

**Inventarisatie paai- en
opgroeigebieden van vis onder
invloed van een aantal e-centrales
in Nederland**

Opgesteld in opdracht van:

RIZA, Lelystad

Door:

F.T. Vriese, A. bij de Vaate & G.A.J. de Laak

Postadres
Postbus 433
3430 AK Nieuwegein
Nederland
Bezoekadres
Buxtehudeaan 1
Nieuwegein
Telefoon (030) 605 84 11
Fax (030) 603 98 74

ABN-AMRO
rek.nr. 45.60.53.417

België: ABN-AMRO
rek.nr. 721.5201991.66

E-mail: binvis@ovb.nl
URL: www.ovb.nl

**ORGANISATIE TER
VERBETERING VAN DE
BINNENVISSERIJ**



Inventarisatie paai- en opgroeigebieden van vis onder invloed van een aantal e-centrales in Nederland

Opgesteld in opdracht van:

RIZA, Lelystad

Door:

F.T. Vriese, A. bij de Vaate & G.A.J. de Laak



Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij
Buxtehudeaan 1, Postbus 433, 3430 AK Nieuwegein
Tel. (030) 6058411, Fax. (030) 6039874
E-mail: binvis@ovb.nl Homepage: <http://www.ovb.nl>

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Inhoudsopgave.....	11
1 Inleiding	15
1.1 Aanleiding	15
1.2 Vraagstelling	15
1.3 Leeswijzer	15
2 Methode	17
2.1 Informatie e-centrales	17
2.1.1 Habitat e-centrales	17
2.2 Informatie paai- en opgroei vis.....	18
2.2.1 Indeling in paaigilden	19
2.2.2 Indeling in opgroeigilden	19
2.3 Verwerking en synthese	20
2.3.1 Analyse visinformatie in relatie tot habitat e-centrale	20
2.3.2 Beoordeling paaigilden	20
2.3.3 Beoordeling opgroeigilden	21
2.3.4 Beleidsmatig geprioriteerde soorten.....	21
2.4 Inzuiging van vis door e-centrales.....	21
3 E-centrale Bergum	23
3.1 Beschrijving e-centrale Bergum	23
3.2 De visstand bij e-centrale Bergum	24
3.3 Paai- en opgroeimogelijkheden bij e-centrale Bergum.....	25
3.4 Inzuiging bij e-centrale Bergum.....	26
4 E-centrale Diemen	29
4.1 Beschrijving e-centrale Diemen	29
4.2 De visstand bij e-centrale Diemen.....	30
4.3 Paai- en opgroeimogelijkheden bij e-centrale Diemen.....	31
4.4 Inzuiging bij e-centrale Diemen.....	32
5 Flevo-centrale	35
5.1 Beschrijving Flevo-centrale.....	35
5.2 De visstand bij de Flevo-centrale	36
5.3 Paai- en opgroeimogelijkheden bij de Flevo-centrale	37
5.4 Inzuiging bij de Flevo-centrale	38
6 E-centrale Lage Weide.....	41
6.1 Beschrijving e-centrale Lage Weide	41
6.2 De visstand bij e-centrale Lage Weide	42
6.3 Paai- en opgroeimogelijkheden bij e-centrale Lage Weide	43
6.4 Inzuiging bij e-centrale Lage Weide	44
7 E-centrale Merwedekanaal	45

7.1	Beschrijving e-centrale Merwedekanaal	45
7.2	De visstand bij e-centrale Merwedekanaal	45
7.3	Paai- en opgroeimogelijkheden bij e-centrale Merwedekanaal	46
7.4	Inzuiging bij e-centrale Merwedekanaal	47
8	Moerdijk-centrale	49
8.1	Beschrijving Moerdijk-centrale	49
8.2	De visstand bij de Moerdijk-centrale	51
8.3	Paai- en opgroeimogelijkheden bij de Moerdijk-centrale	51
8.4	Inzuiging bij de Moerdijk-centrale	53
9	Amer-centrale	55
9.1	Beschrijving van de Amer-centrale	55
9.2	De visstand bij de Amer-centrale	56
9.3	Paai- en opgroeimogelijkheden bij de Amer-centrale	57
9.4	Inzuiging bij de Amer-centrale	58
10	Claus-centrale	59
10.1	Beschrijving van de Claus-centrale	59
10.2	De visstand bij de Claus-centrale	60
10.3	Paai- en opgroeimogelijkheden bij de Claus-centrale	61
10.4	Inzuiging bij de Claus-centrale	63
11	Willem-Alexander-centrale	65
11.1	Beschrijving Willem-Alexander-centrale	65
11.2	De visstand bij de Willem-Alexander-centrale	66
11.3	Paai- en opgroeimogelijkheden bij de Willem-Alexander-centrale	67
11.4	Inzuiging bij de Willem-Alexander-centrale	68
12	E-centrale Harculo	69
12.1	Beschrijving van de e-centrale Harculo	69
12.2	De visstand bij de e-centrale Harculo	70
12.3	Paai- en opgroeimogelijkheden bij e-centrale Harculo	71
12.4	Inzuiging bij de e-centrale Harculo	72
13	E-centrale Nijmegen	73
13.1	Beschrijving e-centrale Nijmegen	73
13.2	De visstand bij e-centrale Nijmegen	74
13.3	Paai- en opgroeimogelijkheden bij e-centrale Nijmegen	75
13.4	Inzuiging bij de e-centrale Nijmegen	75
14	E-centrale Velsen	77
14.1	Beschrijving e-centrale Velsen	77
14.2	De visstand bij e-centrale Velsen	78
14.3	Paai- en opgroeimogelijkheden bij e-centrale Velsen	80
14.4	Inzuiging bij de e-centrale Velsen	81
15	Eems-centrale	83
15.1	Beschrijving van de Eems-centrale	83
15.2	De visstand bij de Eems-centrale	84
15.3	Paai- en opgroeimogelijkheden bij de Eems-centrale	85
15.4	Inzuiging bij de Eems-centrale	87

