor de verblijftijd van het afstromende water wordt verlengd en meer infiltratie plaatsvindt (zie figuur 2.14). Afvoer van stoffen vindt plaats door het maaien en afvoeren van vegetatie.

Passage van bufferstroken

In onverharde gebieden zal water via drainage of via de natuurlijke drainerende werking van de bodem in het oppervlakte-waterstelsel terecht komen. Onverharde gebieden kunnen een belangrijke bron van nutriënten en microverontreinigingen zijn als gevolg van het (voormalige) landbouwkundige gebruik van deze gronden (Waterloorkundig Laboratorium, 1997; IWACO, 1997b). Het oppervlakkig of door de bodem afstromende water is te zuiveren door het een (brede) moerasbufferstrook te laten passeren. Zuivering door dit soort bufferstroken vindt plaats via processen die ook een rol spelen in helofyten/zuiveringsfilters (Orleans et al., 1995). Dit betreft:

- sedimentatie van zwevende deeltjes;
- omzetting van stikstofverbindingen (nitrificatie en denitrificatie);
- opname door de vegetatie.

Onderzoek geeft aan dat er min of meer een lineair verband is tussen de breedte van de bufferstrook en de verwijdering van nutriënten in het aangevoerde water (Orleans et al., 1995). Met een breedte van 10 tot 20 meter wordt voor stikstof en fosfaat een verwijderingseffectiviteit gehaald van 60-90%.



figuur 2.14 Principeschets van zuivering door berm en bodempassage

Moerasbufferstroken zijn te onderscheiden in drasbermen, waarbij het verlaagde talud net boven de waterlijn ligt, en plasbermen, waarbij het verlaagde talud net onder de waterlijn ligt.

Behalve voor de zuivering van afstromend water hebben moerasbufferstroken een functie in de verbetering van de waterkwaliteit van het intern circulerende water (IWACO, 1997b; zie ook hierna) en in ecologische verbindingen.

Ophoging van de bodem

De belasting van het oppervlaktewater door af- en uitspoeling is tevens te verminderen door het ophogen van de (nabije) omgeving van de watergang met schone, humusarme bodem. Ophoging kan plaatsvinden op bestaande bodem of na afgraven. Indien eerst bestaande bodem wordt afgegraven is feitelijk sprake van een brongerichte maatregel. Ophogen na al dan niet afgraven dient te gebeuren op plaatsen waarvan bekend is dat de aanwezige bodem een belangrijke bron van nutriënten of verontreinigingen is (Waterloopkundig Laboratorium, 1997).

Inlaat via een infiltratiefilter

Om nadelige effecten van inlaatwater te minimaliseren dient dit water een behandeling te ondergaan voordat het op het interne watersysteem wordt gebracht. Voor een maximale verbetering in waterkwaliteit en een goede beheersbaarheid is een zuiveringsstelsel noodzakelijk dat in inrichting en beheer specifiek afgestemd is op optimale zuivering. Een systeem dus waarbij zoveel mogelijk stoffen met een zo hoog mogelijk rendement worden verwijderd. Aangezien we te maken hebben met relatief matig vervuild oppervlaktewater (in tegenstelling tot het zeer vervuilde huishoudelijk afvalwater) is een infiltratiefilter, in combinatie met voorbezinking en nazuivering door planten, het meest effectief (Universiteit Utrecht, 1996; IWACO, 1997c). Chemische defosfatering is te beperkt in zuivering (vooral fosfaatverwijdering) en is niet duurzaam.

Een infiltratiefilter is een volledig van de omgeving geïsoleerd systeem met een kunstmatige bodemopbouw en begroeiing door planten (helofyten). Influent wordt op

het systeem gebracht en infiltreert in de bodem; via drains wordt het water op 1,0-1,5 m diepte afgevoerd. Door de verticale waterbeweging door de bodem komen water en opgeloste stoffen beter in contact met het bodemmateriaal. Zwevend materiaal wordt afgevangen door de toplaag van de bodem. Begroeiing met helofyten (oeverplanten zoals riet en biezengras) zorgt voor een betere doorluchting van de toplaag (zuurstoftransport naar de bodem) en opname van nutriënten. Dit laatste uiteraard alleen wanneer de planten in het vroege najaar gemaaid en verwijderd worden. Bacteriën en algen op de stengels spelen een belangrijke rol bij omzettingprocessen. Een uitgebreid wortelstelsel vergroot tevens de infiltratiesnelheid in de bodem. De zuiverende werking van een infiltratiefilter is in hoofdzaak gebaseerd op de processen die in de bodem plaatsvinden. Het infiltratiefilter wordt gekenmerkt door een goede beheersbaarheid en bedrijfszekerheid, een relatief gering ruimtebeslag en een hoog zuiveringsrendement bij lage belasting.

Doordat de zuurstofarme zone in de bodem groot is, wordt relatief veel fosfaat vastgelegd (Orleans *et al.*, 1995). Verwijderingsprocessen kunnen worden gestimuleerd en geoptimaliseerd door een zorgvuldig gekozen opbouw van bodemlagen en een sterke sturing op afwisselend zuurstofarme en zuurstofrijke condities (IWACO, 1996).

Ook het intern circulerende water kan over een infiltratiefilter worden geleid. In dat geval betreft dit een interne maatregel (zie hierna).

Interne maatregelen: componenten van het interne zuiveringssysteem

Oogsten van drijvende waterplanten

Vrij drijvende waterplanten, zoals Kroos en Krabbescheer, zijn veelal in staat op een efficiënte wijze nutriënten uit het oppervlaktewater op te nemen. Ook zware metalen kunnen uit de waterkolom worden opgenomen. Door hun hoge opname- en opslagcapaciteit zijn ze zeer geschikt voor de zuivering van water. Stoffen worden opgeslagen in de biomassa van de plant en kunnen uit het watersysteem worden verwijderd door de planten te oogsten (Van Oorschot, 1990). Drijvende waterplanten komen voor bij een waterdiepte van 0,5 tot circa 3 meter.

Het efficiënt oogsten van kroos vereist een sterk hierop afgestemd waterbeheer en extra voorzieningen (krooshekken e.d.) in het watersysteem. De ontwikkeling van dikke krooslagen is daarnaast gebonden aan vrij voedselrijke condities en veroorzaakt zuurstofarme condities (STOWA, 1992). Aangezien voor het Leidsche Rijn-gebied hogere ambities gelden dan welke optimaal zijn voor kroosontwikkeling, wordt geen kroosontwikkeling verwacht. Indien er toch krooslagen ontstaan, zal verwijdering ervan een positieve bijdrage aan de waterkwaliteit leveren.

Oogsten van wortelende, drijvende waterplanten

Wortelende, drijvende waterplanten, zoals de Witte waterlelie, Gele plomp, Watergentiaan en Waternavel, hebben een vergelijkbare nutriënten-opnamecapaciteit als drijvende waterplanten. Deze soorten groeien goed in koudere klimaten, maar niet zodanig dat ze het hele wateroppervlak afdekken. In tegenstelling tot drijvende waterplanten zijn de wortelende waterplanten in staat nutriënten op te nemen uit de waterbodem.

Oogsten van ondergedoken waterplanten

Ondergedoken waterplanten wortelen in het sediment en bezitten alleen ondergedoken bladeren. Nutriënten worden opgenomen uit zowel het water via de bladeren als uit het sediment (bodem) door de wortels of het rhizoomstelsel. Veelal wordt het grootste gedeelte van de nutriënten uit de bodem en niet uit het oppervlaktewater betrokken. De mogelijkheid om nutriënten uit het water te verwijderen via het oogsten van deze planten hangt hiermee sterk af van de soorten waterplanten die aanwezig zijn (Van Oorschot, 1990).

Ondergedoken waterplanten gedijen alleen goed in zuurstofrijke milieus met helder water; ze komen maar beperkt voor in water met veel afbreekbaar organisch materiaal. In eutroof water wordt hun voorkomen en groei vaak beperkt door beschaduwning (lichtafvang) door algen. Ze komen in het algemeen bij lagere nutriëntgehalten (van het water) voor dan drijvende waterplanten.

Bezinking in een diepe plas of bezinkbassin

Diepe plassen kunnen een belangrijke rol spelen in de verbetering van de waterkwaliteit. Met een diepte groter dan 6 à 10 meter zal over een groot deel van het jaar in de plas sprake zijn van stratificatie in waterlagen. Bovenin bevindt zich het soortelijk lichtere 'warme' water en onderin het soortelijk zwaardere 'koude' water. Slibdeeltjes met daaraan gehechte nutriënten en eventuele andere verontreinigingen zakken door de waterlagen heen naar de bodem. De stratificatie zorgt ervoor dat de waterlagen niet mengen en dat de nutriënten dus niet terugkeren in het systeem. Alleen in de winter worden de waterlagen weer gemengd als temperaturen ervan gelijk worden. Dan blijft de inmiddels ontstane sliblaag op de bodem liggen. Als zodanig is de bodem van de waterplas te beschouwen als een 'val' voor nutriënten en andere verontreinigingen.

Slibdeeltjes kunnen ook worden afgevangen in een specifiek hierop ingericht bezinkbassin of bezinksloot. In beide gevallen komt het erop neer dat sedimentatie van zwevende deeltjes optreedt als gevolg van een (plotselinge) vergroting van de verblijftijd van het water.

Een grote lengte van het waterstelsel

Bij een grote lengte van het waterstelsel kan de waterkwaliteit verbeteren door het zelfreinigend vermogen van het watersysteem te benutten. Vooral als de watergang veel water- of moerasplanten bevat werkt dit goed. De waterplanten dienen onder andere als substraat voor bacteriën die het water zuiveren. Bovendien vinden vergelijkbare processen plaats als bij een zuiveringsfilter. Bij een grotere waterdiepte neemt dit zelfreinigend vermogen toe. De zuurstofhuishouding is stabiel en de zuurstofvraag van de bodem is minder van invloed op de waterkolom. Over het algemeen is een waterdiepte van 0,7 - 1,0 m voldoende. Door de langere route van het water neemt het doorzicht toe (bezinking van slibdeeltjes) en verbetert het zuurstofgehalte. Voor de fosfaatverwijdering is vooral de adsorptie aan de bodemdeeltjes van belang. Nitraatverwijdering vindt vooral plaats door vegetatie. Nitrificatie is beperkt vanwege het beperkt voorkomen van zuurstofarme/loze condities.

Ook kunnen verdunningseffecten leiden tot een verbetering in waterkwaliteit.

Vegetatierijke oevers

De belangrijkste processen die een rol spelen bij de zuiveringswerking van moerasbufferstroken of vegetatierijke oevers zijn sedimentatie van stoffen, adsorptie aan bodemdeeltjes en opname van opgeloste stoffen door planten (waaronder snel-groeiende planten als Riet en Mattenbies). Door de oevers te maaien in perioden dat er veel bovengrondse biomassa aanwezig is, kunnen grote hoeveelheden nutriënten worden afgevoerd. Het zuiveringsrendement van oevers wordt sterk bepaald door de mate waarin het water de oeverzone 'doorstroomt'. Hoe lager de stroomsnelheid en dus hoe groter de verblijftijd van het water in oeverzones, des te meer nutriëntopname door planten en adsorptie aan bodemdeeltjes plaats kan vinden. Een langere verblijftijd wordt gerealiseerd met een flauw aflopend, en dus niet te steil, oevertalud.

Een schone uitgangssituatie

Een belangrijke randvoorwaarde voor de realisering van kwalitatief hoogwaardig watersysteem is dat er uitgegaan kan worden van een schone uitgangssituatie. 'Schoon' duidt hierbij zowel op een laag gehalte aan verontreinigingen als op een laag gehalte aan nutriënten. Voor het nieuwe stelsel betekent dit:

- alvorens bestaande watergangen deel gaan uitmaken van het nieuwe stelsel dienen deze te worden schoongemaakt;
- indien nieuw aan te leggen watergangen verontreinigde bodems doorsnijden dienen de bodems te worden schoongemaakt;
- alleen gebieden die water lozen dat voldoet aan een bepaalde minimum waterkwaliteit kunnen deel uitmaken van het nieuwe stelsel.

3 HET PLAN

3.1 Vier niveaus

In het nieuwe watersysteem zijn vier niveaus te onderscheiden, elk met hun eigen wetmatigheden, kwaliteiten, functies, verschijningsvormen en vormgevingsmogelijkheden (figuur 3.1). Deze niveaus zijn nauw aan elkaar gerelateerd. De uitwerking van het watersysteem voor het plangebied Leidsche Rijn heeft zich in hoofdzaak gericht op het waterhuishoudkundig hoofdstelsel, het 'tweede niveau'. Echter ook de relaties met de overige typen van waterlopen komen waar nodig aan bod.

3.1.1 Het eerste niveau

Het eerste niveau (figuur 3.1a) bestaat uit waterlopen op regionaal niveau en omvat onder meer het Amsterdam-Rijnkanaal, de Haarrijn en de Leidsche Rijn. Het betreffen boezemwateren met vast peil, die een functie hebben voor de wateraanvoer en waterafvoer op regionaal niveau. Dit systeem staat in verbinding met de grote rivieren (Lek) en wordt van hieruit gevoed. De waterkwaliteit van het boezemstelsel wordt -met name in de zomer- bepaald door de waterkwaliteit van de Lek en de effluenten van de rioolwaterzuiveringen die op de boezem lozen.

De Leidsche Rijn doorsnijdt het plangebied. Vanwege de huidige matige waterkwaliteit van de Leidsche Rijn en beperkende randvoorwaarden ten aanzien van peilfluctuaties (onder meer als gevolg van de motorvaartfunctie) is ervoor gekozen dit water geen integraal onderdeel van het nieuwe stelsel van het plangebied Leidsche Rijn te laten vormen.

3.1.2 Het tweede niveau

Het tweede niveau is dat van de hoofdwatertgangen, de ruggengraat van het waterhuishoudkundig hoofdstelsel voor het plangebied, en hoofdonderwerp van dit rapport. Dit stelsel draagt zorg voor de aanvoer en afvoer, buffering, zuivering en circulatie van water op gebiedsniveau.

In grote lijnen zijn twee 'loops' te onderscheiden: een noordelijke tak die over de hoge stroomrug van oost naar west stroomt en door de lagere noordflank weer 'terug' stroomt naar het oosten, en een zuidelijke tak met eenzelfde stroomrichting maar dan door de zuidflank, zie figuur 3.1b. Beide takken zijn met elkaar verbonden. De hoofdwatertgangen zijn steeds watervoerend, en hebben naast een functie in de waterhuishouding ook een belangrijke functie voor de ecologische kwaliteit van het plangebied en de ecologische verbindingen met de omgeving. Daarnaast biedt het stelsel van hoofdwatertgangen verschillende mogelijkheden voor watergebonden recreatievormen als zwemmen, kanoën, sportvisserij en schaatsen, en heeft het een belangrijke toegevoegde waarde in de kwaliteit van de leefomgeving.

3.1.3 Het derde niveau

Het derde niveau (figuur 3.1c) omvat de wijkwatertgangen. Deze zorgen voor de regulatie van de grondwaterstanden in de directe woonomgeving, de buffering van water op wijkniveau en de afvoer en -waar nodig- de aanvoer van water.

Voor een voldoende drainage (ontwatering) is in het hoge gebied uitgegaan van een



figuur 3.1 a Eerste niveau: boezemwater



figuur 3.1 b Tweede niveau: Hoofdwatervangsten



figuur 3.1 c Derde niveau: wijkwatergangen



figuur 3.1 d Vierde niveau: infiltratie- cq verzamelpunten

afstand van maximaal 400 meter tussen twee wijkwaterlopen, en in het lage gebied een afstand van maximaal 200 meter.

De tracékeuze van de wijkwaterlopen is in belangrijke mate bepaald door het feit dat de grondwaterstand nabij te handhaven bebouwing en archeologische waarden zoveel mogelijk gehandhaafd dient te worden om te voorkomen dat zettingen of schade optreedt. Veel van de wijkwatergangen zijn bestaande waterlopen; door ze op te nemen in het stedelijk stelsel blijft ook hun cultuurhistorische waarde behouden.

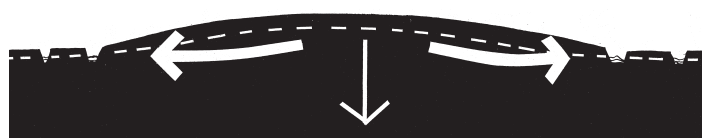
Door een slimme koppeling van wijkwatergangen aan hoofdwatertgangen wordt voorkomen dat op wijkniveau water opgepompt dient te worden. Voeding van wijkwatergangen vindt plaats onder vrij verval door ze 'bovenstrooms' te koppelen aan een stuwvak van het hoofdwatertstelsel op een hoger of hetzelfde peilniveau. Afwatering van wijkwatergangen naar het hoofdstelsel vindt plaats naar een stuwband op hetzelfde of juist een lager gelegen peilniveau. Om de afvoerfunctie naar behoren te kunnen vervullen moeten een aantal van de bestaande waterlopen worden verbreed (naar minimaal 4,5 meter waterbreedte bij hoog peil). De ligging van de wijkwatergangen is daarnaast beïnvloed door stedenbouwkundige concepten.

3.1.4 Het vierde niveau

Zowel in het hooggelegen als in het laaggelegen gebied zal het tot afstroming komende hemelwater worden opgevangen om dit in het gebied te bergen en te benutten.



Huidige situatie



Toekomstige situatie

Figuur 3.2 Het functioneren van het huidige en toekomstige grondwatersysteem

Dit dient te gebeuren voor alle soorten verharding met uitzondering van de meer vervuilde verharding zoals marktplaatsen, busstations, drukke wegen en dergelijke. Dit water wordt via de riolering afgevoerd naar de rioolzuivering. Met het opvangen en geleidelijk afvoeren van water naar de bodem of oppervlaktewater wordt onder meer voorkomen dat grote watertgangen aangelegd moeten worden. Er vindt immers een sterke vertraging van de afvoer plaats en als gevolg hiervan treden minder grote piekafvoeren op. De afvoer van verharde oppervlakken wordt opgevangen in verzamelbekkens. In het hooggelegen gebied zal dit plaatsvinden via zogenaamde wadi's. In deze wadi's, die bestaan uit een greppel met hieronder een bergingsvoorziening, infiltreert water via een tussenlaag van humus vermengd met zand; hierbij vindt een gedeeltelijke zuivering plaats. Vervolgens wordt het water afgevoerd naar de bodem of, indien de doorlaatcapaciteit van de bodem onvoldoende is, via een drain op de wijkwatergang.

De vorm van de wadi's is zeer verschillend. Daar waar voldoende ruimte beschikbaar is zullen lange linten van greppelstructuren zichtbaar worden. In meer stedelijk gebied, waar minder groen beschikbaar is kunnen de wadi's wat meer geconcentreerd liggen, in bijvoorbeeld een blokvorm.

In de laaggelegen gebieden worden de verzamelbekkens aangelegd nabij watertgangen waarbij afvoer in principe plaatsvindt door grondwaterstroming vanuit de verzamelpunten naar de watertgang. Deze verzamelbekkens worden voorzien van rietvegetaties of elzen waardoor een gedeeltelijke zuivering van het afstromende hemelwater wordt verkregen. Een volgende zuiveringsstap vindt plaats doordat water door de bodem naar de watertgang stroomt. Ook bij deze voorziening wordt wateroverlast voorkomen door noodoverlaten in te bouwen. De ligging van de voorziening is veelal langs watertgangen maar dit kan zowel parallel als loodrecht zijn ten opzichte van de watertgang (H+N+S Landschapsarchitecten / Ingenieursbureau Utrecht, 1996)

In figuur 3.1.d is zeer indicatief een beeld gegeven van de ligging van infiltratiepunten (wadi's) en verzamelpunten. De uiteindelijke situering is afhankelijk van de stedenbouwkundige invulling van het gebied.

3.2 Een geheel nieuw systeem

De nieuwe invulling van de waterhuishouding van het plangebied Leidsche Rijn is sterk gestuurd door principes van duurzaamheid. Door de inzet van verschillende bufferingsmechanismen wordt zoveel mogelijk water in het gebied gehouden en zo min mogelijk ingelaten. Door de inzet van diverse zuiveringsmechanismen wordt het water schoon gehouden en de kwaliteit aanvullend verbeterd.

3.2.1 Een vulsysteem

Het huidige watersysteem kan worden gekenschetst als een 'doorstroomsysteem' met veel wateraanvoer en waterafvoer (zie paragraaf 2.4.1). Het nieuwe watersysteem zal een geheel andere opzet gaan kennen. In perioden met veel neerslag (winter) zal zoveel mogelijk water in het gebied vastgehouden worden door dit te bufferen in het oppervlaktewater of de bodem. Het oppervlaktewaterpeil kan in deze periode stijgen tot een bepaald vastgesteld maximum, afhankelijk van de gewenste drooglegging van de omgeving. Beheersing van de grondwaterpeilen wordt daarnaast mede mogelijk gemaakt door instelling van maximale peilhoogtes in de infiltratievoorzieningen en het eventueel uitbreiden van het drainagenet.

In perioden van minder neerslag of droogte kan het peil uitzakken tot 0,30 m beneden het maximum. Binnen deze 0,30 m kan het peil vrij fluctueren. Buien zullen leiden tot (geringe) peilstijgingen; perioden van droogte leiden tot het verder uitzakken van het peil. Indien het oppervlaktewaterpeil beneden het minimum dreigt te zakken wordt water ingelaten om dit minimum te handhaven. Eventueel overtollig water wordt in de lagere delen van het stelsel (de noordwesthoek en de zuidwesthoek) uitgeslagen op respectievelijk de boezem (Haarrijn) en de naastgelegen polder (polder Bijleveld en Reijerscop). Bij een goed waterbeheer is dit systeem te karakteriseren als een 'vulsysteem', met minimale wateraanvoer en -afvoer. Peilfluctuaties worden toegestaan in zowel het hoofdwaterstelsel (tweede niveau) als het wijkwaterstelsel (derde niveau).

3.2.2 Sluiten van de waterbalans

De situering in de omgeving, het reliëf en de bodemopbouw maken dat het plangebied te beschouwen is als een lokaal hydrologisch systeem (figuur 3.2). De centraal gelegen hogere stroomrug is te kenmerken als een infiltratiegebied: neerslagwater en oppervlaktewater infiltreert hier naar de ondergrond. Na een relatief korte periode (enige tientallen jaren) kwelt dit water op in de flanken van het plangebied. Het waterverlies naar de (diepe) ondergrond is beperkt. Bij het ontwerp van het waterhuishoudkundig hoofdsysteem zijn genoemde gebiedskenmerken optimaal benut om de waterbalans op gebiedsniveau zo goed mogelijk sluitend te krijgen: door het opkwellende water niet af te voeren naar andere gebieden, maar weer 'terug' te leiden en op te pompen naar het hoger gelegen infiltratiegebied, wordt veel water voor het gebied behouden.

Het afkoppelen van verhard oppervlak en het bergen van dit water in bodem en oppervlaktewater leidt er eveneens toe dat veel meer water dan gebruikelijk voor het gebied behouden blijft (en niet naar de rioolwaterzuivering wordt afgevoerd). Ook dit principe draagt dus sterk bij aan het sluitend krijgen van de waterbalans op gebiedsniveau.

De diepteligging van de waterlopen in de flanken is van grote invloed op de mate waarin het infiltrerende water wordt afgevangen. Hoe lager de peilen in de flanken hoe meer water de watergangen naar zich toe trekken (zie figuur 3.2). Echter, bij lage peilen wordt ook water uit de omgeving aangetrokken, waardoor hier verdroging kan optreden.

Eén van de grote uitdagingen van het ontwerp was dan ook om voor de lage gebiedsdelen dusdanige peilen te formuleren dat deze enerzijds zouden resulteren in de maximale 'afvang' van het infiltrerende water binnen het plangebied, en daarmee aan het sluitend krijgen van de waterbalans, en anderzijds om de effecten naar de omgeving toe te beperken.

3.2.3 Een grote mate van flexibiliteit

De maatvoering en peilen van het voorliggende nieuwe hoofdwaterstelsel voor het plangebied Leidsche Rijn zijn in diverse

deelonderzoeken uitgebreid onderbouwd. Het stelsel vormt echter zeker geen star geheel; integendeel. In het tracé, de dimensies van waterlopen, de profielen alsmede de voorgestelde peilen en peilfluctuaties kunnen zo gewenst nog aanpassingen plaatsvinden. Vooral uit het oogpunt van waterkwaliteit is het echter van belang dat niet getornd wordt aan de essenties van het ontwerp. In paragraaf 4.8 wordt nader aangegeven wat de vrijheidsgraden zijn in het eventueel aanpassen van het ontwerp.

3.3 Nieuwe kansen voor flora en fauna

3.3.1 Uitgangspunten

Een belangrijk uitgangspunt en doelstelling is om gerelateerd aan het nieuwe watersysteem van het plangebied een hoogwaardige ecologische kwaliteit tot ontwikkeling te laten komen. Om richting te geven aan de ecologische mogelijkheden en de hiervoor benodigde inrichting en beheer is gekozen voor een invulling met doelsoorten. Deze doelsoorten staan model voor een breed scala aan organismen, die kunnen voorkomen als de omgeving geschikt is voor de specifieke doelsoort. De doelsoort is daarbij de meest kritische soort. De gekozen doelsoorten maken medegebruik door de mens van de ecologische zones binnen en nabij de stedelijke sfeer mogelijk. Op deze wijze hebben de ecologische zones ook een belangrijke recreatieve betekenis.

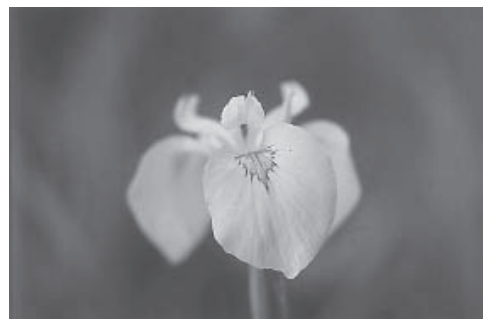
Het werken met doelsoorten is een hulpmiddel om keuzes te maken en inzicht te geven in de mogelijkheden en onmogelijkheden van een gebied. Het geeft uiteraard geen garanties voor het uiteindelijk ook daadwerkelijk voorkomen van die soorten.

De doelsoorten zijn in belangrijke mate (mede)bepalend geweest voor het ontwerp (inrichting en beheer) van het watersysteem zoals dat in dit rapport wordt beschreven. Belangrijke uitgangspunten waren:

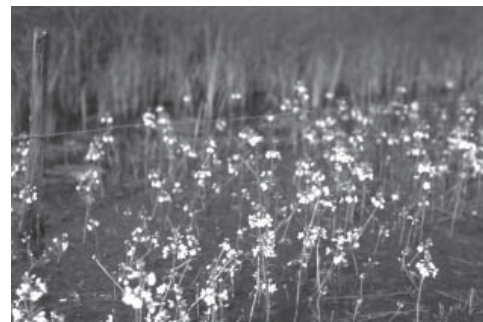
- het realiseren van een stelsel (water incl. oeverzones) van voldoende omvang en kwaliteit voor de doelsoorten en voor de ontwikkeling van volwaardige levensge-



Koekoeksbloem



Gele lis



Waterviolier

meenschappen; het benodigde ruimte-beslag is mede bepaald door de doelsoort(en) waarnaar wordt gestreefd;

- het realiseren van een stelsel met een goede ecologische infrastructuur waarbij gebieden van vergelijkbare aard met elkaar in directe verbinding staan in de vorm van verbindingzones; hierdoor is uitwisseling van dieren en planten tussen die gebieden mogelijk en worden dieren en planten ook in staat gesteld van buiten naar binnen in de stad te migreren en omgekeerd. Het resultaat zal zijn, dat er meer soorten dieren en planten in de afzonderlijke deelgebieden en in de stad voorkomen dan wanneer deze geïsoleerd zouden zijn geweest;
- het streven naar een voldoende lage dynamiek (mate van rust) voor belangrijke delen van het stelsel, waardoor ecologische kwaliteiten zich ook daadwerkelijk kunnen ontwikkelen.

3.3.2 Doelsoorten

Voor de keuze van doelsoorten is aansluiting gezocht bij het rapport 'Ecologische verbindingzone Leidsche Rijn' (Vista, 1995). Voor het hoge gebied wordt ingezet op doelsoorten die aan droge milieus gebonden zijn, zoals de Eekhoorn, Ree, en een aantal vleermuissoorten. Van belang hiervoor is vooral het realiseren van een voldoende groot gebied en het maken van verbindingen met andere gebieden (binnen en buiten Leidsche Rijn) waar deze soorten zich thuis voelen. Deze 'droge' verbindingen kunnen bestaan uit bossen, lanen, parkstroken, bermen, enzovoort. Verdere invulling heeft in het kader van onderhavig rapport niet plaatsgevonden.

Daarnaast zijn er ook doelsoorten gekozen voor het water en de oevers. Als doel'soort' voor het watersysteem geldt de Snoek/Zeele-gemeenschap. Deze visgemeenschap is kenmerkend voor kleine tot middelgrote wateren met mesotroof (matig voedselrijk) helder water en veel waterplanten (Bureau Waardenburg, 1996b). Zowel de Snoek als de Zeelt zijn vissen van ondiepe wateren (poldersloten en weteringen) met bij voorkeur ondiepe rijk begroeide oeverzones. De Snoek heeft bovendien moerasachtige milieus nodig om in het vroege voorjaar te paaien en eieren af te zetten.

Als ecologische verbinding heeft de Snoek-Zeelt-gemeenschap uitsluitend een door-gaande waterverbinding nodig. Ook sifons kunnen worden gepasseerd. Stuwen vormen een beletsel voor de migratie. Passend bij de Snoek/Zeele-gemeenschap hoort een zekere diversiteit aan ondergedoken waterplanten, zoals breedbladige en smalbladige fonteinkruiden en -bij aanwezigheid van schone kwel- andere soorten fonteinkruid en Waterviolier.

Voor de oevers is de Ringslang gekozen als doelsoort. De Ringslang komt van nature voor in gebieden waar voedselorganismen als



Ringslang



Groene kikker



Snoek

kikkers, salamanders en vissen kunnen leven. Derhalve is een milieutype nodig dat bestaat uit afwisseling in hoogtes, brede oevers en oevertypen, open water en poelen. In het water zijn waterplanten en moerasplanten zoals onder andere Riet, Lisdodde, Gele lis en Waterzuring noodzakelijk. De oevers dienen met moerasplanten en plaatselijk struiken te zijn begroeid en op de wat hogere delen zo mogelijk met een struweel- of bosvegetatie. Vooral op het zuiden geëxponeerde hellingen moeten vrij blijven van opgaande begroeiingen om als zonneplekken te kunnen dienen. De Ringslang verplaatst zich over land en door het water. Als er geen oevervegetatie aanwezig is maar wel waterplanten met drijvende bladeren kunnen zij ook migreren door watergangen met steile stenen kades. Sifons zullen zij waarschijnlijk niet willen passeren. Stuwen en dergelijke echter weer wel, vooral indien wordt gezorgd dat de oevers ter plaatse

van een stuw vegetatierijk zijn. Het is van belang tenminste om de circa 100 m te zorgen voor geschikte vestigingsplaatsen voor de Ringslang. Deze moeten bij voorkeur bestaan uit (een) poel(en) die niet rechtstreeks in verbinding staan met een watergang om het binnentrekken van amfibieën etende predatoren als Snoek en Baars te voorkomen. In brede rietmoerasoevers bevinden zich over het algemeen voldoende van dergelijke vestigingsplaatsen.

Genoemde doelsoorten en hun milieu-eisen zijn bepalend geweest voor het vaststellen van de kwaliteitsnormen waar het oppervlaktewater in het plangebied aan moet gaan voldoen. De inspanning om voor deze doelsoorten van oever en water de juiste levenscondities te scheppen heeft zich geconcentreerd op het lage, meest waterrijke en minst verstedelijkte deel van het plangebied.



figuur 3.3 Het hoge stelsel

3.4 Het hoge stelsel

Zoals eerder uiteengezet, is er aanleiding om het hoge deel (de stroomrug) en het lage deel (de flanken) van Leidsche Rijn verschillend te behandelen qua waterhuishouding. In deze en de volgende paragraaf worden beide onderdelen afzonderlijk beschreven. Paragraaf 3.6 gaat vervolgens in op de samenhang tussen beide delen.

3.4.1 Kenmerken van het hoge stelsel

Het hoge stelsel bestaat uit de infiltratievoorzieningen, wijkwaterlopen en hoofdwaterlopen. In figuur 3.3 is aangegeven welke delen van het watersysteem tot het hoge stelsel behoren.

In het hoge stelsel wordt het regenwater zoveel mogelijk in de bodem gebufferd. Alleen het water dat afstroomt over de meest vervuilende oppervlakken wordt aangekoppeld aan de riolering en naar de zuivering gebracht. De ambitie voor grote delen van het plangebied is om zeker 80% van het verhard oppervlak af te koppelen van de riolering en het hierover afstromende regenwater zoveel als mogelijk in het gebied te bufferen en benutten (Projectbureau Leidsche Rijn, 1995). Uit onderzoek is gebleken dat deze ambities binnen het plangebied ook werkelijk haalbaar zijn (Ingenieursbureau Utrecht, 1997b) (zie ook paragraaf 4.1.4).

De hoofdwaterlopen van het hoge stelsel bestaan uit verschillende peilvakken, gescheiden door stuwen; ecologische verbindingen via het water zijn hier dan ook slechts te realiseren met hoge kosten. Daarom is de ecologische expressie van de hoofdwatergangen gezocht in ondergedoken en drijvende waterplanten zoals Gele plomp, Watergentiaan en Witte Waterlelie. Deze dragen substantieel bij aan de waterkwaliteit doordat ze een filterende werking hebben en ze voedingsstoffen opnemen uit het water; bovendien geven ze een prachtig beeld (figuur 3.4).

3.4.2 De infiltratievoorzieningen

Op grond van onderzoek is gebleken dat de infiltratiecapaciteit van de bodem plaatselijk te gering is om voldoende snel al het water in

de bodem te laten infiltreren. Infiltratievoorzieningen zullen dan ook dusdanig ontworpen moeten worden dat er ook een bepaalde berging in kan plaatsvinden. Als uitgangspunt voor de dimensionering van de infiltratievoorziening geldt een bergingscapaciteit die eens per twee jaar wordt overschreden. Als een infiltratievoorziening het water niet meer kan verwerken (eens per 2 jaar), kan ook water worden geborgen in het bovengrondse deel van de voorziening (de greppel). De infiltratievoorziening wordt dusdanig ontworpen dat eens in de twee jaar de gehele voorziening te klein is om water te bergen en af te voeren naar de bodem. Er zal dan water via een overstortleiding worden afgevoerd op oppervlaktewater. Met deze noodoverlaat wordt voorkomen dat wateroverlast kan optreden (figuur 3.5).

Het debiet van een dergelijke overstort is gering in vergelijking tot wat bijvoorbeeld uit een riool zou overstorten in eenzelfde situatie.



figuur 3.4 Waterlelies in het hoge stelsel



figuur 3.5 Overstort van een infiltratievoorziening op een wijkwatergang (principeschets)

3.4.3 De wijkwatergangen

In het hoge stelsel staan alle wijkwatergangen in directe verbinding met de hoofdwat-
ergangen. De wijkwatergangen zijn benodigd
enerzijds om het gebied op peil te houden
anderzijds om het stedelijk water af te kunnen
voeren.

Eén van de eisen uit het Masterplan (Project-
bureau Leidsche Rijn, 1995) en het Pro-
gramma van Eisen (Projectgroep
Waterhuishouding, 1996) was dat effecten op
bestaande bebouwing en archeologische
objecten voorkomen dienden te worden. Bij
houten paalfunderingen of funderingen op
kleiige gronden kunnen als gevolg van verlaging
van de grondwaterstand zettingen ontstaan.
Vooral omdat gegevens over de funderings-
situatie van de betreffende bebouwing
ontoereikend waren, was het nodig om de
huidige polderpeilen nabij deze objecten
zoveel mogelijk te behouden en steeds
aanvoer van water mogelijk te maken. Dit
laatste is gedaan door een waterloop dicht
langs de bebouwing te leggen. Echter, bij de
meeste bebouwing bleek een bestaande
waterloop te voldoen. Deze waterlopen zijn
als wijkwatergangen opgenomen in het
watersysteem. Ze zijn zodanig
gedimensioneerd dat ze ook de afvoer voor
de aanliggende wijk kunnen verzorgen.

De wijkwatergangen zijn permanent water-
voerend en hebben, overeenkomstig het
hoofdwat-
stelsel, een natuurlijk peilverloop
met fluctuaties van maximaal 0,30 m. De
'omkering' van het peilregime (zie paragraaf
2.4.2) en de iets grotere peilfluctuatie ten
opzichte van de huidige situatie kan betekenen
dat er toch afwijkingen in grondwaterstanden
ontstaan die schadelijk kunnen zijn voor
aanliggende bebouwing of monumenten. Met
detailberekeningen met het grondwatermodel
kan worden vastgesteld of aanvullende
maatregelen nodig zijn en welke maatregelen
het meeste effect opleveren; bijvoorbeeld het
instellen van een afzonderlijk peilgebiedje met
een eigen peil en peilregime.
Geadviseerd wordt om bij de uitwerkingen op
deelgebiedniveau een gedetailleerd funderings-
onderzoek te doen om eventuele risico's in
beeld te krijgen en aanvullende maatregelen te
nemen. De verwachting is echter dat deze
maatregelen maar beperkt nodig zijn.

De afstand tussen de bebouwde linten en de
snelheid waarmee het watersysteem volgens
de modelberekeningen reageert bleken
groot en snel genoeg om het principe van
bufferen in de bodem, en daarna vrij uit laten
zakken, overeind te kunnen houden. Door
genoemde aanpassingen is het vooral in het
hoge gebied echter niet gelukt om de
bufferingscapaciteit van de bodem optimaal
te benutten. Anderzijds is het ook niet zo dat
het gehele gebied door deze aanpassingen
een stabiele grondwaterstand krijgt. De
bufferingsmogelijkheid van de bodem wordt
in elk geval aanzienlijk beter benut dan in de
huidige situatie.

In sommige wijkwatergangen hoeft geen
minimum oppervlaktewaterpeil te worden
vastgehouden. Het water kan hier vrij
uitzakken en droogvallen van deze water-
gangen is mogelijk. Betreffende watergangen
hebben alleen functie in de afvoer van
overtollig neerslagwater naar bodem en
incidenteel het hoofdwat-
stelsel. Het
betreffen met name enkele (reeds bestaande)
watergangen langs het noordelijke deel van
de weg 't Zand. Ook in de huidige situatie
hebben deze watergangen (greppels) uitslui-
tend een afvoerfunctie en vallen ze periodiek
droog.

In het gebied tussen De Meern en de plas
Strijkviertel zullen wijkwatergangen aangelegd
moeten worden met een peilregime dat
onafhankelijk is van de rest van het hoofd-
watersysteem. Voorwaarde is wel dat een
afvoer onder vrij verval mogelijk blijft. Dit
vindt plaats via regelbare stuwen. Het peil in
deze wijkwatergangen dient om deze reden
iets hoger te liggen (+ 0,10 m).

3.4.4 De hoofdwat- ergangen

In de hoofdwat-
ergangen circuleert het water.
Het wordt opgepompt tot het hoogste punt
(waterpeil NAP +0,75 m tot NAP +0,45 m),
waarna het onder vrij verval met stappen van
ongeveer 0,30 meter peilverschil naar
beneden stroomt. Zo wordt een optimale
aansluiting verkregen met het aanliggende
maaiveld, dat ook een verloop in hoogte
kent. Ook in verband met de gewenste
drooglegging zijn deze stappen essentieel. Met
stuwen worden de verschillende peilvakken
op peil gehouden. Door de relatief grote

hoogteverschillen zijn meerdere peilvakken onderscheiden. Bij watertekorten wordt extra water ingelaten, wat via de hoofdwaterlopen verdeeld wordt. Door de wijkwaterlopen bovenstrooms aan een hoger- en benedenstrooms aan een lager peil te koppelen kan een wijkwatergang zowel aan- als afvoeren zonder dat de stroomrichting hoeft te veranderen.

Het water in het hoge stelsel is door middel van stuwen in verschillende peilvakken gedeeld. De stuwen zijn barrières voor waterorganismen, vooral voor die organismen die tegen de stroom in zwemmen. Deze meest aan snelstromend water gebonden soorten zijn in Leidsche Rijn niet te verwachten; de stroomsnelheid van het water zal te laag zijn. De zwemmende organismen kunnen de stuwen stroomafwaarts passeren, en zullen zich vooral in hun jeugd stadium door het systeem verplaatsen. Ze zijn dan zo klein dat ze veelal passief met het water getransporteerd worden. Op deze wijze kunnen ook bijvoorbeeld vijzelgemalen worden gepasseerd.

Door een aantal stuwen uit te voeren met vispassage-mogelijkheden kan het formaat van een stuwband voor vissen vergroot worden. In een groter gebied kan dan vrijelijk heen en weer gezwommen worden.

Voor zowel de hoofd- als wijkwatergangen van het hoge stelsel zijn standaard profielen ontwikkeld (paragraaf 4.4).

3.5 Het lage stelsel

3.5.1 Kenmerken van het lage stelsel

Het lage stelsel begint daar waar het peil van de hoofdwatergang op NAP -1,00 m tot NAP -1,30 m komt. Hier is het niet langer mogelijk water in de bodem te bergen, en wordt het opgevangen en gebufferd in het oppervlaktewater.

Door de hoofdwaterloop van de noordelijke en zuidelijke flank met elkaar te verbinden en zoveel mogelijk eenzelfde peil te geven als de flanken komt een doorgaande verbinding tot stand tussen beide kwelgebieden en wordt zo het lage stelsel gevormd. Deze verbinding heeft belangrijke hydrologische, ecologische

en recreatieve voordelen. Figuur 3.6 geeft een overzicht van de ligging van het lage stelsel.

De koppeling die nu voorgesteld wordt heeft als belangrijk nadeel dat een relatief hoog (zand)gebied doorsneden wordt. De waterloop ligt hier relatief diep ingesneden in het maaiveld. Hierdoor wordt water uit de omgeving naar de waterloop getrokken, waardoor verdroging van de omgeving optreedt, met name in het gebied Haarzuilens.

Een mogelijkheid om dit effect te verminderen is om de betreffende waterloop te bekleden met een compacte kleilaag of het aanbrengen van een afdichtende folie. De invulling van het Strategisch Groenproject 'Groot Groengebied Utrecht' aan de westzijde van het plangebied geeft echter een andere mogelijkheid om genoemde effecten te voorkomen: door de verbinding van de zuidflank met de noordflank van Leidsche Rijn ten westen van Haarzuilens te leggen zou kunnen worden aangesloten op een hier geplande watergang.

Beide mogelijkheden zijn nog in studie. Vooralsnog wordt uitgegaan van een watergang langs de Joostenlaan. In samenwerking met de Dienst Landelijk Gebied (die zorg draagt voor de invulling van het Strategisch Groenproject) wordt echter momenteel ook het alternatief bestudeerd.

Het lage stelsel bestaat uit wijkwatergangen, verzamelpunten (tevens plaatsen voor waterzuivering) en hoofdwatergangen. Ook in het lage stelsel zal gemiddeld 80% van de oppervlakte waarop regenwater valt worden afgekoppeld van de riolering (zie paragraaf 4.1.4). Dit water wordt opgevangen, getransporteerd en komt via een zuiveringsstap (een passage van een brede vegetatierijke oever, of een speciaal daarvoor ingerichte plek) in een wijkwatergang of rechtstreeks op de hoofdwatergang. Hier wordt het water gebufferd; een peilfluctuatie van maximaal 0,30 m wordt toegestaan.

3.5.2 De verzamelpunten

De verzamelpunten liggen nabij de watergangen. Waterafvoer vindt in principe plaats door grondwaterstroming (infiltratie en

passage door de bodem) naar de watergang. Door aanwezige plantengroei (gras, oeverplanten of zelfs elzenbosjes) vindt in de verzamelbekkens gedeeltelijke zuivering plaats.

Bij overmatige wateraanvoer treedt een noodoverlaat in werking en wordt rechtstreeks afgevoerd op het oppervlaktewater. Door de sterke verdunning in deze situatie zal de vuillast gering zijn.

3.5.3 De wijkwatergangen

Nagenoeg het hele lage stelsel heeft eenzelfde peil. Wijkwatergangen staan meestal in open verbinding met de hoofdwatergangen. Uitzondering is het gebied ten oosten van De Meern en ten westen van de plas Strijkviertel. Vanwege de relatief hoge grondwaterstanden zijn de mogelijkheden tot buffering in de

bodem zeer beperkt. Om de gewenste bufferingscapaciteit te verkrijgen dienen zowel de hoofd- als wijkwaterlopen aanzienlijk breder te zijn dan hun tegenhangers in het hoge stelsel. Door te kiezen voor brede, flauw aflopende oevers worden inrichtingskosten bespaard (grondverzet) en krijgt het lage stelsel een geheel andere expressie dan het hoge stelsel (figuur 3.7).