16 E-centrale Maasvlakte.....	89
16.1 Beschrijving e-centrale Maasvlakte.....	89
16.2 De visstand bij de Maasvlakte-centrale	90
16.3 Paai- en opgroeimogelijkheden bij de Maasvlakte-centrale	91
16.4 Inzuiging bij de Maasvlakte-centrale	92
17 E-centrale Borssele.....	95
17.1 Beschrijving van de e-centrale Borssele.....	95
17.2 De visstand bij e-centrale Borssele	96
17.3 Paai- en opgroeimogelijkheden bij e-centrale Borssele	97
17.4 Inzuiging bij de e-centrale Borssele.....	99
18 Conclusies	101
19 Discussie en aanbevelingen.....	103
Literatuur.....	105

Statuspagina

Titel	Inventarisatie paai- en opgroeigebieden van vis onder invloed van een aantal e-centrales in Nederland
Samenstelling	Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVB) Postbus 433 3430 AK NIEUWEGEIN
Telefoon	030-60 58 411
Telefax	030-60 39 874
E-mail	binvis@ovb.nl
Homepage	http://www.ovb.nl
Opdrachtgever	RIZA, Lelystad
Auteur(s)	F.T. Vriese, A. bij de Vaate & G.A.J. de Laak
E-mailadres	laak@ovb.nl
Aantal pagina's	123
Trefwoorden	koelwater effect Nederland zoetwater brakwater zoutwater vissoorten paai opgroei habitat
Versie	definitief
Projectnummer	KO2005037
Datum	26 oktober 2005

Bibliografische referentie:

Vriese, F.T., A. bij de Vaate & G.A.J. de Laak. Inventarisatie paai- en opgroeigebieden van vis onder invloed van een aantal e-centrales in Nederland. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. OVB Onderzoeksrapport KO2005037, 123 pag.

© Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein, RIZA, Lelystad.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyright houder(s).

De OVB is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van de OVB; opdrachtgever vrijwaart de OVB van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Samenvatting

In onderhavige studie zijn de paai- en opgroeimogelijkheden geïnventariseerd voor aanwezige visgemeenschappen/gildes in het beïnvloede gebied van 15 e-centrales aan zoete en zoute, stromende en stilstaande wateren. De inventarisering heeft plaatsgevonden door de eisen die de gildes stellen met betrekking tot de paai en het opgroeien te vergelijken met de aanwezige habitatcondities (substraattype, vegetatie en diepte) in het beïnvloede gebied. Het een en ander leidde dan tot een beoordeling: +: er zijn goede mogelijkheden; +/-: er zijn beperkte mogelijkheden; -: er zijn geen mogelijkheden; Onb: het is niet bekend of er mogelijkheden zijn (door het ontbreken van informatie). In de onderstaande alinea's wordt een overzicht gegeven voor wat betreft het aantal soorten dat mogelijkheden tot paai en opgroei heeft bij de 15 centrales. De mate waarin soorten ter plaatse mogelijkheden hebben, is indicatief voor een mogelijk effect van de koelwaterlozing. Als er op grond van de aanwezige habitats al geen mogelijkheden voor paai en opgroei zijn, dan is ook geen effect te verwachten van het lozen van koelwater op paai en opgroei. Als er wel goede mogelijkheden voor paai en opgroei zijn, dan is eventueel een effect van de koelwaterlozing te verwachten. In de onderstaande alinea's wordt tevens ingegaan op de informatie die bekend is over de inzuiging van vis bij de e-centrales.

E-centrale Bergum

E-centrale Bergum	Beoordeling Paai	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	1	5
Beoordeling -	17	12
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onbekend	0	1

Bij de e-centrale Bergum komen 18 soorten voor. Maar liefst 17 soorten scoren negatief met betrekking tot de paai; voor wat betreft de opgroeimogelijkheden scoren 5 soorten positief. Met andere woorden, de impact van het koelwater op de paai- opgroeimogelijkheden in de Zwemmer lijkt beperkt, gezien het feit dat de meeste vissoorten ter plaatse

op basis van de beschikbare habitatgegevens sowieso al geen goede paai- en opgroeimogelijkheden hebben. Voor wat betreft de paai zou baars schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Voor wat betreft het opgroeien zouden de soorten alver, pos, riviergrondel, snoekbaars en spiering schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Van genoemde soorten is alleen spiering beleidsmatig geprioriteerd. Recent onderzoek over inzuiging van vis is niet voorhanden. In de jaren '76 tot en met '79 is onderzoek verricht en bleken de ingezogen aantallen vis te variëren van 25,2, 42,0 en 7,5 vissen per 1000 m³ koelwater. Deze grote verschillen worden hier vooral veroorzaakt door de van jaar tot jaar sterk wisselende dichtheden van vooral spiering in het Bergumermeer. Over de periode van 76/79 komt een gemiddelde inzuiging tot stand van 15,8 miljoen vissen per jaar, bij een gemiddeld koelwatergebruik van 20 m³.s⁻¹.

E-centrale Diemen

E-centrale Diemen	Beoordeling Paai	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	17	19
Beoordeling -	4	0
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onbekend	0	2

De beoordeling van de mogelijkheden voor paai bij e-centrale Diemen is goed. Voor 17 van de 21 soorten wordt positief gescoord. Ook voor de opgroei wordt goed gescoord, 19 van de 21 soorten hebben goede mogelijkheden. In geval van de e-centrale Diemen kan de koelwaterpluim een invloed hebben op de paai- en opgroeimogelijkheden van de

voorkomende soorten. De habitat ter plaatse is voor de meeste soorten geschikt voor paai- en opgroei. Voor wat betreft de paai zouden alver, baars, blankvoorn, brasem, dierdoornige stekelbaars, karper, kolblei, kroeskarper, pos, ruisvoorn, snoek, snoekbaars, spiering, tiendoornige stekelbaars, winde en zeelt schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Voor wat betreft het opgroeien zouden alle bovengenoemde soorten en ook nog rivierdonderpad en riviergrondel schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Van genoemde soorten zijn kolblei, kroeskarper, spiering en winde beleidsmatig geprioriteerd. Er zijn geen gegevens bekend over de inzuiging van vis door de e-centrale Diemen. Gezien het feit dat de e-centrale haar koelwater onttrekt aan het IJmeer, zal de inzuiging van vis in dezelfde orde van grootte liggen als die bij andere e-centrales aan meren. In het geval van de e-centrale Diemen mag er vanuit worden gegaan dat soorten als spiering, snoekbaars, baars en blankvoorn het belangrijkste deel uitmaken van de ingezogen vis. Denkbaar is dat de inzuiging in de orde van grootte van 10-25 vissen per 1000 m³ koelwater zal liggen. Uitgaande van een maximaal koelwatergebruik ligt het aantal ingezogen vissen op jaarbasis waarschijnlijk tussen de 8-20 miljoen exemplaren.

Flevo-centrale

Flevo-centrale	Beoordeling Paai*	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	3	11
Beoordeling ~	18	13
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onbekend	4	2

(*: let op het aantal soorten in beide kolommen hoeft niet noodzakelijkerwijs op het zelfde totaal uit te komen: voor het zoete water telt bot niet mee voor de paai, waardoor het totaal in de paai kolom qua aantallen 1 lager is dan in de opgroei kolom) De Flevo-centrale scoort voor de paaimogelijkheden beduidend minder dan de e-centrale bij

Diemen, slechts 3 van de 26 soorten scoren positief. De opgroeimogelijkheden lijken voor circa de helft van de soorten goed. Bij de Flevo-centrale lijkt de lozing van koelwater vooral een effect te kunnen sorteren op de opgroei van soorten. De mogelijke invloed van de koelwaterpluim op de paai is naar alle waarschijnlijkheid relatief beperkt. Voor wat betreft de paai zouden baars, diklippharder en rivierdonderpad schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Voor wat betreft het opgroeien zouden de soorten alver, bot, diklippharder, houting, kleine modderkruiper, pos, rivierdonderpad, riviergrondel, snoekbaars, spiering en zeelt schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Van genoemde soorten zijn houting, kleine modderkruiper, rivierdonderpad en spiering beleidsmatig geprioriteerd. Recent onderzoek naar de inzuiging van vis door de Flevo-centrale is niet voorhanden of is niet gepubliceerd. In het midden en de tweede helft van de zeventiger jaren is door de KEMA onderzoek gedaan naar inzuiging en overleving van vis. Op dat moment was in ieder geval de situatie dusdanig dat alle vis die op de zeven achterbleef geen kans tot overleving had (100% sterfte). Een inschatting van de totale hoeveelheid vis die op jaarbasis werd ingezogen is niet gemaakt. Er wordt geschat dat door toedoen van de e-centrale 2 tot 4% (maximaal 2,9 tot 5%) van de totale larvenpopulatie in het IJsselmeer sterft.

E-centrale Lage Weide

E-centrale Lage Weide	Beoordeling Paai	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	3	6
Beoordeling -	15	13
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onbekend	2	2

Zowel de paai- als de opgroei wordt voor circa 2/3 van de soorten negatief beoordeeld. In het algemeen kan worden gesteld dat voor de meeste vissoorten in het Amsterdam-Rijnkanaal de voortplantingsmogelijkheden slecht zijn door het ontbreken van een natuurlijke overzone met submerse en emerse vegetatie; er is zelfs geen ondiepe zone aanwezig

omdat de oever voor het merendeel wordt gevormd door damwand. Ook de verstoring door de scheepvaart is aanzienlijk (golfbewegingen). Eventuele effecten van de koelwaterlozing op de voortplantingsmogelijkheden zijn naar verwachting beperkt. Voor wat betreft de paai zouden riviergrondel, snoekbaars en spiering schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Voor wat betreft het opgroeien zouden de soorten alver, bot, pos, riviergrondel, snoekbaars en spiering schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Van genoemde soorten is alleen spiering beleidsmatig geprioriteerd. Gegevens over inzuiging van vis zijn niet bekend of niet gepubliceerd. Al eerder is opgemerkt dat het Amsterdam-Rijnkanaal relatief soortenarm is, er naar verwachting weinig voortplantingsmogelijkheden zijn, terwijl ook de visdichtheid niet al te groot is. Een redelijke schatting voor de inzuiging bij de e-centrale Lage Weide kan zijn 0,04 vissen per 1000 m³ koelwater. Uitgaande van een maximaal koelwatergebruik ligt het aantal ingezogen vissen op jaarbasis waarschijnlijk rond de 25.000 exemplaren.

E-centrale Merwedekanaal

E-centrale Merwedekanaal	Beoordeling Paai	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	3	6
Beoordeling -	15	13
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onbekend	2	2

Het Merwedekanaal scoort hetzelfde als de E-centrale bij Lage Weide. De opmerkingen over een eventuele invloed van het koelwater op paai- en opgroeimogelijkheden zijn voor deze e-centrale vergelijkbaar met die van de e-centrale Lage Weide. Dit geldt ook voor de soorten die mogelijk schade van de koelwaterlozing kunnen ondervinden. Gegevens over

inzuiging van vis zijn niet bekend of niet gepubliceerd. Naar analogie van de situatie bij de e-centrale Lage Weide zal een redelijke schatting voor de inzuiging 0,04 vissen per 1000 m³ koelwater zijn. Uitgaande van een maximaal koelwatergebruik ligt het aantal ingezogen vissen op jaarbasis waarschijnlijk rond de 19.000 exemplaren.