Deze flauwe oevers hebben daarnaast een cruciale rol voor de ecologische ontwikkeling en de waterkwaliteit van het stelsel. De vegetatie van de oevers heeft een zuiverende invloed op het langsstromende water. Door deze oevers over grote lengtes te realiseren, ontstaat voor de doelsoorten een groot aaneengesloten leefgebied, met vertakkingen diep de wijken in.



figuur 3.6 Het lage stelsel

De wijkwatergangen zijn belangrijke structurerende elementen in de wijken; door de maximale onderlinge afstand van ongeveer 200 meter (in verband met de afwatering) en de breedte zijn ze beeldbepalend. Deze wijkwatergangen staan op de plankaart bij deze rapportage, maar worden niet verder uitgewerkt. Voorliggend rapport beperkt zich tot het stelsel van hoofdwaterlopen. Evenals bij het hoge stelsel zijn effecten op bestaande bebouwing en archeologische monumenten zoveel mogelijk voorkomen door steeds een waterloop nabij deze objecten te leggen met een peil overeenkomstig de huidige situatie. Wijkwatergangen kennen evenals hun tegenhangers in het hoge stelsel en de hoofdwatergangen een natuurlijk peilverloop met maximale fluctuaties van 0,30 m. In het gebied tussen de Meern en de waterplas Strijkviertel staan geen oude woningen die opgenomen worden in het stedenbouwkundig plan. Hierdoor kunnen hier grotere fluctuaties in grondwaterstanden worden toegestaan. Voor dit gebied zal door het waterschap en de gemeente een apart wijkwaterplan ontwikkeld dienen te worden. Wel is bij de dimensionering van het hoofdsysteem rekening gehouden met afvoer vanuit het betreffende gebied. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de retentiewatergangen of plassen eens in de vijf jaar niet meer in staat zijn de neerslag te bergen waarna het overschot aan water op de hoofdwatergangen wordt afgevoerd.

3.5.4 De hoofdwatergangen

De uiteindelijk voorgestelde peilen wijken niet sterk af van de huidige peilen. Dit onder meer om te voorkomen dat de aanwezige



figuur 3.7 Riet en waterlelies in het lage stelsel

veenbodems inklinken. Bestaande bebouwing is in de lage flanken nauwelijks aanwezig en vormt een minder belangrijke randvoorwaarde dan in het hoge gebied. Bij een dreigend watertekort wordt er water ingelaten, dat is nadat de buffer van 0,30 meter water is 'opgebruikt'.

Door de weinige peilverschillen die wenselijk zijn in het lage stelsel te laten samenvallen met grote barrières in het systeem, het kruisen van de Leidsche Rijn, het kruisen van de Letscherweg ten zuiden van De Meern, wordt het aantal onderbrekingen in de doorgaande route tot een minimum beperkt. Voor kano'ers, schaatser en fauna moeten deze barrières passeerbaar gemaakt worden, door goede in- en uitstapplaatsen te realiseren. Het water zal deze barrières passeren via een sifon.

Voor de hoofdwatergangen en wijkwatergangen van het lage stelsel zijn standaard profielen ontwikkeld (paragraaf 4.4).

3.6 Eén samenhangend stelsel

Door het stelsel van het hoge en het lage deel met elkaar te verbinden ontstaat voor het gehele plangebied één samenhangend watersysteem. Dit systeem wordt gekenmerkt door een dubbele structuur; een hoger gelegen, getrapt (gestuwd) systeem in het centrum van het gebied, en een groter, lager gelegen stelsel (op min of meer één peilniveau), dat het hoge stelsel omsluit (figuur 3.8).

Het hoge en lage deel zijn onverbrekkelijk met elkaar verbonden, en hebben een complementaire functie in het beheersen van de waterkwantiteit en het bereiken van een goede waterkwaliteit en ecologische kwaliteit. Het hoge stelsel 'voedt' het lage stelsel doordat infiltrerend water in de lage delen opkwelt. Ook eventuele watertekorten in het lage stelsel worden aangevuld vanuit het hoge stelsel. Dit gebeurt onder vrij verval vanuit de opeenvolgende stuwpanden. Het natuurlijk reliëf wordt hierbij optimaal benut. Omgekeerd verzorgt het lage stelsel de 'voeding' van het hoge stelsel. Hiertoe wordt op twee

plaatsen (noordflank en zuidflank) water vanuit het lage stelsel opgepompt naar het hogere deel.

Bij watertekorten kan aanvullend water worden ingelaten vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal. Dit water wordt aangevoerd via de Leidsche Rijn, conform de huidige situatie. Voordat het inlaatwater in het hoofdstelsel komt doorloopt het een aantal zuiveringsstappen. Deze zijn gesitueerd in de zuidoosthoek van het plangebied. De waterinlaat op het hoofdstelsel is hier eveneens gesitueerd.

Eventuele wateroverschotten die niet in het gebied kunnen worden gebufferd kunnen op

meerdere plaatsen worden uitgelaten of uitgemalen op watergangen in de omgeving. Eén van deze uitmaulpunten ligt in de noordwestzijde van het plangebied, waar uitmaling plaatsvindt op de Haarrijn. Het waterrijke, ecologisch waardevolle gebied ten noordwesten van de Haarrijnse Plas maakt hiermee integraal onderdeel uit van het hoofdwaterstelsel van Leidsche Rijn. In de zuidwesthoek kan water uitgelaten worden op de naastgelegen polder Bijleveld en Reijerscop. In hoofdstuk 4 wordt beschreven op welke wijze het systeem werkt, wat de maatvoering is en hoe het is vormgegeven.



figuur 3.8 Eén samenhangend stelsel

4 DE MAATVOERING EN INRICHTING

4.1 Het tracé

4.1.1 De plankaart

De belangrijkste informatie voor dit hoofdstuk wordt verschaft door bijgevoegde plankaart, waarop het hoofdstelsel van waterlopen schematisch is weergegeven.

Het tracé volgt in hoofdlijnen het tracé zoals dat vastgelegd is in het Masterplan (Projectbureau Leidsche Rijn, 1995). De ondergrond bestaat uit de meeste recente versie (oktober 1996) van de Ontwikkelingsvisie Utrecht (Projectbureau Leidsche Rijn Utrecht, 1996). Voor het Vleutense grondgebied is, omdat geen ondergrond 1:10.000 beschikbaar was, gebruik gemaakt van de Masterplankaart, met daarop enkele belangrijke wegen en de waterplas uit de concept-structuurschets (VHP, 1996). Voor Veldhuizen is uitgegaan van de stand van zaken in de planvorming voor juni 1996.

Het hoofdstelsel is op de plankaart te onderscheiden van de wijkwatergangen door een zwarte belijning. Bestaande watergangen die worden opgenomen in het nieuwe stelsel zijn met een zwarte stippellijn gemarkeerd.

4.1.2 Het tracé van het hoofdstelsel

Voor het startpunt van het stelsel zijn er twee alternatieven. Op de plankaart weergegeven is het alternatief dat op dit moment de minste onzekerheden met zich mee brengt. Na de oversteek van de Leidsche Rijn wordt het water opgepompt, en langs de aanwezige laan geleid tot op het punt waar de hoofdontsluiting wordt gekruist. Hier wordt de hoofdwaterloop

gebundeld met de hoofdontsluiting.

Het andere alternatief is om het hoogste punt van het systeem te leggen op de overkluizing van de snelweg A2, en zo de extra hoogte te gebruiken om het systeem onder vrij verval te kunnen voeden. Het hogere niveauverschil zal leiden tot hogere pompkosten. De onzekerheden over de precieze inrichting en ruimtebeslag van de A2-zone zijn echter nog groot. Geadviseerd wordt deze optie in te brengen in het programma van eisen voor de overkluizing; in hoeverre er ruimte en mogelijkheden aanwezig zijn is echter niet zeker.

Het *hoge stelsel* bestaat uit twee takken waarin het water van oost naar west stroomt. Stuwen zijn nodig vanwege het reliëf in dit gebied.

De meeste noordelijke tak voegt zich in de spoorzone, de meest zuidelijke tak begeleidt de hoofdontsluitingsweg. Uitzondering hierop is het deel waar de ontsluitingsweg door het archeologisch monument snijdt. De bestaande weg is zo getraceerd (met speciale toestemming van de Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek) dat deze aan weerszijden net geen vitale delen van het monument raakt. Hier is géén ruimte meer voor een waterloop. Een mogelijk tracé is indicatief aangegeven. Het inpassen van een waterloop in dit gebied is een uitdagende opgave voor degenen die dit deelgebied gaan uitwerken. Geïnspireerd op de ondergrondse rijkdom is zelfs een aquaduct denkbaar, hoewel dit leidt tot het extra verpompen van water. Hier ligt ook de gemeentegrens tussen

Utrecht en Vleuten-de Meern, waarmee de noodzaak tot afstemming duidelijk wordt. Na samenkost van beide takken van het hoge stelsel stroomt het water uit in de nieuwe centrumplas van Vleuten (Plas Vleuterweide). Hier gaat het hoge, getrapte stelsel over in een laag doorgaand stelsel. Het lage stelsel omvat slechts enkele grotere peilvakken. De waterplas fungeert als een *verdeelwerk* voor de noordelijke en zuidelijke flank van het lage stelsel en is hiermee een belangrijk waterhuishoudkundig knooppunt. Dit sluit goed aan op de belangrijke stedenbouwkundige functie die de plas heeft in het centrumgebied van het toekomstige Vleuten-de Meern (VHP, 1996).

In de waterrijke buurt Vleuterweide vormt de *noordelijke flank* van het hoofdwatersysteem een duidelijk structurerend stedenbouwkundig element. Dit deelgebied wordt in feite 'aangekoppeld' aan het waterhuishoudkundig hoofdstelsel. Verder in noordelijke richting vindt de boezem aansluiting op de bestaande waterloop langs de Joostenlaan, de te verbreden Joostenlaanwatering. Deze koppelt nog een belangrijk deel aan het watersysteem: het stelsel van watergangen, plasjes en moerasgebied dat in het kader van het Groot Groengebied Utrecht wordt aangelegd ten noorden van Haarzuilens. Hier loopt het watersysteem door het buitengebied, met grasland, lanen, bospartijen en incidentele bebouwing.

Deze noordwesthoek is het laagste deel van het plangebied en vormt een logische plek voor de afvoer van overtollig -niet te bufferen- water naar buiten het gebied.

Afvoer kan plaatsvinden door opmaling naar de Haarrijn. Ook bij calamiteiten (bijvoorbeeld verontreiniging van het boezemwater) is deze afvoer te benutten om delen van het stelsel te beschermen (zie ook paragraaf 5.5).

De Haarrijnse Plas wordt integraal opgenomen in het boezemstelsel. De plas heeft hetzelfde peil als de aan- en afvoerende hoofdwatergangen en kent dezelfde peilfluctuaties. Vanwege haar grote oppervlak heeft de Haarrijnse Plas een zeer belangrijke bufferfunctie voor het watersysteem. Daarnaast heeft de plas een belangrijke functie in de verbetering van de waterkwaliteit.

In oostelijke richting is het boezemstelsel een belangrijk onderdeel van stedenbouwkundig ontwerp van het gebied, in de vorm van een 'Grand Canal' en een aantakende verkavelingsstructuur (Projectbureau Leidsche Rijn Utrecht, 1996). Ook hier wordt het nieuwe stedelijke gebied in feite 'aangekoppeld' aan het hoofdsysteem. Ten noorden van het Grand Canal wordt een bedrijventerrein ontwikkeld; ten zuiden, langs de brede zijtakken, worden verschillende woonwijken ontwikkeld. Op het punt waar de noordelijk flank het hoge stelsel raakt is een groot stedelijk plein geprojecteerd. Het oppompen van het water kan daar aanleiding zijn er een bijzondere plek van te maken door bijvoorbeeld een fontein te ontwerpen.

De *zuidelijke flank* van het nieuwe hoofdstelsel vormt voor het waterrijke deelgebied Veldhuizen een belangrijk structurerend stedenbouwkundig element. Langs de snelweg A12 is een brede bufferzone aanwezig waar zowel het dijklichaam (geluidswal) als een brede waterrijke zone een belangrijke plaats inneemt. In het zuidelijke middengebied vormt de hoofdwaterloop een ruimtelijke buffer tussen de A12 en woon- en bedrijventerreinen. Verder oostelijk ligt het zuiveringsfilter waar inlaatwater uit het Amsterdam-Rijnkanaal wordt voorgezuiverd en het intern circulerende water wordt verbeterd.

Uiteindelijk wordt het water bij de 'bron' weer opgepompt en op het hoge stelsel gebracht.

4.1.3 Het tracé van wijkwatergangen

Voor de ligging van de wijkwatergangen is het uitgangspunt de afwatering geweest. Deze vereist, afhankelijk van of het hoog dan wel laag gebied is, een bepaalde afstand tussen de waterlopen. Voor het lage gebied is dat circa 200 meter; voor het hoge gebied circa 400 meter. Deze maten zijn opgenomen in het stedenbouwkundig ontwerp van de verschillende wijken. De wijkwatergangen zijn daarna aangevuld met (veelal) te behouden watergangen voor het aanvoeren van water naar gevoelige bebouwing en archeologische monumenten. In de derde plaats zijn er een aantal wijkwaterlopen uit stedenbouwkundige overwegingen opgenomen. Er zijn een aantal

kleine plekken in het hoge gebied waar nu nog niet voldoende watergangen zijn om te voldoen aan de stramienmaat van 400 meter. Hier wordt bij ontwikkeling van deze gebiedsdelen bezien of aanvulling nodig is.

Bij de ligging en peilkeuze van de wijkwatergang is verder van belang geweest dat ze onder vrij verval, dus zonder pompen moeten kunnen functioneren. Dit kan doordat er vanaf een waterloop met een hoger of gelijk peil ingelaten wordt en afgevoerd wordt naar een waterloop met een gelijk of lager peil.

4.1.4 Afkoppeling

Door het Ingenieursbureau Utrecht (1997b) is onderzoek verricht naar de kwaliteit van afstromend regenwater en beoordeeld in hoeverre bepaalde oppervlakken geschikt zijn om af te koppelen. Hiervoor zijn op drie locaties in het plangebied metingen verricht; een doodlopende weg (klinkerbestrating, intensiteit 60 voertuigen per etmaal), een doorgaande weg in een woonwijk (klinkerbestrating, intensiteit 180 voertuigen per etmaal) en een buurtontsluitingsweg (asfalt, intensiteit 3600 voertuigen per etmaal waaronder vrachtwagens en bussen). De hoeveelheid afgestroomd regenwater is bepaald evenals de kwaliteit voor een groot aantal stoffen. Hoeveelheden zijn omgerekend naar vuilvrachten. Vervolgens is er een vergelijking gemaakt tussen twee systemen. Een traditioneel systeem waarbij al het afstromend regenwater wordt afgevoerd naar een verbeterd gescheiden rioolstelsel en een systeem waarbij 80% van het afgestroomde regenwater is afgekoppeld van het riool en de overige 20% afgevoerd wordt naar een verbeterd gescheiden stelsel. Dit laatste systeem wordt gecombineerd met een extra zuivering van het afgekoppelde regenwater. De waterkwaliteitsbeheerder heeft gesteld dat een systeem met afkoppelen is toegestaan onder de voorwaarde dat de vuilvracht kleiner of gelijk is aan de vracht uit een verbeterd gescheiden stelsel met een berging van 4,0 mm en een afvoercapaciteit (pomp-overcapaciteit) van 0,3 mm/h. Beide cijfers zijn gerelateerd aan het afvoerende verhard oppervlak. Een verbeterd gescheiden stelsel is een stelsel waarbij zowel regenwater als huishoudelijk

afvalwater in gescheiden riolen naar een rioolzuiveringsinstallatie wordt afgevoerd. Bij zware buien zullen de overstorten van het regenwaterriool in werking treden.

Het blijkt dat de totale gemeten vuilvrachten voor de drie locaties bij het systeem met afkoppelen van het riool hoger zijn dan indien hier een verbeterd gescheiden rioolstelsel zou zijn aangelegd. Dit betekent dat het niet toegestaan is om regenwater rechtstreeks af te laten afstromen op grond- of oppervlaktewater. Door echter gebruik te maken van plaatselijke zuiveringsvoorzieningen kan de vuilvracht van het afgekoppelde regenwater dat wordt teruggevoerd naar grond- of oppervlaktewater worden verminderd. De zuiveringsprestaties van de systemen zijn middels literatuurstudies en interviews nagegaan. Het blijkt dat de afvoer uit het systeem met afkoppeling in combinatie met zuiveringsvoorzieningen tot vuilvrachten leidt die voor de beide locaties met klinkerbestrating (doorlopende weg en doorgaande weg) lager zijn dan voor het stelsel zonder afkoppelen. Hierbij wordt opgemerkt dat rekening is gehouden met het toepassen van niet of nauwelijks uitlogbare bouwmaterialen (bijvoorbeeld geen zinken dakgoten) en de toepassing van bijvoorbeeld hondentoiletten. De doorgaande buurtontsluitingsweg komt niet in aanmerking voor afkoppelen ook indien een zuiveringsvoorziening wordt toegepast.

De mogelijkheid van afkoppelen wordt mede bepaald door het zuiveringsrendement van de infiltratiesystemen. Nader onderzoek gericht op de optimalisatie van dit rendement wordt dan ook aanbevolen.

Op basis van het bovengenoemde onderzoek is een schatting gemaakt van het oppervlak dat in aanmerking komt om afgekoppeld te worden. Het blijkt dat het ambitieniveau uit het Masterplan (Projectbureau Leidsche Rijn, 1995) haalbaar is; in woongebieden 80% afkoppelen en op bedrijventerreinen 35%.

4.2 De onderbouwing

In het voorgaande is de structuur en globale ligging van het waterhuishoudkundig stelsel voor het plangebied geschetst. De dimensionering van het stelsel, de consequen-

ties van dit stelsel voor de waterbalans en waterkwaliteit, alsmede de mogelijke effecten op de omgeving, zijn in diverse deelstudies onderbouwd. Bijlage 3 geeft een korte beschrijving van de wijze waarop dit is gebeurd. De diverse deelstudies zijn apart gerapporteerd in (technische) achtergrondrapporten (zie colofon).

In het navolgende zijn de resultaten en conclusies van de onderbouwende studies opgenomen als integraal onderdeel van de beschrijving van het hoofdwaterstelsel.

4.3 Het nieuwe stelsel

4.3.1 Peilen en peilvakken

Bij het bepalen van de nieuwe oppervlakte-waterpeilen hebben diverse beweegredenen een rol gespeeld.

Voor het lage stelsel is ervoor gekozen zoveel mogelijk één peil te realiseren zodat geen stuwen aangebracht zouden hoeven te worden en daarmee ecologische en recreatieve barrières zouden worden voorkomen. Op grond van het natuurlijke reliëf in het gebied is het echter niet mogelijk gebleken het lage stelsel volledig op eenzelfde peil te leggen, en zijn een drietal relatief grote peilgebieden onderscheiden. Deze variëren in hoogteligging van NAP -0,80 m tot NAP -1,70 m.

Voor het hoge stelsel zijn de bestaande polderpeilen als uitgangspunt genomen, waarbij het winterpeil (laagste peil) maatgevend is geweest. Dit uitgangspunt is ingegeven vanwege het feit dat voor de bestaande bebouwing rekening gehouden dient te worden met de risico's die verbonden zijn aan het verlagen van grondwaterstanden in relatie tot de fundering (zie ook paragraaf 3.4.3). Ook is bij de keuze van de nieuwe peilen rekening gehouden met een gewenste minimale drooglegging. Uitgangspunt voor het hoge stelsel is een verschil tussen het toe-

komstige waterpeil in de winter en de toekomstige maaiveldhoogte (uitgaande van 0,20 m integrale ophoging voor nieuw te bebouwen gebied) van ongeveer één meter.

Het hoge stelsel bestaat in totaal uit 8 peilvakken. Peilen variëren van maximaal NAP +0,75 m voor het hoogst gelegen peilvak, tot minimaal NAP -0,80 m in het laagste peilvak.

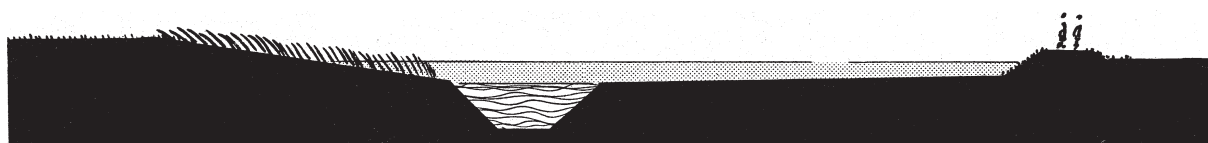
De kleuren op de plankaart geven de verschillende peilvakken weer. Zoals blijkt uit de verschillende tinten bestaat het hoge stelsel uit meerdere kleinere peilvakken, en het lage stelsel uit enkele grote.

De plaats van de stuwen is op de kaart indicatief aangegeven. Deze locaties zijn vastgesteld op grond van de gewenste ontwateringsdiepte en de hoogteligging van het maaiveld van de omgeving. In veel gevallen kan er enigszins in de plaats van de stuwen worden gevarieerd. De vrijheidsgraden hierin worden met name hydrologisch en stedenbouwkundig bepaald (zie ook paragraaf 4.7).

4.3.2 Bestaande en nieuwe waterlopen

De totale lengte aan hoofdwaterlopen bedraagt circa 45 kilometer en de totale lengte aan wijkwatergangen circa 33 kilometer (Ingenieursbureau Utrecht, 1997a). Het grootste deel van de waterlopen van het hoofdstelsel is nieuw te graven. Daarentegen worden in het wijkwaterstelsel veel bestaande waterlopen opgenomen. Op de plankaart is het onderscheid tussen bestaande en nieuw te graven watergangen aangegeven.

Doordat bestaande waterlopen in een aantal gevallen een andere (hydraulische) functie krijgen is het huidige profiel soms niet meer voldoende en dienen (delen van) watergangen te worden uitgediept en waar nodig verbreed. Dit betreft de waterloop ten noorden van het spoor, de Alendorper Wetering door het Centrale Park, de



figuur 4.1 De Alendorper Wetering met overstromingsvlaktes (Centrale Park)

wetering langs de Joostenlaan ten westen van Vleuten en de waterloop langs de Groeneweg.

Langs de Alendorper Wetering is de gelegenheid om er in meerdere opzichten een bijzonder geheel van te maken. Door de waterloop zelf bescheiden te houden en krap te dimensioneren op het laagwaterpeil, hoeft relatief weinig water ingelaten te worden om het op minimaal peil te houden. Door aan weerszijden overstromingsvlaktes te realiseren die bij normale stijging van het water (de wintersituatie) onder water komen te staan wordt een extra grote buffering gerealiseerd (figuur 4.1).

Overstromingsvlaktes zijn te realiseren in het Centrale Park waar geen bebouwing is. Bij het verbreden van bestaande waterlopen, vooral die ook deel waren van de oude Rijnloop, is extra aandacht nodig voor de mogelijkheid dat zich daar bijzondere archeologische elementen bevinden. Mensen hebben altijd de waterkanten opgezocht en het is zeer goed denkbaar dat er zich bewoningsresten bevinden.

Bij het plannen van concrete aanpassingen van een bestaande waterloop is overleg met de projectarcheoloog voor Leidsche Rijn (in zowel Utrecht als Vleuten-de Meern) geboden. In het algemeen kan worden gedacht aan een oplossing als: de ingreep aan één van de oevers uitvoeren, zodat de andere oever in oorspronkelijke staat bewaard kan blijven. Bij archeologische waarden is het streven deze zoveel mogelijk in ongeschonden staat over te dragen aan volgende generaties; slechts als vernietiging van het bodemarchief onontkoombaar is, dient over gegaan te worden tot opgraving.

De waterbodem van bestaande waterlopen die in het stelsel worden opgenomen dient waar nodig gesaneerd of opgeschoond te worden. Dit betreft zowel het verwijderen van overtollige voedingsstoffen als verontreinigingen (zie ook paragraaf 7.2.9).

4.3.3 Stroomrichting

De stroomrichting is in de plankaart met pijlen aangegeven. Over de stroomrug is de stroomrichting overwegend van oost naar

west. In de flanken stroomt het water overwegend van west naar oost.

In de situatie waarin het systeem volledig is gevuld (wintersituatie) zal bij extreme neerslag de stromingsrichting voor verschillende watergangen omkeren (zie ook de plankaart). De afvoer van neerslagwater vindt dan vooral plaats richting de grote waterpartijen met een grote bufferingscapaciteit alsmede de uitlaatpunten in het zuidwesten en noordwesten van het plangebied.

4.3.4 Volumina

De totale volumina aan water van het Leidsche Rijn-stelsel bedragen voor de hoofdwatgangen bij het maximale peil circa 1,0 miljoen m³ en voor de wijkwatgangen circa 0,2 miljoen m³. Bij een oppervlakte van de Haarrijnse Plas van 80 ha en een diepte van 30 meter heeft deze plas -uitgaande van een 'rechte bak'- een volume van circa 24 miljoen m³.

4.4 De profielen

Voor de verschillende watergangen zijn profielen ontwikkeld. Deze zijn schematisch weergegeven in figuur 4.2.

De profielen worden uitgebreider toegelicht in bijlage 4. Vrijheidsgraden in afwijkingen van het voorkeursprofiel worden beschreven in paragraaf 4.7

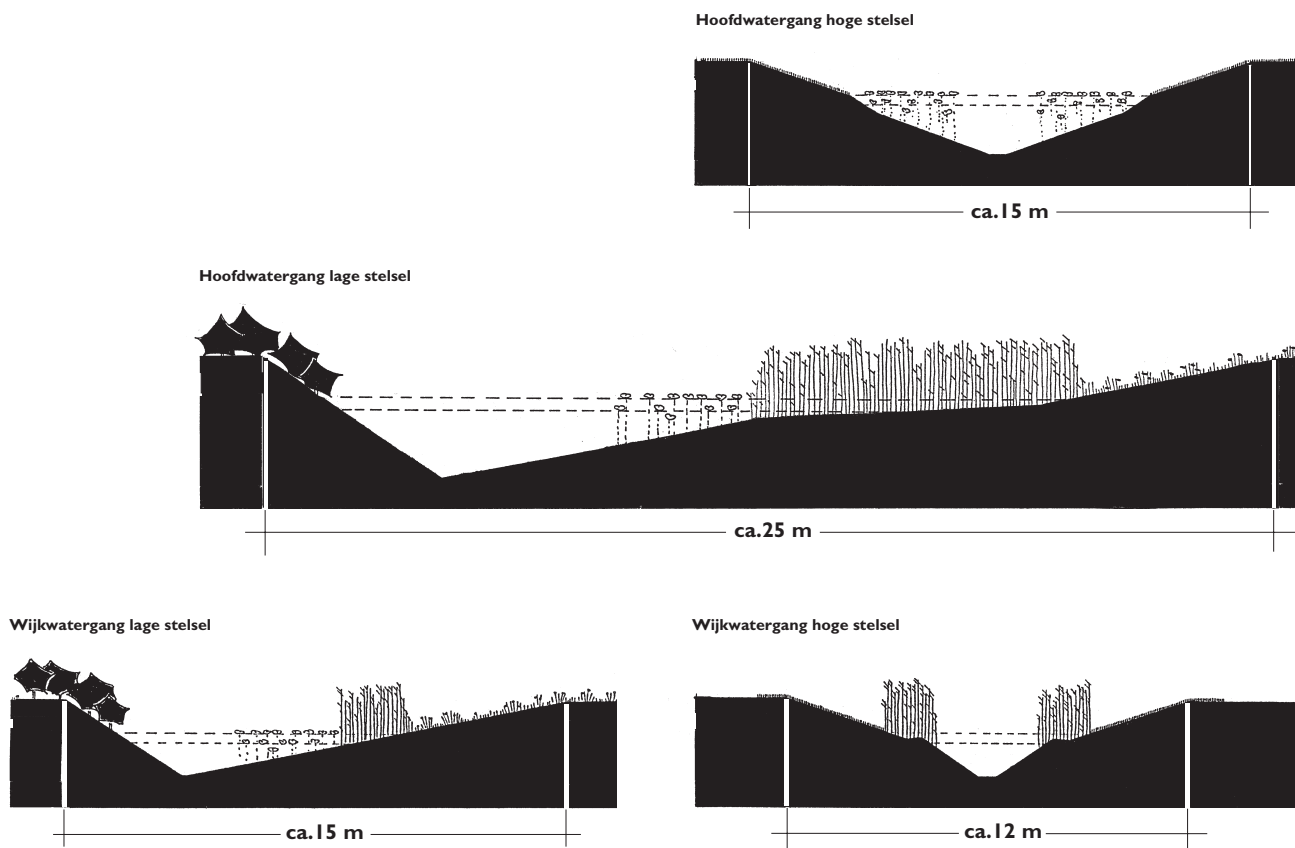
4.4.1 Profielfamilies

Uit vormgevingsoverwegingen is de wens uitgesproken om het hoofdwaterstelsel als een herkenbare eenheid in Leidsche Rijn tot expressie te brengen. Door de opbouw van het systeem, wordt het hoofdwaterstelsel als het ware de verbindende schakel van het geheel. Er is een duidelijk onderscheid met de -in de werking van het systeem ondergeschikte- waterlopen op wijkniveau. De eenheid in de profielen en in de maatvoering dragen hieraan bij. Door de lange ontwikkelingstijd (20 jaar) en doordat zich bij uitvoering omstandigheden zullen voordoen die realisering van het principeprofiel onmogelijk of ongewenst maken zal het uiteindelijke beeld het karakter dragen van eenheid in verscheidenheid.

Het hoofdwaterstelsel bestaat uit een

aaneenschakeling van waterlopen die verschillende, maar wel verwante profielen krijgen. Een groep verwante profielen is een profiel-familie genoemd. Voor iedere familie is een principeprofiel ontwikkeld, waarin verschillende gebruikseisen zijn vormgegeven: zuivering, berging, drooglegging, ecologische mogelijkheden, beheersaspecten en recreatieve mogelijkheden. Met deze principeprofielen is in deze studie gerekend, bijvoorbeeld bij het bepalen van de hydraulische capaciteit en de kosten. Het uitgangspunt is dat er zo weinig mogelijk beschoeiing aangebracht wordt en in ieder geval niet boven de waterlijn. Alleen als bijvoorbeeld een weg vlak langs de oever loopt waardoor verschuivingen en verzakkingen problemen opleveren, wordt beschoeiing aangebracht. De principeprofielen hoeven niet als bindend voorschrift opgevat te worden; bij uitwerking in de betreffende deelplannen zijn aanpassingen mogelijk (zie ook paragraaf 4.7). Een

aantal zaken is van belang, omdat daarmee het functioneren van het watersysteem in het geding is. Het betreft het bergend vermogen, de doorstroming, de waterdiepte, de ecologische functie en expressie, en de beleefbaarheid van de hoofdwatgangen als deel van één systeem (continuiteit). Voor de hoofd- en wijkwatgangen is uitgegaan van een waterdiepte van minimaal 1,5 m op het diepste punt in de watergang. Deze diepte is noodzakelijk voor een voldoende waterdoorvoer en een goed ecologisch functioneren (Bureau Waardenburg, 1996). Deze maat geldt voor een zomersituatie met laagste peilen. Alle profielen zijn gedimensioneerd op een fluctuerend peil, met een maximale fluctuatie van 0,30 m. De breedte van de profielen is de afstand tussen de punten op beide oevers waar (bij maximaal peil) een drooglegging van 1 meter wordt bereikt.



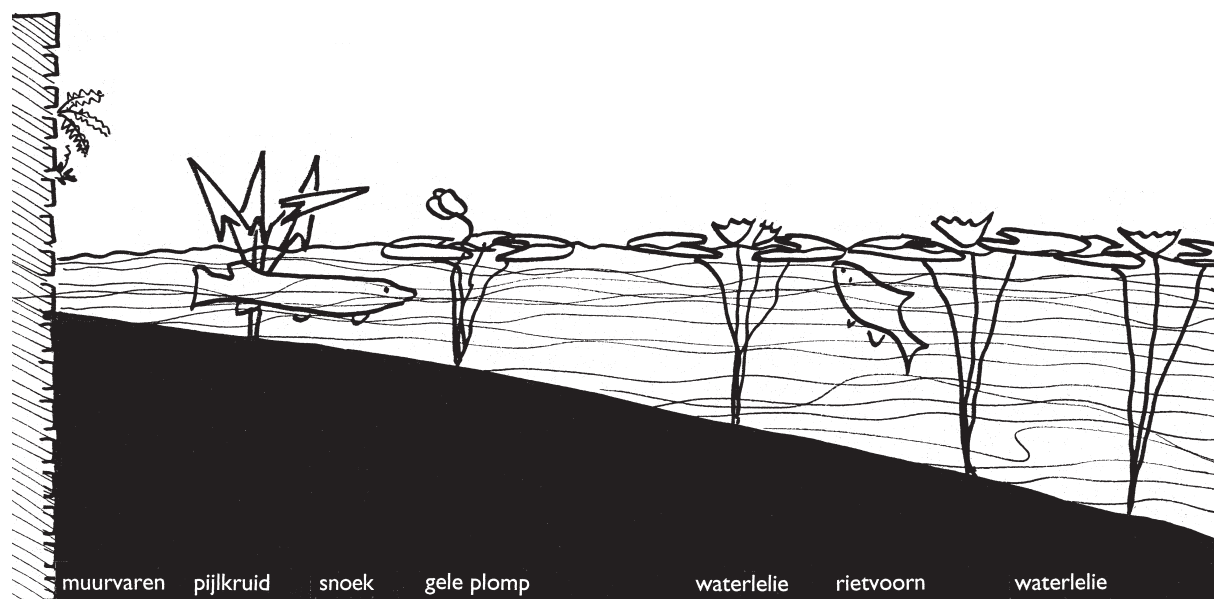
figuur 4.2 Principeprofielen voor hoofd- en wijkwatgangen van het hoge en lage stelsel

4.4.2 Profielkenmerken van de hoofdwat- gangen

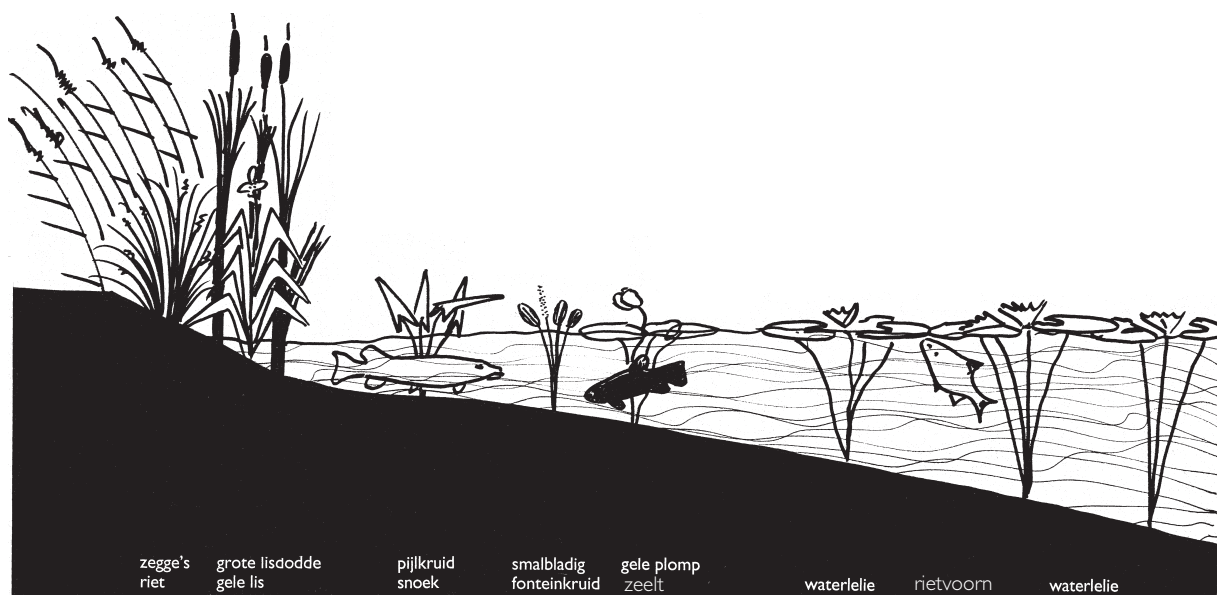
De profielfamilies voor het hoofdstelsel zijn in twee grote groepen te verdelen; die van het hoge stelsel en die van het lage stelsel. Voorkeursprofielen voor beide stelsel zijn gekarakteriseerd en weergegeven in figuur 4.2.

Het lage stelsel

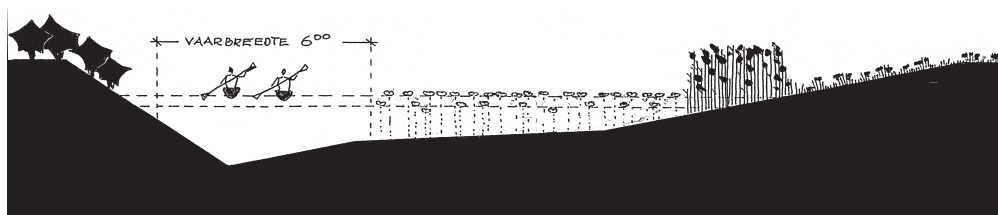
De hoofdwatgangen van het lage stelsel hebben een asymmetrisch profiel van 25 meter breed. Hiermee ontstaat tenminste aan één oever ruimte voor een volwaardige ecologische ontwikkeling. Daarnaast is gezocht naar een eenvoudig middel dat in één oogopslag duidelijk maakt dat er verschil



figuur 4.3 De ecologische expressie van het hoge stelsel



figuur 4.4 Ecologische expressie van het lage stelsel



4.5 Integreren van verschillende functies in de profielen: waterberging, zuivering, ecologie, recreatie en beheer

is tussen het hoge, droge en lage, natte. Uit figuur 4.2 blijkt uit het verschil in ruimtebeslag en de tegenstelling tussen het weelderig groene van het lage stelsel en het meer formele (of zelfs stenige) van het hoge stelsel duidelijk de tweedeling die binnen het systeem nagestreefd wordt. Dit is mede gedaan in de wetenschap dat in ecologisch opzicht de doelsoorten die voor het droge gebied (in het algemeen, dus niet specifiek voor het watersysteem) gekozen zijn zich, vooral langs droge verbindingen verplaatsen, zoals de eekhoorn langs laanvormige beplantingen. De ecologische expressie van het hoge stelsel is kenmerkend voor relatief stagnant water van goede kwaliteit met overwegend ondergedoken en drijvende waterplanten (figuur 4.3).

In grote lijnen is het lage stelsel een door- gaand systeem. Op de flauwe oever kan zich

een vegetatie ontwikkelen die alle schakerin- gen van de overgang van nat naar droog heeft (figuur 4.4). Afhankelijk van het ge- wenste (ecologische) beheer en beeld ter plaatse kan de vegetatie kort worden gehou- den, kan er riet worden geplant (hetgeen zal leiden tot een sterke dominantie van deze soort), of kan boom- of struikontwikkeling worden toegestaan.

De steilere oever wordt ingeplant met struiken, ze leggen met hun wortels het talud vast, waarna door de inwerking van het water een rijkdom aan holtes, met afwisselend natte en droge plaatsen zal ontstaan. Bomen zijn minder gewenst, op de steile oever zullen ze gevoelig zijn voor windworp. De struiken (deels gedoomd, en besdragend) zullen tevens mensen weghouden van de water- rand, en zo enige rust bieden aan bijvoor- beeld vogels.

	BREEDTE WATERLOOP	ABSOLUUT MINIMUM	DOORVAART- HOOGTE BRUGGEN	MINIMALE DOORVAART- HOOGTE BRUGGEN	DIEPTE WATER	WATERSPIEGEL TOT MAAIVELD	OPMERKINGEN
KANOVAREN	4 meter over korte afstand 2,5 m	1,10 over < 5m 1,25 over > 5m	1,25 m	0,90 m	> 1 m over korte afstand >0,5 m	0,30 m maximaal 0,70m	stuw tot 0,75 m is passeerbaar
SCHAATSEN	5 ? 10 m	2,5 m	>2 m bij grotere tochten	>1,20 m		0,3 m tot 0,5 m	breedte onder bruggen > 2,5 m ivm dichtvriezen
VISSEN	2 m ? 4 m				> 2 m op 6 m uit de kant bij vaste hengel	0,3 m tot 0,5 m	
ROEIEN (BOOTJE)	10 m	6 m	1,25 m				ivm zwaarte niet overdraagbaar
MINIMALE AFMETINGEN	10 m	6 m	1,5 m (of > 2 m)	0,90 - 1,20 m	>1 m	0,3m tot 0,5m	

Tabel 4.1 Kentallen voor recreatief gebruik van waterlopen

De delen met struiken kunnen afgewisseld worden met voorzieningen waar mensen juist wel bij het water kunnen komen, zoals in- en uitstapplaatsen voor kano'ers, steigers voor vissers of gewoon, om met je voeten in het water te kunnen bungelen.

In situaties waar beschoeiing noodzakelijk is kan een lichte of zware oeververdediging aangebracht worden volgens de schets-principes in bijlage 4.

Aan de steile oever kan het nodig zijn groenvoorzieningen aan te leggen om het afstromend water te zuiveren voordat het in de watergang komt. Daarnaast moet worden nagegaan of plaatselijk aanvullende voorzieningen (een ondiepe vooroever bijvoorbeeld) aangelegd moeten worden voor dieren die de waterloop zwemmend willen oversteken. Om verdrinken van dieren te voorkomen is het van belang dat tenminste elke 100 m een plek aanwezig is waar de oever eenvoudig toegankelijk is.

Het lage stelsel is voor kano's en roeiboten overwegend een goed bevaarbaar en doorgaand watersysteem; de daarvoor benodigde minimale breedtes en doorvaarthoogtes zijn richtinggevend geweest bij het construeren van het principeprofiel (tabel 4.1). Ten behoeve van de vaarfunctie zal een deel van de watergang vrijgehouden worden van drijvende en ondergedoken waterplanten (zie ook figuur 4.5).

Ook de eisen die de beheerder stelt aan de afmeting van de profielen zijn verwerkt. De kengetallen daarvoor zijn te vinden in tabel 5.1.

Het hoge stelsel

Het hoge stelsel is een getrapt systeem met verschillende peilvakken. Het ligt voor een groot gedeelte in het meest intensief te bebouwen deel van Leidsche Rijn. Om de hoeveelheid in te laten en te zuiveren water in dit overwegend infiltratiegebied zo klein mogelijk te houden is het zaak het waterverlies via verdamping van het open water te beperken.

Al deze overwegingen hebben ertoe geleid de waterlopen in het hoge gebied beduidend

smaller te dimensioneren dan in het lage gebied. Het voorkeursprofiel is 15 meter breed. De oevers zijn steiler en symmetrisch en kennen afhankelijk van de stedenbouwkundige plaats en functie een harde of een zachte oeverbeschoeiing (figuur 4.6 en 4.7). In de afweging tussen harde of zachte oevers dient overwogen te worden dat harde oevers niet bijdragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit, en dat ze in ecologisch opzicht alleen voor zeer specifieke flora en fauna een goed milieu zijn en meestal een barrière vormen. De oude binnenstad van Utrecht is befaamd om de grote rijkdom aan muurvarens op de kademuren van de grachten. Het is zeker de moeite waard om de kennis die recent verworven is bij het restaureren van deze kademuren in te brengen bij het maken van nieuwe kademu- ren, om zo de vestigingsmogelijkheden voor de muurvarens te waarborgen. Omdat het water niet expliciet een vaarfunctie heeft, kunnen de ondergedoken en drijvende waterplanten zich over de volle breedte ontwikkelen. Langs de kademuren kunnen aanvullend ecologische verbindingen gelegd



figuur 4.6 Harde oeverbeschoeiing



figuur 4.7 Zachte oeverbeschoeiing

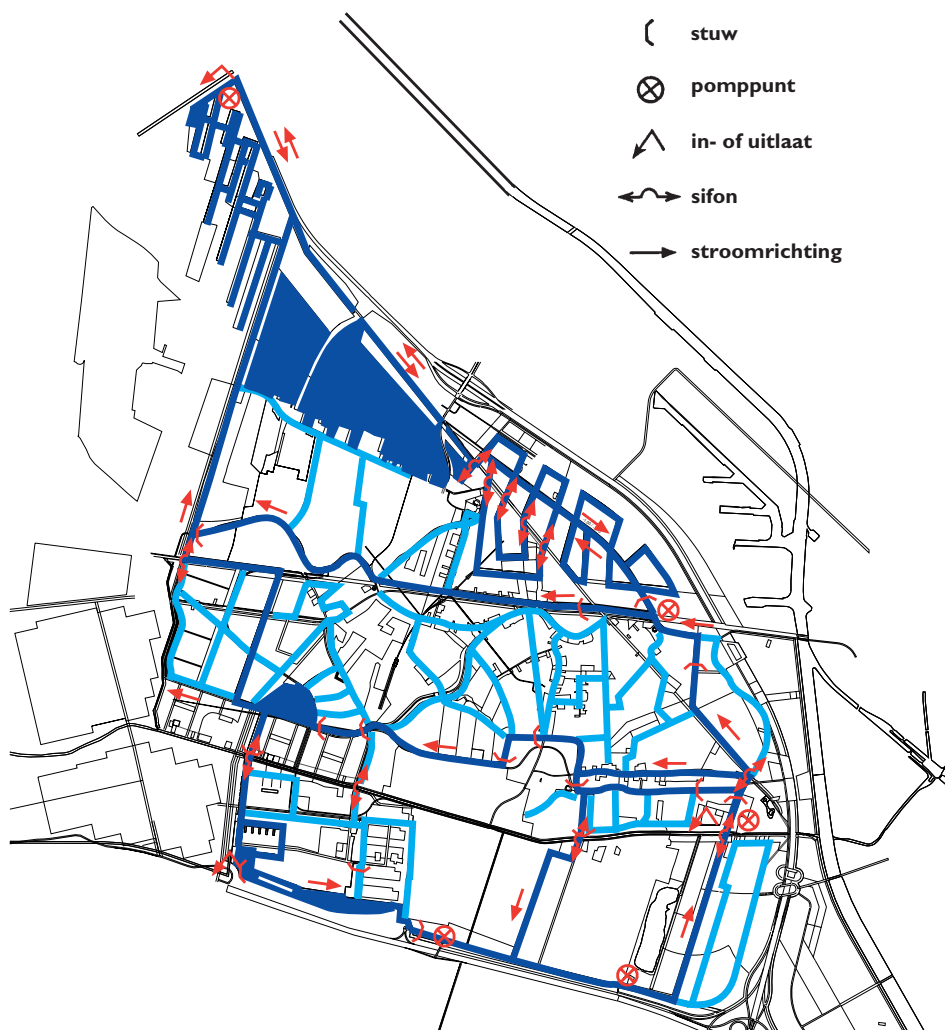
worden door het aanbrengen van richels of een drijvende plank van ten minste 30 centimeter breedte.