Moerdijk-centrale

Moerdijk-centrale	Beoordeling Paai	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	2	8
Beoordeling -	20	14
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onbekend	2	3

Positief scoren 2 soorten voor de paai. Onbekend scoren een tweetal soorten. Maar liefst 20 soorten scoren negatief voor wat betreft de paaimogelijkheden. Een achttal soorten scoort positief voor opgroei. Een veertiental soorten heeft een negatieve beoordeling voor het opgroeien. Drie soorten scoren onbekend. Los van een eventueel effect van het

koelwater op de paai kan worden gesteld dat de paaimogelijkheden ter plaatse sowieso heel beperkt zijn. Een eventueel effect kan worden verwacht op de opgroeimogelijkheden; eenderde van de aanwezig soorten heeft ter plaatse mogelijkheden voor het opgroeien. Voor wat betreft de paai zou baars en rivierdonderpad schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Voor wat betreft het opgroeien zouden de soorten alver, bot, pos, rivierdonderpad, riviergrondel, snoekbaars, spiering en zeelt schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Van genoemde soorten zijn rivierdonderpad en spiering

beleidsmatig geprioriteerd. Er zijn geen gegevens bekend of gepubliceerd over de inzuiging van vis door de Moerdijk-centrale. Gezien het feit dat de e-centrale haar koelwater onttrekt aan het Hollands Diep, zal de inzuiging van vis in dezelfde orde van grootte liggen als die bij andere e-centrales aan meren. Denkbaar is dat de inzuiging in de orde van grootte van 10 vissen per 1000 m³ koelwater zal liggen. Uitgaande van een maximaal koelwatergebruik ligt het aantal ingezogen vissen op jaarbasis waarschijnlijk rond de 14 miljoen exemplaren.

Amer-centrale

Amer-centrale	Beoordeling Paaï	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	3	8
Beoordeling -	19	13
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onbekend	2	3

Op basis van de voorhanden zijnde habitatinformatie zijn de paaï- en opgroeimogelijkheden beoordeeld, nadat een aanvullend veldbezoek is gebracht waarbij werd vastgesteld dat er geen vegetatie aanwezig was. Het beeld is in grote lijnen hetzelfde als bij de Moerdijkcentrale; voor paaïen scoren 19 soorten negatief en voor opgroeien 13 soorten.

Voor wat betreft eventuele effecten van het koelwater op de voortplantingsmogelijkheden kan worden aangesloten bij wat gezegd is bij de Moerdijk-centrale. Dit geldt ook voor de soorten die mogelijk schade ondervinden door de koelwaterlozing. Recent onderzoek naar de inzuiging van vis bij de Amer-centrale is niet gedaan of niet gepubliceerd. In het verleden is door de KEMA onderzoek gedaan naar de inzuiging van vis bij de Amer-centrale in de jaren 1980 en 1981. De totale inzuiging van vis op jaarbasis is berekend op 1,372 miljoen exemplaren. De gemiddelde inzuiging bedroeg 1,71 vissen op 1000 m³ koelwater.

Claus-centrale

Claus-centrale	Beoordeling Paaï	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	2	10
Beoordeling -	25	20
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onbekend	5	3

Bij de Claus e-centrale komen 33 soorten voor. De paaïomstandigheden ter plaatse zijn slecht; maar voor liefst 25 soorten is er in het beïnvloedde gebied een negatieve beoordeling. Voor een vijftal soorten is de beoordeling onbekend. Voor de opgroeigilden kan worden gezegd dat 20 soorten er geen mogelijkheden hebben om op te groeien.

Voor 10 soorten zijn er wel mogelijkheden om op te groeien. Voor zover de lozing van koelwater al effect heeft, zal dit met name het geval zijn voor de soorten die er opgroeimogelijkheden hebben. Slechts 2 soorten kunnen ter plaatse paaïen, waarmee het effect op de paaïgilden relatief beperkt zal zijn. Voor wat betreft de paaï zouden baars en rivierdonderpad schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Voor wat betreft het opgroeien zouden de soorten alver, bot, kleine modderkruiper, kwabaal, pos, rivierdonderpad, riviergrondel, snoekbaars, spiering en zeelt schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Van genoemde soorten zijn rivierdonderpad, kleine modderkruiper, kwabaal en spiering beleidsmatig geprioriteerd. Voor de Claus-centrale zijn geen recente inzuiggegevens bekend. Door de KEMA is er in 1981 onderzoek gedaan naar de inzuiging van vis. Van de onderzochte e-centrales bleek de Claus-centrale de minste vis in te zuigen: 34.000 exemplaren op jaarbasis. De gemiddelde inzuiging bedroeg 0,02 vissen op 1000 m³ koelwater.

Willem-Alexander-centrale

Willem-Alexander-centrale	Beoordeling Paai	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	2	11
Beoordeling -	25	19
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onbekend	5	3

Bij de Willem-Alexander-centrale komen 33 soorten voor. Voor de paaigildes wordt circa 3/4 negatief beoordeeld. Voor de opgroeigildes wordt voor iets meer dan de helft van het aantal soorten ingeschat dat er weinig opgroeimogelijkheden zijn. Uit eerder onderzoek blijkt dat voor de hele gestuwde Maas geldt dat de voortplantingsmogelijkheden sterk te

wensen overlaten. De situatie bij de Willem-Alexander-centrale is al niet anders. Zeker voor wat de paai betreft zal er geen grote beïnvloeding zijn door de lozing van koelwater; voor 24 van de 33 aanwezige soorten zijn er al geen paaimogelijkheden. Enige beïnvloeding kan worden verwacht bij het opgroeien van vis; voor eenderde van de soorten zijn er ter plaatse mogelijkheden. Voor wat betreft de paai zouden rivierdonderpad en baars schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Voor wat betreft het opgroeien zouden de soorten alver, bot, elft, kleine modderkruiper, kwabaal, pos, rivierdonderpad, riviergrondel, snoekbaars, spiering en zeelt schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Van genoemde soorten zijn rivierdonderpad, elft, kwabaal en spiering beleidsmatig geprioriteerd. Over de Willem-Alexander-centrale zijn geen gegevens m.b.t. inzuiging voorhanden. Van e-centrales gelegen aan rivieren is uit de literatuur bekend dat zij verhoudingsgewijs weinig vis inzuigen; in het geval van de Maas worden inzuigingen genoemd van tussen de 0,02 en 0,06 vissen per 1000 m³ koelwater. Op grond van een maximaal koelwatergebruik kan worden berekend dat de inzuiging op jaarbasis kan liggen tussen 6.000 tot 18.000 vissen op jaarbasis.

E-centrale Harculo

E-centrale Harculo	Beoordeling Paai	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	1	8
Beoordeling -	20	15
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onbekend	3	2

Nabij de e-centrale van Harculo komen 25 vissoorten voor. In het beïnvloede gebied van de e-centrale Harculo zijn de paaimogelijkheden voor de voorkomende soorten zeer beperkt; maar voor 1 van de 25 soorten is er geschikt habitat voor de paai aanwezig; de invloed van het koelwater is dan ook maar beperkt. Als er een effect van het koelwater is dan

zal dat met name zijn op de opgroei van soorten; voor 8 van de 25 soorten zijn er theoretisch mogelijkheden om in het beïnvloede gebied op te groeien. Voor wat betreft de paai zou baars schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Voor wat betreft het opgroeien zouden de soorten alver, bot, pos, rivierdonderpad, riviergrondel, snoekbaars, spiering en zeelt schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Van genoemde soorten zijn rivierdonderpad en spiering beleidsmatig geprioriteerd. Recente gegevens over de inzuiging van vis zijn niet voorhanden of niet gepubliceerd. In de periode 1980-1981 is door de KEMA onderzoek gedaan naar de inzuiging van vis. De totale inzuiging op jaarbasis is berekend op 770.000 vissen. Gemiddeld over de jaren '80 en '81 werden er 2,26 vissen per 1000 m³ koelwater ingezogen.

E-centrale Nijmegen

E-centrale Nijmegen	Beoordeling Paai	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	1	6
Beoordeling -	18	13
Beoordeling onbekend	3	3

In de buurt van de e-centrale Nijmegen komen een 22-tal vissoorten voor. Met uitzondering van de soort rivierdonderpad is de beoordeling van de paaimogelijkheden voor voor de vissoorten negatief (18) dan wel onbekend (3). De opgroeimogelijkheden lijken iets beter, voor 6 soorten is

de beoordeling positief, voor 3 is deze onbekend en voor 13 soorten negatief. Voor de e-centrale Nijmegen is de situatie vergelijkbaar met die van veel andere e-centrales; ter plaatse is de habitat praktisch ongeschikt voor het paaïen omdat noodzakelijke structuren en vegetatie ontbreken. Iets beter is de situatie voor het opgroeien. Als er invloed van het koelwater te verwachten is, dan is het bij de opgroei van een zestal soorten. Voor wat betreft de paaï zou rivierdonderpad schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Voor wat betreft het opgroeien zouden de soorten pos, rivierdonderpad, riviergrondel, snoekbaars, spiering en zeelt schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Van genoemde soorten zijn rivierdonderpad en spiering beleidsmatig geprioriteerd. Voor de e-centrale Nijmegen zijn geen recente inzuiggegevens bekend. Door de KEMA is in de jaren 1980-1981 onderzoek gedaan naar de inzuiging van vis. De gemiddelde inzuiging bedroeg 1,09 vissen op 1000 m³ koelwater. De totale inzuiging van vis werd berekend op 705.000 exemplaren op jaarbasis.

E-centrale Velsen

E-centrale Velsen	Beoordeling Paaï	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	19	28
Beoordeling -	5	17
Beoordeling +/-	13	0
Beoordeling onbekend	2	2

Bij de e-centrale Velsen komen 47 soorten voor. Voor zeker een achttal zeevissoorten geldt dat er in het kanaal geen mogelijkheden zijn om te paaïen; voor andere zeevissoorten is het op z'n minst onwaarschijnlijk dat er gepaaïd kan

worden, maar paaï valt op voorhand niet uit te sluiten. Voor typische estuariene en brakwatersoorten behoort paaï wellicht tot de mogelijkheden. Voor de zoetwatersoorten geldt het zoutgehalte als een onzekere factor voor het paaisucces. Daar de e-centrale ver naar het westen is gelegen is de kans groot dat in werkelijkheid de paaï- en opgroeimogelijkheden voor de zoetwatersoorten ter plaatse aanzienlijk minder zijn. Desalniettemin is er voor 19 soorten een positieve beoordeling gegeven voor de paaï. Voor de opgroei is er 28 keer een positieve score. Voor wat betreft de paaï zouden alver, ansjovis, baars, blankvoorn, brakwatergrondel, dikkopje, diklippharder, driedoornige stekelbaars, gewone zeedonderpad, glasgrondel, grote koornaarvis, grote zeenaald, harnasmannetje, karper, kleine koornaarvis, kleine zeenaald, kolblei, pollak, pos, puitaal, rivierdonderpad, ruisvoorn, schar, snoek, snoekbaars, spiering, tong, vetje, vijfdradige meun, zeelt en zwarte grondel schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing (het betreft hier zowel de soorten die de beoordeling + als +/- hebben gekregen). Voor wat betreft het opgroeien zouden de soorten alver, ansjovis, bot, brakwatergrondel, dikkopje, diklippharder, gewone slakdolf, gewone zeedonderpad, glasgrondel, haring, harnasmannetje, kabeljauw, pollak, pos, puitaal, rivierdonderpad, rode poon, schar, schol, snoekbaars, spiering, sprong, steenbol, tong, vijfdradige meun, wijting, zeelt en zwarte grondel schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Van genoemde soorten zijn ansjovis, glasgrondel, grote koornaarvis, kolblei, spiering, vetje en zwarte grondel beleidsmatig geprioriteerd. Gegevens over de inzuiging van vis door de e-centrale Velsen zijn niet bekend of niet gepubliceerd. Naar alle waarschijnlijkheid kan de inzuiging bij de e-centrale Velsen nog het best worden vergeleken met die van de e-centrale Maasvlakte (9,74 vissen per 1000 m³), zij het dat spiering aanzienlijk talrijker is in het Noordzeekanaal. Voor een berekening lijkt het aannemelijk om uit te gaan van 15 vissen per 1000 m³ koelwater. Op grond van een maximaal koelwatergebruik komt het totale aantal ingezogen vissen op jaarbasis op 15 miljoen exemplaren.