Bij de afwegingen over de noodzaak van dit soort voorzieningen kan betrokken worden dat in het hoge stelsel de wijkwatergangen een meer vanzelfsprekende doorgaande ecologische verbinding vormen door de zone met oeverplanten die aan beide zijdes van het water zullen ontstaan.

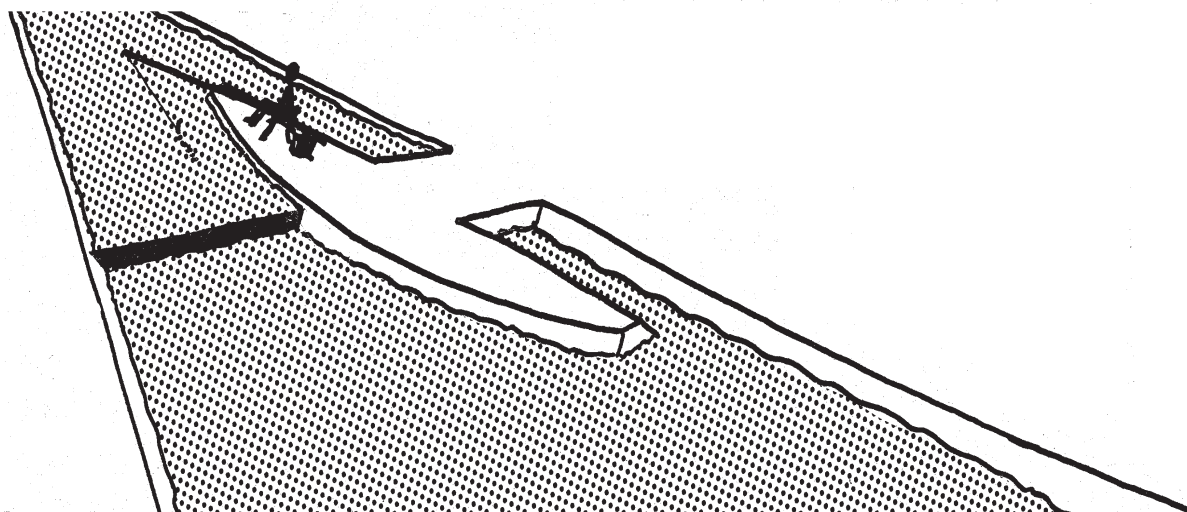
Om esthetische redenen wordt voorgesteld de oeverinrichting per peilvak eenduidig te laten zijn. Indien gewenst kan de precieze ligging van de scheiding tussen twee peilvakken aangepast worden aan bijvoorbeeld de grens tussen twee deelgebieden of buurten.

4.4.3 Profielkenmerken van de wijkwatergangen

Ook de profielfamilies voor de wijkwatergangen zijn te verdelen in die van het hoge stelsel en die van het lage stelsel. Voorkeursprofielen voor beide stelsels zijn gekarakteriseerd en weergegeven in figuur 4.2 en bijlage 4. Het voorkeursprofiel voor *het lage stelsel* betreft een verkleinde versie van dat van de hoofdwatgang van het lage stelsel. Ook hier is het profiel asymmetrisch, met één steilere en één glooiende oever. Aan de steile oever hebben struiken een functie in de oeverversteving. De glooiende oever wordt gekenmerkt door een zeer geleidelijke overgang van water naar land, waardoor een ecologisch interessant overgangsmilieu



figuur 4.8 Overzicht van voorziene kunstwerken in het hoofdwaterstelsel



figuur 4.9 Principeschets van een stuw

ontstaat met een grote plantenrijkdom. Extra oeverversterking is hier niet nodig. Bij maximale peilen is de waterbreedte 8,40 meter; inclusief taluds is het ruimtebeslag 15 meter.

Voor de wijkwatergangen van *het hoge stelsel* is een symmetrisch voorkeursprofiel ontwikkeld, met oevervegetatie als natuurlijke oeververdediging. Hiermee wordt de natuur tot diep in de wijken gebracht en worden de verplaatsings- en vestigingsmogelijkheden van fauna sterk vergroot. De meeste wijkwatergangen in het hoge gebied zijn bestaande watergangen die aangepast worden. Veel van deze waterlopen zijn deel van de te handhaven bebouwingslinten. Ze gaan daarmee ook vaak fungeren als grens tussen privé en (semi)openbaar.

Het voorkeursprofiel heeft bij maximale waterstanden een waterbreedte van 6 meter; inclusief de taluds is de breedte 12 meter. Deze breedte geeft de mogelijkheid om onderhoud met een maaiboot te verrichten. De waterdiepte is tenminste 1 meter. Dit is nodig voor de maaiboot, maar ook om in de zomer teveel opwarming, en daarmee lage zuurstofgehalten van het water te voorkomen.

4.4.4 Infiltratievoorzieningen

Uitgangspunt bij het bepalen van de onderlinge afstand van de infiltratievoorzieningen is

een goede bereikbaarheid van de voorziening voor het afstromende hemelwater (H+N+S, Ingenieursbureau Utrecht, 1996). Rekening houdend met het benodigde afschot om het water zichtbaar te doen afstromen wordt aanbevolen tussen de voorzieningen een afstand van gemiddeld 200 m aan te houden. Hiermee wordt de gemiddelde afstand van verharding tot aan de voorziening 100 m. Grotere afstanden leiden tot het toestaan van zichtbare hoogteverschillen in een woongebied (>0,30 m).

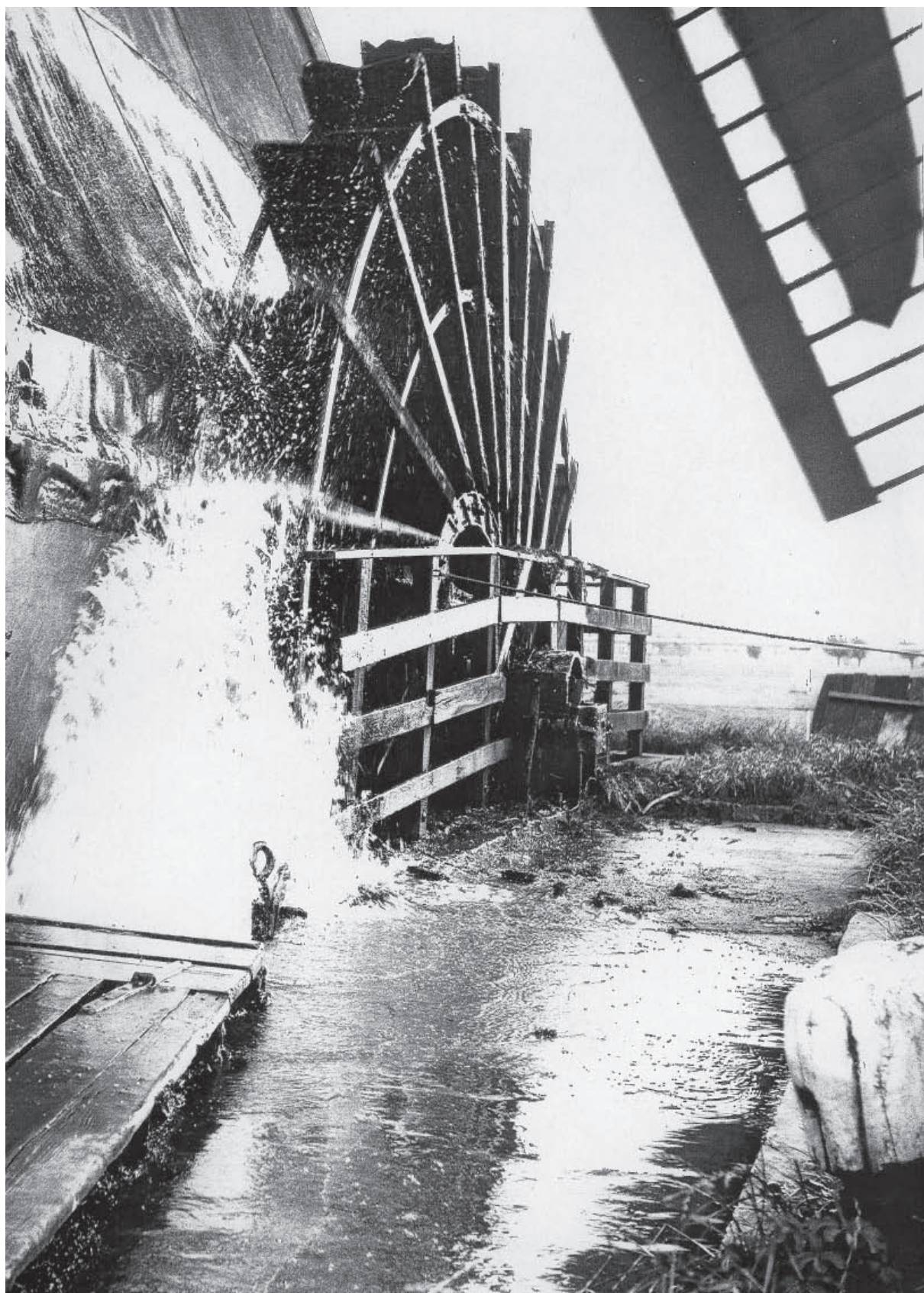
Indien gekozen wordt voor een concentratie van de voorzieningen op één plaats zullen grote hoogteverschillen geaccepteerd moeten worden (tot 1 m). Bovendien zal bij een vermaasd wegenpatroon rekening gehouden moeten worden met kruisingen van waterstromingen hetgeen de beheersbaarheid van de stroom niet ten goede komt.

4.5 Kunstwerken

Figuur 4.8 geeft een overzicht van alle voorziene kunstwerken voor het hoofdwaterstelsel. Onderscheiden worden stuwen, pompen, sifons en inlaatpunten.

4.5.1 Stuwen

In de hoofdwatergangen zijn 16 stuwen nodig, waarvan er 9 liggen in de gemeente



figuur 4.8 Watermolen

Vleuten-De Meern en 6 in de gemeente Utrecht. De stuwen dienen regelbaar te zijn om fluctuatie en berging in de hoofdwatgangen mogelijk te maken. De stuwen dienen dusdanig te worden afgesteld dat er peilverschillen van rond de 0,30 m ontstaan tussen twee peilvakken. Kleine variaties als gevolg van stedenbouwkundige wensen zijn hierin mogelijk (paragraaf 4.7). De stuwen hebben, om financiële redenen, een breedte van maximaal 5 meter. De resterende breedte van de watgangen wordt middels een aarden wal of kering overbrugd (zie figuur 4.9).

In het lage stelsel dienen de incidenteel aanwezige stuwen voor organismen (zoals vissen) gemakkelijk passeerbaar te zijn, bijvoorbeeld door de aanleg van vistrappen. Hierdoor vormt niet alleen het lage stelsel een doorgaande ecologische verbinding, maar worden ook de ecologische relaties met de omgeving van het plangebied versterkt. Dit laatste is één van de eisen van het Masterplan. Vanwege de ecologische verbindingsfunctie van het lage stelsel is ter hoogte van stuwen tevens een vochtige/natte landverbinding noodzakelijk. Het meest gewenst is hierbij een niet te vaak per jaar gemaide ruigtevegetatie van circa 2 meter breedte.

4.5.2 Pompen (opvoer voorzieningen)

In het hoofdwaterstelsel worden vier pompen gebruikt. Twee opvoerpompen zijn benodigd om het water vanuit het lage stelsel in het hoge stelsel te pompen. Beide hebben een pompcapaciteit van 1 m³/s.

Daarnaast is één pomp nodig om het water vanuit Veldhuizen in het lage stelsel parallel aan de snelweg A12 te pompen (pompcapaciteit 1 m³/s) en één pomp om het water uit het systeem in de Haarrijn (onderdeel van het boezemstelsel) te pompen (capaciteit 2 m³/s). De pompcapaciteiten van 1 m³/s voor verplaatsing van water binnen het plangebied zijn bepaald op grond van berekeningen met het oppervlaktewatermodel. Hierbij is een zekerheidsfactor van 2 gehanteerd (Ingenieursbureau Utrecht, 1997a). Op de Haarrijn mag van het Waterschap niet meer worden afgevoerd dan 2 m³/s. De pompcapaciteit is hierop afgestemd. Deze capaciteit is voldoende om in perioden van extreme neerslag voldoende water te kunnen afvoeren (Ingenieursbureau Utrecht, 1997a).

Ten behoeve van de (vis)fauna wordt voorgesteld gebruik te maken van vijzelgemalen. Deze zijn het minst destructief. Tussen de snelweg A2 en de spoorlijn Utrecht/Amsterdam bij Breukelen moet een molen wijken voor verbreding van de infrastructuur. Deze molen pompt water op, zowel op wind- als op motorkracht (figuur 4.10). Molens van dit type stonden tot in deze eeuw ook in het Leidsche Rijngebied (bij Haarrijn en in Vleuterweide bijvoorbeeld), maar zijn stuk voor stuk vervangen door gemalen. De betreffende molen is tegen een symbolisch bedrag aangeboden aan Leidsche Rijn, mits de verplaatsing verzorgd kan worden. De molen kan de plaats innemen van één van de pompen in het nieuwe watersysteem, en een herkenningspunt worden in de nieuwe stad (figuur 4.9).

4.5.3 Sifons

Het hoofdwatgangenstelsel wordt drie keer doorsneden door de Leidsche Rijn. Om circulatie te garanderen zullen daarom sifons aangebracht worden die de verbinding vormen tussen de watgangen ten noorden en ten zuiden van de Leidsche Rijn. Twee sifons liggen in de gemeente Vleuten-De Meern; de derde ligt in de gemeente Utrecht. Sifons zijn goed passeerbaar voor de in Leidsche Rijn te verwachten vissoorten en kleinere waterorganismen.

Ook zullen sifons benodigd zijn om de Waterleiding Rijn Kennemerland (WRK - leiding) te kunnen kruisen. In totaal betreft dit zes locaties. Viermaal is dit het geval in het Grand Canal gebied, éénmaal nabij de Put van Kraal en éénmaal ten noorden van de spoorlijn Utrecht-Den Haag. Om de afvoer vanuit de Meern richting Heicopse polder te handhaven zal een duikersconstructie aangebracht moeten worden. De sifons worden uitgevoerd als dubbele leiding om enerzijds de aanlegkosten te minimaliseren maar bovendien ook om de bedrijfszekerheid te vergroten.

4.5.4 Bruggen

Om het doorgaande karakter van het lage stelsel te garanderen met zo min mogelijk barrières dienen hier kruisingen met wegen plaats te vinden in de vorm van bruggen en dienen duikers te worden vermeden. In het

hoge stelsel kunnen kruisingen van weg- en waterwegen ook uitgevoerd worden met duikers. Het doorgaande karakter is minder van belang; kenmerk van het hoge stelsel is juist het gecompartmenteerde, meer stagnante karakter.

Vooralsnog is er slechts indicatief aan te geven hoeveel bruggen in het stelsel noodzakelijk zijn, aangezien er nog geen volledig beeld is van de kruisingen tussen land- en waterwegen. Naar verwachting dienen in de Gemeente Vleuten-De Meern circa 15 bruggen en in de Gemeente Utrecht 52 bruggen te worden aangelegd om de hoofdwatgangen te kunnen kruisen. Daarnaast zijn er nog 7 bruggen op de gemeentegrens geprojecteerd. Deze informatie is onder andere gebaseerd op VHP (1996) en Projectbureau Leidsche Rijn Utrecht (1996).

Bruggen dienen ook een deel van beide (moeras)oevers te overbruggen (minimaal 1 meter). Als om financiële redenen een dergelijke overspanning niet mogelijk is, of indien onverhoopt toch voor een duiker in plaats van een brug wordt gekozen, dient aan weerszijden van de oever een looprichel en/of drijfbalk aangebracht te worden, zodat barrière-werking voor fauna wordt voorkomen. Een eventuele duiker dient in elk geval een zodanige omvang te hebben dat deze doorschaatsbaar en doorvaarbaar is (kano's).

4.5.5 Knelpunten

Ten zuiden van de Meern wordt een primaire waterkering onderbroken op de plek waar de Meerndijk doorsneden wordt door een waterloop. Het betreft een slapende dijk, die een functie vervult als de Lekdijk doorbreekt. Hiervoor moeten extra voorzieningen getroffen worden zodat in geval van nood de waterkering weer gesloten kan worden. Dit kan bijvoorbeeld door het inbrengen van schotten in de waterloop, zoals ook elders gebruikelijk. Oplossing dient in stand te komen in overleg met het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden.

De aansluiting van het Grand Canal op de Haarijnse Plas valt nagenoeg samen met de kruising met de WRK-leiding. Tevens kruisen hier het Grand Canal en de aansluiting op de snelweg A2. Bij het ontwerp voor de plas zijn aanzetten gegeven voor een oplossing van

deze verknoping, en ook het Programma van Eisen voor de prijsvraag van het Centrale Park bevat deze opgave (Projectbureau Utrecht, 1997).

Delen van het watersysteem vallen buiten het plangebied van Leidsche Rijn. Dit betreft het noordelijk van de Haarijnse Plas gelegen Groot Groengebied Utrecht alsmede de te verbreden wetering langs de Joostenlaan, of het alternatieve tracé wat hiervoor in studie is (zie ook paragraaf 3.5.1). In samenwerking met de planners van het Groot Groengebied Utrecht dient een kader gevonden te worden waarbinnen realisatie mogelijk is. Ook het toekomstige bedrijventerrein ten zuidoosten van de snelweg A2 maakt geen deel uit van het hoofdwaterstelsel (zie ook plankaart). Dit met name vanwege de geïsoleerde ligging van het gebied tussen snelweg en kanaal, wat aantakking aan het hoofdsysteem vrij kostbaar maakt. Voor dit deelgebied dient een zelfstandig watersysteem ontworpen te worden.

Deze opsomming van te nemen maatregelen en knelpunten heeft niet de pretentie volledig te zijn. De nieuwe materie, complexiteit en lange planningstermijn maken het waarschijnlijk dat zich onvoorziene zaken zullen aandienen.

4.6 Het zuiverings-systeem

De ambities met betrekking tot de waterkwaliteit van het stelsel zijn hoog. Om de beoogde waterkwaliteit te realiseren zijn er diverse zuiveringstrappen in het systeem ingebouwd die zowel de externe belasting als de interne belasting van het watersysteem minimaliseren. De werking van de diverse zuiveringsmechanismen is beschreven in hoofdstuk 2. In dit hoofdstuk wordt vooral ingegaan op de plaats van de zuiveringstrappen binnen het ontwerp. Op de te verwachten effectiviteit van het zuiveringssysteem en de te verwachten waterkwaliteit wordt ingegaan in hoofdstuk 6.

4.6.1 Het extern aangevoerde water

Ten behoeve van de waterkwaliteitsverbetering van het inlaatwater (externe belasting) zijn een aantal zuiveringstrappen in het systeem ingebouwd. Gestreefd is naar een goed beheersbaar en efficiënt functione-

rend zuiveringssysteem, het minimaliseren van het ruimtebeslag en het benutten van gebiedskenmerken en natuurlijke zuiveringsprocessen.

Bij de situering van het zuiveringssysteem (infiltratiefilter) hebben de volgende beweegredenen een rol gespeeld:

- een zo gering mogelijke afstand tot de bron van inlaat;
- inpassing in de omgeving (het industriële karakter van het filter en eventuele hinder);
- benutten van 'restruimte';
- de mogelijkheid tot zuivering van zowel inlaatwater als intern circulerend water.

Dit heeft ertoe geleid dat het infiltratiefilter is gesitueerd in de zuidoosthoek van het plangebied, in de 'oksel' van de snelwegen A12 en A2. De totaal voor het zuiveringsfilter beschikbare oppervlakte bedraagt hier 6,2 ha.

Inlaat vindt plaats via de Leidsche Rijn. Van hieruit wordt het water via een circa 1500 meter lange aanvoersloot naar het infiltratiefilter geleid. In deze sloot vindt sedimentatie van zwevend materiaal plaats. Paragraaf 2.5.3 geeft een toelichting op het functioneren van het filter. Voor meer details wordt verwezen naar de deelstudie 'Voorontwerp helofyten-filter Leidsche Rijn' (IWACO, 1997c).

Het filter heeft zowel een rol in de zuivering van het inlaatwater als in de zuivering van het intern circulerende water. De nieuwe waterhuishouding van Leidsche Rijn richt zich sterk op het reduceren van de hoeveelheid in te laten water. Uit berekeningen is gebleken dat in een gemiddeld hydrologisch jaar de waterbalans sluitend is en geen inlaat nodig is (IWACO, 1997a). De negatieve invloed van dit inlaatwater op de waterkwaliteit van Leidsche Rijn wordt hiermee reeds sterk teruggedrongen. In de toekomst wordt hierdoor de interne belasting (de beïnvloeding van de waterkwaliteit vanuit het gebied zelf) een relatief belangrijke factor (zie ook Tauw, 1996; IWACO, 1997c; Waterloopkundig Laboratorium, 1997). Vooralsnog is het infiltratiefilter gedimensioneerd op de volledige behandeling van het inlaatwater in een extreem droog jaar. In een dergelijke situatie dient toch nog veel water te worden ingelaten (circa 2,2 miljoen m³, met een maximum van circa 230 l/s; zie ook paragraaf 6.1). Doordat de waterbalans op

gebiedsniveau nagenoeg gesloten kan worden en er slechts in extreem droge situaties sprake zal zijn van waterinlaat worden interne bronnen van verontreiniging relatief belangrijk. Modelberekeningen tonen aan dat zuivering van het intern circulerende water essentieel is voor het bereiken van de beoogde, goede waterkwaliteit (IWACO 1997c). De zuiveringscapaciteit van het filter is hiertoe voldoende. Met het gewenste circulatiedebiet van 400 l/s (paragraaf 5.1) kan mogelijk niet al het circulerende water over het filter worden geleid en wordt een deel van het water niet gezuiverd.

Aangezien de totale belasting van het systeem gelijk blijft (geen toename bronnen) en het circulerende water meerdere malen het filter zal passeren, zal dit geen effect hebben op de uiteindelijke waterkwaliteit.

Bij waterinlaat vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal (in extreem droge situaties) dient het inlaatwater volledig over het filter geleid te worden. Alleen in extreme situaties kan de maximaal acceptabele belasting van het filter worden overschreden. In dat geval is het beter om een klein deel van het water onbehandeld in te laten, dan het filter over te belasten. Dit zal leiden tot een tijdelijke en locale verslechtering in de waterkwaliteit die echter op de langere termijn geen negatieve gevolgen zal hebben. De veerkracht van het toekomstige watersysteem is voldoende groot om dergelijke situaties aan te kunnen.

4.6.2 Het intern circulerende water

Zoals hierboven aangegeven zal het circulatiewater grotendeels behandeld worden door het infiltratiefilter. Dit is essentieel voor het bereiken van de gestelde waterkwaliteitseisen (IWACO, 1997c) en de realisering van de ecologische ambities. Binnen het hoofdwatersysteem zelf vindt aanvullende waterkwaliteitsverbetering plaats. Diverse zuiveringstrappen worden hiertoe ingezet. Benadrukt dient te worden dat voor een goed zuiveringsrendement een goed beheer van deze systemen essentieel is. Zonder (periodieke) verwijdering van stoffen vindt slechts ophoping plaats en uiteindelijk nalevering (en dus verslechtering van de waterkwaliteit).

Onderscheiden zuiveringstrappen zijn:

- passage via bermen, bodem of brede moerasbufferstroken: afvang van voedingsstoffen en verontreinigingen;
- oppompen en circuleren van water: inbreng van zuurstof;
- passage van een diepe (bezink)plas;
- drijfblad- en onderwatervegetaties: inbreng van zuurstof, afvang van zwevend materiaal en opname van voedingsstoffen.

Passage via bermen, bodem of brede moerasbufferstroken

Rechtstreekse afstroming van regenwater over verhard oppervlak naar het oppervlaktewater dient te worden voorkomen. In stedelijk gebied (met veel verharding) wordt met name de passage van droge bermen (incl. bodempassage) ingezet voor de verbetering van de waterkwaliteit van dit afstromende water. Invulling dient plaats te vinden op het niveau van deelgebieden/wijken.

Uitspoeling uit onverhard oppervlak kan eveneens een belangrijke bron van verontreiniging zijn voor het oppervlaktewaterstelsel (Tauw Civiel en Bouw, 1996). Ter reductie van deze belasting dienen met name op plaatsen waar het hoofdstelsel (voormalig) agrarisch gebruikte gronden doorsnijdt, brede vegetatierijke oeverstroken (moeras bufferstroken) aangelegd te worden.

Oppompen en circuleren

Om het (interne en externe) zuiveringsstelsel optimaal te laten functioneren dient het water enigszins te stromen. De pompcapaciteiten in het stelsel zijn hierop aangepast. Uitgegaan wordt van een minimaal circulatiedebiet van 400 l/s. Dit leidt tot een zichtbaar langzaam stromend water. Bij de dimensionering van het stelsel zijn eisen gesteld aan de maximale stroomsnelheden. Dit om opwerveling van bodemmateriaal en oevererosie te voorkomen. Voor watergangen in zandig gebied is een maximum gesteld van 0,5 m/s, in kleiig gebied geldt 0,6 m/s en in grote waterlopen 0,7 m/s.

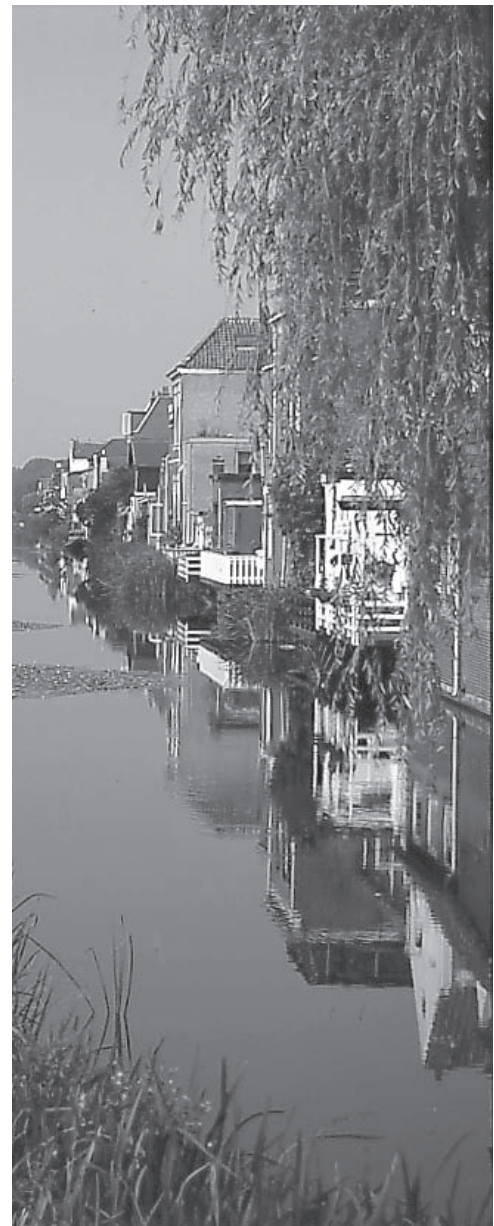
Passage van een diepe (bezink)plas (Haarrijnse Plas)

De Haarrijnse Plas maakt integraal onderdeel uit van het nieuwe watersysteem. De plas kan

hierdoor niet alleen een belangrijke functie voor waterbuffering vervullen, maar ook voor de waterkwaliteitsverbetering van het circulerende water.

Drijfblad- en onderwatervegetaties

Het getrapte hoge stelsel is nauwelijks geschikt als vaarwater. Hierdoor is dit deel bij uitstek geschikt voor de ontwikkeling van drijfbladvegetaties (Witte waterlelie; Gele plomp; Watergentiaan). Drijfbladvegetaties hebben in deze stedelijke omgeving een waterzuiverende functie, maar zijn ook ecologisch van waarde



figuur 4.1 | Afwijkingen van het standaardprofiel

en van belang voor de belevingswaarde van het oppervlaktewater. Indien geen spontane ontwikkeling van drijfbladvegetaties optreedt kunnen deze worden aangeplant. Van belang is dan wel dat inheems materiaal, bij voorkeur afkomstig uit de directe omgeving wordt gebruikt.

Het lage stelsel daarentegen, is meer geschikt voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten en brede helofytische oevers. Ondergedoken waterplanten zijn goed te combineren met de beoogde vaarfunctie van het lage stelsel. Ook hier kunnen de vegetaties eventueel worden aangeplant.

De functionele verschillen tussen beide stelsels zijn ook in de profielen van de watergangen tot uitdrukking gebracht (paragraaf 4.4).

4.7 Vrijheidsgraden in aanpassing van het ontwerp

Het functioneren van het stelsel zoals beschreven in dit rapport moet mogelijk blijven bij aanpassingen in het ontwerp en verdere detaillering van verschillende onderdelen. Op dit moment is niet te voorzien welke afwijkingen zullen worden voorgesteld. Essentieel is echter dat er niet getornd wordt aan de essenties van het ontwerp en de gestelde ambities! In het navolgende wordt indicatief aangegeven welke vrijheidsgraden binnen het ontwerp aanwezig zijn. Het blijft echter van belang de consequenties van elke afwijking duidelijk in beeld te brengen en te beoordelen.

4.7.1 Afwijkingen in de maatvoering

Indicatief is gesteld dat voor de hoofdwatgangen een breedte van 5 à 6 meter op de waterlijn minimaal is om voldoende water te verwerken. Plaatselijk kunnen reeds geringe afwijkingen hiervan tot grote problemen leiden, zoals stuwingen en het risico van natte voeten. Bij het afwijken van de voorkeursbreedtes van de profielen is het daarom noodzakelijk steeds het stelsel opnieuw door te rekenen. Het benodigde instrumentarium is hiervoor beschikbaar.

Dit geldt ook voor het verbreden van waterlopen. In het hoge gebied is verbreding ongewenst omdat dat de watervraag doet toenemen (meer infiltratie en verdamping), en daarmee de noodzaak van waterinlaat en zuivering. Verbreding van waterlopen in het lage stelsel kan gunstig zijn voor de waterbalans (meer kweltoevoer) maar kan tevens leiden tot verdroging in de omgeving van het plangebied.

Ook afwijkingen in de diepte van het water moeten zorgvuldig worden afgewogen. Minder diep maakt dat het water niet voldoende snel kan worden aan- of afgevoerd, dat het sneller gaat stromen en 's zomers sneller opwarmt. Waterdieptes van minder dan 1 meter zijn in de hoofdwatgangen dan ook ongewenst. Ook het onderhoud met de veegboot en recreatief varen komt dan in gevaar.

Plaatselijk grotere dieptes dan de geadviseerde 1,5 meter zijn uit oogpunt van waterkwaliteit en ecologie geen probleem. Indien echter de deklaag of scheidende lagen

	GEMEENTE UTRECHT	GEMEENTE VLEUTEN-DE MEERN	TOTAAL WATERSYSTEEM
Hoofdwatgangen inclusief taluds	37,9 ha	68,0 ha	106,0 ha (73%)
Wijkwatgangen inclusief taluds	16,7 ha	23,5 ha	40,0 ha (27%)
Totaal	54,6 ha (37%)	91,5 ha (65%)	146,1 ha (100%)

Tabel 4.2 Het ruimtebeslag van het nieuwe watersysteem (excl. ca. 3,4 ha droogvallende watergangen)

worden doorsneden kan dit tot belangrijke (negatieve) hydraulische en geohydrologische effecten leiden. Dit geldt bijvoorbeeld voor het uitgraven van de Haarrijnse Plas tot een diepte groter dan circa 40 meter en voor de diepte van de watergangen in Veldhuizen. Een waterdiepte van 1,5 m in dit gebied leidt reeds tot duidelijk negatieve effecten op de grondwatersituatie van de omgeving (zie ook paragraaf 6.1).

4.7.2 Continuïteit en variatie in de oevers

Uit ecologisch oogpunt is het van belang dat er een grote mate van continuïteit in de oevers bestaat en ze over grotere lengtes geschikt zijn voor de doelsoorten. Voor het ecologisch functioneren als verbinding is het van belang dat de flauwe oever van de waterlopen van het lage stelsel over grote lengtes (kilometers) aan dezelfde zijde van de watergang is gelegen. Deze keuze moet in een vroeg stadium gedaan worden, daar alleen bij belangrijke onderbrekingen in de doorgaande structuur (zoals bij het kruisen van de Leidsche Rijn) een wisseling van het flauwe talud van de ene naar de andere oever te verdedigen is. De flauwe zijde ligt bij voorkeur aan de minst intensief gebruikte kant, zodat verstoringen beperkt blijven. Waar het doorgaande karakter van de flauwe oever niet gehandhaafd kan worden dient aan de steile zijde een vooroever aangebracht te worden, zie principes in bijlage 4. Op een lager schaalniveau is daarentegen uit ecologisch oogpunt juist een grote mate van variatie in inrichting gewenst (zie ook figuur 4.11).

Ook bij het vormgevingsaspect, de rol die het water speelt in de structurering van de nieuwe stad, is continuïteit belangrijk. Voor een deel wordt die al gevormd door het water zelf, voor een deel is daarbij de vormgeving van de oevers, de bruggen, stuwen en andere elementen belangrijk. Punt van aandacht daarbij is de gefaseerde aanleg van de hoofdwaterlopen. Het ontwikkelen per deelgebied met de inliggende waterloop maakt dat de continuïteit en goede aansluitingen niet vanzelfsprekend zijn. Zo ook de aansluitingen over de gemeentegrenzen.

4.7.3 Afwijkingen in peilen

De peilen zijn zorgvuldig afgewogen. Hierbij is rekening gehouden met het aanliggend

maaiveld, de drooglegging, veranderingen in de grondwatersituatie en kwetsbare funderingen. Aanpassingen hierin vragen om zeer zorgvuldige (geohydrologische) studie, waarbij steeds opnieuw zowel de effecten op de waterbalans als de effecten binnen en buiten het plangebied in beeld gebracht zullen moeten worden.

De plaats van de peilsprongen is indicatief; er is geen bezwaar tegen het beperkt verschuiven ervan. Het eventueel opsplitsen in meerdere peilvakken, waarmee de sprongen kleiner worden dient nader te worden onderzocht op mogelijk effecten. Daarnaast werkt dit kostenverhogend. Bij eventueel grotere peilvakken en/of grotere peilsprongen dienen de effecten op de drooglegging van het aanliggend maaiveld te worden nagegaan.

4.8 Het ruimtebeslag

Voor een overzicht van het ruimtebeslag is de breedte en lengte van wateroppervlak en taluds opgeteld. Hierbij is een onderverdeling gemaakt per gemeente. Het totale watersysteem (hoofd- en wijkwatergangen incl. taluds) heeft een oppervlakte van 146,1 ha. In totaal 37% hiervan ligt op Utrechts grondgebied; het overige deel (65%) ligt in Vleuten-De Meern. Het hoofdwaterstelsel (incl. bijbehorende taluds) neemt een oppervlakte in van circa 106,0 ha, 73% van het totaal. Niet opgenomen in deze getallen zijn de Haarrijnse Plas (circa 100 ha), de Joostenlaan-wetering en de noordelijke waterpartijen van het Groot Groengebied Utrecht, het waterrijke gebied ten noorden van de Haarrijnse Plas (circa 11,5 ha).

Het ruimtebeslag is weergegeven in tabel 4.2. Een meer gedetailleerd overzicht is opgenomen in bijlage 5. In een notitie van het Ingenieursbureau Utrecht (1997e) is het ruimtebeslag vergeleken met de voorstellen in de Structuurschets voor Vleuten-De Meern (VHP, 1996) en de ontwikkelingsvisie van de Gemeente Utrecht (Projectbureau Leidsche Rijn Utrecht, 1996). Een complete vergelijking is niet sluitend te krijgen; wel blijkt in vergelijking met het Masterplan de oppervlakte water goed overeen te komen met de gereserveerde ruimte vermeerderd met bestaand in te passen water.

5 HET FUNCTIONEREN

5.1 Het waterhuishoudkundig beheer

Voor de waterhuishouding is gekozen voor een duurzaam systeem waarbij zoveel mogelijk water in het gebied gehouden wordt en zo min mogelijk wordt ingelaten. Om dit mogelijk te maken zijn bufferingsmechanismen ingebouwd, namelijk buffering in de bodem en buffering in oppervlaktewater. In tegenstelling tot in de huidige situatie, die zich richt op het beheersen van vastliggende peilen en de aan- en afvoer van water, zal het waterbeheer van het toekomstige stelsel zich dan ook dienen te richten op maximale buffering van water, echter uiteraard zonder dat het gebied hierdoor teveel vernat of verdroogt. In deze paragraaf wordt ingegaan op de werking van dit systeem. Hierbij zal vooral worden ingegaan op de sturingsmogelijkheden. De voorzieningen die nodig zijn, zijn reeds besproken in het vorige hoofdstuk.

5.1.1 Beheersing van, en sturing in oppervlaktewaterpeilen

Voor de beheersing van oppervlaktewaterpeilen zijn voorzieningen als pompen en stuwen in het systeem opgenomen. Indien immers geen stuwvakken aangebracht worden zal al het stedelijk water versneld naar het laagst gelegen gebied stromen en aldaar relatief hoge waterstanden veroorzaken. Pompen zijn nodig om peilverschillen te overbruggen, om water versneld te kunnen verplaatsen (bijvoorbeeld in geval van calamiteiten; zie paragraaf 5.5) en om een

bepaald circulatiedebiet in het stelsel te realiseren. Deze minimale circulatie is nodig om kwaliteitsredenen (verblijftijden en zuiveringssysteem), maar ook voor de beheersing van de peilen in de verschillende stuwvakken.

Voor het bepalen van de pompen die moeten zorgen voor circulatie van water in het systeem is uitgegaan van een hydrologisch droog jaar en van dit jaar de droogste maand (de maand juli). Ook in deze periode moet een minimale stroming aanwezig zijn, niet alleen om kwaliteitsredenen, maar ook voor de beheersing van de peilen in de verschillende stuwvakken.

Hierbij is ervan uitgegaan dat met een maximale verblijftijd van twee dagen in het meest kritische stuwvak een voldoende hoge verversingssnelheid wordt gerealiseerd om overdadige opwarming en algenbloei in het stuwvak te voorkomen. Het meest kritische stuwvak is gelegen in het zuidwestelijk deel van het hoge stelsel met een peil van NAP 0,00 / -0,30 m. Uitgaande van het volume van dit vak zal het debiet tenminste 85 l/s moeten bedragen.

Behalve een minimaal benodigde stroomsnelheid zal ook extra water aangevoerd moeten worden om de wegzijging vanuit de watergangen in het hooggelegen gebied te compenseren. Uit modelstudies is gebleken (IWACO 1997a) dat er in de hoge ring een verlies optreedt van 195 l/s. Omdat een deel van het water, benodigd voor de circulatie, niet naar het kritische peilvak wordt geleid maar via splitsingen wordt afgevoerd naar ondermeer de zuidelijke tak van het lage

stelsel en de noordelijke tak van het hoge stelsel is er een hogere capaciteit benodigd dan alleen de optelling van de genoemde debieten. Het blijkt (Ingenieursbureau Utrecht, 1997a) dat een minimaal circulatiedebiet benodigd is van 400 l/s. Bij dit debiet bedraagt de verblijftijd in het meest kritische peilvak 1,9 dagen. Het gemaal ten zuiden van de Leidsche Rijn is bedoeld als opvoervoorziening om, in zeer natte perioden, water vanuit het lage stelsel in het hoge te pompen. De capaciteit van het gemaal bedraagt 1 m³/s. Dit gemaal is dan ook van voldoende capaciteit om in droge perioden water aan te voeren ter compensatie van het wegzijgende water en de vereiste maximale verblijftijd van 2 dagen te garanderen. Bij het ontwerp van het gemaal zal echter wel rekening gehouden moeten worden dat het gemaal voor beide taken ingezet kan worden. Een minimaal circulatiedebiet van 400 l/s lijkt dus voor alle functies voldoende te zijn. Om de bufferingscapaciteit optimaal te benutten zal een doordacht beheersregime dienen te worden ontwikkeld. Optimale buffering betekent sturing op zo laag mogelijke peilen in de zomer (echter zonder dat deze worden overschreden) en zo hoog mogelijke peilen in het (vroeg) voorjaar (echter zonder dat deze worden overschreden). Het beheersregime zal tot stand dienen te komen op grond van praktijkervaringen, een goed besturingssysteem, controle van het waterbeheer en een goede monitoring van de reactie van het stelsel.

Het voorgestelde stuwbeheer komt er in de praktijk op neer dat er gedurende een groot deel van het jaar een constante, maar geringe 'standaard'-afvoer over de stuwkruin plaatsvindt. In een situatie met minimale peilstanden (zomerperiode) zal deze afvoer in stand gehouden worden door de inlaat van (zo weinig mogelijk) water. In paragraaf 6.1 wordt ingegaan op de in te laten hoeveelheid water van buiten het gebied.

Alleen wanneer het systeem maximaal gevuld is (maximale peilen) mag een groter debiet over de stuwkruin afgevoerd worden. In deze situatie wordt water afgelaten of uitgeslagen op de omgeving, totdat genoemde (minimale) 'standaard'-afvoer weer wordt bereikt.

Sturing op de hoogte van alle stuwen zal verlopen via peilmetingen in de grote waterplassen. Als deze zich langzaam gaan vullen zullen de peilen in de bovenstroomse gelegen panden eveneens opgezet moeten worden. Op deze wijze wordt het mogelijk om de berging in de hoofdwatergangen en wijkwatergangen optimaal te benutten. Om te voorkomen dat waterpeilen worden onderschreden dient water ingelaten te worden. Met de zelfde peilmeting kan ook hier sturing aan gegeven worden; op het moment dat het waterpeil in de Haarrijnse Plas onder een minimum dreigt te zakken wordt water ingelaten vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal. Alhoewel het mogelijk is de stuwen handmatig te besturen wordt om kosten-technische overwegingen geadviseerd een real-time controle besturingssysteem op te zetten. Bij dit geautomatiseerde systeem worden via regelaars stuwen en pompen ingesteld waarbij gebruik gemaakt wordt van de gemeten peilen en een beslismodel. Belangrijke onderdelen bij dit systeem zijn meetsensoren, regelaren en een betrouwbaar data-communicatiesysteem.

5.1.2 Beheersing van, en sturing in grondwaterpeilen

Doordat veel wijkwatergangen in directe verbinding staan met hoofdwatergangen kan sturing gegeven worden aan de peilen in de wijken waar bebouwing gehandhaafd wordt. Sturing op de grondwaterstand vindt hier plaats via het oppervlaktewaterpeil.

In gebieden waar geen grondwaterstanden hoeven te worden gehandhaafd kan de bufferingscapaciteit van de bodem worden benut. Buffering in de bodem wordt gerealiseerd door afkoppeling via infiltratievoorzieningen en aanleg van watergangen in inrijingsgebieden waarbij de deklaag wordt doorsneden. Via de infiltratievoorzieningen en watergangen kan het grondwater aangevuld worden tot een maximaal toelaatbare grondwaterstand. Beheersing van de peilen wordt mogelijk gemaakt door instelling van maximale peilhoogtes in de infiltratievoorzieningen en het eventueel uitbreiden van het drainagenet. Indien het grondwater in bepaalde gebieden beneden een bepaald minimum dreigt te zakken dient naar de

betreffende gebieden water aangevoerd te worden via het oppervlaktewaterstelsel. Ook hierbij wordt een real-time controle besturingssysteem geadviseerd. Dit geldt met name voor gebieden waarbij uitzakking van grondwaterstanden tot onaanvaardbare risico's leidt.