Eems-centrale

Eems-centrale	Beoordeling Paai	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	13	35
Beoordeling -	10	0
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onbekend	7	10

Bij de Eems-centrale komen 45 soorten voor. Voor de paaigilden wordt voor 10 soorten een negatieve score gegeven. Voor 13 soorten is de beoordeling positief. Voor 7 soorten is de beoordeling onbekend gegeven. Van 12 soorten ligt het voor de hand dat er in het beïnvloede

gebied van de Eems-centrale geen paaimagelijkheden zijn; zij hebben of specifieke paaiplaatsen of paaien op veel grotere diepte dan voorhanden is in het beïnvloede gebied. Voor de opgroei is berekend dat voor 35 soorten de beoordeling gunstig is, wat een hoge score te noemen is. Voor wat betreft de paai zouden ansjovis, bot, diklippharder, dunlippharder, goudharder, grote koornaarvis, grote zeenaald, kleine zeenaald, pollak, puitaal, schar, tong en vijfdradige meun schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Voor wat betreft het opgroeien zouden de soorten ansjovis, blauwe wijting, bot, brakwatergrondel, dikkopje, diklippharder, dunlippharder, dwergbolk, geep, gewone zeedonderpad, glasgrondel, goudharder, grauwe poot, griet, groene zeedonderpad, haring, harnasmannetje, kabeljauw, mul, pitvis, pollak, puitaal, rode poot, schar, schol, slakdolf, snotolf, spiering, spruit, steenbolk, tarbot, tong, vijfdradige meun, wijting en zwarte grondel schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Van genoemde soorten zijn ansjovis, glasgrondel, grote koornaarvis, spiering en zwarte grondel beleidsmatig geprioriteerd. Voor de Eems-centrale is voor 1992/93 en 1996/97 op basis van metingen geschat dat er tussen de 12 en 18 miljoen jonge vissen per jaar zijn ingezogen. Per 1000 m³ koelwater worden 0,03 vissen ingezogen, hetgeen beduidend gunstiger is als de score van de e-centrale Borssele.

E-centrale Maasvlakte

E-centrale Maasvlakte	Beoordeling Paai	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	18	31
Beoordeling -	4	0
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onb	6	9

Het beïnvloede gebied van de Maasvlakte-centrale scoort relatief goed voor wat betreft de paaimagelijkheden en goed voor wat betreft de opgroeimogelijkheden. Er zou dus voor wat betreft de aanwezige gilden een aanzienlijke effect van het koelwater kunnen zijn. Overigens

betreft de lagune een praktisch afgesloten gebied (door de blokkendam). Het is onduidelijk wat dit voor effect heeft op de mogelijkheden voor vis ter plaatse. Voor wat betreft de paai zouden bot, brakwatergrondel, dikkopje, diklippharder, dunlippharder, geep, gewone zeedonderpad, glasgrondel, goudharder, grote koornaarvis, grote zeenaald, kleine koornaarvis, kleine zeenaald, pollak, puitaal, schar, tong en vijfdradige meun schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Voor wat betreft het opgroeien zouden de soorten bot, brakwatergrondel, dikkopje, diklippharder, dunlippharder, dwergbolk, geep, gewone zeedonderpad, glasgrondel, goudharder, griet, haring, harnasmannetje, kabeljauw, mul, pitvis, pollak, pos, puitaal, rode poot, schar, schol, slakdolf, snotolf, spiering, spruit, steenbolk, tarbot, tong, vijfdradige meun en wijting schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Van genoemde soorten zijn glasgrondel, grote koornaarvis en spiering beleidsmatig geprioriteerd. Recente gegevens over de inzuiging van vis zijn niet voorhanden of niet gepubliceerd. Wel is er onderzoek naar de inzuiging van vis gedaan in 1979, dus voor de vernieuwing van het koelwaterinlaatsysteem. Ook hier

betrof het bemonstering van de koelwaterzeven (de fractie die door het koewatersysteem heen gaat wordt dan niet meegenomen). Opvallend was het grote aantal soorten dat op de zeven van de Maasvlaktelozer werd aangetroffen, maar liefst 31 vissoorten. Het totaal aantal vissen dat op jaarbasis werd ingezogen was 10,162 miljoen exemplaren; hetgeen omgerekend neerkomt op 9,74 exemplaren per 1000 m³ koelwater.

E-centrale Borssele

E-centrale Borssele	Beoordeling Paai	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	16	34
Beoordeling -	11	0
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onb	6	11

Nabij de e-centrale van Borssele komen 46 soorten voor. Voor 16 soorten is de beoordeling positief, voor 11 soorten is de beoordeling negatief. Voor 6 soorten is de beoordeling onbekend. Van 10 soorten ligt het voor de hand dat er in het beïnvloede gebied van de e-