5.2 Beheer en onderhoud van het oppervlaktewaterstelsel

Het waterzuiveringssysteem in het plangebied Leidsche Rijn bestaat uit infiltratievoorzieningen, berm- en bodempassage, natte bufferstroken en een infiltratiefilter (zie ook hoofdstuk 2). In deze paragraaf worden deze onderdelen achtereenvolgens besproken waarbij met name wordt ingegaan op beheers- en onderhoudsaspecten. De voorzieningen die nodig zijn, zijn reeds besproken in het vorige hoofdstuk. In de rapportage van de Werkgroep Beheer en Onderhoud Waterhuishouding Leidsche Rijn (1997) wordt nader ingegaan op de diverse beheersaspecten en de kosten.

5.2.1 Infiltratievoorzieningen

In paragraaf 2.5.4 is aangegeven op welke wijze de zuiverende werking van infiltratievoorzieningen is te benutten. In elk geval zullen grove en fijne bestanddelen in de voorziening worden afgevangen. Hiermee worden ook aangehechte verontreinigingen opgehoopt, zoals voedingsstoffen (met name fosfaat) en zware metalen. Nog onduidelijk is in hoeverre ook PAK's worden afgevangen. Nader onderzoek zal dit duidelijk dienen te maken.

Naar verwachting is periodieke opschoning van de toplaag van de bodem noodzakelijk. De frequentie van opschoning is naar verwachting niet hoger dan éénmaal per tien jaar. Nader onderzoek (monitoring) zal dit duidelijk dienen te maken. Geadviseerd wordt de aard en omvang (dikte) van de sliblaag in de infiltratievoorziening en eventuele grotere infiltratievelden na een tweetal jaren te bepalen. Bij een aantal locaties zal ook gekeken dienen te worden naar mogelijke doorslag van schadelijke stoffen naar het grondwater.

Afhankelijk van de resultaten van deze metingen dient te worden bepaald na welke periode de opgehoopte vervuiling moet worden verwijderd. Bij geconstateerde doorslag naar het grondwater dienen maatregelen te worden getroffen om dit te voorkomen, bijvoorbeeld door aanpassingen in de infiltratievoorzieningen.

5.2.2 Berm- en bodempassage

Met deze zuiveringstrap worden eveneens vooral de grove bestanddelen en zwevend materiaal afgevangen. Afvoer van stoffen vindt plaats door het maaien en afvoeren van vegetatie. Bij frequent maaien en afvoeren (één tot enkele keren per jaar) zullen de gehalten aan verontreinigingen in het maaisel beperkt zijn. Tevens zal hierdoor geen snelle ophoping van verontreinigingen in de bodem plaatsvinden. Onderzoek zal moeten duidelijk maken in hoeverre opschoning van de bodem (periodiek) noodzakelijk is.

Een belangrijk punt van aandacht bij (droge) bermen is de ophoping van hondenpoep. Aanvullende, preventieve maatregelen zijn noodzakelijk om verontreiniging van het oppervlaktewater te voorkomen (Ingenieursbureau Utrecht, 1997c).

5.2.3 Ondergedoken en drijvende waterplanten

De hoofdwatgangen in Leidsche Rijn zullen ten behoeve van de waterdoorvoer tot op een waterdiepte van 1,5 meter moeten worden uitgegraven. Op grond van de te verwachten waterkwaliteit en het doorzicht van het water (zie paragraaf 6.2) zal er tot in de diepste delen voldoende licht doordringen om onderwatervegetaties tot ontwikkeling te laten komen (Bureau Waardenburg, 1996a). Bij de groei van waterplanten worden voedingsstoffen opgenomen uit het water (ondergedoken en drijvende waterplanten) en de waterbodem (ondergedoken waterplanten). In de nazomer sterven de planten echter af, waardoor voedingsstoffen weer in het water vrijkomen. Als de planten echter geoogst worden voordat afbraak plaats vindt, kan nalevering van voedingsstoffen naar het oppervlaktewater worden voorkomen. Ten behoeve van een goede waterkwaliteit is het dus van belang dat waterplanten grotendeels worden verwijderd in de nazomer.

Eveneens om waterkwaliteitsredenen is het van belang dat de waterplanten zich in het voorjaar weer goed ontwikkelen. Ook uit ecologische oogpunt (onder andere foerageer-, schuil- en eierafzetmogelijkheden voor vissen) is dit noodzakelijk. Voor een goede ontwikkeling van waterplanten in het voorjaar wordt voorgesteld in de nazomer circa 20% van het oppervlakte aan waterplanten te sparen. Hierdoor blijven ook in de winter voldoende verblijfs- en schuilgelegenheden voor dieren over en wordt herkolonisatie van de kale bodem in het voorjaar gestimuleerd. Herkolonisatie kan goed plaats vinden via (enigszins) stromend water. De nalevering van nutriënten die in het najaar optreedt via de achtergebleven waterplanten is voor de watergangen te verwaarlozen ten opzichte van de andere bronnen. Voor de Haarrijnse Plas en de Plas Vleuterweide bedraagt de belasting circa 30% van de totale nutriëntenbelasting in het najaar (IWACO, 1997b).

Om de ecologische functies (onder andere leef-, foerageer-, voortplantings- en verbinding gebied van vele planten- en diersoorten) en waterkwaliteitsfuncties van het oppervlaktewaterstelsel zo min mogelijk te verstoren is het van belang het onderhoud van de watergangen zoveel mogelijk te beperken en op een zo natuurvriendelijk mogelijke manier uit te voeren. Het onderhoud van de hoofdwatgangen met een belangrijke wateraanvoer- of waterafvoerfunctie zal uiteraard afgestemd dienen te zijn op het behoud van de hydraulische capaciteit van de watergangen. Bij te grote obstructie door waterplanten kan een 'pad' worden gemaaid door de vegetatie waar het water doorheen kan stromen en voldoende doorstroombroef wordt verkregen. Maaien

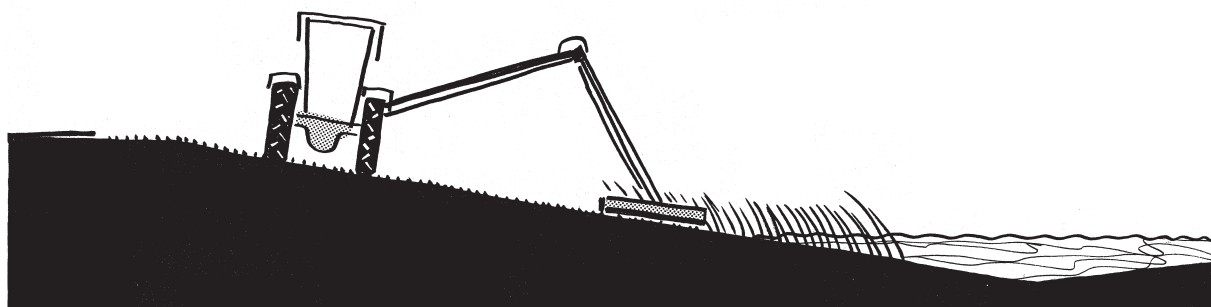
betekent in alle gevallen ook het afvoeren van het maaisel.

5.2.4 Natte bufferstroken (oevervegetaties)

Ook de helofytenstroken langs de oevers dienen, om nalevering van nutriënten te voorkomen naar het oppervlaktewater, in het najaar te worden gemaaid. Het volledig maaien van de oevers is echter nadelig voor water- en oeverorganismen (waaronder ook veel vogels), aangezien hierdoor slechts weinig verblijf- en schuilmogelijkheden overblijven. Dit probleem kan echter worden opgevangen door het handhaven van een zone overjarig riet langs/op de oever (bijvoorbeeld 2 meter overjarig riet bij een totale breedte van de rietzone van 5 meter). Door deze strook riet op de oever (of in een plasberm) te situeren en niet langs het open water wordt nalevering van voedingsstoffen naar het water door afbraak van plantenmateriaal beperkt.

5.2.5 Periode/tijdstip van onderhoud

Om waterkwaliteitsredenen is het essentieel water- en oevervegetaties regelmatig te maaien. Dit onderhoud vindt bij voorkeur plaats in de nazomer of het najaar (september - november), vóórdat planten afsterven (waarbij voedingsstoffen vrijkomen) of voordat de voedingsstoffen worden opgeslagen in het wortelstelsel. In alle gevallen dient het maaisel te worden afgevoerd, zodat de voedingsstoffen uit het (water)systeem worden verwijderd. Bij de afbraak van plantenmateriaal komt tot 75% van de door de planten opgenomen stikstof en fosfor weer vrij beschikbaar in het watersysteem (Leendertse *et al.*, 1993; Duel & te Broekhorst, 1991).



figuur 5.1 De maaiakorf

Houtige gewassen kunnen met een lagere frequentie worden geoogst. Oogsten is met name gebruikelijk bij grienden. Door de houtige vegetatie hoger op de oever te situeren wordt directe bladval in het water grotendeels voorkomen en zal nalevering van nutriënten beperkt zijn.

5.2.6 Methoden van onderhoud

Tabel 5.1 geeft een overzicht van de richtlijnen van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden voor het onderhoud van watergangen. Bij het ontwikkelen van de profielen is nadrukkelijk met deze richtlijnen rekening gehouden.

Onderhoud van de hoofdwatergangen vindt in principe plaats met een maaiboot. Overige watergangen (water en taluds) kunnen naar keuze met maaiboot, maaikorf (figuur 5.1) of met de hand worden onderhouden. De hellingshoek van de meeste taluds is zodanig dat ze berijdbaar zijn (tot 1:3).

Bij de detailontwerpen dienen de in- en uitlaatplaatsen voor de maaiboot gerealiseerd te worden, of de toegangspaden naar het water voor de maaikorf; dit in overleg met de toekomstig beheerder. Bij gebruik van zowel de maaiboot als de maaikorf mogen er in het traject niet te veel obstakels zijn; voor de maaikorf zijn omrijafstanden (om een obstakel heen weer naar het water toe) tot 50 meter acceptabel.

Voor het gehele stelsel dient door de waterbeheerders beheersplannen opgesteld te worden, waarin het beheer van de verschillende typen watergangen meer in detail geregeld wordt, en ook in de tijd gezet. Dit met het oog op zowel het verwijderen

van nutriënten, als op het ecologisch en hydraulisch functioneren van het stelsel.

5.3 Beheer en onderhoud van het zuiveringsfilter

In een aparte deelstudie (IWACO, 1997c) is het zuiveringsfilter uitgewerkt. De beheers- en onderhoudsinspanningen van het filter zijn recht evenredig met de grootte van het filter. Indien zowel het inlaatwater als het circulatiewater over het filter wordt geleid zal de omvang van het filter groot zijn en daarmee ook de beheers- en onderhoudsinspanningen. Indien alleen het circulatiewater wordt behandeld nemen de beheers- en onderhoudsinspanningen duidelijk af. Geadviseerd wordt een apart beheers- en onderhoudsplan op te stellen, hetgeen vergezeld dient te gaan van een monitorenplan. Het betreft monitoring van de waterkwaliteit van in- en effluent en het inlaat- en uitlaatdebiet. Hieruit kan het zuiveringsrendement van het filter en de aanvoersloot worden bepaald en is het hydraulisch functioneren van het filter af te leiden.

Teneinde een goede afvoer van voedingsstoffen te bewerkstelligen moet het riet in het vroege najaar worden gemaaid en verwijderd. Aanvoer- en drainageleidingen moeten periodiek (minimaal eenmaal per twee jaar) geregenereerd worden (schoonspoelen van de leidingen). Dit dient bij voorkeur te gebeuren voorafgaand aan de zomerperiode. De aanvoersloot dient periodiek te worden

	SCHOUWPAD	WATERBREEDTE EN -DIEPTE	KUNSTWERKEN	MAAIFREQUENTIE	OVERIG
VEEGBOOT (HEEFT VOORKEUR)		1,00 m diep; 1,50 m bodembreedte	2,50 m doorvaartbreedte; 1,00 m doorvaarthoogte	doorstroomprofiel 5 à 6 maal per jaar	niet teveel onderbrekingen: inlaatplaats
MAAIKORF	3 m breed; 5 m vrij van obstakels; doorgaand; 6 m tussen opgaande beplanting	tot 8 m uit de kant		2 maal per jaar	omrijden tot circa 50 m

Tabel 5.1 Kentallen voor het beheer en onderhoud van waterlopen (bron: Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden)

gebaggerd. De frequentie van baggeren en de wijze van verwerking hangt af van de aanwas-snelheid van het slib en de aard en mate van verontreiniging van de sliblaag. Via monitoring zal dit gevolgd dienen te worden.

In de toplaag van de bodem zullen verontreinigingen zich sterk ophopen. Periodieke opschoning van deze toplaag is dan ook nodig om een goed zuiveringsrendement alsmede nalevering te voorkomen. Dit is een omvangrijke en kostbare operatie. De frequentie van opschoning is onbekend en zal proefondervindelijk, onder meer door het monitoren van slibdikte en -kwaliteit, moeten worden vastgesteld.

5.4 Randvoorwaarden voor het wijk-waterstelsel

5.4.1 Hoogteligging/maaiveld

De drooglegging (het verschil tussen waterpeil en wegpeil) bedraagt onder normale omstandigheden tenminste 0,9 meter. Deze maat is vereist om onder wegen van de hoofdinfrastructuur een ontwateringsdiepte van 0,7 meter te behalen. Voor woningen, groenvoorzieningen en paden voldoet een geringere ontwateringsdiepte. Te hoog optredende grondwaterstanden zullen vermeden kunnen worden door gebruik te maken van drainage.

Rekening houdend met de genoemde uitgangspunten zal het toekomstig straatpeil van het plangebied geprojecteerd worden op tenminste 1,00 m boven het peil van de aangrenzende hoofdwaterring. De minimale ophoging in het nieuwe woongebied wordt geschat op 0,20 meter (figuur 5.2). Deze grond zal uit het gebied zelf afkomstig zijn en vrijkomen bij bijvoorbeeld het uitgraven van

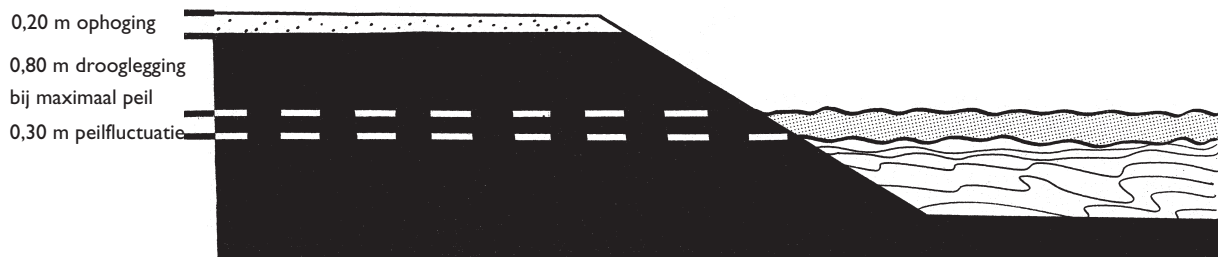
waterringen, cunetten en rioolsleuven. Tevens komt er zand vrij uit de aan te leggen Haarrijnse Plas.

Op grond van berekeningen door het Ingenieursbureau Utrecht (1997a) is in figuur 5.3 aangegeven op welke locaties in welke mate dient te worden opgehoogd om de gewenste drooglegging mogelijk te maken bij de gegeven waterpeilen.

5.4.2 Aan- en afkoppelen van verhard oppervlak

In verharde gebieden zal het regenwater niet voor 100% worden afgevoerd naar het rioolstelsel, maar voor een groot deel rechtstreeks via zuivering aan bodem of oppervlaktewater worden toegevoegd (= afkoppelen). Uit veldmetingen binnen het plangebied (Ingenieursbureau Utrecht, 1997c) en literatuuronderzoek (NWRW, 1989; Rioned, 1996) is gebleken welke gebieden kunnen worden afgekoppeld, in welke mate dit kan en welke extra voorzieningen getroffen moeten worden vanuit kwalitatief oogpunt (zie ook paragraaf 4.1.4).

Uitgaande van deze onderzoeken blijkt afkoppelen zeer goed mogelijk in Leidsche Rijn. In principe kunnen alle dakvlakken, op enkele vlakken in industriegebieden na (welke niet grenzen aan oppervlaktewater en waar belangrijke emissies optreden), worden afgekoppeld evenals de wegen met klinkerbestrating (veelal de minder dan 50km-wegen). Niet afkoppelbaar zijn wegen in industriewijken, wegen waarover veel zwaar verkeer rijdt (zoals bussen en vrachtauto's) en geasfalteerde wegen (veelal de 80km-wegen). Om eventuele verontreiniging van het grond- en oppervlaktewater te voorkomen wordt ervan uitgegaan dat regenwater, dat via



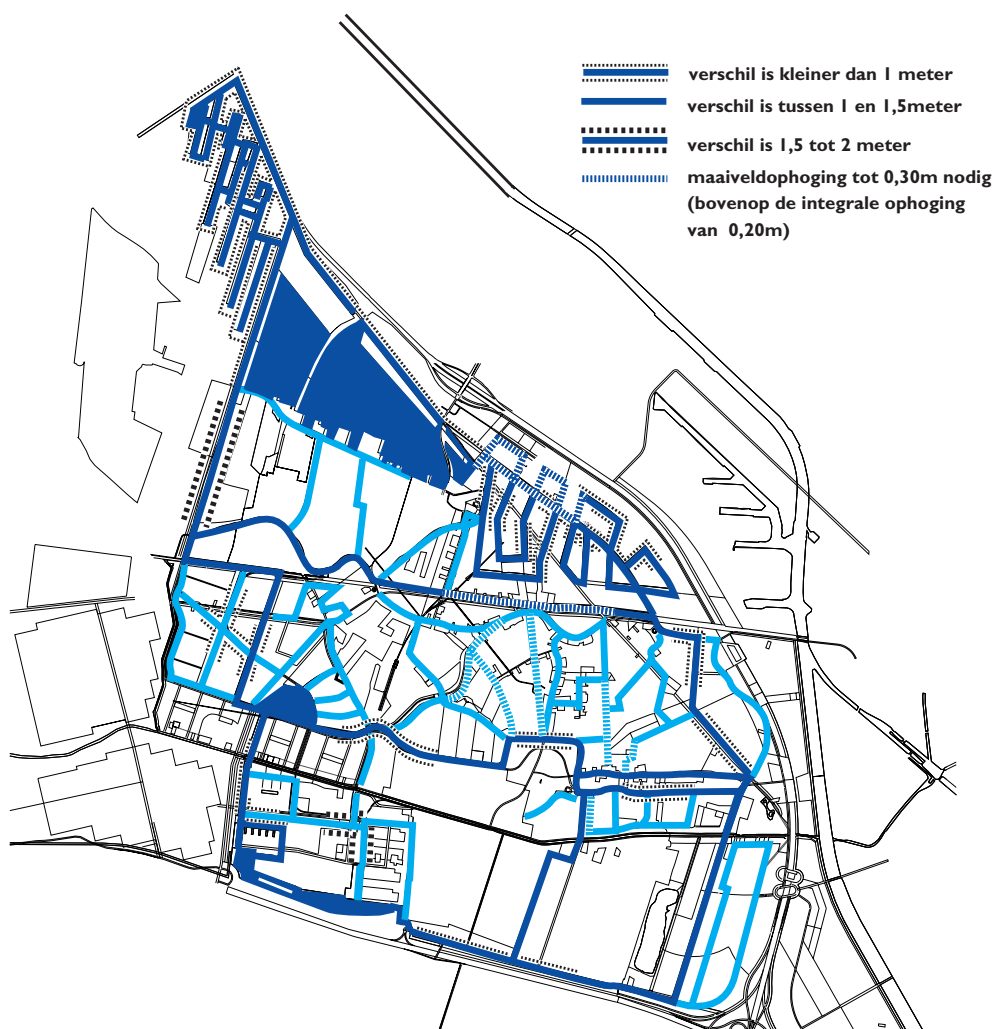
figuur 5.2 Ophoging en drooglegging

wegen in woonwijken en via wegen met een lage intensiteit afstroomt, te allen tijde een zuiverings'werk' passeert alvorens het wordt toegevoegd aan grond- en oppervlaktewater. Paragraaf 5.4.5 gaat hier nader op in.

Een ander uitgangspunt, dat tevens de basis is geweest voor de dimensionering van het stelsel, is dat 80% van de verharding indirect, via infiltratievoorzieningen, af dient te voeren naar het oppervlaktewater en dus 20% wordt aangesloten op het rioolstelsel (Projectbureau Leidsche Rijn, 1995). In industriegebieden en bedrijfsterreinen wordt de hemelwaterafvoer van dakvlakken (ongeveer 35% van de verharding) direct afgevoerd op oppervlaktewater. De overige 65% (waaronder alle wegen) wordt aangesloten op het rioolstelsel. Hierbij is ervan uitgegaan dat er

geén industrieën komen met belangrijke luchtmissies.

Overstortingen vanuit het rioolstelsel die hemelwaterafvoer van niet afgekoppeld oppervlak (voor woongebieden 20% van de verharde oppervlakken) transporteren dienen zoveel mogelijk op de hoofdwatgangen plaats te vinden, omdat hier de meeste doorstroming zal zijn en de kwetsbaarheid minder groot is. Uitgaande van een situatie die eens per 10 jaar wordt overschreden, is de hoeveelheid overstortwater vanuit een rioolstelsel bepaald door de berging en de pompovercapaciteit af te trekken van de maatgevende neerslag. Ook is hierbij gebruik gemaakt van regenduurlijnen. Voor het plangebied Leidsche Rijn is ervan uitgegaan dat de vervuilde verharde oppervlakken



figuur 5.3 Vershil tussen maaiveld en maximaal peil

worden voorzien van een verbeterd gescheiden rioolstelsel met een berging van 4 mm en een pompoevercapaciteit van 0,3 mm/uur.

Gesteld is dat alleen gebieden die water lozen dat aan een bepaalde minimum waterkwaliteit voldoen, deel kunnen uitmaken van het nieuwe stelsel (paragraaf 2.5.4).

Watergangen, bodems en gebieden die niet aan deze randvoorwaarden (kunnen) voldoen, zullen geen deel kunnen uitmaken van het nieuwe watersysteem. Extra voorzieningen zullen dan nodig zijn om de wateraanvoer en -afvoer van deze gebieden te kunnen regelen. Vooralsnog is ervan uitgegaan dat alle deelgebieden aan de gestelde randvoorwaarden (zullen gaan) voldoen.

De vereiste minimum kwaliteit voor aankoppeling aan het nieuwe stelsel is vergelijkbaar met die van het overstortwater vanuit een verbeterd gescheiden stelsel (referentiestelsel). Voor een gemengd stelsel vertaald dit zich in een berging van 7 mm in het rioolstelsel, een pompoevercapaciteit van 0,7 mm/uur en achter iedere overstort een bergbezinkvoorziening met een inhoud van 2 mm gerelateerd aan het afvoerend verhard oppervlak.

5.4.3 Wateraanvoer naar de wijkwatergangen

De afvoer van water vanuit het stedelijk gebied naar de wijkwatergangen kan op diverse manieren plaatsvinden:

Rechtstreekse afvoer van daken op wijkwatergangen

Rechtstreekse afvoer van daken op de wijkwatergangen is mogelijk als niet-uitlogende dakbedekkingsmaterialen worden toegepast. Het Hoogheemraadschap heeft de voorkeur uitgesproken alleen daken af te koppelen van woningen die direct grenzen aan wateroppervlakken. De afkoppeling van daken van industrieën zal dienen plaats te vinden op grond van (specifiek) onderzoek naar de kwaliteit van dit water in relatie tot de emissies van de industrie.

Indirecte afvoer via infiltratiesystemen (wadi's, mulden-rigole etc.)

Afvoer vanuit de infiltratievoorzieningen vindt plaats op de wijkwatergangen die een aan- en

afvoerende functie hebben. Deze wijkwatergangen staan rechtstreeks in verbinding met het hoofdwatersysteem. De infiltratiesystemen zijn gedimensioneerd op een overstortfrequentie van eens per 2 jaar en een maximaal toegestane afvoer van 1,5 l/s.ha in de tussenliggende periode (figuur 5.4). Deze frequentie is gekozen omdat hiermee de benodigde berging dusdanig groot is dat voldoende water kan infiltreren in de bodem en dat piekafvoeren naar de wijkwatergangen afgevlakt worden.

Wel dient een garantie ingebouwd te worden om de voorziening tijdig beschikbaar te hebben voor een volgende zware bui. Dimensioneringseis voor infiltratievoorzieningen is een maximale verblijftijd van 2 dagen in een dergelijke voorziening. Daarom dient een extra afvoermogelijkheid toegevoegd te worden welke in staat is om via een regelbare afvoerput een hoeveelheid van maximaal 1,5 l/s.ha af te voeren.

Door gebruik te maken van doorlatende verharding kan zoveel mogelijk hemelwater aan de bodem worden toegevoegd. Om echter te voorkomen dat bij zeer zware buien water op straat blijft staan wordt geadviseerd de verharding onder één oor aan te leggen (verhang 1:100) zodat water afgevoerd kan worden naar één zijde van de weg. Hier kan dan infiltratie in een berm of natte bufferstrook plaatsvinden. Als gevolg van de verlengde verblijftijd en de passage van bodem en/of een vegetatiezone worden verontreinigingen uit het water verwijderd (zie ook paragraaf 5.4.5).

Afvoer van onverharde gebieden

Afvoer van onverharde gebieden ofwel via drainage of via de natuurlijke drainerende werking die uitgaat van de bodem (in geval van zandgronden) is in kwantitatieve zin relatief gering ten opzichte van de overige genoemde bronnen voor wijkwatergangen.

5.4.4 Wateraanvoer naar hoofdwatergangen

Rechtstreekse afvoer

Met name in het lage stelsel is rechtstreekse toestroming van neerslagwater over verhard oppervlak (wegen en daken) naar de hoofdwatergangen mogelijk. Om verontreiniging

van het oppervlaktewater te voorkomen is als uitgangspunt genomen dat afstromend regenwater echter te allen tijde een zuiverings'werk' dient te passeren voordat het water op het oppervlaktewater komt.

Rechtstreekse toestroming vanaf verhard oppervlak naar het oppervlaktewater wordt om waterkwaliteitsredenen onverantwoord geacht. Overeenkomstig het gestelde bij wijkwatergangen is rechtstreekse lozing van dakwater van woningen op het hoofdwatervangstelsel acceptabel indien sprake is van niet-uitlopende dakbedekkingsmaterialen.

Via wijkwatergangen

Uitgangspunt bij de dimensionering van het hoofdwatervangstelsel (Ingenieursbureau Utrecht, 1997a) is geweest een situatie die eens in de 10 jaar voorkomt. In deze situatie mag het peil stijgen tot 0,30 m boven het maximale peil. De afvoer afkomstig van infiltratievoorzieningen is berekend door het verschil te nemen van een bui die eens per 10 jaar en eens per 2 jaar optreedt, immers de infiltratievoorzieningen zijn dusdanig gedimensioneerd dat ze slechts overstorten bij buien die minder dan eens per 2 jaar overstorten. Hierbij is gebruik gemaakt van zogenaamde regenduurlijnen (Cultuurtechnische Vereniging, 1988).

Daar waar de wijkwatergangen niet in open verbinding staan met hoofdwatervangstelsels zoals in het gebied ten zuiden van de Leidsche Rijn tussen de plas Strijkviertel en De Meern hebben de wijkwatergangen een retentie-functie. Net als bij de infiltratievoorzieningen wordt een deel geborgen tot een maximaal

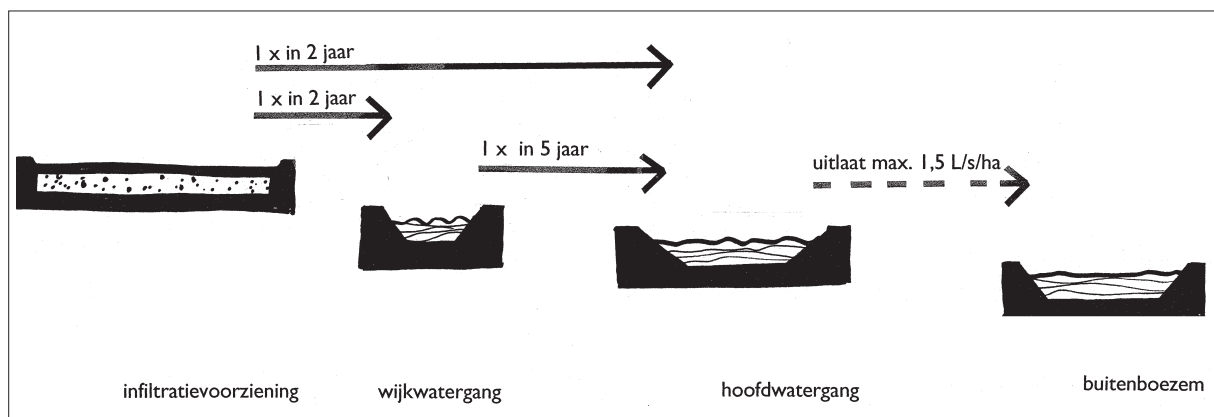
peil wordt overschreden. Voor dit peil wordt uitgegaan van een situatie die eens per 5 jaar wordt overschreden. In de tussenliggende periode wordt een hoeveelheid afgevoerd met een maximum van 1,5 l/s/ha.

Bij de dimensionering van de hoofdwatervangstelsels is voor de betreffende wijkwatergangen rekening gehouden met een afvoer die gelijk is aan het verschil tussen een situatie die eens per 10 jaar en eens per 5 jaar voorkomt. De afvoer vanuit de wijken verloopt middels een regelbare stuw. De stuw kan bijvoorbeeld worden aangedreven met behulp van zonne-energie (Verschelling, 1997).

Overstortwater van het rioolstelsel

Overstorten vanuit het rioolstelsel die onder meer hemelwaterafvoer van niet afgekoppeld oppervlak transporteren dienen bij voorkeur te worden voorkomen. Indien dit onontkoombaar is, zal overstort dienen plaats te vinden op het hoofdstelsel en niet op de wijkwatergangen. Dit vanwege de grotere doorstroming en de geringere kwetsbaarheid.

De minimale benodigde berging van een verbeterd gescheiden rioolstelsel bedraagt 4 mm en een pompovercapaciteit van 0,3 mm/ uur ten opzichte van het aangesloten verharde oppervlak. Voor de afvoer vanuit bestaande gerioleerde gebieden van Vleuten-De Meern is bij de dimensionering van het hoofdstelsel uitgegaan van een gemengd rioolstelsel waarbij voldaan is aan de zogenaamde basisinspanning. Hierbij geldt dat de berging in het rioolstelsel 7 mm bedraagt bij



figuur 5.4 Dimensioneringsgrondslagen

een pompovercapaciteit van 0,7 mm/uur en waarbij het stelsel is aangevuld met een extra berging van 2 mm.

5.4.5 Voorzieningen voor waterkwaliteitsverbeteringen

Brongerichte aanpak

De kwaliteit van afstromend water afkomstig uit de wijken en deelgebieden zal relatief (ten opzichte van huidige stelsels) schoon zijn. Dit wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt door het gebruik van 'duurzame' bouwmaterialen (bijvoorbeeld polypropyleen dakgoten en gegalvaniseerde verkeersborden). Het gebruik van deze materialen dient sterk gestimuleerd te worden; onderzoek maakt duidelijk dat in het toekomstige Leidsche Rijngebied koper, zink, DDT en PAK's potentiële probleemstoffen kunnen blijven; voor koper en zink worden belastingreducties tot 25% mogelijk geacht met brongerichte maatregelen (gebruik bouwmaterialen). Met aanvullende effectgerichte maatregelen is 65-85% belastingreductie te realiseren (Waterloopkundig Laboratorium, 1997). Deze reducties zijn voldoende om voor koper en zink de doelstelling te bereiken; voor PAK's zijn maatregelen nodig die zich uitstrekken tot buiten het plangebied. DDT is uitsluitend terug te dringen tot acceptabele niveaus door sanering van landbodems langs de watergangen (zie ook paragraaf 6.2).

Ook het geven van goede voorlichting over het watersysteem is van groot belang. Mede hierdoor raken de bewoners betrokken bij het watersysteem en wordt voor een ieder duidelijk waarmee rekening gehouden zal moeten worden. Voorkomen dient te worden dat men (opzettelijk) verontreinigen aan het afstromend hemelwater toevoegt. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het wassen van de auto op straat en het uitlaten van honden langs oevers en infiltratiesystemen. Door de afvoer zichtbaar te houden, het sturen van locaties waar honden worden uitgelaten en auto's worden gewassen en de burgers nauw bij dit alles te betrekken, kan al een groot gedeelte van het probleem worden voorkomen.

Effectgerichte aanpak

In de woongebieden zal daar waar wordt afgekoppeld, water oppervlakkig tot afstro-

ming komen en richting een voorziening stromen. Voordat de voorziening bereikt wordt, zal een eerste filtering plaatsvinden via een zandvang. Hierin zal het grove vuil achterblijven (peuken, doppen etc.). Een volgende zuiveringsstap wordt bij de infiltratievoorzieningen gevonden. In de humusrijke bodemlaag vindt afbraak van stoffen en vastlegging van microverontreinigingen plaats. Door het gebruik van geotextiel worden fijne deeltjes met aangehechte stoffen afgevangen. Met aanvullende voorzieningen kan de bacteriële omzetting van stoffen en de binding van deeltjes in de zuurstofrijke zone van de bodem worden gestimuleerd.

Afvoer van stoffen zal dienen plaats te vinden door het maaien en verwijderen van vegetatie en/of het periodiek opschonen van de voorziening.

Doorlatende verharding is een goede mogelijkheid om regenwater niet naar het riool te hoeven afvoeren. Water dat op deze verharding valt, zakt er door heen en komt, afhankelijk van het er onder liggende systeem in het grondwater terecht en/of kan worden toegevoegd aan het oppervlaktewater. Van een vervuiling van de onderliggende bodem zal nauwelijks sprake zijn doordat de vervuiling in de toplaag van de verharding achterblijft. Deze vervuiling kan gemakkelijk worden verwijderd door de toplaag af en toe schoon te spuiten en te zuigen (Ingenieursbureau Utrecht, 1997b). Het afvalwater dient op de riolering gebracht te worden, bijvoorbeeld via speciale (regelbare) onderhoudsputten.

Om oppervlakkig afstromend hemelwater te bergen, te zuiveren en af te voeren naar een wijkwatergang of hoofdwatergang worden natte bufferstroken ingezet. De stroken kunnen in de vorm van een plasberm worden aangelegd waardoor berging wordt gecreëerd. De in de berm geplante vegetatie kan vervolgens het aangevoerde water zuiveren. Voor een nadere uitwerking van deze oevers wordt verwezen naar paragraaf 4.4.

Ook is het mogelijk het afstromende water te zuiveren door infiltratie in een droge berm. Middels een drain kan het geïnfiltreerde water naar de wijkwatergang worden afgevoerd.

Met speciale voorzieningen (bijvoorbeeld een opstaand 'randje' aan de waterzijde) dient te worden voorkomen dat het water over de berm naar het oppervlaktewater afstroomt zonder dat bodempassage plaatsvindt.

5.4.6 Voorzieningen voor een hogere ecologische kwaliteit

Uit het oogpunt van ecologie (en kindvriendelijkheid) wordt ernaar gestreefd geen of zo weinig mogelijk steil uit het water oprijzende oeverbeschoeiingen toe te passen. Een dergelijke overgang van land naar water is buitengewoon natuuronvriendelijk, omdat het voor dieren een harde barrière vormt bij verplaatsingen; dit geldt zowel bij het (zwemmen) oversteken van een watergang als bij verplaatsingen langs de oever. Daarnaast is een steile, verharde oeverafwerking ecologisch ongewenst, omdat het geen vestigings- en foerageermogelijkheden biedt voor planten en dieren.

Daar waar om redenen van oeververdediging of vormgeving toch harde oevers noodzakelijk zijn, zouden deze kunnen bestaan uit stenige materialen waarbij in volgorde van minder naar meer natuuronvriendelijk geldt: los gestapelde stenen, baksteen, beton. Tussen los gestapelde stenen kunnen tal van planten en dieren zich vestigen en verblijven. Voorbeelden van stenen/blokken die worden toegepast bij natuurvriendelijke oevers zijn Fixstone en Amorflex. Daar waar sprake is van gemetselde baksteen kunnen zich, vooral bij gebruik van kalkmortel en het uitsparen van nissen en dergelijke, na verloop van tijd interessante natuurwaarden ontwikkelen, zoals muurvegetaties. Voorbeelden daarvan zijn te vinden langs de Utrechtse grachten. Een andere mogelijkheid voor het verstevigen van oevers is het gebruik van doorgroeibare matten van doek of geotextiel, die aangebracht worden op de onverharde oever. Een dergelijke oeververdediging creëert grotere ecologische potenties dan een verharde oeverbescherming.

Betonnen wanden zijn ongeschikt voor elke natuurfunctie. Om de kans op verdrinken bij

een dergelijke oeverbescherming te verminderen, dienen fauna-uitstapplaatsen te worden gerealiseerd. Deze voorzieningen kunnen bestaan uit ruw gemaakte metalen of houten planken, die in de vorm van een trapje aan de oeverbescherming zijn bevestigd. De maten lopen uiteen van kleine trapjes voor eenden tot forse constructies in grotere watergangen voor reeën. Deze laatste zijn mogelijk te verwachten in de delen van Leidsche Rijn, zoals het Centrale Park en de zone langs de snelweg A12. De grotere voorzieningen bestaan doorgaans uit een plaatselijk onverhard talud dat tussen de oever en oeverbescherming omlaag glooit, zodat de dieren parallel aan de oever makkelijk omhoog kunnen lopen. Andere mogelijkheden zijn het aanbrengen van bossen rijshout, balken of boomstammen voor de oever om de overgang minder steil te maken.

Het toepassen van tegen rot geconserveerde houtsoorten wordt afgeraden daar deze in meer of mindere mate gifstoffen afscheiden naar het water. Het toepassen van tropische hardhoutsoorten, zoals azobe, dient te worden uitgesloten, omdat daarmee de duurzaamheid van de tropische regenwouden wordt aangetast. Niet behandelde houtsoorten kunnen wel als onderwaterbeschoeiing worden toegepast. Voor permanent verblijf onder water en grotendeels in de bodem zijn bijvoorbeeld vurenhouten palen zeer persistent.

5.5 Risico's en bedreigingen voor de gestelde kwaliteitsdoelen

In vergelijking met een traditioneel watersysteem is het voorgestelde duurzame watersysteem zeker niet gevoeliger voor 'calamiteiten'. Dit met name omdat een flexibel aanstuurbaar watersysteem is ontworpen met een robuuster en meer compleet ecosysteem dat goed in staat zal zijn periodieke verslechtering van de waterkwaliteit op te vangen.

Toch zijn er een aantal punten die extra aandacht behoeven om de risico's en bedrei-

gingen ten aanzien van de gestelde kwaliteitsdoelen te verminderen. Deze aspecten dienen uitgewerkt te worden in een apart calamiteitenplan dat door het waterschap in samenspraak met de gemeente en hulpdiensten dient te worden opgesteld. Een dergelijk plan bevat onder meer een soort draaiboek met daarin wanneer welke instanties moeten worden ingelicht, met afspraken wat men in bepaalde situaties moet doen of nalaten en welke acties moeten worden genomen of juist ongewenst zijn. Daarnaast kunnen elementen worden opgenomen in de Algemene Politieverordening.

5.5.1 Calamiteiten op bedrijventerreinen

Voor de bedrijventerreinen van Leidsche Rijn zijn geen zware industrieën voorzien. Toch is het zinvol na te denken over de wijze waarop eventuele calamiteiten opgevangen kunnen worden. Bij een ongeluk waarbij bijvoorbeeld giftige stoffen vrijkomen kan afvoer via de kolken op het riool plaatsvinden. In dit geval zullen geen problemen optreden. Net als bij een traditioneel watersysteem kunnen wel problemen ontstaan in een situatie waarbij veel neerslag valt. Via de overstorten kunnen de giftige stoffen dan het oppervlaktewater bereiken. Om dit te voorkomen dienen extra maatregelen genomen te worden, zoals de tijdelijke opvang van overstortwater.

Voor de Haarrijnse Plas bijvoorbeeld kan ervoor gekozen worden om een extra watergang tussen het bedrijventerrein en de plas aan te brengen waarop overgestort wordt. Middels extra stuwen of schotten kan in noodsituaties een hydrologische scheiding gemaakt worden tussen de twee gebieden. Een meer permanente oplossing is om extra pompcapaciteit toe te voegen in combinatie met het (gedeeltelijk) dichtzetten van de overstorten.

Voor het bedrijventerrein ten noorden van het Grand Canal bestaat de mogelijkheid een verbinding te realiseren met de berm-sloot langs de snelweg A2. In geval van nood kan een kortsluiting met de Haarrijnse Plas worden gemaakt.

Voor de overige bedrijventerreinen geldt hetzelfde als bij een traditioneel systeem. Het

is mogelijk om tijdelijk veel water te bergen in de verschillende panden waardoor het waterpeil uitstijgt tot boven het maximaal toelaatbare niveau van eens per tien jaar, maar binnen de gestelde eis van maximaal 30 cm opstuwing bovenop maximaal peil blijft.

5.5.2 Calamiteiten in wijken

In de woonwijken waar veelal de infiltratievoorzieningen geprojecteerd worden, zullen de calamiteiten van een nog veel geringere orde zijn dan op bedrijventerreinen. Wat wel aandacht verdient zijn de te plaatsen kolken of slokops die dienst doen bij hevige buien. Om te voorkomen dat deze 'misbruikt' kunnen worden (denk aan het legen van asbakken of frituurpannen) zal bij het ontwerp van de slokops hiermee rekening gehouden moeten worden. Ze moeten als herkenbaar elementen gezien worden van het duurzame watersysteem. Bovendien kan de kans op 'misbruik' verkleind worden door de kolken of slokops te plaatsen in de groenvoorziening of berm van een weg. Een belangrijk preventief middel is het geven van goede voorlichting aan toekomstige bewoners. Door van te voren de mensen goed in te lichten en betrokkenheid te creëren, zal de kans op verkeerd gebruik zeer gering worden.

5.5.3 Belasting met nutriënten

De belangrijkste toekomstige belasting en bedreiging van het watersysteem op wijk-niveau is naar verwachting het inspoelen van voedingsstoffen door hondenpoep, het voeren van watervogels en vissen en de (eventuele) bemesting van grasvelden en sportterreinen. Daarnaast zal er sprake zijn van een aanzienlijke belasting door het uitspoelen van nutriënten uit de voedselrijke toplaag van de huidige (zwaar bemeste) landbouwgronden (IWACO, 1997b; Waterloopkundig Laboratorium, 1997).

Uitspoeling

Ten aanzien van de uitspoeling van nutriënten kan gedacht worden aan het afgraven van de toplaag langs watergangen (aan beide oevers over een breedte van circa 10 meter), of het ophogen met schone (voedselarme) grond. Met de voorgestelde brede bufferstroken is in het ontwerp reeds voorzien in het terugdringen van mogelijke effecten vanuit deze bron.

Hondenpoep

Met betrekking tot de belasting door hondenpoep zijn er verschillende mogelijkheden, die ofwel uitgaan van het sturen van de plaatsen waar men zijn hond mag uitlaten, ofwel van het opruimen van de hondenpoep.

Voeren van vogels en vissen

Bij het voeren van watervogels dragen zowel het overgebleven brood als de uitwerpselen van de vogels bij aan de overmaat aan voedselrijkdom. Ook het voeren van vissen leidt tot een ongewenste verrijking van het water. Hier lijkt het vooral van belang een goede voorlichting te voeren. Het voeren van dieren kan wel in een kinderboerderij, maar niet 'in het wild'. Wat daarvoor in de plaats komt zijn andere dieren en vissen om naar te kijken (helder water!).

Bemesting

Het toedienen van voedingsstoffen op graslanden en sportvelden dient in evenwicht te zijn met de opname door het gras (evenwichtsbemesting). Het overmatig beregenen na bemesting leidt tot een sterke belasting van het grondwater en staat haaks op het duurzame watersysteem: dit dient dan ook tegengegaan te worden.

5.5.4 Belasting met verontreinigingen

Uitgegaan wordt van het gebruik van niet-uitlogende duurzame bouwmaterialen. Belasting aan verontreinigende stoffen zal vooral plaatsvinden door emissies van het verkeer. Deze bron is slechts beperkt beheersbaar. Puntbronnen van verontreiniging zijn in het algemeen beter te beïnvloeden. In een nadere analyse zal moeten worden nagegaan wat de belangrijke bedreigingen voor de waterkwaliteit zijn binnen het plangebied en welke maatregelen genomen dienen te worden om dit tegen te gaan. Als - mogelijk niet representatieve- voorbeelden van mogelijke maatregelen wordt hierna ingegaan op lozing van het waswater van auto's en het lozen van bluswater.