centrale Borssele geen paaimgelijkheden zijn; zij hebben of specifieke paaiplaatsen of paaien op veel grotere diepte dan voorhanden is in het beïnvloede gebied. Voor de opgroeigilden geldt dat voor circa 75% van de soorten de opgroeimgelijkheden goed zijn. Voor 11 soorten kan geen beoordeling worden gegeven. Het beïnvloede gebied van de e-centrale Borssele scoort minder goed dan het beïnvloede gebied van de Maasvlakte-centrale voor wat betreft de paaimgelijkheden. De score voor de opgroeimgelijkheden is goed te noemen (75%). Er zou dus voor wat betreft de aanwezige gilden een aanzienlijke effect van het koelwater kunnen zijn op de opgroeimgelijkheden en in mindere mate op de paaimgelijkheden. Voor wat betreft de paai zouden ansjovis, bot, diklippharder, dunlippharder, goudharder, griet, grote koornaarvis, grote zeenaald, kleine zeenaald, pollak, puitaal, schar, tarbot, tong, vijfdradige meun en vorskwab schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Voor wat betreft het opgroeien zouden de soorten ansjovis, bot, brakwatergrondel, dikkopje, diklippharder, dunlippharder, dwergbolk, gevlekte grondel, gewone zeedonderpad, glasgrondel, goudharder, griet, groene zeedonderpad, haring, harnasmannetje, kabeljauw, mul, pitvis, pollak, puitaal, rode poon, schar, schol, slakdolf, snotolf, spiering, sprot, steenbolk, tarbot, tong, vijfdradige meun, vorskwab, wijting en zwarte grondel schade kunnen ondervinden van de koelwaterlozing. Van genoemde soorten zijn ansjovis, glasgrondel, grote koornaarvis, spiering en zwarte grondel beleidsmatig geprioriteerd. Het enige beschikbare onderzoek naar de inzuiging van vis, garnalen, krabben en kwallen is gedaan in de periode 1994-1995. In het onderzoek zijn de bandzeven bemonsterd gedurende een jaar, waarbij het bemonsterde watervolume over 12 maanden 1,1 miljoen m³ bedroeg. De berekende jaartotalen bedragen respectievelijk 103 miljoen vissen, 1,1 miljoen garnalen en 892 miljoen ribkwallen. Hiermee scoort de e-centrale Borssele het slechts van alle onderzochte e-centrales: 93,67 vissen per 1000 m³.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het RIZA stelt een draaiboek op voor ecologisch onderzoek naar veldeffecten van koelwatergebruik gedurende relatief warme zomers, wanneer bedrijven de maximale lozingsnorm dreigen te overschrijden. Als onderdeel van dit project (MEETPOL) heeft de OVB voor het RIZA een bureaustudie uitgevoerd waarvan dit de rapportage is. In deze studie zijn voor 15 e-centrales de potentiële paai- en opgroeimogelijkheden van vissen onderzocht. Het betreft zowel zoute als zoete wateren die met koelwater worden belast door e-centrales. Het lag in de bedoeling kaartbeelden te vervaardigen van de paai- en opgroeigebieden nabij de e-centrales. Omdat habitatinformatie niet in voldoende mate gedetailleerd voorhanden was, kon dit niet worden gerealiseerd.

1.2 Vraagstelling

Voor de beoordeling van potentiële ecologische effecten van koelwatergebruik zijn vissen gekozen als indicatorgroep.

De vraagstellingen van het onderzoek zijn:

Welke vissoorten hebben *in potentie* paai- en opgroeigebieden in de omgeving van de 15 te onderzoeken e-centrales en waar zijn deze gelegen? Onder omgeving wordt hier verstaan de door de e-centrales *beïnvloedde* omgeving (lozingsgebied en zone van onttrekking van koelwater). Welke informatie is beschikbaar over de inzuiging van vis bij de e-centrales?

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt beschreven hoe de gegevens zijn verzameld en hoe de verwerking is aangepakt. De navolgende hoofdstukken zijn gestructureerd per e-centrale; achtereenvolgens wordt een beschrijving van de e-centrale en de omgeving gegeven, vervolgens wordt de visstand per e-centrale beschreven en wordt een vergelijking gemaakt tussen de behoeften van de verschillende vissoorten en de waarden van de aanwezige parameters (beoordeling). Als laatste wordt ingegaan op de inzuiging bij de e-centrale. In hoofdstuk 18 volgen de conclusies.

2 Methode

2.1 Informatie e-centrales

In deze studie zijn 15 e-centrales betrokken.

Tabel 1: Betrokken e-centrales

E-centrale	Eigenaar/ Exploitant	Ontvangende water
E-centrale Bergum	Electrabel	De Zwemmer (onttrekking Bergumermeer)
E-centrale Diemen	UNA	IJmeer en Amsterdam-Rijnkanaal
Flevo-centrale	Electrabel	IJsselmeer
E-centrale Lage Weide	UNA	Amsterdam-Rijnkanaal
E-centrale Merwedekanaal	UNA	Amsterdam-Rijnkanaal
Moerdijk-centrale	Essent	Hollandsch Diep
Amer-centrale	Essent	Amer
Claus-centrale	Essent	Maas
Willem-Alexander-centrale	Nuon	Maas
E-centrale Harculo	Electrabel	IJssel
E-centrale Nijmegen	Electrabel	Waal
E-centrale Velsen	Nuon	Noordzeekanaal
Eems-centrale	Electrabel	Waddenzee
E-centrale Maasvlakte	E.ON Benelux	Noordzee
E-centrale Borssele	EPZ	Westerschelde

Voor adressen en bijzonderheden van de e-centrales wordt verwezen naar bijlage 1. De e-centrales en de betreffende waterbeheerders zijn benaderd om zoveel mogelijk, in dit kader relevante informatie over het koelwatergebruik en invloed hiervan op de omgeving te verzamelen. Een deel van deze informatie is in dit rapport verwerkt. Het overig deel wordt overgedragen aan opdrachtgever als relevant nevenproduct van het onderzoek.

2.1.1 Habitat e-centrales

Bij de analyse van de habitatgegevens rondom de e-centrales (met name de koelwaterpluim en het onttrekkingsgebied) is gebruik gemaakt van een selectie van de verzamelde gegevens. Per e-centrale is de habitat beoordeeld op substraattype, vegetatie en diepte. Bij substraattype komt de volgende indeling voor: steen, grind, zand, slib en klei. Hierbij dient opgemerkt te worden dat met stenen stortstenen worden bedoeld. Dit is een onnatuurlijk substraat. Soms komt de combinatie damwand en stenen voor. Dit is ingedeeld in de klasse stenen.

Bij vegetatie is een indeling gemaakt (voor zover relevant) in oevervegetatie, submerse vegetatie (ondergedoken) en emergente (boven water uitstekend) vegetatie. Oevervegetatie heeft geen grote waarde voor vis (in het kader van dit onderzoek) en is bij de beoordeling niet meegenomen. De maximale waterdiepte is bij alle e-centrales meer dan 1 meter. Hierdoor zijn er in principe altijd mogelijkheden voor paai- en opgroeigilden die pelagisch paaien en/of opgroeien.