Voorbeeld: wassen van auto's

In afgekoppelde woonstraten veroorzaakt het wassen van auto's het inspoelen van zeepresten en verontreiniging in de infiltratievoorzieningen of open water. Om dit te voorkomen zijn er twee oplossingsrichtingen;

ten eerste het stimuleren van het op de markt brengen van biologisch afbreekbare shampoos (vergelijk de afwasmiddelen op basis van wei). Deze dienen dan via voorlichting sterk onder de aandacht gebracht te worden. Ook kan de gemeente de verkrijgbaarheid verzorgen (verkoop in voorlichtingscentrum of informatiebalie, detailhandel en benzinestations in de omgeving verzoeken het in de verkoop te nemen). Deze mogelijkheid vermindert de hoeveelheid zeep, echter niet de verontreinigingen in het waswater. De tweede mogelijkheid is het inrichten van een parkeerplaats per straat als autowasplaats, dat wil zeggen aansluiten op de riolering, en er bij ontwerp en aanleg voor zorgen dat het afstromende water niet in het watersysteem terecht komt.

Beide oplossingen vragen enige discipline van de bewoners, en vereisen uitgebreide voorlichting; ook aan de volgende generaties bewoners.

Voorbeeld: lozing van bluswater

De directe lozing van bluswater op het oppervlaktewater vormt een bedreiging voor de waterkwaliteit. Indien bluswater niet rechtstreeks via de riolering kan worden afgevoerd is tijdelijke opvang in een afgesloten deel van de waterloop de beste optie. Belangrijk is dat het bluswater snel wordt verwijderd (oppompen en afvoeren) en dat het traject vervolgens met schoon oppervlaktewater wordt gevuld en zo nodig doorgespoeld. Nadere uitwerking van de wijze van aanpak en afbakening van verantwoordelijkheden zal dienen plaats te vinden in samenspraak tussen het Hoogheemraadschap en de Brandweer. Deze afspraken kunnen onder meer worden opgenomen in een aparte paragraaf van het Waterbeheersplan.

5.5.5 Ongezuiverde inlaat

In het voorspellingsmodel voor de waterkwaliteit in het plangebied (IWACO, 1997b) is nagegaan welke gevolgen de onbehandelde inlaat heeft voor de waterkwaliteit in het watersysteem.

De invloed van de relatief slechte waterkwaliteit van het onbehandelde inlaatwater beperkt zich met name tot het hoge stelsel, de wetering langs de Joostenlaan en het waterrijke gebied ten noorden van de

Haarrijnse Plas. In deze deelgebieden is het watertekort, en dus de waterbehoefte uit inlaat, het grootst. Het onbehandelde inlaatwater wordt rechtstreeks op het hoge stelsel gepompt, waarna het doorstroomt naar de noordwesthoek van het plangebied. De inlaat van ongezuiverd water uit het Amsterdam-Rijnkanaal leidt in dit gebied tot een verhoogd stikstof- en fosfaatgehalte tot rond of iets boven de MILBOWA-norm van 2,2 mg N/l en 0,15 mg P/l.

De verhoogde nutriëntengehaltes hebben gevolgen voor het ecosysteem. De gehalten zijn zodanig dat dit kan leiden tot een algenbloei en/of sterke waterplantengroei in het watersysteem. De drijvende waterplanten in het hoge stelsel zullen via beschaduwning echter de algengroei sterk remmen. Eventuele overmatige ontwikkeling van drijfbladvegetaties kan tegen gegaan worden met een extra schoningsbeurt.

De periode waarin de waterkwaliteitsproblemen als gevolg van de ongezuiverde inlaat zich voordoen, is de zomer. In de overige perioden van het jaar is geen inlaat uit het Amsterdam-Rijnkanaal noodzakelijk, of is de inlaat zo gering dat de capaciteit van het infiltratiefilter niet wordt overschreden en dus eerst zuivering plaatsvindt via het filter.

Herstel van de extreme situatie met veel waterinlaat treedt snel op. In het hoge stelsel en polder Haarzuilens is binnen een jaar het water in het systeem 'ververst'. In het lage stelsel en de Plas Vleuterweide is de verversingsduur maximaal 3 jaar. Het water in de Haarrijnse Plas is ongeveer na 25 jaar ververst. In de deelgebieden die langzaam ververst worden is het effect van de extreme situatie echter nihil, aangezien deze 'achterin' het systeem liggen en tevens een groot watervolume hebben. Dit betekent dat de effecten niet van lange duur zijn: binnen twee jaar zijn de effecten op de waterkwaliteit volledig verdwenen.

Geconcludeerd kan worden dat de effecten van ongezuiverde inlaat beperkt blijven in ruimte en tijd.

Op grond van bovenstaande overwegingen wordt geadviseerd om als uitwerking van onderhavig onderzoek het ontwerp van het

infiltratiefilter bij te stellen en te baseren op de behandeling van het intern circulerende water. Uitgaande van een circulatiedebiet van 400 l/s leidt dit tot een dimensioneringsgrondslag van 560 l/m².dag aan oppervlaktebelasting (25.560 m³/dag over 62.000 m²).

Een efficiënte afvang van zwevend materiaal uit het circulerende oppervlaktewater en inlaatwater is van grote betekenis voor de waterkwaliteit (afvang verontreinigingen en nutriënten; groter doorzicht). Om deze reden zou het wenselijk zijn de efficiëntie van bezinking te optimaliseren. Met de huidige beschikbare ruimte (aanvoersloot) wordt naar verwachting niet de optimale bezinkingscapaciteit bereikt. Dit pleit voor het zoeken naar een alternatieve locatie waar meer ruimte is voor een bezinkingsvoorziening. Eventueel kan deze worden gevonden in een bestaande plas. Geadviseerd wordt deze optie nader uit te werken. Het bezinkbassin en infiltratiefilter functioneren als één geheel en dienen dan ook gecombineerd ontworpen te worden. Een andere locatie voor een bezinkbassin zou dan ook een andere locatie voor het filter betekenen. Opgemerkt dient te worden dat het zuiveringsrendement van een bezinkvoorziening op dit moment moeilijk in te schatten is vanwege het ontbreken van gegevens over de partikelgrootte van het zwevend materiaal in het Amsterdam-Rijnkanaal.

5.5.6 Herkenbaarheid van voorzieningen

Herkenbaarheid van functies

Een ontwerp-opgave is de vormgeving van de verschillende soorten voorzieningen van het watersysteem (putten, slokops, wadi's etcetera). Duidelijk moet zijn welke voorzieningen welke functie hebben. Door dit verschil in functies zichtbaar te maken wordt de kans op misbruik verkleind.

Afvalwaterputten

Voor het onderhoud van doorlatende verharding, onderhoud en inspectie van het riool, de afvoer van afvalwater van eventuele speciale wasplaatsen (parkeerplaatsen die duidelijk herkenbaar zijn als wasplaats) en de opvang van calamiteiten lijkt het zinvol om een put te ontwikkelen die deze vier functies in zich verenigt. Hierbij kan worden gedacht

aan een afsluitbare put, die op momenten dat dat nodig is de mogelijkheid geeft om water te lozen op het DWA-riool, dat zich onder iedere woonstraat bevindt.

In Leidsche Rijn wordt gewerkt aan een bijzondere oplossing voor de brandkranen. Voor het ontwikkelen van een oplossing voor het afvoeren van afvalwaterstromen kan daarbij aangesloten worden.

5.5.7 Sturingsmogelijkheden

Vooralsnog valt moeilijk in te schatten wat de nalevering aan nutriënten en verontreinigingen vanuit de bodem zal zijn na aanleg van het nieuwe stelsel. De ervaring leert echter dat uitloging van de bodem tijdelijk toeneemt bij grondwerkzaamheden. Tevens is moeilijk te voorspellen hoe lang het duurt voordat een evenwichtssituatie is bereikt. Wel is duidelijk dat de samenstelling van het water (als resultante van neerslag, kwel en inlaat) zich vrij snel stabiliseert. Voor de watergangen betreft dit een periode van circa 2 jaar; in het lage stelsel en de Plas Vleuterweide is dit 3 jaar. De stabiliseringsperiode van de Haarrijnse Plas is met circa 25 jaar daarentegen aanzienlijk langer (IWACO, 1997b). Direct na de aanleg van de watergangen zullen processen zoals de nalevering van nutriënten (uit geroerde grond) bepalend zijn voor de waterkwaliteit. Dit zal leiden tot een relatief slechte waterkwaliteit over een periode van 2 à 5 jaar. Met een goede ecologische inrichting en aangepast beheer is deze periode naar verwachting te verkorten. Toch zal gedurende de eerste jaren na aanleg rekening gehouden moeten worden met een relatief slechte waterkwaliteit en een niet aantrekkelijk ogend watersysteem.

Uitgangspunt is dat gestart wordt vanuit een voldoende geschikte situatie. Eventuele waterkwaliteitsproblemen als gevolg van (onvoorziene) nalevering kunnen relatief eenvoudig opgevangen worden, aangezien in het voorgestelde watersysteem een aantal goede sturingsmogelijkheden ingebouwd zijn. Deze zijn:

- sturing op het circulatiedebiet (binnen marges);
- sturing in stroomrichting en -route (gedeeltelijk);

- sturing in de afvoer naar het buitengebied (plaats en debiet);
- sturing in de aanvoer van inlaatwater (toename);
- sturing op peilen en grondwaterfluxen (kwel en infiltratie);
- sturing in de behandeling van inlaatwater of juist circulatiewater;
- intensivering van het onderhoud van watergangen en oevers (maaifrequentie).

In de dimensionering van waterlopen, kunstwerken en zuiveringswerken is nadrukkelijk rekening gehouden met deze sturingsopties. Uiteindelijk zal de praktijk duidelijk maken wat de specifieke gevoeligheden van dit nieuwe systeem zijn en op welke wijze hier het beste mee omgegaan kan worden.

5.5.8 Monitoring

Een goed monitoringssysteem zal veel inzicht verschaffen in de werking en gevoeligheden van het nieuwe systeem. Tevens zal via monitoring duidelijk moeten worden in hoeverre zich waterkwaliteitsproblemen voordoen en in hoeverre sprake is van (versnelde) accumulatie van verontreinigingen op specifieke plaatsen in het stelsel (zoals de verschillende zuiveringstrappen). Deze gegevens zullen vervolgens de aanleiding moeten zijn tot gerichte actie tot verwijdering van deze verontreinigingen en/of bijsturing in het functioneren van het watersysteem. Uiteraard geldt dit ook voor de waterkwaliteitsaspecten.

Geadviseerd wordt om in aansluiting op het -nog op te stellen- beheers- en onderhoudsplan een gedetailleerd monitoringsplan op te stellen, waarin alle monitoringsactiviteiten, alsmede de taken en verantwoordelijkheden van betrokkenen worden vastgelegd.

6 HET PERSPECTIEF

kwaliteiten, kansen en knelpunten

6.1 Waterbuffering en waterinlaat

Zoals in hoofdstuk 2 is aangegeven wordt er met het nieuwe stelsel gestreefd naar een sluitende waterbalans. Van belang hierbij is het verkrijgen van een overzicht waar water het gebied binnen komt en waar dit het gebied verlaat. Onderdelen voor het opstellen van een waterbalans vormen neerslag, verdamping, kwel, inzijging en buffering. Indien de waterbalans niet sluitend is doordat bijvoorbeeld zeer veel water uit het gebied verdwijnt kan dit gecompenseerd worden door het inlaten van gebiedsvreemd water.

Gezien de complexiteit van het gebied voor wat betreft bodem, maaiveld alsmede de hydrologie is ervoor gekozen gebruik te maken van een geohydrologisch model (zie ook bijlage 3).

Uit dit model (IWACO, 1997a) blijkt dat het watersysteem zoals dit is ontworpen niet alleen een voor het oppervlaktewater circulerend systeem is maar ook voor het grondwater. In de hooggelegen (zand)rug infiltreert water vanuit de watergangen en infiltratievoorzieningen in de bodem. Omdat de stijghoogte van het grondwater op de rug hoger is dan in de lage delen zoals het Grand Canal gebied, Veldhuizen en de Haarrijnse Plas vindt een grondwaterstroming plaats in de richting van de laatstgenoemde gebieden. De in deze gebieden geprojecteerde watergangen doorsnijden de kleiige deklaag en bevorderen hiermee opwaartse grondwaterstromingen (kwel). Deze grondwateraanvoer

is voor een groot deel afkomstig van het hooggelegen gebied. Daarnaast wordt de kwel bevordert doordat de peilen in de eerder genoemde gebieden iets lager ingesteld worden ten opzichte van de huidige peilen. Met deze ingrepen wijkt de (geo)-hydrologische werking van het toekomstige Leidsche Rijn gebied in grote mate af van het huidige, waarbij veel infiltrerend water naar de ondergrond verdwijnt en kwelwater uit het gebied wordt afgevoerd. Figuur 6.1 geeft een schematisch beeld van de werking van het nieuwe systeem.

Doorrekening van het nieuwe stelsel geeft aan dat het mogelijk is een goed werkend watersysteem te ontwerpen dat voldoet aan de oorspronkelijke randvoorwaarden (minimale inlaat; handhaving huidige minimale grondwaterstanden bij bestaande, te handhaven bebouwing in het plangebied). De effecten die op de omgeving toegestaan worden, worden voorsnogen te groot geacht. Dit geldt met name voor het gebied Haarzuilens (polder Haarrijn) en de polder Bijleveld en Reijerscop ten zuiden van de snelweg A12.

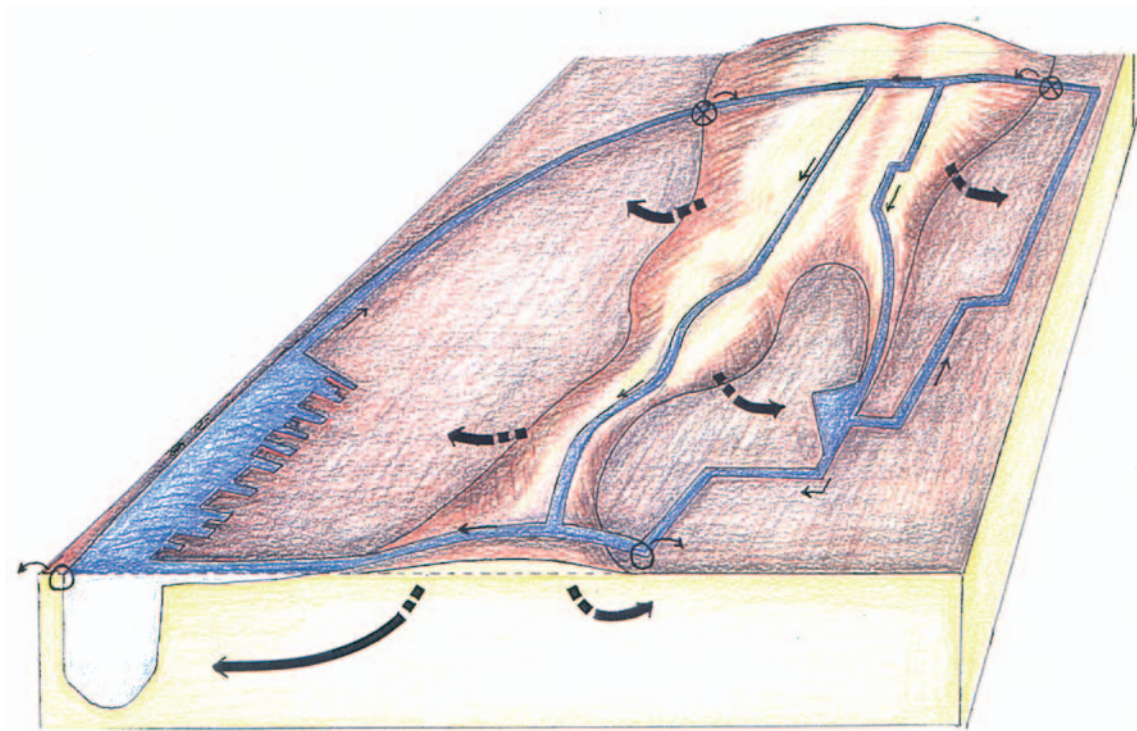
Op grond van scenario-berekeningen is inzicht verworven in de factoren die een belangrijke rol kunnen vervullen in het terugdringen van de effecten. Maatregelen die hiervoor doorgevoerd kunnen worden zijn onder meer het met klei afdichten van de watergang langs de Joostenlaan en het met klei afdichten van de bodem van de brede waterzone in Veldhuizen (aanvullend detailonderzoek is hiertoe noodzakelijk).

Ook het omleggen van de watergang langs de Joostenlaan naar het gebied ten westen van Haarzuilens leidt tot een belangrijke vermindering van de effecten op het gebied Haarzuilens. Echter, niet alle effecten worden hiermee opgeheven. (mondelinge mededeling IWACO, gebaseerd op de voorlopige resultaten van een aparte studie naar deze mogelijkheid).

Uit berekeningen is gebleken dat een realistische verhoging of verlaging van het peil in het peilgebied van de Haarrijnse Plas inclusief aan- en afvoerende watergangen slechts beperkt doorwerkt op de waterbalans van het plangebied en ook op de effecten op de omgeving (met name Haarzuilens). Hiermee lijkt het peil een minder belangrijke sturende factor te zijn bij het terugdringen van effecten. De effecten naar het zuiden (polder Bijleveld en Reijerscop) worden in belangrijke mate veroorzaakt doordat de deklaag ter plaatse wordt doorsneden door de hoofdwatgang. Door de watergang hier minder diep te maken (1 meter in plaats van 1,5 meter) (en zo een deel van de deklaag te sparen) kunnen effecten naar verwachting in belangrijke mate worden teruggedrongen. Een verondieping van deze watergang kan echter consequenties hebben voor de doorvaart, het

recreatieve gebruik en de beheersmethoden. Het idee om deze watergang juist te verdiepen (ten behoeve van de winning van ophoogzand) zal tot zeer grote (negatieve) effecten op de zuidelijke polders leiden en is dan ook ongewenst.

Het volledig terugdringen van geconstateerde effecten vereist een verdere optimalisering en detaillering van het hydrologisch model, waarin onderhavige studie niet voorziet. Wel zijn er goede inzichten in het (hydrologisch) functioneren van het stelsel ontstaan, op grond waarvan er een duidelijk vertrouwen bestaat dat de effecten in belangrijke mate kunnen worden teruggedrongen met maatregelen in het watersysteem van Leidsche Rijn. Van belang is echter ook dat een afweging wordt gemaakt tussen de effecten op de omgeving, de kosten van de nemen maatregelen en de aantasting van het 'duurzaamheidsprincipe' binnen Leidsche Rijn. Voor een goede afweging dient dan ook te worden nagegaan in hoeverre de effecten op genoemde gebieden kunnen worden vermindert met gebiedsgerichte maatregelen (dus maatregelen in de geëffectueerde gebieden zelf). Geadviseerd wordt om in aansluiting op onderhavige rapportage een detailonderzoek



figuur 6.1 Samenhang tussen grondwater- en oppervlaktewaterstroming

uit te voeren naar de te nemen maatregelen ter voorkoming of opheffing van ongewenste effecten.

Uit de waterbalans-berekeningen (IWACO, 1997a) blijkt dat in een gemiddelde zomerperiode circa 0,4 miljoen m³ water benodigd is om de verliezen door verdamping en infiltratie aan te vullen. Deze hoeveelheid kan volledig worden aangevuld vanuit het oppervlaktewatersysteem. De bufferingscapaciteit van het stelsel is circa 0,6 miljoen m³. Deze capaciteit kan eventueel zelfs meerdere keren per jaar worden benut. Dit betekent dat géén inlaat van water nodig is. Deze gegevens gelden voor een zogenaamd 'gemiddeld hydrologisch jaar', het gemiddelde neerslagpatroon over de laatste 30 jaar. De maximaal in te laten hoeveelheid water in een extreem droge situatie is berekend op grond van een 'hydrologisch droog jaar', en bedraagt circa 2,2 miljoen m³/jaar. Ook in een extreem droge situatie is de inlaatbehoefte daarmee aanzienlijk geringer dan de 5 tot 8 miljoen m³ die in de huidige situatie jaarlijks wordt ingelaten.

6.2 Waterkwaliteit en waterbodembodemkwaliteit

6.2.1 Waterkwaliteit

Voor het voorspellen van de toekomstige waterkwaliteit is een model ontwikkeld (IWACO, 1997b). Dit model richt zich met name op fosfor en stikstof en berust op een aantal aannames. Zo is onder andere wegens gebrek aan gegevens geen rekening gehouden met het continu circuleren van water door het systeem en is gerekend met een beperkt aantal peilvakken. Een gevoeligheidsanalyse heeft duidelijk gemaakt dat ondanks alle aannames de voorspelling een goede indicatie geeft van de te verwachten waterkwaliteit. Door de indeling in hydrologisch verschillende deelgebieden, is te herleiden waar problemen ten aanzien van de waterkwaliteit te verwachten zijn en welke vervuilingbron de grootste vracht aan voedingsstoffen levert. De belangrijkste conclusies uit de waterkwaliteitsvoorspelling zijn samengevat per kwaliteitsaspect.

Nutriënten

In het hoge stelsel, het gebied ten westen en noorden van de Haarrijnse Plas ('polder Haarzuilens'), de Plas Vleuterweide en de Haarrijnse Plas is de toekomstige waterkwaliteit goed; het is waarschijnlijk dat in deze deelgebieden de eis van 0,05 mg P/l gehaald zal worden.

In het lage stelsel (zowel zuid als noord) worden de grootste problemen ten aanzien van de waterkwaliteit verwacht; zonder interne circulatie van water door het systeem wordt de eis van 0,05 mg P/l naar verwachting niet altijd gehaald.

Het verschil tussen het lage en het hoge stelsel wordt in grote mate bepaald door de vrachten uit uit- en afspoeling. In het hoge stelsel verdwijnt regenwater dat niet naar het riool wordt afgevoerd naar het grondwater. Op deze wijze heeft het oppervlaktewater in het hoge stelsel slechts een beperkte vuilvracht uit uit- en afspoeling. Dit in tegenstelling tot het lage stelsel, waar het regenwater wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater.

Naast uit- en afspoeling wordt het verschil in kwaliteit tussen het lage en het hoge stelsel ook bepaald door de nutriëntenvracht vanuit het kwelwater, een belangrijke bron van nutriënten.

De grootste stikstofvracht is afkomstig uit regenwater dat uit- en afspoelt. Wegens het grote oppervlak onverhard oppervlak, is het aandeel hieruit het grootst. Daarnaast levert ook de vracht via afspoeling over verhard oppervlak een groot aandeel.

De grootste fosfaatvracht is afkomstig uit ondiep kwelwater. Het grondwater in het plangebied kent relatief hoge fosfaatgehalten (0,23 mg P/l). Gezien de beperkte hoeveelheid gegevens is nader onderzoek naar de kwaliteit van het ondiepe kwelwater zeker noodzakelijk.

Belangrijke zuiveringsstappen in het systeem zijn die zuiveringsstappen die de grote vuilvrachten verminderen. Dit zijn met name de moerasbuffers voor zuivering van uit- en afspoeling van onverhard oppervlak. De realisering van deze bufferzones op de voor-

gestelde plaatsen in de voorgestelde maatvoering is dan ook essentieel voor het bereiken van een goede waterkwaliteit! De fosfaatvracht uit het kwelwater kan sterk terug gedrongen worden door zoveel mogelijk water over het helofytenfilter te leiden (interne circulatie).

Zuurstof

In de deelgebieden waar een goede waterkwaliteit wordt verwacht zullen geen zuurstofproblemen optreden. Dit is het geval in het hoge stelsel, polder Haarzuilens en de twee plassen.

De gehalten aan voedingsstoffen in het lage stelsel zijn dusdanig hoog dat er een verhoogd risico bestaat voor overmatige planten- en/of algengroei kan optreden. In de zomer kan hierdoor 's nachts een laag zuurstofgehalte ontstaan. Bij voldoende doorstroom van het systeem waarbij over de stuwen en eventueel voorzieningen als fonteynen extra zuurstof in het water wordt gebracht, wordt dit probleem geminimaliseerd.

Ook in het najaar kan als gevolg van afbraak van het dode plantenmateriaal een zuurstofprobleem ontstaan. Door het tijdig maaien en verwijderen van plantenmateriaal wordt dit probleem voorkomen. Maaien en verwijderen van planten zal toch al dienen plaats te vinden voor de verwijdering van voedingsstoffen uit het systeem.

Chloride

Het chloridegehalte in het watersysteem zal laag zijn. Het water in het plangebied bestaat voornamelijk uit een mengsel van regenwater (zeer laag chloridegehalte) en grondwater (gemiddeld 82 mg Cl/l).

(Micro)verontreinigingen

Ook voor microverontreinigingen is de belangrijkste bron van belasting van het oppervlaktewater de uit- en afspoeling van regenwater. De probleemstoffen hierbij zijn koper, zink en Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's). Het aandeel in de totale belasting van deze stoffen door regenwater bedraagt in de toekomstige situatie 50% - 70%. Hierbij is inbegrepen de bijdrage door corrosie van verzinkte materialen, zoals dakgoten, leidingen etc. (Waterlooppkundig Laboratorium, 1997).

Maatregelen zullen moeten worden genomen om de belasting zoveel mogelijk te beperken en een goede oppervlaktewaterkwaliteit te kunnen bereiken. Hierbij kan gedacht worden aan het rekening houden met bouwmaterialen (met betrekking tot zware metalen), het niet gebruiken van gecreosoteerde oeverbeschoeiingen (met betrekking tot PAK's) en het gescheiden opvangen van de meest verontreinigde runoff zoals van grote verkeers(snel)wegen. Genoemde probleemstoffen komen voornamelijk in water voor gehecht aan slibdeeltjes. Dit betekent dat zij in belangrijke mate zullen worden afgevangen door de zuiveringsmechanismen die in het nieuwe waterhuishoudingsstelsel zijn ingebouwd, zoals de infiltratievoorzieningen, het infiltratiefilter, bufferstroken en bermen.

Over mogelijk toekomstige verontreiniging van het oppervlaktewater met andere microverontreinigingen zijn weinig gegevens voor handen. Te denken valt bijvoorbeeld aan PCB's (polychloorbifenylen) en verschillende organochloor- en organofosfor-bestrijdingsmiddelen die in de huidige landbouwgebieden zijn gebruikt. Door af- en uitspoeling kunnen deze stoffen op termijn in het oppervlaktewater terecht komen. Een positief punt is dat door de veranderde functie van het plangebied deze stoffen niet meer gebruikt zullen worden, waardoor de belasting ook alleen maar een achtergrondbelasting zal zijn.

6.2.2 Waterbodemkwaliteit

Als probleemstoffen voor het plangebied Leidsche Rijn worden aangemerkt de zware metalen zink en koper, en de stofgroepen PAK's en DDT. Zink en koper overschrijden de streefwaarden voor de waterbodem met respectievelijk 50% en 40%. Het gemiddelde gehalte van alle monsters aan PAK's en DDT overschrijdt de toetsingswaarde. Voor kwik en nikkel worden de streefwaarden ook overschreden, maar voor slechts 20% van de genomen monsters (Waterlooppkundig Laboratorium, 1997).

De toekomstige waterbodemkwaliteit zal vooral worden bepaald door de aanvoer en productie van (bodem)slib. De kwaliteit en de hoeveelheid van dit slib is dus essentieel.

De slibproductie in de toekomstige situatie zal ongeveer 2100 ton droge stof per jaar bedragen (berekend op grond van Waterloopkundig Laboratorium (1997) en het oude ontwerp, met een totale oppervlakte van het hoofdwatrstelsel van 81 ha, een Haarrijnse Plas van 95 ha en een totale oeverlengte van respectievelijk 90 km (hoofdwatrgangen) en 5 km (Haarrijnse Plas); dit ontwerp komt deels overeen met het huidige ontwerp. De wijkwatrgangen zijn hierbij niet meegenomen. Het overgrote deel van het slib ontstaat door productie in het systeem zelf, door groei van algen en vegetatie, afspoeling van bodemdeeltjes vanaf land, inwaaien van bladeren en de aanvoer van zwevend stof van (droge) atmosferische depositie. De aanvoer van zwevend stof met water uit het Amsterdam-Rijnkanaal is relatief beperkt (Waterloopkundig Laboratorium, 1997) en wordt verder gereduceerd door het infiltratiefilter (IWACO, 1997c).

Uit berekeningen (Waterloopkundig Laboratorium, 1997) blijkt dat de concentraties aan probleemstoffen in de toekomst ten opzichte van de huidige situatie met circa 20% zullen afnemen, waarbij een hogere slibproductie leidt tot een grotere verdunning en dus lagere concentraties. Met deze belasting voldoet de waterbodempkwaliteit nog niet aan de nagestreefde kwaliteit. Hiervoor zijn maatregelen voor reductie van de belasting nodig en aanvullende maatregelen. De meest effectieve maatregelen zijn samengevat in tabel 6.1.

Opgemerkt dient te worden dat deze percentages vooral een indicatieve waarde hebben; het te bereiken percentage belastingreductie wordt uiteraard sterk bepaald door de mate waarin maatregelen worden doorgevoerd en zuiveringsprocessen functioneren.

Een groot deel van deze maatregelen zijn reeds gepland. Duidelijk wordt ook het grote belang van het gebruik van duurzame materialen in de stedenbouw.

Met de maatregelen zoals deze reeds zijn voorzien in het ontwerp van het watersysteem (incl. de aanbevelingen ten aanzien van bijvoorbeeld het materiaalgebruik) wordt voor koper en zink nagestreefd dat tenminste

MAATREGEL	KOPER	ZINK	PAK	DDT
VERMINDEREN BELASTING				
SANEREN LANDBODEM	6%	3%	1,5%	100%
BEPERKEN GEBRUIK KOPER/ZINK IN BOUW MET 90%	7%	25%		
GEEN RIOOLOVERSTORT IN PLANGEBIED	9%	11%	3%	
FILTERSYSTEMEN E.D.				
ZUIVEREN INLAATWATER	1%	<0,5%	1,5%	
ZUIVEREN VIA INFILTRATIEVOORZIENINGEN, BERMEN EN OEVERS	35%	28%	29%	
AFKOPPELEN/ZUIVEREN AFVALWATER A2 EN A12	10%	16%	20%	

Tabel 6.1 Effectiviteit van maatregelen ter reductie van de belasting met probleemstoffen

95% van de waterbodem voldoet aan de streefwaarden.

DDT zal in de toekomst een belangrijke klassebepalende stof zijn. DDT is uitsluitend terug te dringen tot acceptabele niveaus door sanering van landbodems langs watrgangen. Verharding van delen van oevers, afgraven (inrichting van bufferzones) en ophogen met schone grond zullen de belasting in elk geval terugdringen. De waterbodem zal dan echter nog niet voldoen aan het streven en DDT zal een belangrijke klassebepalende stof blijven. Het is echter niet de verwachting dat de toekomstige gehalten zullen leiden tot belangrijke (eco)toxicologische effecten.

Voor het bereiken van acceptabele PAK-gehalten in de waterbodem zijn aanvullende maatregelen nodig die zich uitstrekken tot buiten het plangebied. Het betreft met name het terugdringen van de verkeersintensiteit en (daarmee) de belasting via de depositie.

6.3 Bijzondere landschappelijke en recreatieve kwaliteiten

6.3.1 Bijzondere landschappelijke kwaliteiten

Met de voorgestelde inrichting van het waterhuishoudkundig hoofdstelsel worden een aantal zeer bijzondere kwaliteiten aan Leidsche Rijn toegevoegd. Het ontworpen waterhuishoudkundig stelsel brengt in waterhuishoudkundige, maar ook in functioneel-recreatieve zin samenhang in het gebied aan.

Met de realisatie van het voorgestelde systeem is een zeer flexibel waterhuishoudkundig beheer mogelijk: deelgebieden kunnen

naar believen aan het stelsel gekoppeld worden, of hier juist van afgekoppeld blijven. Zo kunnen deelgebieden met een ongewenste waterkwaliteit afgekoppeld blijven totdat ze voldoen aan de kwaliteitscriteria van het hoofdstelsel. In dat geval wordt voor deze gebieden de huidige waterhuishoudkundige situatie zoveel mogelijk gehandhaafd. Door deze mogelijkheid van flexibele aankoppeling van deelgebieden wordt de haalbaarheid van het ambitieniveau voor de waterkwaliteit aanzienlijk vergroot.

Door een logische landschappelijke inpassing vormt de waterhuishoudkundige structuur een afspiegeling van oorspronkelijke gebiedskenmerken. Dit leidt tot een gedifferentieerd beeld met een beperkt zichtbaar watersysteem op de stroomrug en een zeer promi-



figuur 6.2 Recreatieve routes

nent aanwezig watersysteem in de flanken van het gebied.

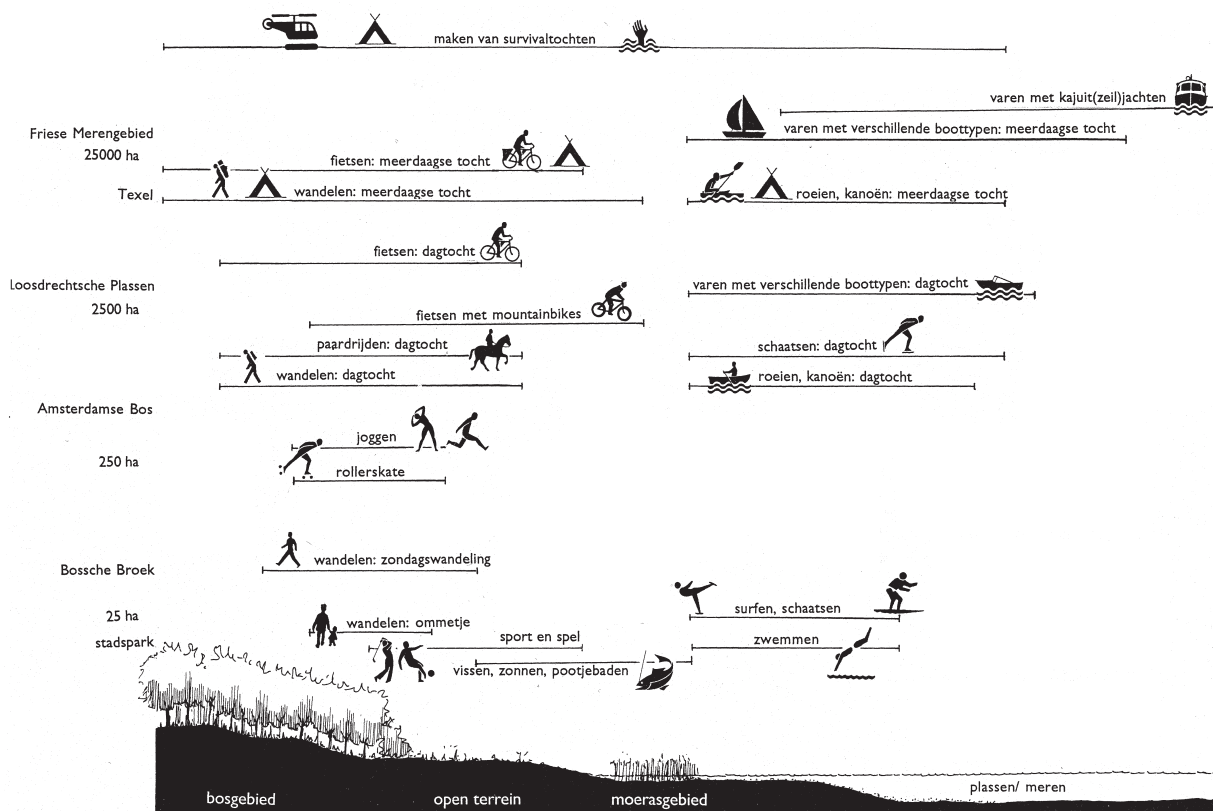
6.3.2 Bijzondere recreatieve kwaliteiten en gebruiksmogelijkheden

De verschillen tussen het 'krap' gedimensioneerde en gestuwde hoge stelsel met het ruim gedimensioneerde, doorgaande lage stelsel leiden tot een duidelijke differentiatie in ecologische kwaliteiten en recreatieve gebruiksmogelijkheden. Ook verschillen beide systemen in waterhuishoudkundige functies wat betreft waterbuffering en waterzuivering.

Door de aanwezigheid van stuwen is het hoge stelsel niet ingericht op een vaarfunctie. Hier is sprake van een meer stagnerend watersysteem dat relatief krap is gedimensioneerd en vooral in stedelijke kernen stenige oevers heeft. Dit stelsel wordt zo ontworpen dat drijvende waterplanten, zoals Waterlelie, Gele plomp en Watergentiaan zich optimaal kunnen ontwikkelen. Het water heeft hierdoor een hoge belevingswaarde.

Het lage stelsel daarentegen is een ruim gedimensioneerd, doorgaand stelsel. Water en oevers zijn breed waardoor het watersysteem nadrukkelijk aanwezig is in de omgeving. Het (nagenoeg) ontbreken van barrières leidt tot een scala van unieke kwaliteiten en gebruiksmogelijkheden van het stelsel. Mogelijkheden zijn er bijvoorbeeld voor roei-, kano- en schaatstochten (25 km-toertocht; de Ronde van Leidsche Rijn). Voor een rondgaande tocht dient ook een klein deel van het hoge systeem bevaarbaar te zijn. Het betreft het gedeelte vanaf de Leidsche Rijn naar het noorden, naar het nieuwe station, waar het Grand Canal begint (zie figuur 6.2). De aantakking van de Haarrijnse Plas en diverse woongebieden versterken deze bijzondere kwaliteiten van het watersysteem. Met name voor de bewoners in de waterrijke deelgebieden is de recreatieve ontsluiting via het watersysteem optimaal.

Anderzijds leidt het wonen aan het water voor niet-bewoners tot een belangrijke



figuur 6.3 Relatie tussen oppervlakte en recreatieve mogelijkheden

beperking in de toegankelijkheid van het watersysteem. Specifieke aandacht voor het vergroten van de toegankelijkheid van het stelsel op andere plaatsen is dan ook noodzakelijk. Dit mede vanwege de recreatieve functie die het hoofdstelsel kan vervullen voor bijvoorbeeld vissers, schaatsers en de passieve recreant.

De Ontwikkelingsvisie Leidsche Rijn Utrecht (Max 2, 1996) noemt de mogelijke situering van woonboten in de zijtakken van het Grand Canal. Dit is inpasbaar indien dit niet leidt tot emissies van ongewenste stoffen naar het oppervlaktewater. Dit betekent aansluiting op de nutsvoorzieningen en riolering en specifieke aandacht voor materiaalgebruik (met name voor onderhoud van de schepen)

en afvalinzamelingspunten zoals in de reguliere wijken in Leidsche Rijn.

Het gehele waterhuishoudkundige hoofdstelsel zal voor een belangrijk deel van zwemwaterkwaliteit zijn. Naast de Haarrijnse Plas kunnen eventueel ook andere plekken langs het hoofdstelsel voor zwemrecreatie worden ingericht. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het tracé van het hoofdstelsel dat het Centrale Park doorsnijdt. Met name op deze plekken is de toegankelijkheid van het watersysteem voor de mens een belangrijk aandachtspunt.

Op grond van haar ecologische kwaliteiten en de belevingswaarde van het watersysteem zal het hoofdstelsel een zeer aantrekkelijk viswater zijn. Ter behoud van de kwaliteit van



figuur 6.4 Bijzondere punten in het systeem, die vragen om een bijzondere architectonische oplossing

het systeem is via inrichting een zekere structurering van visactiviteiten noodzakelijk.

Er zijn verschillende plaatsen waar de toegang tot het water geregeld moet worden. Dat zijn bij de inlaatplaatsen voor de maaiboot, de in- en uitstapplaatsen voor kano'ers en schaat-sers (de startpunten voor routes op het water of ijs), de overdraag- of kluunplaatsen, en vissteigers of oevers. Het ligt voor de hand tenminste een aantal van deze functies te combineren. Het verdient aanbeveling bij de startplaatsen van routes een aantal parkeerplaatsen aan te leggen. Met het aanleggen van deze voorzieningen is het recreatieve gebruik grotendeels te sturen.

Uit het schema waarin arealen uitgezet zijn tegen gebruiksmogelijkheden (figuur 6.3) is af te leiden welke mogelijkheden voor recreatie Leidsche Rijn biedt op grond van de hoeveelheid groen en water. Duidelijk blijkt uit het schema dat het verbinden tot grote eenheden het aantal mogelijkheden doet toenemen. Hierbij is het van belang te beseffen dat Leidsche Rijn grenst aan het Groot Groengebied Utrecht, dat op haar beurt weer deel uitmaakt van het Groene Hart. Met name de mogelijkheden die het doorverbinden (weliswaar met een overstap) van de waterlopenstructuur geeft, doet het aantal te varen of te schaatsen kilometers exponentieel toenemen.

6.3.3 Bijzondere plekken

Binnen het hoofdwatersysteem zijn er naast de al genoemde sferen, in- en uitstapplaatsen en civieltechnische werken (zuivering, stuwen, gemalen) een aantal bijzondere plekken aanwezig die vragen om een bijzondere uitwerking (figuur 6.4):

- de bron van het hoofdsysteem is gelegen op het hoogste punt. Zoals eerder beschreven zijn er twee mogelijke tracés. Bij de start op de overkluizing van de snelweg A2 kan dit punt met een watertrap geaccentueerd worden (figuur 6.5). Bij de andere optie ligt het voor de hand om als startpunt het punt te markeren waar de brede waterloop begint die de stroomweg begeleid. Dat kan bijvoorbeeld door het installeren van een fontein (figuur 6.6);
- een vergelijkbare plaats is de plek waar de noordelijke tak van het lage stelsel overgaat in het hoge stelsel; ook hier moet water wor-



figuur 6.5 Cascade



figuur 6.6 Fonteinen

den opgepompt, en kan de locatie worden uitgewerkt als 'hot-spot' van het watersysteem. Het is een knooppunt van stedelijke functies met onder meer het stationsplein;

- de waterplas in het nieuwe centrum van Vleuterweide vormt een waterhuishoudkundig, en daarmee een recreatief knooppunt; de eerste waterverkeersrotonde van Nederland?;
- barrières in de lage ring kunnen worden geslecht door specifieke voorzieningen; voor vaartuigen kan worden gedacht aan een overtoom (overzetplaats voor kleine vaartuigen met behulp van een windas); daarnaast zijn dit de toekomstige 'kluun'-

plekken bij schaatstochten: ook deze vragen om een bijzondere benadering;

- overgang van de Haarrijnse Plas naar het Grand Canal en kruising met de WRK-leiding;
- water kan worden opgepompt met bijvoorbeeld een historische molen, die nabij Breukelen moet wijken voor spoorverdubbeling (zie ook paragraaf 4.5.2).

In de rapportage 'Het regent, het regent' (H+N+S/IBU, 1996) worden voorbeelden gegeven van hoe de andere onderdelen van het hele nieuwe watersysteem bij kunnen dragen aan bijzondere plekken in de wijken.

6.4 Bijzondere ecologische kwaliteiten

Het hoofdwaterstelsel zal niet alleen voor de mens van grote waarde zijn. De goede waterkwaliteit en grote variatie in (oever)-begroeiing zullen resulteren in een hoge ecologische kwaliteit. Overmatige algen- en/of plantengroei is niet te verwachten, temeer daar er goede mogelijkheden bestaan deze problemen te beheersen (via bijvoorbeeld extra maaien en verwijderen van planten). Daarnaast zal het stelsel een belangrijke verbindingfunctie voor veel organismen vervullen. Beide aspecten maken ook een belangrijk deel uit van de ambities voor het toekomstige stelsel (Projectbureau Leidsche Rijn, 1995).

Met de realisering van de hier voorgestelde waterhuishouding voor Leidsche Rijn wordt duidelijk voldaan aan de milieu-eisen zoals deze voor de gekozen doelsoorten (paragraaf 3.3) gelden. Essentiële elementen hiervan zijn de goede waterkwaliteit met een groot doorzicht van zeker 1,0 meter, een laag gehalte aan verontreinigende (toxische) stoffen, een grote variatie aan aquatische en semi aquatische leefmilieus (oeverzones) en voldoende ruimte en rust. Het systeem vormt een vrij doorgaand stelsel met slechts weinig niet of moeilijk passeerbare barrières. Daarnaast zijn er enkele verbindingen met het buitengebied. Verbindingen via het water met het buitengebied zijn beperkt omdat gekozen is voor een gesloten waterhuishouding. De in ecologisch opzicht meest waarde-

volle verbinding is de aansluiting bij het Groot Groengebied Utrecht.

Door de sterke verstedelijking van het gebied gaan belangrijke bestaande natuurwaarden verloren. Reeds in het ontwerp van het stedenbouwkundig plan is dit onderkend en zijn hoge ambities geformuleerd ten aanzien van de toekomstige omgevingskwaliteit (Projectbureau Leidsche Rijn, 1995). Met het hier gepresenteerde ontwerp voor het waterhuishoudkundig systeem wordt in belangrijke mate invulling gegeven aan deze ambities. Aan water gebonden natuurwaarden die verloren gaan, worden met dit plan in belangrijke mate gecompenseerd en zelfs aanzienlijk versterkt. Voor een groot deel van het gebied betekent dit in feite dat ecologische kwaliteit zal toenemen in vergelijking met de huidige situatie. Uiteraard is hiervoor een volledige realisatie van het hier gepresenteerde ontwerp in al zijn facetten noodzakelijk.

Grenzend aan het plangebied ligt er in het noord-westen tussen het landgoed Haarzuilens en de snelweg A2 een gebied van een paar honderd hectare, waar in belangrijke mate natuurontwikkeling zal plaatsvinden. Deze ontwikkeling zal gericht zijn op water, moeraszones, vochtig struweel en bos en graslanden. Hier zullen zich tal van soorten dieren en planten ophouden die ook het water en de oevers van het oppervlaktewaterstelsel in Leidsche Rijn kunnen bezetten. Als zodanig vormt dit gebied samen met de ecologische zone die langs de zuid-west oever van de Haarrijnse Plas wordt aangelegd een 'hot spot' voor onder andere de gekozen doelsoorten. Door dit gebied onderdeel te laten vormen van het waterhuishoudkundig stelsel van Leidsche Rijn kan dit een belangrijke toeleveringsbron voor flora en fauna dienen.

Afhankelijk van de wijze waarop het Centrale Park invulling krijgt (zie ook de geformuleerde eisen in de nota 'Het Groene Hart van Leidsche Rijn'; Bureau Waardenburg, 1996b), zal ook dit park een 'hot spot' zijn voor wilde flora en fauna. Ten noorden van Vleuten zijn er goede (droge en natte) verbindingsmogelijkheden tussen het Centrale Park en landgoed Haarzuilens.

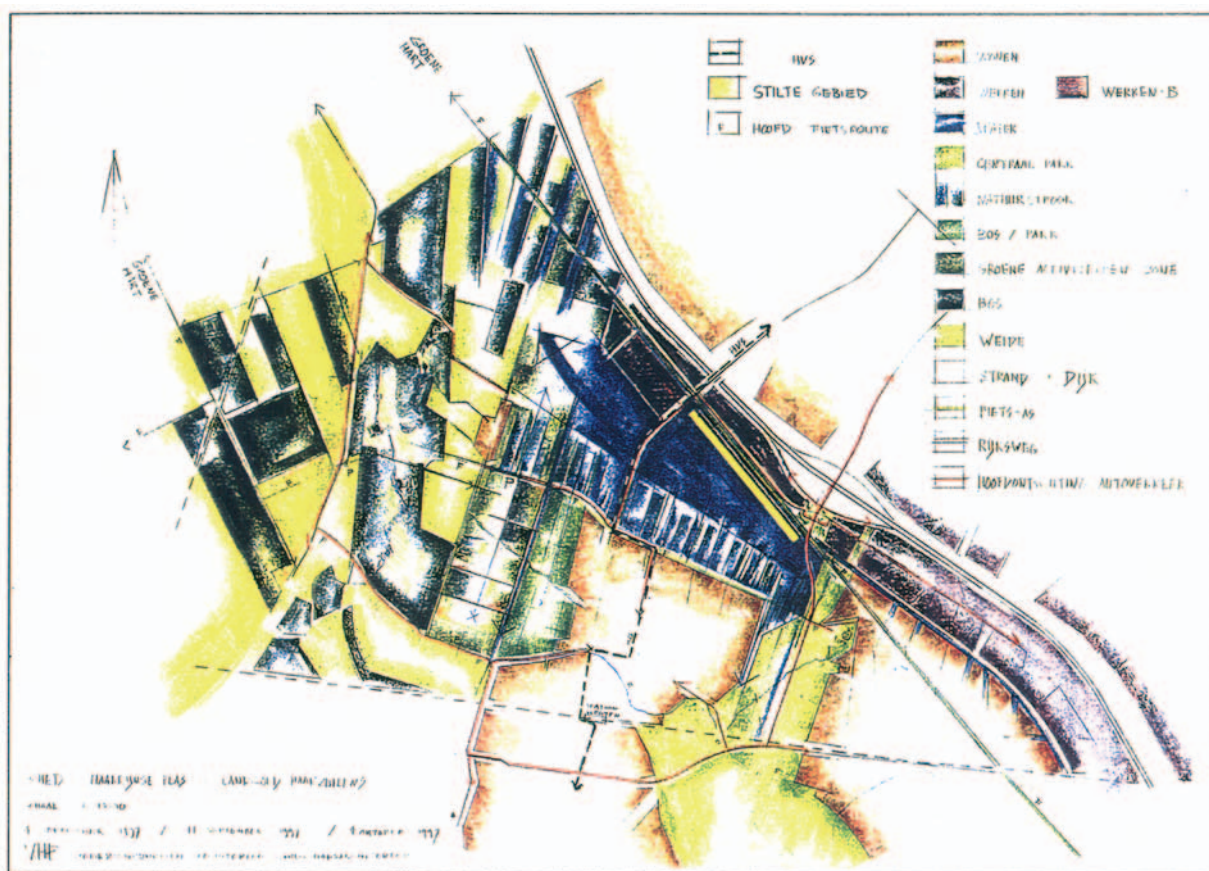
Verbinding in zuidelijke richting is slechts voor een klein aantal vochtgebonden soorten zinvol. Het stuit echter op twee grote barrières, in het plangebied zelf de Leidsche Rijn met steile oevers en aan de zuidrand van het plangebied de snelweg A12 inclusief geluidsschermen. Deze verbinding is dus minder essentieel. Langs de spoorlijn ten zuiden van Vleuten bestaan ook migratiemogelijkheden, echter uitsluitend voor soorten van vochtige biotopen. Deze westverbinding kan als secundaire verbinding dienst doen in de vorm van vochtige ruigte. Het zal vermoedelijk zeer lastig zijn om een ecologische (natte) verbinding met de stad Utrecht te realiseren, aangezien in deze richting een aantal grote barrières aanwezig zijn, zoals de snelweg A2 en het Amsterdam-Rijnkanaal met steile oevers. Bovendien is een dergelijke verbinding niet noodzakelijk, omdat het geen leefgebieden

van bepaalde dier- of plantensoorten met elkaar verbindt.

In het onderstaande schema worden de gewenste ecologische verbindingen met de omgeving en een aantal diersoorten (waaronder de doelsoorten) die hiervan profiteren weergegeven (Bureau Waardenburg, 1996a).

6.5 De Haarrijnse Plas

Eerder is al aangegeven dat de Haarrijnse Plas een belangrijke functie vervult in de waterhuishouding van Leidsche Rijn. Doordat er een peilfluctuatie van 0,30 m mogelijk is, kan er in het natte deel van het seizoen water worden opgeslagen wat dan in drogere tijden geleidelijk kan worden benut voor het gehele stelsel. Hierdoor wordt de inlaatbehoefte vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal sterk ver-



figuur 6.7 Studie ter ontwikkeling van het programma van eisen van de Haarrijnse plas.

minderd. Er is in een gemiddeld jaar zelfs in het geheel geen inlaat nodig. De waterkwaliteit zal bepaald worden door kwel- en inlaatwater. Het te verwachten fosfaatgehalte voldoet naar verwachting aan de gestelde eis van 0,05 mg P/l, en het doorzicht van de plas is minimaal 1,0 meter (IWACO, 1997b).

De Haarrijnse Plas fungeert daarnaast als bezinkbassin voor in het water aanwezige zwevende slibdeeltjes met daaraan gebonden nutriënten (met name fosfaat) en eventuele micro-verontreinigingen (zware metalen en PAK's). Dit als gevolg van de grote verblijftijd en lage stroomsnelheid van het water. Gezien de te verwachten goede waterkwaliteit (mede vanwege de vele zuiveringsvoorzieningen in het systeem), zal er vermoedelijk relatief schoon slib naar de bodem bezinken. Door de grote diepte van de plas zal opwerping van het op de bodem opgehoopte slib nauwelijks optreden en is baggeren (het op diepte brengen) van de waterplas pas over vele decennia nodig. Langs de zuid-westoever van de plas zal een uitgebreid systeem van waterplanten- en moerasmilieus aanwezig zijn, waar een zuiverende werking van uit zal gaan (figuur 6.7).

De waterplas zal derhalve een aanzienlijke bijdrage leveren aan het verkrijgen en behouden van een goede waterkwantiteit en een goede waterkwaliteit voor het gehele waterhuishoudkundige stelsel. Hiervoor is het wel noodzakelijk dat de waterplas integraal deel uitmaakt van het stelsel, dat wil zeggen dat het intern circulerende oppervlaktewater door de plas stroomt.

De ontwikkeling van de Haarrijnse Plas wordt bestudeerd door een aparte werkgroep. Vanuit het watersysteem zijn de randvoorwaarden voor functioneren ingebracht; deze zijn in het schetsontwerp verwerkt. Aan de noordrand worden stranden ontwikkeld, waar het zwaartepunt van de recreatie verwacht wordt. De zuidrand bestaat uit een uitgestrekt stelsel van legakkers met een gevarieerd scala aan moerasmilieus en watervegetaties.

6.6 Het Centrale Park

Voor het park is een besloten prijsvraag uitgeschreven, waarbij vanuit het watersysteem diverse randvoorwaarden en suggesties zijn aangeleverd (Projectbureau Leidsche Rijn Utrecht, 1997, zie ook paragraaf 2.1). De vormgeving en specifieke knelpunten zijn dus nog niet volledig bekend.

In het Masterplan Leidsche Rijn (Projectbureau Leidsche Rijn, 1995) wordt aangegeven dat er tussen het Centrale Park en het Groene Hart een ecologische verbindingzone tot stand moet worden gebracht via de waterplas en de bossen rond het kasteel Haarzuilens. Dit is nader uitgewerkt in de nota 'Het Groene Hart van Leidsche Rijn' (Bureau Waardenburg, 1996b). Behalve de Ringslang en de Snoek-Zeeltgemeenschap is voor het parkgebied de Rode eekhoorn als doelsoort aangewezen (Bureau Waardenburg, 1996b; Vista, 1995). Behalve dat er naar het Centrale Park een water- en moerasverbinding tot stand moet komen zal er met betrekking tot de Rode eekhoorn ook gezorgd moeten worden voor een verbinding middels bomen(rijen) of houtwallen. Deze zullen een doorlopende schakel moeten vormen tussen het park en Haarzuilens. Er zijn goede mogelijkheden voor de realisatie van deze verbinding via de zuid-westoever van de Haarrijnse Plas naar en door de noordelijke uitloper van het Centrale Park.

Om een overschot aan neerslagwater te kunnen opvangen als verwacht bij hevige regenbuien, moet er opvangmogelijkheid zijn in het park. In het ontwerp wordt hierin voorzien door uit te gaan van de aanleg van overstromingsgebieden die alleen gevuld zijn na hevige regenval en mogelijk in de winter (zie ook paragraaf 4.3.2). Daarmee krijgt ook het hoge stelsel een bufferfunctie voor neerslagwater. Ecologische verbindingen tussen deze overstromingsgebieden, het water in het park en het waterhuishoudkundig stelsel kunnen worden verzorgd door de diverse (nog naamloze) watergangen en de Alendorper Wetering.

In het Centrale Park zullen relatief grote oppervlakten worden bestemd voor sportvelden. Aangezien hier voormalige landbouw-

gronden liggen zijn deze vruchtbaar genoeg, zodat bemesting niet nodig is. Eventueel (op termijn) toegediende meststoffen zullen gedeeltelijk terecht komen in het oppervlaktewater. Bij het beheer van de sportvelden zal ernaar moeten worden gestreefd de negatieve impact van het toepassen van meststoffen zoveel mogelijk te beperken, bijvoorbeeld door het nastreven van evenwichts-bemesting.

Zodra bekend is welke hoeveelheid en op welke locatie de sportvelden zich bevinden kan besloten worden waar het sproeiwater vandaan moet komen. Afgewogen moet dan worden wat het voor de waterbalans betekent als het voedingswater uit het stelsel afkomstig is. In een droge zomersituatie kan dit de inlaat (en zuivering) van een extra hoeveelheid water vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal betekenen. Afhankelijk van de totale inlaatbehoefte kan dit betekenen dat de zuiveringscapaciteit van het zuiveringsfilter wordt overschreden en dat niet al het inlaatwater kan worden gezuiverd.

Een andere optie is het rechtstreeks aanvoeren van Leidsche Rijnwater, dus ongezuiverd. Een nadeel daarvan is de introductie van een slechtere waterkwaliteit in het systeem die (vooral via het grondwater) negatief kan doorwerken op de kwaliteit van het oppervlaktewater. Ook deze optie verlangt een goede afweging van voor- en nadelen. Een meer duurzame optie is om regenwater op te vangen en te bergen (bijvoorbeeld ondergronds) om dit water bij droogte te benutten voor beregening.

de gietwatervoorziening van de glastuinbouw. Nagegaan wordt in hoeverre het oppervlaktewater hierbij van betekenis kan zijn. Ook de hydrologische, landschappelijke en ecologische potenties van het watersysteem worden geanalyseerd. Via een intensieve uitwisseling van ideeën en wensen wordt getracht tot een goede afstemming te komen tussen de watersystemen van Leidsche Rijn en Harmelen en worden win/win-situaties bekeken. Bij een eventuele koppeling van beide systemen in hydrologische en/of ecologische zin zal een uitgebreide evaluatie dienen plaats te vinden van de consequenties hiervan, bijvoorbeeld voor de waterkwaliteit en de waterbalans van Leidsche Rijn.

6.7 Glastuinbouwgebied Harmelen

Ten oosten van de kern van Harmelen wordt een nieuw glastuinbouwgebied gerealiseerd. Dit dient onder meer ter opvang van uitgeplaatste glastuinbouwbedrijven uit het plangebied Leidsche Rijn. De inrichting van dit gebied is momenteel onderwerp van studie (VHP, 1997). Ook in dit gebied wordt nagegaan op welke wijze een zo duurzaam mogelijk watersysteem kan worden gerealiseerd. Zo wordt getracht zoveel mogelijk regenwater te benutten (dus ook te bufferen) voor

7 DE REALISERING

7.1 Fasering van aanleg

De realisering van het waterhuishoudkundig hoofdstelsel binnen de realisering van het plangebied Leidsche Rijn als geheel is een complexe, maar zeer uitdagende opgave. Het meest eenvoudige zou zijn het hoofdstelsel in één keer aan te leggen, om vervolgens hier de verschillende wijken/deelgebieden op aan te sluiten. Aangezien dit naar verwachting in de praktijk niet realiseerbaar is, zal een gefaseerde aanleg dienen plaats te vinden, in aansluiting op de realisering van de verschillende deelgebieden.

De uitdaging hierbij is om enerzijds een deelstelsel te realiseren dat kan functioneren voor het betreffende deelgebied, maar dat anderzijds een element vormt van het totaal te realiseren hoofdsysteem, zoals dit in beschreven in onderhavige rapportage.

Een complexe opgave dus, die in zeer nauwe afstemming met de bouwplannen voor de wijken/deelgebieden gerealiseerd zal moeten worden.

7.2 Kostenoverzicht

7.2.1 Inleiding

Voor de kostenberekening van de aanleg van het hoofdwatersysteem is gekozen voor een verdeling per gemeente. Hierdoor wordt het mogelijk een vergelijking te maken met de reeds bestaande exploitatieberekeningen die door de beide gemeenten, afzonderlijk, zijn

opgezet. Daar waar nog onduidelijkheden aanwezig zijn is dit aangegeven.

In dit hoofdstuk worden dan ook in de eerste plaats de kosten weergegeven van het watersysteem zoals die zijn bepaald door de projectgroep waterhuishouding. Vervolgens wordt aangegeven hoe deze kosten zich verhouden tot de exploitatieberekeningen van beide gemeenten.

7.2.2 Bepaling kosten waterhuishouding

Bij de bepaling van de kosten is gebruik gemaakt van het ontwerp van de hoofdwatgangen voor Leidsche Rijn zoals aangegeven op de plankaart.

De plankaart is tezamen met gegevens over de profielen, diepteliggingen, stuwen en overige kunstwerken overgenomen in een berekeningsmodel voor de bepaling van inrichtingskosten. Belangrijke onderdelen in dit model zijn ontgroning, grondwatertransport en de diverse kunstwerken zoals stuwen, gemalen en duikers.

Het aantal en soort kruisingen van wegen met watgangen is bepaald en de kosten hiervan zijn eveneens berekend. Uitgangspunt hierbij is geweest dat de hoofdwatgangen van het lage stelsel over de volledige breedte van de hoofdwatgang inclusief de taluds een overspanning krijgen. Om kosten te besparen zijn de kruisingen van weg en water in het hoge stelsel uitgevoerd met duikers en niet met bruggen.

In dit hoofdstuk komen de kosten van de verschillende onderdelen van het hoofdwatersysteem aan de orde. Achtereenvolgend worden de kosten beschreven van:

- ontgraven van watergangen, grondtransport, eventuele bekleding met klei en bemaling;
- stuwen;
- pompen en gemalen;
- inrichting watergangen;
- sifons en duikers;
- bruggen;
- het infiltratiefilter;
- sanering waterbodems.

Bij de bepaling van de kosten is uitgegaan van kale aannemingssommen exclusief BTW en overhead. De kosten voor voorbereiding en directievoering zijn niet meegenomen. Uitgangspunt is dat de kosten voor de aanleg van de Haarrijnse plas volledig uit de exploitatie van de plas worden gedekt.

Voor een uitgebreide kostenberekening wordt verwezen naar Ingenieursbureau Utrecht, 1997d.

7.2.3 Kosten van aanleg van watergangen

Uitgegaan is van een totale lengte voor de watergangen van het hoofdstelsel van 45 km. De watergangen zijn geprojecteerd in gebie-

den met klei, veen en zand of een combinatie van de drie. Om de kosten zo nauwkeurig mogelijk te bepalen is een onderscheid gemaakt naar grondsoort. Voor bijna 300 dwarsdoorsneden is een berekening gemaakt van de vrij te komen grond.

Op basis hiervan is bepaald dat de totale hoeveelheid te ontgraven klei circa 1.000.000 m³ bedraagt. Voor zand en voor veen is dit respectievelijk circa 320.000 m³ en 1.000.000 m³.

Bestaande watergangen die in de toekomstige situatie de functie krijgen van hoofdwatgang voldoen vrijwel allen aan de benodigde afvoercapaciteit. Alleen delen van de Alendorper Wetering zullen in de toekomstige situatie te krap zijn zodat in de uitwerking van het Groene Park hiermee rekening gehouden zal worden. Watergangen in de bestaande kernen zijn voldoende groot om afvoer mogelijk te maken bij stijgingen tot 0,30 m.

Bij het bepalen van de kosten zijn vervolgens de volgende uitgangspunten meegenomen:

- de te ontgraven gronden zijn niet vervuild;
- met het verwijderen en verwerken van bagger uit de bestaande watergangen is geen rekening gehouden;
- gerekend is met grondtransport-rijafstanden tot 5 km;
- ontgraven zand wordt tijdelijk opgeslagen direct naast de watgang;
- gerekend is met één centraal gronddepot.

7.2.4 Kosten voor de stuwen

De stuwen hebben een belangrijke functie in het watersysteem. Ze zorgen voor een geleidelijk afstroming naar benedenstroomse delen van het plangebied maar ook hebben ze als functie om in de deelgebieden het water in natte perioden vast te houden. Daarom zal het mogelijk moeten zijn de stuwen traploos in te kunnen stellen bij een fluctuatie van tenminste 0,30 m. Alhoewel de watergangen een breedte hebben tot 25 meter zal de stuwbreedte 5 m bedragen. Bij grotere stuwbreedten nemen de kosten exponentieel toe terwijl een stuw met genoemde breedte reeds voldoet. De resterende breedte zal overbrugd worden door gebruik te maken van keermuren of dijken.

OMSCHRIJVING	KOSTEN GEMEENTE UTRECHT	KOSTEN GEMEENTE VLEUTEN-DE MEERN
ontgraven watergangen inclusief een eventuele aanvulling van klei in het profiel	f 2,4 miljoen	f 2,7 miljoen
grondtransport inclusief inrichting van gronddepots	f 8,5 miljoen	f 8,6 miljoen
bemaling	f 0,4 miljoen	f 0,4 miljoen
overige kosten	f 1,6 miljoen	f 1,6 miljoen
totaal	f 12,9 miljoen	f 13,3 miljoen

tabel 7.1 Kosten van aanleg van watergangen

De stuwen dienen geschikt te zijn om op afstand automatisch bediend te worden. In een latere studie zal nog beoordeeld worden op welke punten in het systeem meet-instrumenten ingesteld moeten worden om op te kunnen sturen. De kosten van dit real time control besturingssysteem met de benodigde electra en datacommunicatielijnen alsmede kosten voor advisering zal in een vervolgstudie meegenomen moeten worden.

De kosten van het leveren en aanbrengen van de vijftien benodigde stuwen voor het hoofdwatersysteem, wordt geschat op f 760.000,-. Zes stuwen zijn geprojecteerd in de gemeente Utrecht, tien stuks in de gemeente Vleuten-de Meern.

7.2.5 Kosten voor pompen en gemalen

De kosten van gemalen en pompen zijn opgenomen in tabel 7.2.

7.2.6 Inrichting van de watergangen

Voor de bepaling van de inrichtingskosten van de watergangen is uitgegaan van de waterhuishoudkundige plankkaart. Per onderscheiden pand is weergegeven voor welke inrichting is gekozen. Onderscheid is gemaakt naar riet aanplanten, lichte beschoeiingen, halfzware beschoeiingen, zware beschoeiingen en kademuren.

Voor de gemeente Utrecht bedragen de totale kosten voor de oeverinrichting: f 10,3 miljoen. Voor de gemeente Vleuten-de Meern bedragen de totale kosten voor de oeverinrichting: f 3,5 miljoen.

7.2.7 Sifons en duikers

Het hoofdwatergangenstelsel wordt in totaal acht keer doorsneden. Op drie plaatsen betreft het de loop van de Leidse Rijn. Om circulatie te garanderen zullen daarom sifons aangebracht worden die de verbinding vormen tussen de watergangen ten noorden en ten zuiden van de Leidsche Rijn. De kosten voor het leveren en aanbrengen van deze sifons bedragen f 490.000,-. Twee sifons maken deel uit van het watersysteem van Vleuten-de Meern. De derde behoort tot het gebied van de gemeente Utrecht.

Daarnaast wordt het hoofdwatersysteem zes maal doorsneden door de Waterleiding Rijn-

OMSCHRIJVING	KOSTEN GEMEENTE UTRECHT	KOSTEN GEMEENTE VLEUTEN- DE MEERN
gemaal capaciteit 2 m ³ /s	f -	f 4,3 miljoen
gemaal capaciteit 1 m ³ /s	f 2,4 miljoen (2 st)	f 1,2 miljoen
pomp capaciteit 100 l/s	f 0,1 miljoen	
totaal	f 2,5 miljoen	f 4,8 miljoen

tabel 7.2 Kosten van pompen en gemalen

Kennemerland (WRK). Vier maal is dit het geval in het Grand Canal gebied, één maal nabij de put van Kraal en één maal ten noorden van de spoorlijn Utrecht-Den Haag. De kosten voor deze kruisingen zijn hoger dan in het geval van het kruisen van de Leidse Rijn. Dit wordt o.a. veroorzaakt omdat rekening gehouden dient te worden met de afstand van 20 meter tot aan de leidingen waarbinnen geen werkzaamheden verricht mogen worden. De kosten van het leveren en aanbrengen van deze sifons bedragen ongeveer f 580.000,-.

In de huidige situatie is een watergang gesitueerd ten noorden van de spoorlijn Deze kruist hier de WRK-leiding. Er wordt van uitgegaan dat in de toekomstige situatie, waarbij de reeds aanwezige watergang verbreed wordt tot 13 m, het eveneens mogelijk moet zijn de WRK-leiding op eenzelfde wijze te kruisen.

Gezien deze hoge kosten zou onderzocht kunnen worden om in het Grand Canal gebied het watergangenstelsel zodanig in te richten zodat slechts twee of zelfs één sifon benodigd is.

Voorlopig is in deze kostenberekening ervan uitgegaan dat zes maal een sifonconstructie benodigd als gevolg van de ligging van de WRK-leiding.

Om de watergang in de kern van de Meern in verbinding te houden met de polder ten zuiden van de A12 zal een duiker aangepast

	BOUWKOSTEN	BEDRIJFSVOERING	INVESTERINGSKOSTEN
aanvoer infiltratiekanaal	f 0,18 miljoen		f 0,25 miljoen
inlaatwerk pompstation	f 0,57 miljoen		f 0,75 miljoen
infiltratiefilters	f 5,57 miljoen		f 7,60 miljoen
vervanging zandlaag (1x/15 jaar)		f 0,50 miljoen	
volledig zuiveringssysteem		f 0,07 miljoen	
totale kosten	f 6,30 miljoen	f 0,60 miljoen	f 8,60 miljoen

Opmerking: de investeringskosten zijn gebaseerd op de bouwkosten plus 20% bijkomende kosten en 10% onvoorziene kosten.

tabel 7.3 Kosten van het infiltratiefilter

moeten worden. De kosten hiervan bedragen f 1 miljoen gulden.

Kosten sifons en duiker Vleuten-de Meern: f 1,98 miljoen. Kosten sifons Utrecht: f 2,8 miljoen.

7.2.8 Bruggen (lage stelsel)

Zowel in het hoge als in het lage stelsel zullen diverse bruggen aangelegd worden voor de kruisingen van wegen en fietspaden met de hoofdwatgangen. Met name in het lage stelsel moet het doorgaande karakter zo veel mogelijk gegarandeerd worden zodat duikers vermeden dienen te worden.

Naar verwachting komen in de Gemeente Vleuten-de Meern 15 en in de gemeente Utrecht 52 bruggen. Een zevental bruggen is op dit moment geprojecteerd op de gemeentegrens (kostenverdeling 50%/50% over beide gemeenten). Voor de kostenberekening is onderscheid gemaakt tussen fietsbruggen en bruggen voor zwaarder verkeer. Op basis van eenheidsprijzen per m², de totale overspanning en de breedte van de brug zijn de kosten per brug bepaald. De totale kosten bedragen voor Gemeente Vleuten-de Meern 25 miljoen en voor Gemeente Utrecht 47 miljoen.

7.2.9 Kosten van het infiltratiefilter (zuiveringssysteem)

De belangrijkste kosten van het ontworpen infiltratiefilter zijn samengevat in bovenstaande tabel (IWACO, 1997c).

De bouwkosten van alleen de infiltratiefilters komen neer op f 0,93 miljoen per hectare. De totale kapitaallasten per jaar komen neer op f 0,80 miljoen. Hierbij is uitgegaan van een afschrijftermijn van 30 jaar voor de civiel-technische werken en 15 jaar voor de werktuigbouwkundige en elektrotechnische werken. In de kostenraming zijn de kosten voor het bijmengen van het ijzermengsel niet opgenomen. Dit vanwege het feit dat nog nadere studie moet worden verricht naar de optimale samenstelling van het ijzermengsel. Ook de kosten voor grondverwerving zijn niet in de raming opgenomen.

De bedrijfsvoeringskosten worden geraamd op f 66.500 per jaar (f 0,07 miljoen). De zandlaag waarin ijzer is bijgemengd dient naar verwachting elke 15 jaar vervangen te worden. Een grove schatting van de kosten voor de vervanging van de zandlaag met het ijzermengsel bedraagt f 0,5 miljoen. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat het vrijkomend filtermateriaal vrij verwerkt kan worden.

7.2.10 Kosten van sanering bestaande waterbodems

Voor slechts een beperkt deel van het hoofdwaterstelsel wordt gebruik gemaakt van bestaande watgangen. Eventuele bodemverontreiniging zal verwijderd moeten worden. De kwaliteit van de waterbodem

OMSCHRIJVING	KOSTEN GEMEENTE UTRECHT	KOSTEN GEMEENTE VLEUTEN- DE MEERN
aanleg hoofdwatgangen (§ 7.2.3)	f 12,9 miljoen	f 13,3 miljoen
stuwen (§ 7.2.4)	f 0,35 miljoen	f 0,45 miljoen
pompen en gemalen (§ 7.2.5)	f 2,4 miljoen	f 5,5 miljoen
inrichting watgangen (§ 7.2.6)	f 10,3 miljoen	f 3,5 miljoen
sifons en duikers (§ 7.2.7)	f 2,8 miljoen	f 3,1 miljoen
bruggen (§ 7.2.8)	f 47,0 miljoen	f 25,0 miljoen
infiltratiefilter (§ 7.2.9)	f 3,15 miljoen*	f 3,15 miljoen*
saneren waterbodems (§ 7.2.10)	f 0,1 miljoen	f 0,1 miljoen
totale kosten (afgerond)	f 79,0 miljoen	f 54,1 miljoen

* Uitgaande van een 50%/50% verdeling over beide gemeenten

tabel 7.4 Totaaloverzicht kosten

voor de betreffende trajecten is onbekend. Vandaar dat er slechts een zeer globale indicatie van de kosten van eventuele sanering van verontreinigde waterbodems gegeven kan worden. Hiervoor is uitgegaan van 3 kilometer watgang met een breedte van 5 meter en een slibdikte van 0,5 meter, gelijk verdeeld over beide gemeenten. In een algemene studie naar de omvang en kwaliteit van de te verwijderen baggerspecie in het Leidsche Rijn-gebied wordt de volgende klasse-verdeling gegeven (Tauw Milieu, 1996):
 klasse 0/1: 50%
 klasse 2: 37%
 klasse 3: 12%
 klasse 4: 1%.

Uitgaande van verwerking van klasse 2 op de kant en gemiddelde verwerkingskosten van f200,-/m³ voor klasse 3 en 4-specie zijn de totale kosten voor sanering van de verontreinigde waterbodems in orde van grootte van f 200.000. In de meest ongunstige situatie (alles klasse 4) zou gerekend moeten worden op een kostenpost van f6 miljoen.

7.2.11 Totaaloverzicht kosten (indicatief)

Zoals eerder aangegeven is bij het bepalen van de kosten uitgegaan van kale aanneemsommen exclusief BTW en overhead. Kosten van voorbereiding en directievoering zijn niet meegenomen. Uiteraard heeft deze kostenraming een indicatief karakter. De kosten zijn vermeld in tabel 7.4.

In paragraaf 7.2.11 is aanvullend aangegeven welke kostenposten nog geraamd dienen te worden als onderdeel van het hoofdwatersysteem of ten laste dienen te komen van de deelplannen.

7.2.12 Vergelijking tussen de gemeente Utrecht en de gemeente Vleuten-De Meern

Voor zowel de gemeente Utrecht als de gemeente Vleuten-de Meern is een exploitatieberekening beschikbaar. Hierbij is uitgegaan van de Structuurschets van Vleuten-de Meern en de Ontwikkelingsvisie voor Leidsche Rijn Utrecht.

Globaal kan gesteld worden dat de berekeningen van beide gemeenten zowel kosten-technisch als programmatisch in overeenstemming zijn met de berekeningen zoals opgesteld door de projectgroep Waterhuishouding Leidsche Rijn. Kruisingen met hoofdwatersysteem zullen zoveel mogelijk plaatsvinden met bruggen. De kosten hiervan behoren niet tot het watersysteem.

De beide gemeenten hebben aangegeven dat afhankelijk van aankopen van gronden van particulier en ontwikkelingen van de deelgebieden op termijn duidelijkheid verkregen zal worden of de gewenste of benodigde ruimte voor de hoofdwatervangsten gerealiseerd zal kunnen worden.

De mogelijkheid is aanwezig dat het niet in bezit krijgen van gronden kan leiden tot aanpassing van het plan hetgeen consequenties heeft voor de kostenberekening én voor het watersysteem.

De watervangst zoals die op de plankaart is geprojecteerd langs de Joostenlaan en de waterpartijen in het noorden van het plangebied (circuit van watervangsten) zijn in de exploitatieberekening van de gemeente Vleuten-de Meem niet meegenomen aangezien de watervangst is gelegen op het landgoed behorend bij kasteel de Haar. Gezien de ontwikkelingen in het kader van de Randstadgroenstructuur zal nog overleg moeten plaatsvinden met onder andere de provincie Utrecht.

Aangegeven is door Vleuten-de Meem dat eventuele extra benodigde ruimte binnen de bestaande kernen onmogelijk is gezien de aanliggende bebouwing.

Bij de hydraulische doorekening van het watervangststelsel is gebleken dat de beperkte ruimte in de bestaande kernen geen problemen geeft en dat eventuele knelpunten oplosbaar zijn.

Tevens wordt door Vleuten-de Meem aangegeven dat een reeds bestaand gemaal op het landgebied Haarzuilens dienst zou kunnen doen als gemaal om overtollig water uit te slaan op de Haarlijn. Deze mogelijkheid zal met het Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden besproken worden.

7.2.12 Aanbevelingen

In deze studie is onderzocht wat de kosten zijn voor de aanleg van het watersysteem. Behalve deze kosten zijn er diverse andere kosten die gemaakt zullen worden om uiteindelijk het gehele watersysteem aan te leggen. Hieronder wordt aangegeven welke kosten nog geraamd moeten worden en onderdeel uitmaken van het hoofdwatersysteem of ten laste komen van deelplannen:

- aanschaf besturingssysteem inclusief de benodigde datacommunicatielijnen en elektra;
- sloopkosten huidig stelsel en kosten voor eventuele verplaatsing van kunstwerken of molens (molen Breukelen);
- op deelplan niveau (wijkwatervangsten):
 - grondverzet voor aan te leggen watervangsten of te vergraven bestaande watervangsten;
 - aanleg van infiltratievoorzieningen;
 - aanleg van riolering;
 - kruisingen met wegen en leidingen;
 - aanleg van kunstwerken zoals stuwen en pompen;

Behalve nog uit te voeren onderzoek naar de bovengenoemde kosten zal ook studie verricht moeten worden naar het financieren van alle kosten waarbij rekening gehouden moet worden met onder andere rentekosten en afschrijvingen. Resultaten van deze studie zouden van invloed kunnen zijn op de fasering van de aanleg.

Daarnaast zijn ook de beheerskosten van het nieuwe watersysteem van belang. Deze zijn in beeld gebracht door de Werkgroep Beheer en Onderhoud (1997) en nader toegelicht in Ingenieursbureau Utrecht (1997e).

7.3 Regelgeving

Voor het nieuw aan te leggen waterhuishoudingssysteem voor Leidsche Rijn is geïnventariseerd welke regelgeving hierop van toepassing is (IWACO, 1997d). Hierbij zijn met name de publiekrechtelijke aspecten beschouwd. De privaatrechtelijke aspecten dienen te worden opgenomen in de bestemmingsplannen voor het gebied. De resultaten hiervan zijn samengevat in tabel 7.5.

TECHNISCHE ACTIVITEIT	REGELGEVING	TOESTEMMINGS-SOORT	BEVOEGD GEZAG	PROCEDURETIJD (excl. bezwaar/beroep)	GELDIGHEIDS-DUUR	INTREKKING
Aanleggen watergangen	Keur, Ow en Pov	vergunning vrijstelling/vergunning	HDSR GS	8 wkn enkele weken/6 mnd	niet beperkt	*
Afvoer grond	Wm, Wbb, Pmv	melding/vergunning	GS	13 wkn/6 mnd	niet beperkt	-
Watergangen breder maken/dempen	Keur	vergunning	HDSR	8 wkn	niet beperkt	*
Waterstaatswerken plaatsen/verwijderen	Keur	vergunning	HDSR	8 wkn	niet beperkt	*
Aanpassen waterhuishoudingstelsel	Wm, Besluit m.e.r	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Infiltreren water in bodem	Lb	ontheffing	B&W	6 mnd	4 jaar	#
grindbak	Wm	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Lozen hemelwater op oppervlakte-water	Wvo	vergunning	HDSR	6 mnd	kan voor een beperkte termijn verleend worden	#
Lozen hemelwater op riolering	Wm	ontheffing	B&W	6 mnd	niet beperkt	#
Veranderen waterpeil	Wwh, Vwwh, keur	vergunning	HDSR	8 wkn	gekoppeld aan peilbesluit	
Inlaten gebiedsvreemd water	Keur Wwh, Vwwh	vergunning nvt	HDSR nvt	8 wkn nvt	niet beperkt nvt	* nvt
zuiverings-werk	Wm	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt

Afkortingen

Ow Ontgrondingenwet
Pov Provinciale ontgrondingenverordening
Wm Wet milieubeheer
Wbb Wet bodembescherming
Pmv Provinciale milieuverordening
HDSR Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
GS Gedeputeerde Staten van de provincie Utrecht
Lb Lozingenbesluit bodembescherming
B&W Burgemeester en Wethouders

Wvo Wet verontreiniging oppervlaktewateren
Wwh Wet op de waterhuishouding
Vwwh Verordening waterhuishouding (provinciale)
nvt niet van toepassing

* Indien de bescherming van de belangen, waarvoor de vergunning is verleend, hiertoe noodzakelijk
Indien 3 jaar geen gebruik is gemaakt van de vergunning

item

ernstige verontreinigende waterbodem
ernstig verontreinigende landbodem

bevoegd gezag

provincie Utrecht
gemeente Utrecht voor het gemeentelijk deel en de provincie voor het Vleutense deel
gemeente en provincie Utrecht

tabel 7.5 Activiteiten en regelgeving van toepassing op de realisatie van de nieuwe waterhuishouding in Leidsche Rijn

8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

8.1 Conclusies

Met het voorliggende ontwerp krijgt het waterhuishoudkundig hoofdsysteem van Leidsche Rijn concreet vorm. Duidelijk is gemaakt dat de gestelde ambities in belangrijke mate kunnen worden gerealiseerd. Het toekomstige stelsel heeft de kenmerken en potenties om een zeer belangrijk kwaliteitsbepalend en beeldbepalend element van Leidsche Rijn te worden.

De realisering van dit stelsel, dat de verschillende deelgebieden aaneenschakelt, is echter een zeer complexe aangelegenheid. Dit met name omdat realisering van het plangebied per wijk/deelgebied zal plaatsvinden.

Daarnaast is het functioneren van het stelsel als geheel de randvoorwaarde voor de beoogde kwaliteiten. Iedere afwijking van het hier gepresenteerde ontwerp *kan* een aantasting van het principe en de kwaliteit betekenen. Het is dan ook essentieel dat er een intensieve terugkoppeling naar dit ontwerp plaatsvindt bij elke nieuwe stap die voor de realisering van Leidsche Rijn wordt gezet. Hiervoor dient een voor iedereen herkenbare organisatiestructuur opgezet te worden.

Voorgesteld wordt een beheersinstantie een voor iedereen herkenbare verantwoordelijkheid en bevoegdheid te geven voor de bewaking van dit plan; dit betekent toetsing van alle ontwikkelingen binnen en buiten het plangebied op de consequenties voor het ontwerp, de waterbalans en de effecten en (bindende) advisering.

Voor de realisering van het ontwerp en een goede inbedding van de waterhuishouding in de overige planvorming is het daarnaast van belang dat:

- er op korte termijn een principe-overeenkomst komt tussen gemeenten en Hoogheemraadschap met betrekking tot de hoofdprincipes van het ontwerp;
- het ontwerp integraal onderdeel uitmaakt van alle Programma's van Eisen voor alle deelplannen;
- er op korte termijn stappen genomen worden ter subsidiëring van detailonderzoeken of voorbeeldprojecten.

Voor waterkwantiteits- en waterkwaliteitsaspecten is een degelijk instrumentarium ontwikkeld, waarmee eventuele afwijkingen van het voorgestelde kunnen worden doorgerekend op hun effecten, zoals effecten op de omgeving, de waterbalans en de te verwachten waterkwaliteit (en hieraan gerelateerde ecologische kwaliteit) (zie ook bijlage 3).

8.2 Aanbevelingen

Voorliggend rapport vormt geen besteksgereede detailuitwerking van het watersysteem. Het vormt een ontwerp dat in zijn essenties is onderbouwd. Deze onderbouwing heeft duidelijk gemaakt dat het stelsel als zodanig kan functioneren en dat ambities kunnen worden bereikt. Doordat er een goed inzicht is verkregen in het functioneren van het systeem, zijn er ook steeds meer detailvragen opgekomen. Niet al deze vragen zijn in het kader van dit ontwerp opgelost. We achten het van belang nu naar buiten te treden met dit ontwerp zodat hiermee bij de planvorming nadrukkelijk rekening mee kan worden gehouden. Langer wachten snijdt de weg af om een dergelijk ambitieus en integrerend stelsel te realiseren.

Diverse aspecten dienen op korte termijn echter nog uitwerking te krijgen. Deze zijn hieronder kort samengevat. Uiteraard is dit overzicht niet limitatief.

Ten aanzien van de verfijning en optimalisering van het ontwerp worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- nader onderzoek naar te nemen maatregelen ter voorkoming van ongewenste hydrologische en ecologische effecten in de omgeving van het plangebied;
- nader onderzoek naar de optimalisatie van het zuiveringsrendement van infiltratiesystemen;
- bijstelling van het ontwerp van het infiltratiefilter, op grond van een maximale belasting van 100 l/s (circulatiedebiet);
- optimalisatie van de locatiekeuze van het infiltratiefilter (inclusief bezinkvoorziening) (zoeken naar alternatieve locaties);
- nader onderzoek naar de huidige kwaliteit van het ondiepe kwelwater in het plangebied en een voorspelling van de toekomstige kwaliteit;
- verfijning van het ontwerp bij de uitwerking van de afzonderlijke deelplannen; speciale aandacht dient hierbij te krijgen:
 - de drooglegging (ophoging; waterpeilen) bij nieuwbouw;
 - de funderingssituatie in relatie tot grondwaterstanden bij bestaande bebouwing en archeologische monumenten;
- bestudering van de mogelijkheden tot hydrologische 'aantakking' aan het Groot Groengebied Utrecht; dit mede om ongewenste effecten van de geplande waterloop langs de Joostenlaan te voorkomen;
- detailuitwerking van de waterhuishoudkundige situatie ter hoogte van het archeologisch monument op de gemeentegrens tussen Vleuten-de Meern en Utrecht;
- detailuitwerking van de hydrologische situatie in deelgebied Langerak;
- detailuitwerking van het beheer/onderhoud van het watersysteem. Aspecten die uitwerking behoeven zijn onder meer het onderhoud van doorlatende verhardingen, goten, infiltratievoorzieningen (boven- en ondergronds), watergangen, pompen/gemalen en stuwen. Daarnaast zal er een gedetailleerd beheers- en onderhoudsplan opgesteld dienen te worden; dit in nauwe afstemming met een monitoringsplan;
- uitvoeren van een studie naar de wijze van aansturing van stuwen en pompen; de keuze hiervan kan bepalend zijn voor de soort toe te passen stuwen;
- te zijner tijd zal tevens een calamiteitenplan moeten worden opgesteld.

Gebruikte literatuur

Bureau Waardenburg, 1996a.

Actuele en potentiële natuurwaarden in relatie tot het Waterhuishoudkundig Hoofdsysteem Leidsche Rijn. In opdracht van het Gemeenschappelijk Projectbureau Leidsche Rijn

Bureau Waardenburg, 1996b.

Het Groene Hart van Leidsche Rijn. Ecologische streefbeelden voor het centrale parkgebied. In opdracht van het Gemeenschappelijk Projectbureau Leidsche Rijn

Cultuurtechnische Vereniging, 1988.

Cultuurtechnisch Vademecum.

CUR / RWS (1990)

Milieuvriendelijke oevers, voorlopige leidraad voor een integrale benadering van ontwerp, aanleg en beheer van oevers. PMO-project, rapport nr. 90-4, Gouda

Duel, H., J.K.M. te Broekhorst, 1991.

Helofytenfilters voor verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater in het landelijk gebied; een programmeringsstudie. Publicatie RMNO, nr. 53. Rijswijk

H+N+S Landschapsarchitecten, 1995.

Watersysteem VINEX-locatie Leidsche Rijn. Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting (SEV)

H+N+S Landschapsarchitecten/Ingenieursbureau Utrecht, 1996.

Het regent, het regent In opdracht van het Gemeenschappelijk Projectbureau Leidsche Rijn

Ingenieursbureau Utrecht, 1996.

Structuurvisie Waterhuishouding Leidsche Rijn. In opdracht van Projectorganisatie Leidsche Rijn Utrecht

Ingenieursbureau Utrecht, 1997a.

Modelstudie in Duflow naar de waterbeweging in het waterstelsel Leidsche Rijn. In opdracht van het Gemeenschappelijk Projectbureau Leidsche Rijn

Ingenieursbureau Utrecht, 1997b.

Kwaliteit afstromend hemelwater en de mogelijkheid tot afkoppelen in de VINEX-locatie Leidsche Rijn. In opdracht van het Gemeenschappelijk Projectbureau Leidsche Rijn

Ingenieursbureau Utrecht, 1997c.

Mogelijkheid tot integratie van afkoppelingstechnieken in het stedenbouwkundig ontwerp van de VINEX-locatie Leidsche Rijn. In opdracht van het Gemeenschappelijk Projectbureau Leidsche Rijn

Ingenieursbureau Utrecht, 1997d.

Kostenberekening voor het hoofdwatersysteem in de VINEX-locatie Leidsche Rijn

Ingenieursbureau Utrecht, 1997e.

Ontwerp Watersysteem Leidsche Rijn - toetsing op financiële haalbaarheid

IWACO, 1996.

Proefproject Helofytenfilter. Haalbaarheidsonderzoek voor de toepassing van een helofytenfilter als aanvullende zuiveringsstap voor RWZI effluent. Verslag van een praktijkproef. In opdracht van De Efteling B.V.

IWACO, 1997a.

Geohydrologische modelstudie Leidsche Rijn: onderzoek naar de waterbalans en de hydrologische invloeden. In opdracht van het Gemeenschappelijk Projectbureau Leidsche Rijn

IWACO, 1997b.

Voorspelling waterkwaliteit Leidsche Rijn. In opdracht van het Gemeenschappelijk Project bureau Leidsche Rijn

IWACO, 1997c.

Voorontwerp helofytenfilter Leidsche Rijn. In opdracht van het Gemeenschappelijk Project bureau Leidsche Rijn

IWACO, 1997d.

Inventarisatie regelgeving waterhuishouding Leidsche Rijn. In opdracht van het Gemeenschappelijk Projectbureau Leidsche Rijn

Leendertse, P.C., C.C. Karman, J. Rozema, 1993.

Zoete en zoute helofytenfilters langs de Afsluitdijk. Een haalbaarheidsstudie. Vakgroep Oecologie & Oecotoxicologie. Vrije Universiteit Amsterdam

NWRW, 1989.

Eindrapportage en evaluatie van het onderzoek 1982-1989. 's-Gravenhage, Ministerie van VROM, 65 p

Oorschot, M.M.P. van, 1990.

De rol van vegetatie bij het verwijderen van nutriënten uit water. The Utrecht Plant Ecology News Report (11), p. 64-85

Orleans, T., Mugge, F., Vos, P. en Keurs, W. ter, 1995.

Bufferstroken langs watergangen. Een mogelijkheid om de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater te verminderen? Landschap 12 (6), p. 47-62

Projectbureau Leidsche Rijn, 1995.

Masterplan Leidsche Rijn. Gemeenten Utrecht en Vleuten-de Meern

Projectbureau Leidsche Rijn Utrecht, 1996a.

Ontwikkelingsvisie Leidsche Rijn Utrecht. In opdracht van Projectbureau Leidsche Rijn Utrecht

Projectbureau Leidsche Rijn Utrecht, 1996b.

Stedebouwkundig Programma van Eisen Langerak. In opdracht van Projectbureau Leidsche Rijn Utrecht

Projectbureau Leidsche Rijn Utrecht, 1997.

Voorlopig Programma van Eisen Centrale Park

Projectbureau Vleuten-de Meern, 1996.

Programma van Eisen Grote Waterplas

Projectgroep Waterhuishouding, 1996.

Projectbeschrijving Ontwerp Waterhuishoudkundig Hoofdsysteem. Gemeenschappelijk Project

bureau Leidsche Rijn

Provincie Utrecht, 1994.

Werkdocument Ecologische Verbindingszones Provincie Utrecht

Quadrat/Projectgroep Veldhuizen, 1995.

Nota met randvoorwaarden en uitgangspunten deelplan Veldhuizen. In opdracht van Gemeente Vleuten-de Meern

Raat, A.J.P., 1993.

Vismigratie, visgeleiding en vispassages in Nederland. Lezingen en posterpresentaties van de Studiedag Vismigratie

Rioned, 1996.

Aandachtspunten aan- en afkoppelen verharde oppervlakken. Stichting Rioned, Ede, 24 p

RWS / DWW, 1995

Handreiking maatregelen voor de fauna langs weg en water.

DWW publ. P-DWW-95-710, Delft

STOWA, 1992.

Ontstaan en bestrijden van deklagen van kroos. I. Literatuur. STOWA-rapport 92-09

Tauw Civiel en Bouw, 1996.

Oppervlaktewaterkwaliteit woonlocatie Leidsche Rijn. In opdracht van Projectbureau Leidsche Rijn

Tauw Milieu, 1996.

Notitie aanpak baggerspecie 'Leidsche Rijn'. In opdracht van de Gemeente Utrecht

Universiteit Utrecht, 1996.

Helofytenfilters voor waterkwaliteitsverbetering ten behoeve van de VINEX-locatie Leidsche Rijn. In opdracht van het Gemeenschappelijk Projectbureau Leidsche Rijn

Verschelling, J., 1997.

Zonne-energie verruimt mogelijkheden integraal waterbeheer. Het Waterschap (4), p. 179-181

VHP Stedebouwkundigen + Landschapsarchitecten, 1996.

Concept-Structuurschets Vleuten-de Meern + bijlage. In opdracht van Gemeente Vleuten-De Meern

VHP Stedebouwkundigen + Architecten + Landschapsarchitecten, 1997.

Hoofdstructuur Harmelerwaard e.d.o. In opdracht van Gemeente Vleuten-de Meern en Gemeente Harmelen

Vista, 1995.

Ecologische Infrastructuur Leidsche Rijn.

Waterloopkundig Laboratorium, 1997.

Microverontreinigingen in het watersysteem van Leidsche Rijn. In opdracht van het Gemeenschappelijk Projectbureau Leidsche Rijn

Werkgroep beheer en onderhoud, 1997.

Verkenning beheersaspecten nieuw watersysteem Leidsche Rijn. In opdracht van het Project bureau Leidsche Rijn.

Fotoverantwoording

paragraaf 3.3.2

- IWACO, Louis Bijlmakers (Gele lis)
- Bureau Waardenburg (Koekoeksbloem)
- Bureau Waardenburg (Waterviolier)
- Bureau Waardenburg (Groene kikker)
- Bureau Waardenburg (Ringslang)
- Bureau Waardenburg (Snoek)

figuur 3.4

- H+N+S Landschapsarchitecten, Livina Tummers

figuur 3.8

- IWACO, Louis Bijlmakers

figuur 4.5

- H+N+S Landschapsarchitecten, Dirk Sijmons

figuur 4.6

- H+N+S Landschapsarchitecten, Livina Tummers

figuur 4.9

- Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden

figuur 4.10

- H+N+S Landschapsarchitecten, Livina Tummers ('s-Graveland)

figuur 6.5

- H+N+S Landschapsarchitecten, Fedor van den Burg (Park Citroën, Parijs)

figuur 6.6

- H+N+S Landschapsarchitecten, Fedor van den Burg (Park Citroën, Parijs)

Bijlagen

- 1** Samenvatting Programma van Eisen en plantoetsing.
- 2** Het waterhuishoudkundig hoofdsysteem in andere plandocumenten.
- 3** Korte toelichting en toepassingsmogelijkheden van enkele onderbouwende deelstudies.
- 4** Profielen.
- 5** Het ruimtebeslag van het nieuwe watersysteem.

Bijlage I: Samenvatting Programma van Eisen en plantoetsing

Het Programma van Eisen ontwerp waterhuishoudkundig hoofdsysteem (Projectgroep Waterhuishouding, 1996) puntsgewijs samengevat:

Algemeen

- realisering van een duurzame waterhuishouding: het zorgvuldig omgaan met het beschikbare water en het zorgdragen voor een goede waterkwaliteit

Waterhuishouding

- voldoende bergingscapaciteit, gericht op vasthouden water in het gebied, het minimaliseren van de aanvoer van (verontreinigd) water uit het Amsterdam-Rijnkanaal, en het minimaliseren van de afvoer water naar de rioolwaterzuivering, met onder andere:
 - infiltratie van neerslagwater in de bodem (hoge gebieden) en oppervlaktewater (lage gebieden)
 - waterbuffering in het stelsel en plas door een fluctuerend peil en een meer natuurlijk peilbeheer
- handhaving peilen voor bestaande woongebieden en gebieden met belangrijke archeologische waarden
- dimensionering is afgestemd op een circulatiedebiet
- reductie aantal peilgebieden

Waterkwaliteit

- de hogere waterkwaliteitsambitie is nog niet in beleidsstukken vastgelegd; in elk geval geldt:
- realisering van de grenswaarden volgens de Evaluatienota Water
- zwemwaterfunctie voor de Grote Waterplas (functie 'waterrecreatie')
- zwemwaterfunctie plas Strijkviertel
- geen ophoping verontreiniging (actief beheer en reductie verontreinigingsbronnen):
 - geen gebruik verontreinigende bouwmaterialen

- vuiluitworp rioolstelsel niet groter dan een verbeterd gescheiden stelsel
- afspoelend regenwater van verhard en onverhard oppervlak mag niet anders dan via beheersbare inrichtingen naar het watersysteem worden afgevoerd
- zuivering van aangevoerd ARK-water
- expliciet rekening houden met mogelijke calamiteiten
- voorkomen van negatieve beïnvloeding van de waterkwaliteit vanuit bestaande woonkernen
- een fosfaat-gehalte van 0,05 mg P/l
- voldoende stroomsnelheid ter voorkoming ophoping verontreinigingen

Landschap

- landschappelijke inpassing van het waterhuishoudkundig stelsel

Grondwater

- geen ongewenste effecten op grondwaterstanden omgeving
- geen negatieve beïnvloeding grondwaterkwaliteit
- de effecten op de grondwaterstanden ten westen van het plangebied (gebied Haarzuilens) mogen niet meer bedragen dan 5 cm op een afstand van 300 meter van de grens van het gebied
- de effecten op de stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket in het zuidelijk van de snelweg A12 gelegen gebied (polder Bijleveld en Reijerscop) dienen nul te zijn

Ecologische kwaliteit

- ecologisch beheer en onderhoud
- kwaliteitsdoelstellingen Bittervoorn worden gerealiseerd:
 - O_2 >6 mg/l; chlorofyl <300 mg/l; pH 7,5-8,5; calcium <50 mg/l; P-totaal 0,15 mg P/l; doorzicht >60 cm; nitraat <2,5 mg N/l; ammonium <0,5 mg N/l; ammoniak <0,02 mg N/l; organische micro's en zware metalen: grenswaarden (AMK)
- mogelijke realisering van gradiënten in macroion-samenstelling van het water
- gevarieerde plantengroei; watergangen met brede, gevarieerde structuurrijke oevers
- minimaal 75% van de totale oeverlengte heeft natuurlijke oevers

- waterdiepte sloten varieert van 0,5 tot 1,5 m; waterdiepte in grote waterpartijen en plassen varieert van 0,25 tot 5 m
- taludhellingen van oevers variëren van 1:5 tot 1:10
- maximale aaneengesloten lengte 'verticale' oevers is 250 m
- minimaal één doorlopende watergang met brede natuurlijke oevers; deze watergang verbindt de randen onderling en de randen met het centrale park

Ecologische hoofdstructuur

- zorgt voor ecologische verbindingen naar de omgeving
- barrières (bruggen, duikers, stuwen) zijn neembaar voor dierlijke organismen

Recreatie

- biedt belangrijke recreatieve mogelijkheden

Waterkering

- eisen aan waterkering blijven gehandhaafd

Beoordeling van het ontwerp aan de hand van het masterplan en programma van eisen

In onderstaand overzicht is het ontwerp van het waterhuishoudkundig hoofdsysteem getoetst aan de ambities van het Masterplan en de randvoorwaarden van het Programma van Eisen. Hiertoe zijn alle aspecten uit het Programma van Eisen becommentarieerd en wordt verwezen naar de onderdelen van onderhavige rapportage waarin dit aspect terugkomt.

Duurzaam watersysteem		deelstudie hfst. rapport
zo min mogelijk rondpompen van water	geldt als uitgangspunt voor het ontwerp	hfst. 2 en 4
zo min mogelijk toepassing milieubelastende materialen	is rekening mee gehouden in het ontwerp van o.a. de profielen; wordt tevens opgenomen in aanbevelingen	hfst. 4
beperking afvoer water naar rioolwaterzuivering (MP)	voor het gehele gebied wordt integraal gestreefd naar 80% afkoppeling van de riolering; is haalbaar gebleken in de praktijk; is als uitgangspunt genomen voor de dimensionering van het stelsel	
inzet van biologische zuiveringsmechanismen voor verbetering van de waterkwaliteit (MP)	is integraal onderdeel van het ontwerp	par. 4.4 en 5.3
buffering van wateroverschot in bodem en oppervlaktewater (MP)	is integraal onderdeel van het ontwerp	hfst. 2 en 4

Waterkwaliteit		deelstudie hfst. rapport
grenswaarden vgl. de Evaluatienota Water voor het gehele stedelijke watersysteem	gehele ontwerp richt zich op realisering goede waterkwaliteit	waterkwaliteit, par. 6.2
zwemwaterfunctie met bijbehorende inrichtings- en kwaliteitseisen voor de Haarrijnse Plas	inrichtingsaspecten liggen bij werkgroep Waterplas	waterkwaliteit, par. 6.2; 6.6
behoud zwemwaterfunctie plas Strijkviertel	Strijkviertel maakt geen deel uit nieuwe watersysteem; huidige situatie en kwaliteit wordt gehandhaafd	
zuurstofnorm die gelijk is aan de zuurstofnorm water voor karperachtigen: ≥ 6 mg O ₂ /l		waterkwaliteit, par. 6.2
een fosfaatgehalte van 0,05 mg P/l voor het hoofdstelsel en de waterplas		waterkwaliteit, par. 6.2
een duurzaam neutrale stoffenbalans wordt nagestreefd	is algemeen uitgangspunt voor het ontwerp, wordt gersaliseerd door: •voorzuivering inlaatwater en beheer zuiveringssysteem •toepassing infiltratiesystemen en/of bermpassage voor afstromend neerslag •inzet brede vegetatierijke oeverzones voor reductie invloed af/uitspoeling; inc. beheer van deze oevers •inzet waterplanten voor waterzuivering, incl. beheer	hfst. 5
geen gebruik verontreinigende bouwmaterialen als zink, bitumen etc. en beschoeiingen van verduurzaamd hout	besproken met stedenbouwkundigen; wordt tevens opgenomen in aanbevelingen voor uitwerkingen op wijkniveau	par. 5.4
vuiluitworp uit rioolstelsel mag niet groter zijn dan voor een (standaard) verbeterd gescheiden stelsel	betreft randvoorwaarde voor aankoppeling bestaande en nieuwe wijken; wordt opgenomen in aanbevelingen voor uitwerkingen op wijkniveau	par. 5.4
afspoelend regenwater van verharde en onverharde oppervlakken mag uitsluitend via beheersbare inrichtingen (bv. bodeminfiltratie) naar het watersysteem worden afgevoerd, tenzij in het watersysteem voldoende voorzieningen zijn getroffen	voor wat betreft het hoofdwatersstelsel is in niet-stedelijk gebied veelal sprake van brede, vegetatierijke oevers; in stedelijk gebied is veelal sprake van infiltratiesystemen en/of bodempassage; wordt tevens opgenomen in aanbevelingen voor uitwerking op wijkniveau	hfst. 4 en 5
expliciet rekening houden met mogelijke calamiteiten voor het watersysteem	wordt apart beschouwd	par. 5.5
aanvoerwater vanuit het AR-kanaal moet worden gezuiverd zodat een duurzaam neutrale stoffenbalans haalbaar is	hiervoor wordt een apart zuiveringssysteem ontworpen	par. 5.3
het zuiverings- en beheerssysteem dient in samenhang te worden ontworpen; het dient zich te richten op het lokaal ophopen van materiaal op locaties waar het verwijderd kan worden.	gehele ontwerp is in samenhang ontwikkeld en combineert diverse natuurlijke zuiveringsmechanismen	hfst 4 en 5

Waterkwaliteit (vervolg)

nagegaan dient te worden in hoeverre een gradiënt in watersamenstelling te realiseren is	is onderdeel van de waterkwaliteitsstudie	par 6.2
het systeem moet worden ontworpen op voldoende circulatie waardoor lokale ophoping van stoffen wordt voorkomen	met de mogelijkheid van circulatie is rekening gehouden bij het vaststellen van pompcapaciteit	hfst 4
voor het zuiverings- en beheerssysteem dienen balansstudies uitgevoerd te worden	worden nog uitgevoerd	par. 6.2
grondwaterkwaliteit mag niet negatief beïnvloed worden	wordt nog nagegaan	hfst. 4 en 5

Inrichting en ontwerp

		deelstudie hfst. rapport
dient afgestemd te zijn op ecologische eisen/functies	ecologische eisen/functies zijn integraal onderdeel van ontwerp	hfst. 2, 4, 5 en 6
aanvullende maatregelen inbouwen om zuurstofproblemen te voorkomen	worden indicatief aangegeven	
op strategische plekken inzetten van automatische krooshekreinigers	wordt indicatief aangegeven	
zo min mogelijk duikers	geldt als algemeen ontwerpprincipe	
mogelijkheden voor inpassing van een kwel-moeras worden onderzocht	aansluiting is gevonden bij de Randstad Groenstructuur die ten (noord)oosten van het plangebied zal worden ontwikkeld; kwelmoeras maakt hiervan onderdeel uit	hfst. 2 en 6
rekening houden met de fasering van het plan; noodzaak van tijdelijke maatregelen		hfst. 7
rekening houden met bestrijding muskusratten		
in het hoger gelegen deel worden rietzones toegepast; deze zijn circa 30 m breed en oost-west georiënteerd; zij liggen overwegend in hinderzones (MP)	in het ontwerp is gekozen voor een ruimtelijk geconcentreerde zuivering van het inlaatwater; dit zuiveringssysteem ligt nu in de zuidoost-hoek van het plangebied	
het creëren van een gesloten grondbalans (MP)	is algemeen uitgangspunt	
landschappelijke inpassing Haarzuilens en noordzijde Vleuten	aansluiting is gevonden bij de Randstad Groenstructuur die ten (noord)oosten van het plangebied zal worden ontwikkeld	
gevarieerde ruimtelijke opbouw van woongebieden met singels, kanalen, kreken, wadi's en rietzones	wordt voor hoofdstelsel duidelijk voorgestaan; op wijkniveau worden aanbevelingen gedaan en is overleg gevoerd met stedenbouwkundigen	

Waterkwantiteit		deelstudie hfst. rapport
natuurlijke vegetatie moet voldoende doorstroming garanderen	hydraulisch profiel is doorgerekend met model waarbij rekening is gehouden met aanwezige vegetatie; uitgegaan wordt van jaarlijks (meerdere malen) maaien van waterplanten	waterbeweging, hfst. 4
dimensionering dient afgestemd te zijn op noodzakelijke berging, buffering, circulatie en maximale inlaathoeveelheden	is doorgerekend met model	waterbeweging, hfst. 4
capaciteiten van kunstwerken dienen afgestemd te zijn op benodigde hoeveelheden	is doorgerekend met model	waterbeweging, hfst. 4
zo mogelijk een forse reductie van het aantal peilgebieden, echter rekening houdend met huidige peilen en functie	streven naar zo min mogelijk peilgebieden is uitgangspunt van het ontwerp; effecten van nieuwe peilen/peilgebieden zijn doorgerekend met grondwaterstromingsmodel	waterbalans, hfst. 4
handhaving grondwaterstanden van bestaande, te handhaven bebouwing alsmede van cultuur-historisch waardevolle locaties	is uitgangspunt geweest van ontwerp; is de reden dat ook wijkwaterstelsel (hoge gebied) is ontworpen; eventuele veranderingen in grondwaterstanden zijn vastgesteld met grondwaterstromingsmodel	waterbalans, hfst. 3 en 4
voorkomen van onaanvaardbare schadelijke effecten van grondwaterstandsveranderingen of grondwaterstromingen binnen het plangebied of naar de omgeving	is bepalend geweest bij vaststellen gewenste peilen; is reden van voorstel tot klei-afdicthting in watergangen; pleit voor koppeling aan watersysteem RGS	waterbalans, hfst 4 en par. 7.1
beperking van het gebruik van drinkwater	is geen onderdeel van het ontwerp geweest; is apart uitgewerkt in deelstudie 'huishoudwater'	
waterbuffering vindt plaats in het noordelijke waterlandschap en het zuidelijke slagenlandschap (MP)	beide lage flanken worden verbonden door de lage ring van het hoofdstelsel; deze is ruim gedimensioneerd en zeer waterrijk en heeft daarmee een belangrijke functie in de buffering; de grote waterplas maakt hiervan deel uit	
realisering van een autonoom functionerend watersysteem (MP)	is algemeen uitgangspunt voor het ontwerp	o.a. hfst. 2
dimensionering op max. afvoernorm van 1,5 l/s.ha, gemiddeld 1x per 10 jaar (eventueel 1x per 5 jaar) (MP)	algemeen uitgangspunt	
in gebiedsdelen waar bestaande bebouwing wordt gehandhaafd en bodem met archeologische waarden wordt de huidige waterstand gehandhaafd; eventueel door aanvoer van ARK-water (MP)	deze uitwerking zou de introductie van niet-voorgezuiverd ARK-water in het gebied betekenen; hiervan is afgezien aangezien verontreinigingen in het schone stelsel terecht zouden kunnen komen; tevens zou dit de aanleg van een 'dubbel' systeem betekenen, met grote technische complicaties; er is voor gekozen ook deze 'te handhaven' gebieden integraal op te nemen bij het schone stelsel	hfst. 4 en 5

Waterkwantiteit (vervolg)

aanvoer van beregeningswater en afvoer van water uit drainagesystemen kan via de Leidse Rijn plaatsvinden (MP)	aanvoer van Leidse Rijn-water naar het plangebied is ongewenst geacht om bovengenoemde reden; afvoer op de Leidse Rijn vanuit drainagesystemen leidt tot waterverlies op gebiedsniveau en is daarom niet gewenst en (om kwaliteitsredenen) ook niet nodig	
de ruimtelijke vertaling van het watersysteem van de waterkaart van het MP is uitgewerkt in de SEV-brochure; deze vormt het vertrekpunt passage; wordt tevens opgenomen in aanbevelingen voor uitwerkingen op wijkniveau	dit is nadrukkelijk het geval	hfst. 4 en 5

Recreatie

deelstudie
hfst. rapport

het water en groen biedt recreatieve mogelijkheden dicht bij het stedelijk gebied (MP)	is rekening mee gehouden middels de waterkwaliteit, voorzieningen en doorgaandheid van het stelsel	
de vaarwegfunctie van de Leidse Rijn wordt in principe gehandhaafd	de Leidse Rijn heeft voor het watersysteem alleen een functie als aanvoerwater, maar maakt geen onderdeel uit van het hoofdsysteem	

Ecologie

deelstudie
hfst. rapport

de waterrijke noord- en zuidflank hebben een belangrijke functie als ecologische verbingszone met het Groene Hart (MP)	de lage ring verbindt beide flanken en wordt in belangrijke mate ingericht op ecologische gronden; verbindingen met het buitengebied worden gerealiseerd middels het Groengebied; vooralsnog zijn geen ecologische verbindingen gerealiseerd met de zuidzijde van de A12; mogelijkheden hiertoe zijn ruim aanwezig	hfst. 6
inzet vistrappen overwegen bij kunstwerken		hfst. 4 en 6
uitgangspunt is het realiseren van inrichtings- en kwaliteitseisen van het habitatmodel voor de Bittervoorn: > 6 mg O ₂ /l; <300 mg Cl/l; pH 7,5/8,5; Ca <50 mg/l; <0,15 mg P/l; doorzicht >60 cm als richtlijnen gelden verder: <2,5 mg N-NO ₃ /l; <0,5 mg N-NH ₄ /l; <0,02 mg N-NH ₃ /l; zware metalen en organische micro's: grenswaarden	nagegaan wordt in hoeverre dit streefbeeld wordt bereikt	par. 6.2 en 6.3

Ecologie (vervolg)

nagaan mogelijkheden tot het tot uitdrukking laten komen van de gebiedseigen kwelkwaliteit	de gekozen inrichting van het stelsel betekent een keuze voor een 'vulsysteem', met een duidelijke ruimtelijke differentiatie in waterkwaliteit; gradiënten in waterkwaliteiten hangen echter sterk af van het gewenste/noodzakelijke circulatieregime	par. 6.1
waterdiepte in sloten varieert van 0,5 tot 1,5 m; in de overige wateren varieert de diepte van 0,25 tot 5,0 m, met plas- en draseilanden	is algemeen toegepast	
peilfluctuaties zijn maximaal 30 cm	is algemeen toegepast voor hoofdstelsel en wijkstelsels	
de watergangen hebben brede gevarieerde oevers; taludhellingen van de oevers variëren van 1:5 tot 1:10	waar mogelijk is gekozen voor flauwe taluds en ondiepe oeverzones; dit in afstemming met de stedenbouwkundigen; gestelde eisen worden echter zeker niet overal gehaald; de beschikbare ruimte voor het watersysteem maakt dit ook niet mogelijk	
de maximale aaneengesloten lengte verticale oevers is 250 m	dit principe is waar mogelijk zoveel mogelijk doorgevoerd; dit in afstemming met stedenbouwkundigen en beschikbare ruimte	
er is minimaal 1 'doorlopende' watergang met aaneengesloten natuurlijke oevers die als verbindingzone dienst doet; deze watergang verbindt de randen onderling en de randen met het centrale park	getracht is de lage ring een belangrijke doorgaande functie te geven; barrières zijn zo beperkt mogelijk	
barrières zijn neembaar voor dieren d.m.v. doorlopende oeverstroken, loopplanken en vispassages	is algemeen uitgangspunt; wordt opgenomen in de aanbevelingen/eisen t.a.v. de realisering van het stelsel	hfst. 4 en 5
bij de inrichting wordt d.m.v. zoneringsprincipes rekening gehouden met functietoekenningen; delen van het watersysteem zullen de hoofdfunctie natuur krijgen	ontwerp en beheer van het hoofdstelsel richten zich in belangrijke mate op realisering van een ecologisch goed en duurzaam functionerend systeem	
aankoppeling aan het Groengebied Hollandsche IJssel/Haarzuilens is noodzakelijk; er komen ecologische verbindingzones naar grote groengebieden in het westen en zuiden van het gebied (MP)	zie eerder	
de grote waterpartij in het noordelijke gedeelte van het plangebied is integraal onderdeel van het watersysteem hst. 3 en 4		hfst. 3 en 4
er wordt rekening gehouden met de ligging van primaire en secundaire waterkeringen en boezemkaden, en de eisen die hieraan worden gesteld		hfst. 6

Bijlage 2

Het waterhuishoudkundig hoofdsysteem in andere plan-documenten

Relevante passages met betrekking tot het waterhuishoudkundig hoofdsysteem

Concept-Structuurschets Vleuten-De Meern + bijlage (VHP, 1996)

p. 12: De recreatieplas heeft aan de (...) zuidzijde een brede natuurlijke oever, die een onderdeel is van de ecologische verbinding-zone tussen het centrale park en Haarzuilens. Er zijn slechts enkele mogelijkheden voor recreatie. De noordoever ligt in de zon en krijgt een recreatief strand.

p. 14: Het waterrijke gebied in Vleuterweide (...) ontleent voor een belangrijk deel haar identiteit aan lange, noord-zuid gerichte watersingels. De singels richten zich op Vleuten. Hun ligging is afgeleid van de kavelrichting van de sloten in het oude cultuurlandschap. ...Zo krijgt (...) de singel die centraal in het gebied ligt (...) een meer stedelijk karakter... Een andere singel kent een meer parkachtige sfeer.

p. 16: Het waterrijke gebied Veldhuizen (...) krijgt een specifiek karakter door vier oost-west gerichte watersingels. De 'wooneilanden' (krijgen) ieder een eigen karakter. Het woonmilieu kan omschreven worden als 'bouwen in het water'. Het water in dit gebied is minder formeel ... wat de mogelijkheid biedt waterkanten uit te geven. ...het peil van het water om de eilanden (heeft) een gelijk peil als de grotere waterpartijen ..(en) wordt het mogelijk een doorgaande route voor schaatsen en spelevaren te maken. (...) De afstand vanaf de woning tot het water is klein, waardoor de mogelijkheid aanwezig is om het relatief schone afstromend water van daken en terrassen, direct naar het open water af te voeren.

p. 16: De Meern-west grenst (...) aan de westkant aan de noord-zuid gerichte, brede

waterpartij die de ecologische verbinding vormt tussen het gebied met biologische zuivering aan de zuidrand van Veldhuizen en het centrale park. (...) Een laag deel van het talud aan het water biedt op zonnige middagen bijzondere recreatieve mogelijkheden.

p. 27: De oever aan de noordkant van de plas (Grote Waterplas) bestaat uit een langgerekt strand dat is georiënteerd op het zuiden, de zuidoever is een natuurlijke oever waar incidenteel kan worden gerecreëerd. De inrichting van de plas en de waterpartijen in de stedelijke gebieden dient gericht te zijn op een optimaal recreatief gebruik.

p. 20 bijlage: In principe zal alleen het water van daken direct op het oppervlaktewater worden gebracht. Het water van de overige verharding zal zoveel mogelijk via reinigingszones en via infiltratie in de bodem naar het oppervlaktewater worden gebracht.

...wordt water vanuit het ARK via de Leidsche Rijn ingelaten. Om dit relatief vervuilde water te reinigen zijn in de hinderzones van de spoorlijn Gouda/Utrecht en langs de stadswegen biezten c.q. rietzones (helofytenfilters) geprojecteerd. Uitsluitend via deze zones wordt water ingelaten in het grotere watersysteem. Wanneer geen water wordt ingelaten, wordt systeemwater gecirculeerd over deze filterzones om te voorkomen dat broedplaatsen van muggen ontstaan.

Voor de gebieden met bestaande bebouwing en archeologische waarde zullen de bestaande watersystemen niet veranderd worden en zal een vast peil gehandhaafd blijven.

p. 21 bijlage: Uit akoestisch onderzoek is gebleken dat de grote waterpartij in de kom langs de A12 verkleind dient te worden om geluidsoverlast te beperken. ...is gekozen voor een kleine waterpartij in het nieuwe centrumgedeelte op de stroomrug ter compensatie van de te verkleinen waterpartij langs de A12.

Stedebouwkundig Programma van Eisen Langerak (Projectbureau Leidsche Rijn Utrecht, 1996)

p. 7: Het milieuvriendelijke karakter van de waterhuishouding komt tot uiting in het streven 80% van het schone hemelwater 'af te koppelen' van het riool. Dit geschiedt door middel van opvang in het oppervlaktewater of inzijging. Om de kwaliteit van het oppervlaktewater te bevorderen wordt de hoofdwatgang voorzien van ondiepe zones met riet en biezten (helofytenfilters). Bestaande watgangen (vletsloten) maken deel uit van het waterhuishoudingssysteem. Ten behoeve van de doorstroming zal gebruik gemaakt worden van pompen of windmolens. Om inzijging mogelijk te maken worden in bermen en groenstroken infiltratievoorzieningen (wadi's) aangebracht. Een zorgvuldig milieubeheer komt ook tot uiting in het afstemmen van de wijze van ophogen op de waterhuishouding (waarbij gebruik gemaakt wordt van het bestaande reliëf) en in het hanteren van een afwijkend grondwaterpeil ter plekke van te handhaven landschappelijke elementen.

p. 20: In het Masterplan is ten behoeve van de waterhuishouding tussen het centrale park (groene middengebied) en Park Voorn een hoofdwatgang geprojecteerd, die in Leidsche Rijn Utrecht wordt gebundeld met de zuidelijke as en dus tezamen met deze Langerak doorsnijdt en bijdraagt aan de geleiding van het plangebied. Om het aantal overbruggingen te beperken en om meer profijt te trekken van de bezonning is de watgang in afwijking van het masterplan ten zuiden van de as gelegd.

p. 32/34: Het waterhuishoudingssysteem van Langerak
Drager van het waterhuishoudingssysteem van Langerak is de brede hoofdwatgang die Langerak parallel aan de as in oost-west-richting zal doorsnijden. deze watgang maakt onderdeel uit van het hoofdwaterhuishoudingssysteem van Leidsche Rijn. De watgang zal worden voorzien van brede, ondiepe zones met riet en biezten, zogeheten helofytenfilters, die een zuiverende werking hebben en aldus bijdragen aan de waterkwaliteit. De bestaande noord-zuid

lopende vletsloten worden aangekoppeld aan het hoofdwaterhuishoudingssysteem. Om de noodzakelijke doorstroming te garanderen zal het gebruik van één of meerdere pompen of windmolens noodzakelijk zijn. Ten behoeve van het afstromend hemelwater van dakvlakken en extensief gebruikte wegen worden in bermen en groenstroken infiltratievoorzieningen aangebracht, zogeheten wadi's. De benodigde oppervlakte hiervan kan worden verkleind wanneer woonstraten, fiets- en voetpaden worden voorzien van een goed doorlatende verharding, gecombineerd met een eveneens goed doorlatend onderliggend zandpakket (cunet). Ten behoeve van overstorten van de riole-ring moeten bergingsvijvers worden gecreëerd, eventueel in de vorm van laaggelegen grasvelden. In een situatie van hevige regenval vullen deze zich met water dat vervolgens, na de regenbui, afstroomt in het rioolstelsel (te vergelijken met de werking van een expansievat).

p. 34: Het waterpeil
In natte perioden zal het grondwaterpeil hoger of gelijk liggen met het peil van de watgangen. Het grondwater wordt dan afgevoerd naar die watgangen. In droge perioden mogen het grondwater- en het oppervlaktewaterpeil uitzakken, waardoor dit laatste lager dan het waterpeil van de watgangen kan komen te liggen. Door gebruik te maken van een regelbare stuw kan het peilverschil worden gereguleerd. Bovendien kan in extreem droge perioden water worden ingelaten via de stuw. Een vermindering van de doorstroming in de watgangen, die het gevolg is van een laag oppervlaktewaterpeil, kan de waterkwaliteit negatief beïnvloeden. Hiernaar moet onderzoek worden verricht.

De maximale grondwaterstand zal worden ontworpen op een peil van 0,90 meter beneden het maaiveld. Deze maat is vereist om onder de wegen van de hoofdinfrastructuur een drooglegging te behalen van 0,70 meter (rekening dient te worden gehouden met opbolling) zonder dat extra voorzieningen behoeven te worden getroffen. Voor woningen en de overige wegen en paden is een dergelijke drooglegging niet nodig.

Ten behoeve van de te handhaven land-

schappelijke elementen kan het noodzakelijk zijn plaatselijk een afwijkende peilhoogte te voorzien. Hiervoor zullen speciale maatregelen moeten worden getroffen. Het huidige maximale waterpeil is weergegeven in afbeelding 6.

p. 40: Natte infrastructuur

Dragers van de toekomstige natte ecologische infrastructuur in Langerak zijn de riet- en biezenzones (helofytenfilters) die onderdeel uitmaken van de hoofdwatgang. Deze infrastructuur verbindt het centrale park (groene middengebiet) ten westen van Langerak en Park Voorn ten oosten van het plangebied, twee ecologische kerngebieden van Leidsche Rijn. Ten behoeve van vogels en kleine zoogdieren verdient het aanbeveling langs de watgang een strook met bosjes en struikgewas aan te leggen.

p. 40: Wat de waterhuishouding betreft zal Langerak aanvankelijk een eigen circulatiesysteem moeten hebben. Ook zal er ten behoeve van de afvoer van water in de natte periode een tijdelijke oplossing moeten worden gecreëerd. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van een deel van het helofytenfiltersysteem. Wel is in dat geval een tijdelijk inlaatwerk noodzakelijk. Hydraulische en kwaliteitsberekeningen zijn een voorwaarde voor de tijdelijke maatregelen.

Ontwikkelingsvisie Leidsche Rijn Utrecht (Projectbureau Leidsche Rijn Utrecht, 1996)

p. 38: (...) De waterlopen van de hoofdwaterstructuur zijn minimaal vijf meter breed (breder dan een normale afwateringssloot) en 1,50 meter diep en zijn bevaarbaar. Ze lenen zich dan ook goed voor een gedifferentieerd gebruik. Er ontstaan roei- en kano-mogelijkheden (Grand Canal) en visplekken, maar ook een aantrekkelijke schaatsroute door het gebied. Waar noodzakelijk worden kruisingen gemaakt door middel van bruggen in plaats van duikers. Vooral in de bredere delen van de waterlopen in het woongebied ten noorden van het spoor kunnen woon-schepen worden aangemeerd. Het Grand Canal vormt hierop echter een uitzondering. Bij de inrichting van de oevers van de waterlopen en plasbermen wordt rekening

gehouden met de veiligheid van de kinderen. (...)

Aan het hoofdsysteem zijn twee rietzones gekoppeld met begeleidende watgang. Hiermee wordt het inlaatwater uit het Amsterdam-Rijnkanaal gefilterd. Deze rietzones worden in de geluidshinderzones van de twee stadsstraten geplaatst. In het gebied ten noorden van de spoorbaan en ten zuiden van de Leidsche Rijn liggen de watgangen gemiddeld 200 meter hart op hart. Op de hoger gelegen stroomrug zijn de watgangen geplaatst op een stramien van gemiddeld 400 meter. Deze watgangen vallen voor een belangrijk deel samen met de bestaande sloten.

Tussen spoor en Leidsche Rijn

Op de stroomrug worden de waterlopen in het straatprofiel opgenomen. Ze worden hier zo klein mogelijk gedimensioneerd en overwegend met steile oevers uitgevoerd. Kruisingen tussen waterlopen en deze straten worden met duikers uitgevoerd, behalve op plekken waar uit ecologische en beheers-overwegingen andere keuzes moeten worden gemaakt. Alleen het water langs de Alendorper Dijk krijgt een 'groene' begeleiding, omdat het een belangrijke recreatieve verbinding is met het centrale middengebiet.

p. 39: Ten noorden van het spoor

Hier worden de watgangen ruim gedimensioneerd. Ze dienen hier ook als waterbuffer. Ruime groene oevers, zachte taluds en tuinen grenzen direct aan het water, zodat water en oevers intensief gebruikt kunnen worden voor recreatieve en/of ecologische functies. De meest zuidelijke oever van de oost-westverbinding is hard. Ook een van de noordelijke eilanden heeft verharde oevers.

Ten zuiden van de Leidsche Rijn

De drie noord-zuid lopende watgangen hebben hier ruime 'polderachtige' oevers.

Hoofdwatgangen en helofytenfilters

Eén hoofdwatgang omvat heel Leidsche Rijn. Het profiel past zich aan aan het gebied dat wordt doorsneden: breed (40 meter) met zachte, groene oevers ten noorden van de spoorlijn, smal (10 meter) met harde oevers in het stadsdeelcentrum en smal

(10 meter) en grazig ten zuiden van de Leidsche Rijn. Parallel aan de A12 loopt langs de watergang een zeer breed helofytenfilter. Twee oost-west verlopende hoofdwatgangen (8 meter breed) worden begeleid door helofyten-filterbakken. Ten noorden van het spoor zijn de helofyten-filterbakken 10 meter breed, terwijl tussen bakken en watgangen een onderhoudspad ligt van 5 meter. Tezamen vormen deze stroken een ecologische verbindingszone. De oevers zijn breed en groen, behalve bij het station Utrecht-West. De zuidelijke watergang ligt naast de zuidelijke stadsstraat en wordt ingepast in het stedelijk profiel. Hier is de breedte van de filterbakken 5 meter. Bakken en watergang hebben zoveel mogelijk harde oevers.

De hoofdwatgangen worden de belangrijkste doorgaande verbinding voor schaatser, vissen, vissers, kano's en dergelijke. Hier worden kruisingen gemaakt door middel van bruggen.

Wadi's

De verschillende vormen van wadi's slaan het afstromen regenwater op en zorgen voor filtering. Ze worden toegepast op het gebied met doorlatende ondergrond tussen spoor en Leidsche Rijn.

Om overstort mogelijk tem aken zijn de wadi's verbonden met het waternetwerk. In een aantal gebieden worden ze ruim gedimensioneerd als groene dooradering van de profielen. In een ander deel van het 'doorlatende' gebied, worden wadi's zoveel mogelijk half verhard uitgevoerd onder parkeerplaatsen, speelpleinen, wegen en stoepen.

De groene wadi's kunnen worden gebruikt als speelveld, groen in de profielen en dergelijke.

p. 42: In het noordelijk plandeel bieden de watgangen een milieu voor libellen, padden, de waterspitsmuis en vogels als de rietzanger en de kleine karekiet. Het waterwinpark wordt verbonden met het grootschalige waterlandschap ten noorden van Vleuten door een drietal watgangen met ecologische oevers. Schoon, zwakstromend water met flauwe taluds zonder beschoeiing bieden een groeiplaats voor een rijke plantengroei in en op het water en op de oever.

p. 43: In deze zones worden duikerprofielen zoveel mogelijk voorkomen en bruggen benut; indien onvermijdelijk worden duikerprofielen aangebracht, die dierbewegingen in de lengterichting van de waterloop mogelijk maken.

Daarnaast krijgen de riet- en biezenstroken voor waterzuivering (...) gedeeltelijk een functie als corridor. De noordelijke en zuidelijke helofytenfilters krijgen glooiende en egaal verlopende oevers voor deze ecologische functie.

p. 70: De definitieve keuze van het (zuiverings)systeem wordt in het Gemeenschappelijk Projectbureau Leidsche Rijn voorbereid.

p. 83: Het Grand Canal heeft een breedte van 40 meter. Het is een belangrijk onderdeel van een recreatief watercircuit, waar men kan vissen, zwemmen, kanoën of schaatsen. Aan de woningzijde van het kanaal wordt de oever per eiland anders ingevuld; de ene keer zeer groen, de andere keer meer stenig.

Nota met randvoorwaarden en uitgangspunten Veldhuizen (Quadrat/ Projectgroep Veldhuizen, 1995)

p. 46: Om dit (...een verslechtering van de waterkwaliteit in het gebied door extra inlaat vanuit de Leidsche Rijn...) te voorkomen en zelfs te verbeteren is als uitgangspunt gekozen dat minimaal 80% van het regenwater in het gebied zal worden vastgehouden middels infiltratie in de bodem en peilfluctuaties in het open water.

p. 46: Doordat een gesloten waterhuishouding in het gebied wordt nagestreefd zal alle vervuiling welke via het regenwater wordt afgevoerd uiteindelijk in het oppervlaktewater terecht komen. Met name de toepassing van zware metalen als onder andere zink en lood in de bouw dient zoveel mogelijk vermeden te worden om te voorkomen dat deze metalen in het watersysteem komen.

p. 64: Het grote waterreservoir heeft een laag peil: NAP -190 m gemiddeld met een fluctuatie van 30 cm. Langs de westelijk rand van het gebied is het reservoir verbonden

met een pomp, die het water op het hogere waterpeil van NAP -040 m gemiddeld brengt. Via een overstort ontstaat een circulatiesysteem, waarmee stilstaand water voorkomen wordt. Aan de zuid-oostzijde wordt het water in de toekomst verbonden met het gesloten waterstelsel van het gehele gebied. Tot dan kan aan de noord-westzijde een tijdelijke verbinding met de Leidsche Rijn gemaakt worden.

p. 65: Door uitvlakking en ophoging ontstaat in Veldhuizen een contrast tussen een hoger deel en een lager deel.

p. 69: Het water krijgt aan de ene zijde een scherpe, strakke rand. De andere zijde zal door de schommelingen van het waterpeil (+/- 30 cm) een steeds wisselende wateroever krijgen. Deze 'vage' waterrand heeft een ecologische functie. (...) In het noordelijk deel is de bodem dusdanig dat het regenwater via wadi's in het grondvlak zal worden gebracht. In het zuidelijk deel zal een 'open' watersysteem het regenwater naar het open water brengen.

Bijlage 3: Korte toelichting en toepassingsmogelijk- heden van enkele on- derbouwende studies

Toepassingsmogelijkheden Geografisch Informatie Systeem en Geohydrologisch model (IWACO, 1997a)

Ten behoeve van het onderzoek naar de waterbalans en de hydrologische invloed van het nieuwe waterhuishoudkundig hoofdsysteem is gebruik gemaakt van een GIS-systeem. Met behulp van dit GIS-systeem is via het modelleringspakket TRIWACO een geohydrologisch model opgezet.

Geohydrologische model

Het geohydrologisch model is zowel stationair als niet-stationair geijkt. Met het bestaande model is het derhalve mogelijk praktisch alle invloeden van vrijwel alle denkbare inrichtingsscenario's van de Leidsche Rijn op het plangebied en de omgeving te bepalen. Het betreft bijvoorbeeld scenario's zoals het ver(on)diepen van sloten of het afkoppelen van verhard oppervlak. De invloeden waar zoal inzicht in kan worden verkregen zijn:

- stijghoogteveranderingen;
- kwel-infiltratiefluxen;
- herkomst van kwel- of infiltratiewater;
- waterbalansen voor het gehele gebied, maak ook voor deelgebieden of wijken;
- stroomsnelheden en verblijftijden van het grondwater in de bodem.

Het kan hierbij dan gaan om:

- zowel stationaire als niet-stationaire situaties;
- zowel absolute waarden (ten opzichte van NAP en/of bestaand/toekomstig maaiveld) als veranderingen ten opzichte van referentiesituaties of ten opzichte van inrichtingsscenario's.

De data kunnen worden gepresenteerd in grafieken, op kaarten en in dwarsdoorsneden, afhankelijk van wat het meeste inzicht biedt.

GIS-systeem

Doordat de data tevens zijn opgeslagen in een GIS-systeem is het altijd mogelijk (delen van) het studiegebied meer in detail te bekijken (op wijkniveau) of zelfs de data op andere wijzen te benutten zodat meer inzicht in het systeem of gebied wordt verkregen.

Dit kan met behulp van (een koppeling met een) meer verfijnd grondwatermodel, maar ook met bijvoorbeeld grafische interfaces. Hierdoor is het mogelijk de gegevens op eenvoudige wijze te combineren met andere (nieuwe) data, wat het inzicht in het systeem en het inzicht in de invloed op de omgeving sterk vergroot. Op eenvoudige wijze kunnen nieuwe/verfijnde gegevens worden toegevoegd waardoor het systeem uitermate flexibel is.

Toepassingsmogelijkheden Duflow (Ingenieursbureau Utrecht, 1997a)

Met Duflow, versie 2.04, is een modelstudie gemaakt van het hoofdwatersysteem van Leidsche Rijn.

Het hoofdwatersysteem en de water aan- en afvoerende wijkwatergangen zijn in het model ingevoerd, waarbij gebruik is gemaakt van de voorkeursprofielen en peilen. Ook zijn alle stuwen in het systeem ingevoerd waarvan de stuwhoogte automatisch wordt aangepast aan het waterpeil.

Met het model zijn twee verschillende situaties doorgerekend. Een extreem droge situatie en een extreem natte situatie, waarbij een bui is gesimuleerd die eens per 10 jaar valt. Per knooppunt in het model is bepaald wat het afstromend verhard oppervlak is dat op dat punt afwatert en er is voor verschillende situaties bepaald hoe groot deze afstroming is uitgaande van bepaalde afkoppelingspercentages. Ook zijn de riooloverstorten van de kernen Vleuten en De Meern gesimuleerd.

In de toekomst kunnen met dit model een aantal berekeningen worden uitgevoerd naar allerlei ingrepen:

- het wijzigen van het tracé van de watergangen;

- het afwijken van de voorkeursprofielen; naast bepaling of het systeem deze aanpassing aankan, kan ook worden nagegaan of er speelruimte is om profielen aan te passen;
- het wijzigen van afstromingsgebieden. Er kan de voorkeur worden gegeven om van een bepaald oppervlak het afstromend water in een andere watergang af te voeren dan in eerste instantie is bepaald;
- het wijzigen van afkoppelingspercentages; dit heeft invloed op de hoeveelheid water die tot overstroming komt;
- wijzigingen in kwel/wegzijgingen; dit speelt vooral in droge perioden waarin de invloed van kwel en wegzijging het grootst is;
- peilen wijzigen. Door peilen te wijzigen worden b.v. debieten over stuwen gewijzigd;
- het wijzigen van pompcapaciteiten;
- het toepassen van duikers in plaats van duikers;
- wijzigingen in omvang van invloedrijke elementen; bijvoorbeeld het volume van de plassen wijzigen;
- wijzigen van de eisen die aan het systeem worden gesteld; bijvoorbeeld op bepaalde locaties minder of meer dan 30 cm fluctuatie toestaan of minimale stroomsnelheden en debieten;
- enz.

Per ingreep kan worden bepaald wat de effecten zijn op stroomsnelheid, peil, debiet, stroomrichting.

Andere mogelijke berekeningen niet gekoppeld aan ingrepen:

- nagegaan hoe de waterverdeling en beweging over het systeem is. Dit is handig bij een risicoanalyse: als ergens een lozing in het systeem optreedt, waar mag dan na verloop van een bepaalde tijd deze stof worden verwacht en in welke mate;
- er kunnen detailstudies worden gemaakt; inzoomen op een bepaald gebied (stroomrichting, snelheid, debiet, peil);
- bepalen hoe het besturingssysteem voor de stuwen moet werken; bijvoorbeeld afstemmen op het peil in de waterplassen of in de benedenstroomse watergangen;
- vaststellen van stroomrichtingen (bijvoorbeeld in de lussen van het Grand-Canal.

Toepassingsmogelijkheden waterkwaliteitsmodel (IWACO, 1997b)

Door IWACO is een model ontwikkeld waarmee de oppervlaktewaterkwaliteit in het watersysteem voor de VINEX-locatie Leidsche Rijn voorspeld kan worden. De voorspelling richt zich op de voedingsstoffen stikstof en fosfor. Aangezien het een voorspelling voor een nog niet bestaande situatie betreft, is de voorspelling gebaseerd op een groot aantal aannames. Wijzigingen in deze aannames leiden tot een andere eindconcentraties voor stikstof en fosfor. Het model is zo opgesteld dat wijzigingen relatief eenvoudig zijn door te voeren. Op deze wijze kan eenvoudig een nieuwe eindconcentratie berekend worden.

De ruimtelijke variatie in de waterkwaliteit in het plangebied Leidsche Rijn is berekend door het gehele plangebied te verdelen in zes verschillende deelgebieden. De deelgebieden zijn aan elkaar gekoppeld, wat inhoudt dat de uitvoer uit het ene deelgebied de invoer voor het volgende deelgebied is. Hiermee is ook de vracht van nutriënten van het ene naar het andere deelgebied te berekenen. Per seizoen wordt één stroomrichting door het gebied verondersteld. De stroomrichting kan verschillen per seizoen. De debieten tussen de deelgebieden wordt met de hand ingevoerd.

Het tijdpad waarvoor het model de waterkwaliteit doorrekent is variabel. Het is standaard ingesteld op een periode van 5 jaar, maar ook langere periodes zijn relatief eenvoudig door te rekenen. Het model berekend voedingsstoffengehaltes per seizoen. Hierdoor wordt een indruk gekregen van de fluctuatie van de waterkwaliteit over een jaar.

De invoer in het model betreft gegevens over de waterkwantiteit en waterkwaliteit (voedingsstoffengehaltes) van de verschillende waterstromen die het systeem voeden. Tevens zijn een groot aantal aspecten van de interne en externe zuiveringsstappen opgenomen in het model.

De ingevoerde kwantiteitsgegevens zijn afkomstig of herleid uit de waterbalansstudie (IWACO, 1997). De ingevoerde kwaliteits-

gegevens zijn gebaseerd op literatuur of metingen. De gegevens die leiden tot een bepaald zuiveringsrendement van de verschillende zuiveringsstappen zijn gebaseerd op aannames uit de literatuur. De aspecten die eenvoudig gewijzigd kunnen worden bij veranderde inzichten, staan in tabel I. De veranderingen kunnen zowel per seizoen als per jaar doorgevoerd worden zowel doorgevoerd worden. Op deze wijze kan bijvoorbeeld eenvoudig het effect van een eenmalige inlaat vanuit de Leidsche Rijn doorgerekend worden voor dat jaar en de daarop volgende jaren.

externe aanvoer vanuit Leidsche Rijn

- hoeveelheid
- gehalten aan voedingsstoffen in het aanvoerwater

externe aanvoer vanuit uit- en afspoeling

- percentage verhard oppervlak/onverhard oppervlak/open water: op basis hiervan wordt de hoeveelheid (m³) uit- en afspoelend water over de verschillende oppervlakken berekend.
- gehalten aan voedingsstoffen in neerslagwater (mg/l)
- gehalten aan voedingsstoffen in afspoelend regenwater over verhard oppervlak (mg/l)
- vracht aan voedingsstoffen uit onverhard oppervlak (kg/ha.seizoen)

interne aanvoer

- nalevering vanuit de waterbodem
- oppervlakte van waterbodem waaruit nalevering optreedt
- mineralisatierendement: percentage van door waterplanten opgenomen hoeveelheid nutriënten dat door mineralisatie weer vrij komt.

externe zuiveringsstappen

- rendement berm/ moerasbuffer uitgedrukt in kg N/ha.seizoen en kg P/ha.seizoen
- rendement moerasbuffer uitgedrukt in kg N/ha.seizoen en kg P/ha.seizoen
- rendement infiltratiefilter
- breedte van de berm/ moerasbuffer
- grootte van de moerasbuffer (op deelgebiedniveau)

interne zuiveringsstappen

- rendement sedimentatie in watergangen (kg N/ha.seizoen en kg P/ha.seizoen)
- rendement sedimentatie in plassen (als percentage van eindconcentratie)
- opname door waterplanten in kg N/m² en kg P/m²
- bedekkingspercentage van het wateroppervlak met waterplanten.

Tabel I. Overzicht van eenvoudig te wijzigen aspecten in het voorspellingsmodel voor de waterkwaliteit



Beschoeiingen

Bijlage 4

Voorkeursprofielen voor hoofd- en wijkwatergangen van het hoge en lage stelsel

In deze bijlage worden de principeprofielen in aanvulling op hoofdstuk 4 wat uitgebreider geschetst, met name de maatvoering is inzichtelijk gemaakt. Per profiel wordt achtereenvolgens gegeven: een doorsnede met beplanting, een doorsnede van de maatvoering met het totale ruimtebeslag, en een doorsnede van de beheersmaten. De kengetallen die hierbij gebruikt zijn zijn vermeld in de tabellen 4.1 en 5.1. Waar dat van toepassing is is ook een minimaal profiel gegeven.

Profielen voor de hoofdwatergangen van het lage stelsel.

Het lage stelsel kent niet één profiel, maar een aantal varianten. Door het verschillend situeren van het deel van de waterbodem dat een talud van 1: 20 kent, ontstaan verschillende beelden en verschillende ecologische mogelijkheden. Van boven naar beneden (zie ook bijgaande schetsen): door het 1: 20 talud op het diepste deel van het profiel te situeren ontstaat een variant die vooral het beeld geeft van open water. De diepte van het water (tenminste 2 meter) maakt dat zich hier weinig plantengroei zal voordoen. Dit profiel kan bijvoorbeeld toegepast worden bij het Grand Canal.

In het profiel daaronder is het 1: 20 talud zo gesitueerd dat er vooral veel groei van ondergedoken en drijvende waterplanten zal optreden, en zal de moerasstrook smaller zijn.

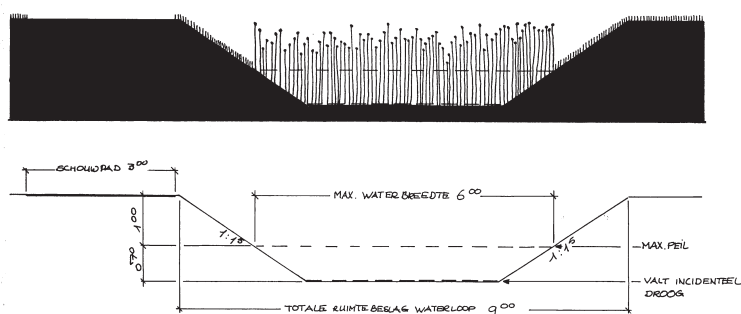
Het laatste profiel is dat waarbij juist de nadruk wordt gelegd op de moeras en oever ontwikkeling. Het gebied waar de 0,30 meter peilschommeling optreedt is hier het meest royaal. In deze zone voelen de meeste van de ecologische doelsoorten zich thuis en het verdient dan ook de voorkeur dit profiel over grote lengtes toe te passen.

Als de situatie ter plaatse het ruimtebeslag van 25 meter niet toestaat, is er een minimaal profiel beschikbaar waarbij de zone met het 1: 20 talud geheel achterwege blijft. Hier is een minimale ruimte voor ecologische ontwikkeling aanwezig en dit profiel dient dan ook zo weinig mogelijk te worden toegepast. Het is slechts geschikt als verbinding (zowel in ecologische als recreatieve zin) tussen twee gebieden waar wel de hele ruimte beschikbaar is.

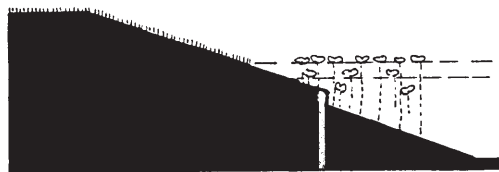
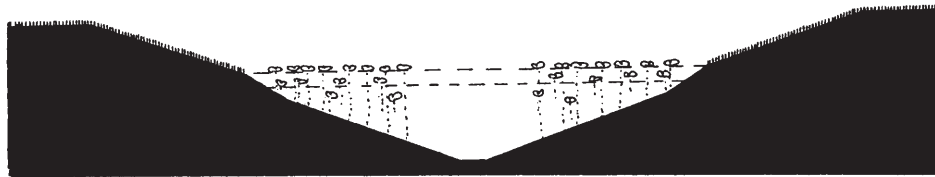
Er zijn twee schetsen gegeven voor de situaties waarin beschoeiing van de steile oever noodzakelijk is. Lichte beschoeiing wordt altijd aangebracht onder de laagwaterlijn. Daarbij ontstaat een vooroever. Naar keuze kan de nadruk gelegd worden op het ecologisch functioneren van deze vooroever, dan wordt de plas-dras situatie aangelegd (waterdiepte 40cm bij hoog peil en 10cm bij laag peil), of op het gewenste beeld, dan wordt de asymmetrie van het profiel benadrukt door de waterdiepte 60cm bij hoog peil en 30cm bij laag peil te realiseren.

Teneinde de ecologische functie goed tot zijn recht te laten komen dient de moeraszone de watergang doorlopend aan dezelfde zijde te begeleiden. Daar waar dat niet mogelijk is door omkering van de asymmetrie van het profiel dient een vooroever aan de steile zijde aangebracht te worden die een verbindende functie heeft, zie de principeschetsen.

Bezinksloot



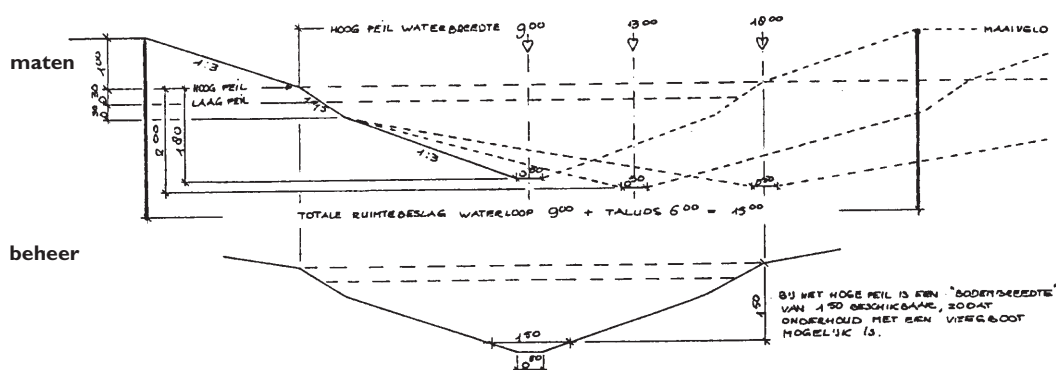
Hoofdwatgang hoge stelsel, principeschets



lichte beschoeiing onder laag peil



zware beschoeiing met stortsteen of basalt

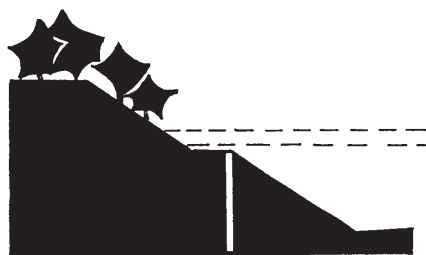
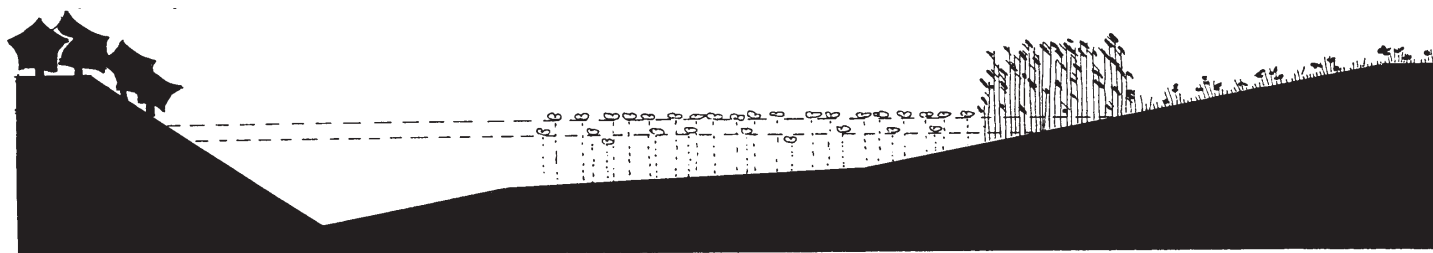


Profielen van de watergangen van het hoge stelsel.

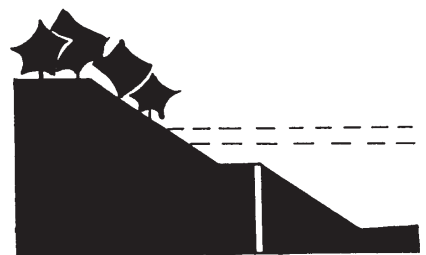
Bij deze watergangen is het principeprofiel het smalste profiel dat geschetst is, vanuit de overweging dat in het hoge, droge gebied de aanwezigheid van water minimaal zou moeten zijn. Dit profiel is doorgerekend in de stromings en bufferings studies. Uit stedenbouwkundige overwegingen is het gewenst gebleken op een aantal plaatsen een bredere watergang aan te leggen. Daarvoor zijn de andere maten opgenomen, zodat er in het hele gebied van Leidsche Rijn een eenduidigheid blijft bestaan in maatvoering.

Ook in het hoge stelsel wordt beschoeiing onder de laagwaterlijn aangelegd. De waterdiepte is bij lichte beschoeiing op 60cm bij hoog peil gesteld, zodat de begroeiing met waterplanten dicht tot aan de oever zal komen.

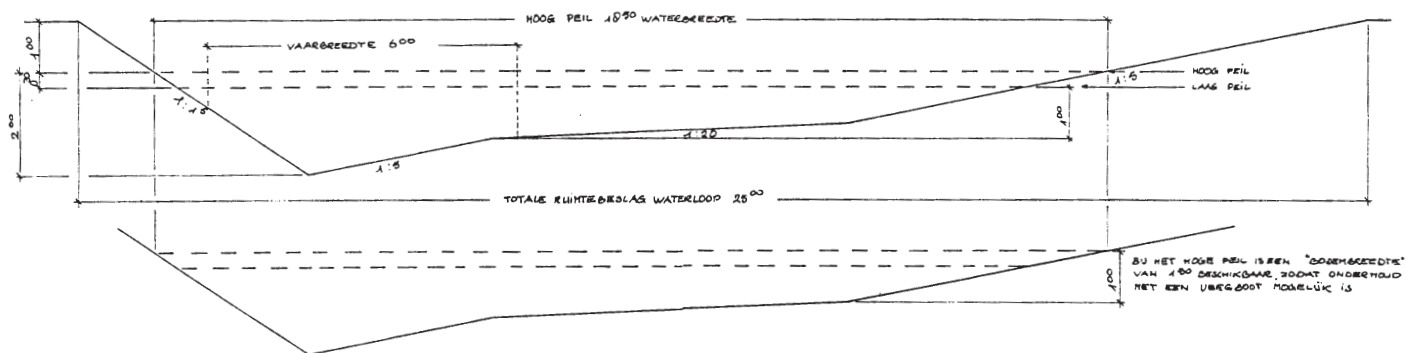
Hoofdwatergang lage stelsel, waterplantenvariant, principeschets



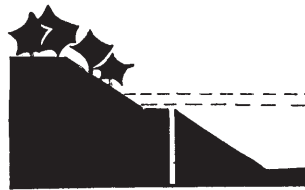
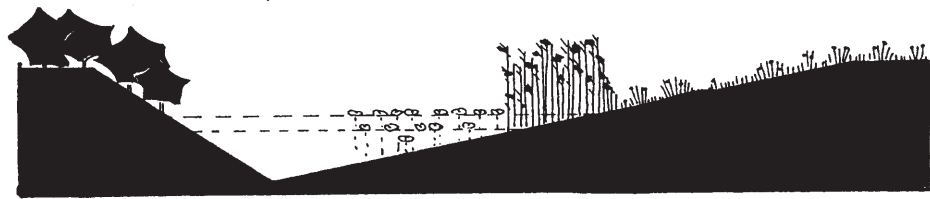
Lichte beschoeiing, 10 cm onder laag waterpeil
nadruk op verbindingzone / ecologie



Lichte beschoeiing, 30 cm onder laag waterpeil
nadruk op gewenst beeld (benadrukken asymmetrie)



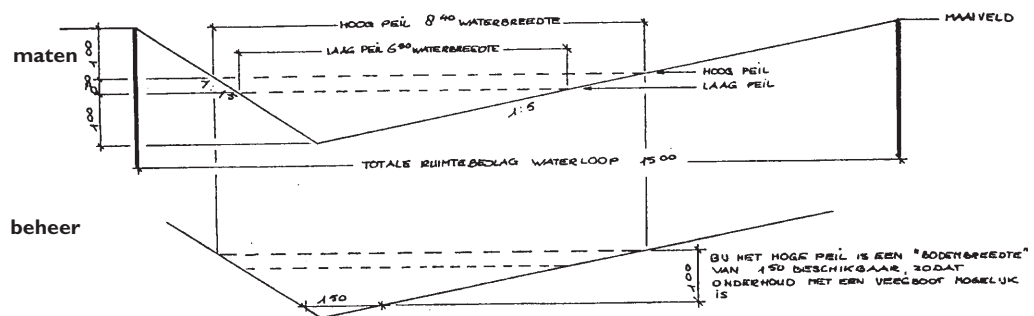
Wijkwatergang lage stelsel, principeschets



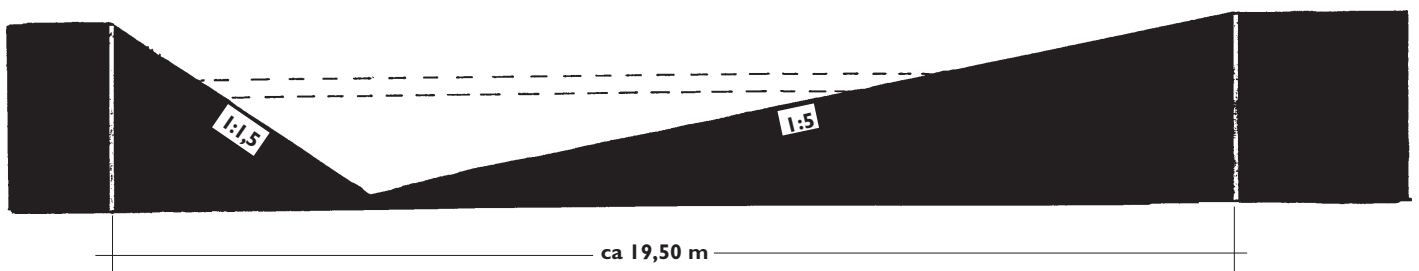
lichte beschoeiing 10 cm onder laag peil



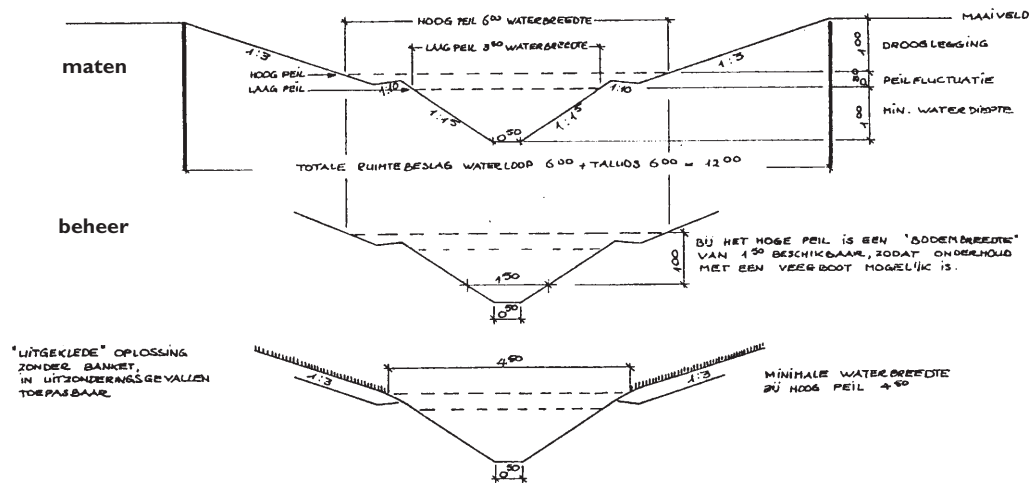
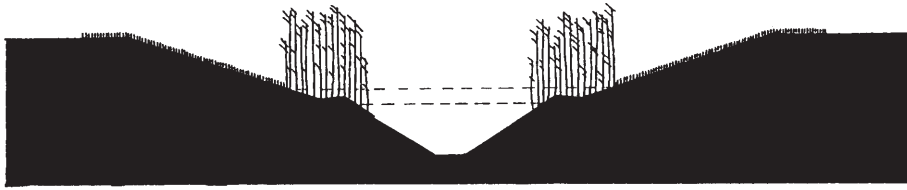
lichte beschoeiing 30 cm onder laag peil



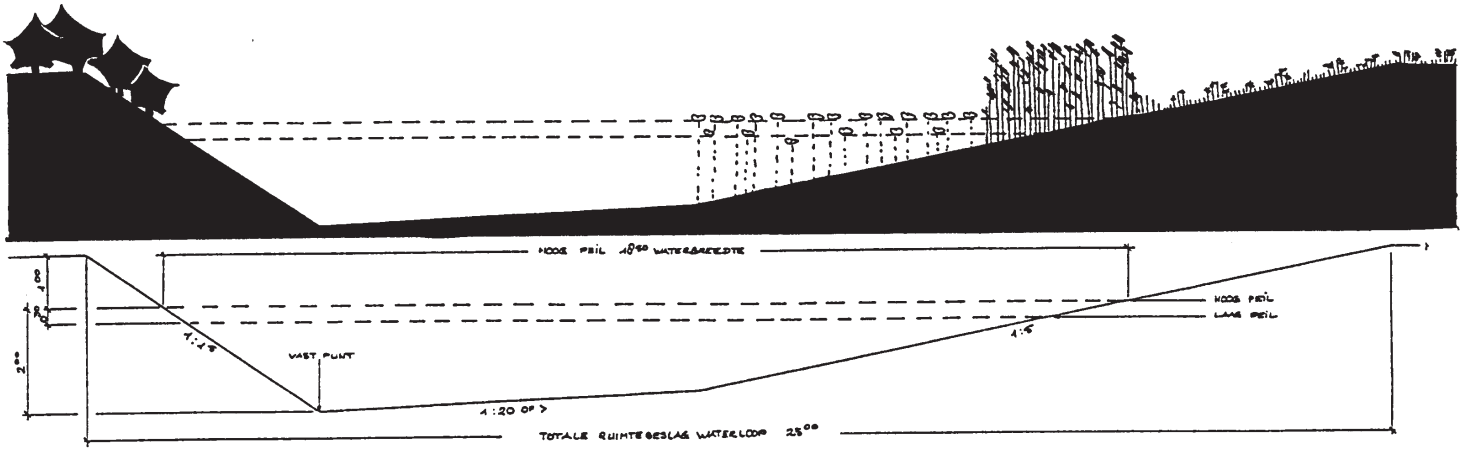
Hoofdwatgang lage stelsel, principeschets, minimale profiel



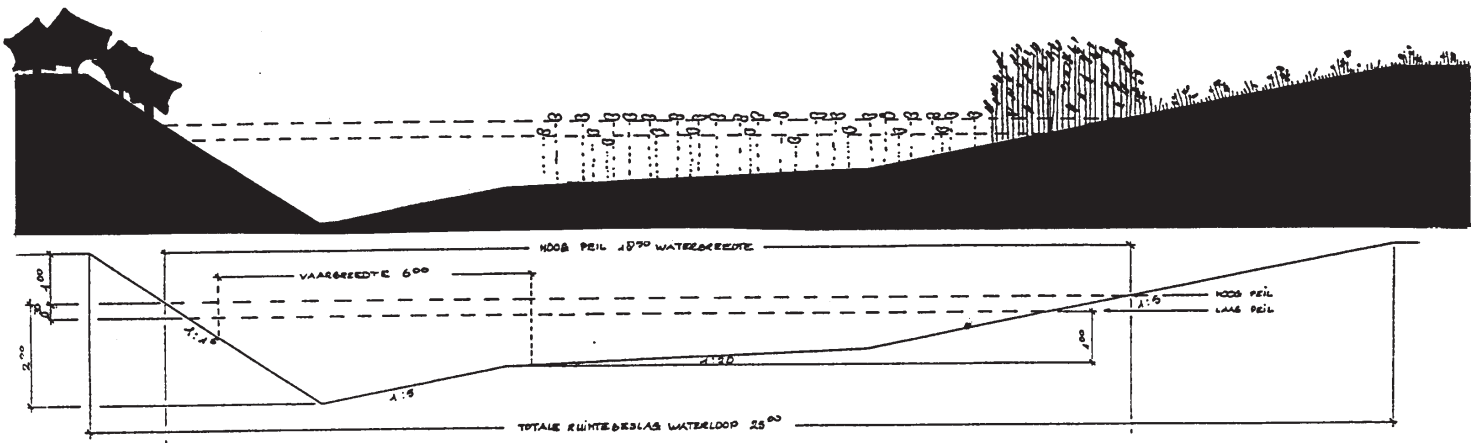
Wijkwatergangen hoge stelsel



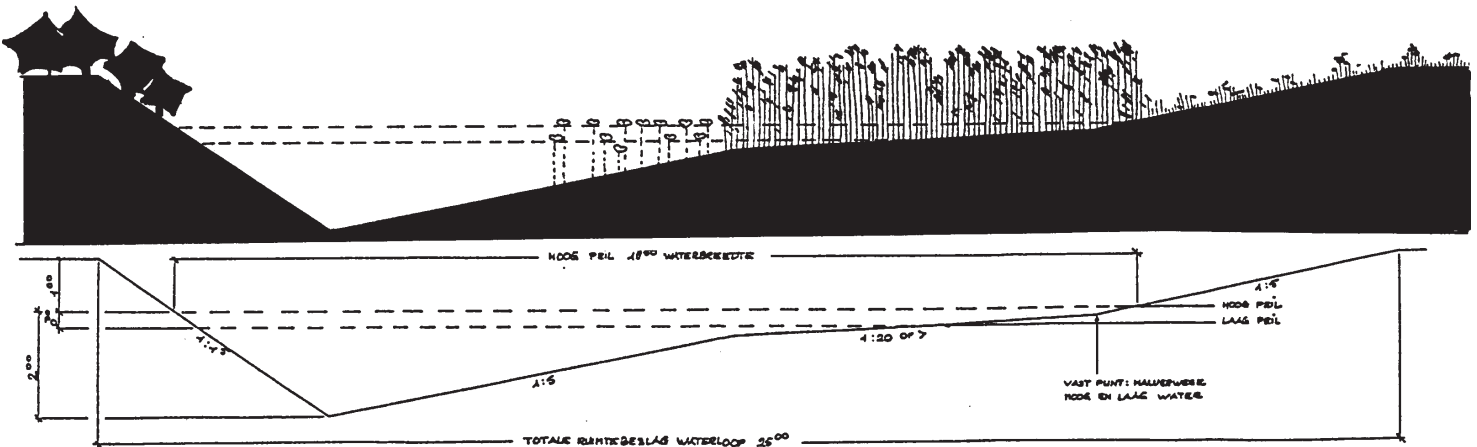
Hoofdwatgang lage stelsel
open water variant



Hoofdwatgang lage stelsel
waterplantenvariant



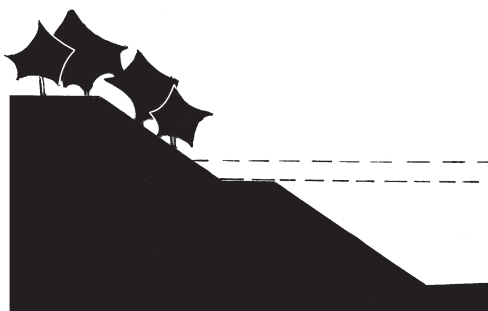
Hoofdwatgang lage stelsel
moerasvariant



Profiel van de inlaatbiezensloot.

Voor de watergang waarmee het inlaatwater naar het zuiveringsfilter gevoerd wordt zijn een aantal zaken van belang. Ten eerste de aanvoercapaciteit. In deze maatvoering is die voldoende voor zowel de werking van het filter als voor de waterbehoefte van het systeem.

Voorgesteld wordt om deze watergang in te planten met biezten. Zij verdragen sterke peilschommelingen, en dragen door het opnemen van stoffen uit het water al bij aan de zuivering.



Vooroever als uitstapplaats in lage stelsel

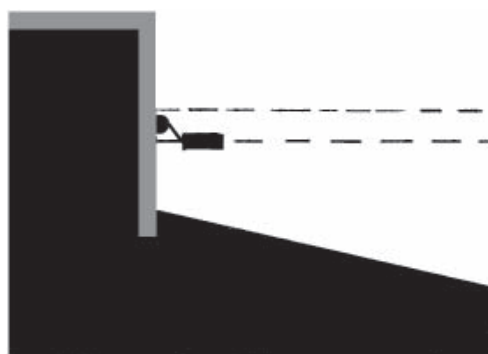
Mitigerende maatregelen

Bij afwijkingen van het principeprofiel, en waar het principeprofiel niet optimaal geschikt is voor de ecologische doelsoorten die gekozen zijn, is het mogelijk mitigerende maatregelen uit te voeren. Het gaat daarbij om de oversteekbaarheid van de watergangen, daarnaast zijn onderbrekingen in de continuïteit (van met name de flauwe oever van het lage stelsel) ongewenst. De afgelopen jaren is door meerdere instanties onderzoek gedaan naar mogelijke oplossingen. Hieronder worden uit de collectie van oplossingen een aantal voorbeelden gegeven. Voor verdere informatie kan men terecht bij Rijkswaterstaat, het CUR, en het IKC van het Ministerie van Landbouw.

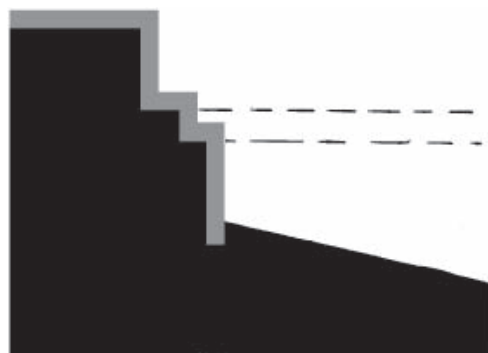
In het hoge stelsel zijn in het stedenbouwkundig ontwerp kademuuren voorgesteld. Hier kan continuïteit in de lengterichting gemaakt worden door of een drempeltje mee te ontwerpen, of door een drijvende plank aan te brengen (zie doorsnede). Beide dienen een breedte te krijgen van ten minste 30 centimeter.

De stuwen in het hoge stelsel kunnen passeerbaar gemaakt worden voor vissen door het aanbrengen van voorzieningen, vispassages.

In het lage stelsel is het voor de oversteekbaarheid gewenst op regelmatige afstanden een verlaagde vooroever te realiseren (zie doorsnede).



Drijvende plank bij kademuur



Drempel aan kademuur

Bijlage 5

Het ruimtebeslag van het nieuwe water-systeem

Het ruimtebeslag van het nieuwe water-systeem wordt hiernaast op verschillende wijzen in tabellen gepresenteerd. Deze getallen zijn exclusief de circa 100 hectare voor de Haarrijnseplas en exclusief circa 3,4 ha droogvallende waterlopen.

Een vergelijking met het Masterplan is niet goed mogelijk omdat de toerekening van de hectares niet volgens dezelfde methode kan gebeuren. In het Masterplan is uitgegaan van een ruimtebeslag van 175 hectare voor het watersysteem, hierin is inbegrepen 80 ha. voor de grote waterplas (de Haarrijnse plas), 13 ha. wadi's, en een deel van het bestaande te handhaven water zoals plas Strijkviertel. In de nieuwe waterhuishouding wordt een groot deel van de wijkwatergangen gevormd uit bestaande waterlopen, die niet allemaal in het Masterplan als zodanig terug te vinden zijn (een deel is cijfermatig weggefallen in de te handhaven wegen met aanliggende bebouwing). De plas Strijkviertel maakt geen deel uit van het nieuwe watersysteem. De wadi's zijn niet opgenomen in het ruimtebeslag voor het nieuwe hoofdwatersysteem; zij maken deel uit van de te ontwikkelen wijken.

Ook de taluds zijn niet eenduidig toe te rekenen, een deel valt in Masterplantermen onder 'technisch groen'.

	Utrecht	Vleuten-De Meern	totaal
totaal hoofdwatergangen	25,9 ha	54,9 ha	80,6 ha (55%)
totaal wijkwatergangen	10,2 ha	15,2 ha	25,4 ha (17%)
totaal taluds hoofdwatergangen	12,0 ha	13,4 ha	25,4 ha (17%)
totaal taluds wijkwatergangen	8,5 ha	33,0 ha	41,5 ha (25%)

	Utrecht	Vleuten-De Meern	totaal
hoofdwatergang en taluds	37,9 ha	68,0 ha	106,0 ha (73%)
wijkwatergang en taluds	16,7 ha	23,5 ha	40,0 ha (27%)

	Utrecht	Vleuten-De Meern	totaal
totaal taluds	18,5 ha	21,7 ha	40,1 ha (27%)
totaal hoofd en wijkwater	36,1 ha	69,9 ha	106,0 ha (73%)
totaal hoofdwatergangen, wijkwatergangen en taluds	54,0 ha (37%)	91,5 ha (65%)	146,1 (100%)

Colofon

De studie **‘Nieuwe stad; schoon water - het watersysteem van Leidsche Rijn’** is verricht in opdracht van het **Gemeenschappelijk Projectbureau Leidsche Rijn** en uitgevoerd door de **Projectgroep Waterhuishouding Leidsche Rijn**.

In deze projectgroep hadden de volgende personen zitting:

- Peer Rooijmans (*voorzitter*) (Ingenieursbureau Utrecht);
- Michael de Burger (*secretaris*) (Ingenieursbureau Utrecht);
- Louis Bijlmakers (*projectleider*) (IWACO, Adviesbureau voor Water en Milieu);
- Ton Auee (Gemeente Vleuten-De Meern);
- Theo Baars (Gemeente Vleuten-De Meern);
- Freek Bleeker (Provincie Utrecht; Bureau Oppervlaktewaterkwaliteit; tot 1-1-1997);
- Henk Boom (Provincie Utrecht; Bureau Natuur & Landschap);
- Goof den Hartog (Provincie Utrecht; Bureau Kwantitatief Grondwaterbeheer; tot 1-7-1996);
- Rein van Hoeken (Provincie Utrecht; Bureau Oppervlaktewaterkwaliteit/Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden);
- Herbert Kuyvenhoven (Provincie Utrecht; Bureau Waterhuishouding; vanaf 1-7-1996);
- Sandy Mensing (Provincie Utrecht; Bureau Bodem & Gebieden);
- Gerard Moser (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden);
- Gerhard Oude Vrielink (Gemeente Utrecht; Dienst Wijk Beleid Sturing; vanaf 1-2-1997);
- Jan Smorenborg (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden);
- Anne Wittekamp (Gemeente Utrecht; Dienst Wijk Beleid Sturing; tot 1-2-1997).

De feitelijke werkzaamheden zijn grotendeels uitgevoerd door een werkgroep, bestaande uit:

- Louis Bijlmakers (IWACO, Adviesbureau voor Water en Milieu - Rotterdam);
- Lodewijk van Nieuwenhuijze (H+N+S Landschapsarchitecten - Utrecht);
- Livina Tummers (H+N+S Landschapsarchitecten - Utrecht);
- Erik Jansen (Ingenieursbureau Utrecht - Utrecht);
- Michael de Burger (Ingenieursbureau Utrecht - Utrecht);
- Hans Waardenburg (Bureau Waardenburg, Adviseurs voor Ecologie & Milieu Culemborg).

Ter toetsing en afstemming zijn gesprekken gevoerd met:

- Paul Achterberg (Quadrat, Projectbureau Veldhuizen);
- Annelies Camping (Randstadgroenstructuur, Provincie Utrecht; Dienst Ruimte & Groen);
- Richard Colombijn (VHP, Structuurvisie Vleuten-de Meern);
- Marcel Eekhout (Randstadgroenstructuur, Ministerie van LNV; Dienst Landelijk Gebied);
- Henriette den Hartog (Projectbureau Veldhuizen, Gemeente Vleuten-De Meern);
- Carin Jannink (Quadrat, Projectbureau Veldhuizen);
- Johan de Jong (Randstadgroenstructuur, Ministerie van LNV; Dienst

- Frank Josselin de Jong (Landelijk Gebied);
- Robbert de Koning (Projectbureau Leidsche Rijn, Gemeente Utrecht);
- Catherine Visser (H+N+S, Projectgroep Waterplas Leidsche Rijn);
- Kees Visser (Max 2, Projectbureau Leidsche Rijn, Gemeente Utrecht);
- Herre Wynia (Gemeente Vleuten-De Meem);
- (projectarcheoloog Leidsche Rijn, Gemeente Utrecht).

Ter onderbouwing zijn een aantal studies uitgevoerd die als deelrapport bij het hoofdrapport zijn opgenomen:

- 1 Ingenieursbureau Utrecht, 1997. *Modelstudie in Dufrow naar de waterbeweging in het waterstelsel Leidsche Rijn*;
- 2 Ingenieursbureau Utrecht, 1997. *Kwaliteit afstromend hemelwater en de mogelijkheid tot afkoppelen in de VINEX-locatie Leidsche Rijn*;
- 3 Ingenieursbureau Utrecht, 1997. *Mogelijkheid tot integratie van afkoppelingstechnieken in het stedenbouwkundig ontwerp van de VINEX-locatie Leidsche Rijn*;
- 4 IWACO, 1997. *Geohydrologische modelstudie Leidsche Rijn: onderzoek naar de waterbalans en de hydrologische invloeden*;
- 5 IWACO, 1997. *Voorspelling waterkwaliteit Leidsche Rijn*;
- 6 IWACO, 1997. *Voorontwerp helofytenfilter Leidsche Rijn*;
- 7 IWACO, 1997. *Inventarisatie regelgeving waterhuishouding Leidsche Rijn*;
- 8 Waterloopkundig Laboratorium, 1997. *Microverontreinigingen in het watersysteem van Leidsche Rijn*.
- 9 Werkgroep Beheer en onderhoud, 1997. *Verkenning van beheersaspecten van het nieuwe watersysteem van Leidsche Rijn*.

Reeds eerder zijn de volgende deelstudies verschenen:

- Bureau Waardenburg, 1996. *Actuele en potentiële natuurwaarden in relatie tot het water huishoudkundig hoofdsysteem Leidsche Rijn*;
- H+N+S Landschapsarchitecten/Ingenieursbureau Utrecht, 1996. *Het regent, het regent (voorbeeldenboek ontwerp van natte en droge systemen)*;
- Tauw Civiel en Bouw, 1996. *Oppervlaktewaterkwaliteit woonlocatie Leidsche Rijn*;
- Universiteit Utrecht, 1996. *Helofytenfilters voor waterkwaliteitsverbetering ten behoeve van de VINEX-locatie Leidsche Rijn*.

Behalve door vertegenwoordigers uit de Projectgroep en Werkgroep zijn deze deelstudies begeleid door:

- Michael van de Valk (Provincie Utrecht; Bureau Kwalitatief Grondwater-beheer);
- Marie-Claire ten Veldhuis (IWACO, Adviesbureau voor Water en Milieu);
- Boele Kuipers (Gemeente Utrecht; Dienst Stadsontwikkeling, Milieu);
- Bastiaan van Loon (Waterleidingbedrijf Midden-Nederland).

Betrokkenen bij de deelstudies waren:

- Bureau Waardenburg: Arjenne Bak; Pieter Veen; Hans Waardenburg;
- H+N+S Landschapsarchitecten: Lodewijk van Nieuwenhuijze; Livina Tummers;
- Ingenieursbureau Utrecht: Michael de Burger; Erik Jansen; Adriana Jeuring; Jasper de Kruyff; Peer Rooijmans; Nico Vos; Edward Willems; Ruud de Wit;
- IWACO, Adviesbureau voor Water en Milieu: Ewoud van den Berg; Louis Bijlmakers; Frans van der Linden; Mariken Fellingier; Diana Schilperoort; Peter Schravendijk; Evalyne de Swart; Marie-Claire ten Veldhuis; Gert-Jan de Wit;
- TAUW Civiel & Bouw: Hans Jansen;
- Universiteit Utrecht: Arjenne Bak; Mark van Oorschot; Jos Verhoeven;
- Waterloopkundig Laboratorium: Paul Baan; Nico de Rooij; Annemargreet van Leeuwen.

Eindredactie

- IWACO, Rotterdam (Louis Bijlmakers)
- H+N+S Landschapsarchitecten, Utrecht (Livina Tummers)

Tekenwerk

- H+N+S Landschapsarchitecten, Utrecht
- IWACO, Rotterdam (blz 74)

Kartografie

- Ingenieursbureau Utrecht, Utrecht
- H+N+S Landschapsarchitecten, Utrecht

Lay-out

- H+N+S Landschapsarchitecten, Utrecht
- Lucas Renckens, Utrecht

Het hoofdrapport en de deelrapporten van de studie '**Nieuwe stad; schoon water**' zijn tegen kostprijs te verkrijgen bij het Informatiecentrum Leidsche Rijn, Beneluxlaan 2, 3527 HT Utrecht. Telefoon 030-2958658.

Utrecht, november 1997

© Projectgroep Waterhuishouding (1997) Alles uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en / of openbaar gemaakt mits de bron wordt vermeld.