2.2 Informatie paai- en opgroei vis

Per koelwatergebruiker is in de literatuur nagegaan welke vissoorten er voorkomen (zie literatuurlijst). De vissoort aal of paling is niet meegenomen in dit onderzoek omdat deze vissoort niet paait en/of het eerste jaar opgroeit in Nederland. De fint wordt beschouwd als een verdwenen vissoort en de gewone pitvis, horsmakreel, Lozano's grondel, rasterpitvis, schelvis, schurftvis en tongschar worden als obligate zeevissen beschouwd en zijn in de verdere analyse voor paai- en opgroei niet meegenomen. De roofblei en de witvingrondel zijn wel bij enkele e-centrales aangetroffen, maar zijn niet bij de analyse betrokken omdat het exoten betreft. Ingeburgerde exoten (bijv. snoekbaars) zijn wel opgenomen.

De vissoorten die voorkomen bij een e-centrale zijn ingedeeld in gilden voor de paai- en voor de opgroei. Een gilde is een verzameling van vissoorten die dezelfde eisen stellen aan de habitat voor wat betreft een bepaald gedrag (migratie, paai, opgroei). Een gilde is "a group of species that exploit the same class of environmental resources in a similar way" (67)

De groepen of categorieën binnen een gilde zijn niet gebaseerd op onderlinge taxonomische relaties van de vissoorten, maar hangen samen met een overeenkomst in hun gebruik van ecologische niches op het gebied van bijvoorbeeld het voedseltype, paaihabitat etc. Er zijn veel verschillende gildenindelingen (voor vissen) ontwikkeld, bijv. voortplantingsgilde (68), trofische gilde (indeling naar type voedsel), stromingsgilde, zoutgilde, migratiegilde, etc. (67). De verschillende gildes staan los van elkaar, d.w.z. een vissoort kan voor wat betreft elk type gilde een plaats hebben in een anders samengestelde groep. Per soort kan een reeks van gilde-"labels" worden gegeven (65).

Er is gekozen voor een indeling in paai- en opgroeigilden, omdat de vraagstelling specifiek gaat over de potenties voor een vissoort betreffende de paai en opgroei mogelijkheden onder invloed van een e-centrale. Het gaat dan met name over de koelwaterpluim, dus stroomafwaarts van het lozingspunt maar ook om het water nabij de inname locatie van het koelwater waar de opgroei kan worden beïnvloed door inzuiging in het koelwatersysteem.

Voor een indeling van de vissoorten in gilden is uitgegaan van bestaande literatuur bij de OVB (65), aangevuld met gegevens voor de brakwater- en zoutwatervissoorten die voorkomen binnen dit onderzoek. Daar waar informatie ontbreekt is een indeling gemaakt op basis van expert judgement van de samenstellers van dit rapport.

2.2.1 Indeling in paaigilden

De vissoorten zijn ingedeeld in zogenaamde paaigilden (65). De paaigilden zijn als volgt gedefinieerd:

Tabel 2: Indeling in paaigilden

Grindpaaier	is afhankelijk van de aanwezigheid van grind of kiezels om de eieren af te zetten (ook wel lithofiel genoemd)
Steenpaaier	is afhankelijk van de aanwezigheid van stenen of rotsen om de eieren af te zetten (ook wel lithofiel genoemd)
Zandpaaier	is afhankelijk van de aanwezigheid van een zandbodem om de eieren af te zetten
Plantpaaier	heeft vegetatie nodig om de eieren op af te zetten (dit kan ook zeewier zijn) (ook wel fytofiel genoemd, hier is gekozen voor de term plantpaaier om verwarring met de beschuttingsgilde fytofiel te voorkomen)
Pelagofiel	paaïen in het open water (pelagische zone)
Bodempaaier	zet de eieren op de bodem af
Ostracofiel	eieren leggend in levende schelpen/huizen van andere organismen (bijv. mossels, krabben)
Speleofiel	eieren leggend in holen en holtes
Eierdragend	de eieren worden in- of uitwendig door één van de ouders meegedragen. Bij de inwendige eierdragers, waarbij het vrouwtje inwendig wordt bevrucht, kunnen levendbarend en eierlevendbarend worden onderscheiden. Bij eierlevendbarende soorten worden de embryo's gevoed door de dooierzak en ontwikkelen zich in de lichaamsholte van de moeder. Bij levendbarende soorten worden de embryo's deels of geheel gevoed worden door speciale organen in het moederlichaam. Bij de uitwendig eierdragenden worden de eitjes afgezet in de broedbuidel: een buidel of huidplooi op de buik van het mannetje, dat broedzorg vertoont
Niet gespecialiseerd	hebben geen voorkeurshabitat of gespecialiseerd gedrag (ook wel polyfiel genoemd)
Geen voortplanting	plant zich niet voort in Nederland

Sommige vissoorten zijn vrij beperkt en kritisch in het substraattype. Als het benodigde substraat niet voorhanden is, is de kans op een succesvolle paai nihil. Andere vissoorten zijn minder kritisch en kunnen de paai volbrengen en eieren afzetten op meerdere typen substraat. Hierdoor komen ook combinaties van paaigilden voor (bijvoorbeeld: steen/grindpaaier). Van een beperkt aantal vissen is het paaigilde niet bekend. Het betreft in alle gevallen zoutwatervissen.

2.2.2 Indeling in opgroeigilden

De vissoorten zijn ingedeeld in zogenaamde opgroeigilden. Er is geen bestaande relevante indeling gevonden in de literatuur en daarom is deze door de samenstellers van het rapport zelf gemaakt. De indeling is wel gebaseerd op ecologische informatie van de afzonderlijke soorten. Hierbij is de opgroeifase beperkt

tot de periode vanaf dat de eieren uitkomen tot en met de eerste zomer. De opgroeigilden zijn als volgt gedefinieerd:

Tabel 3: Indeling in opgroeigilden

Pelagisch (p)	leven in het open water, geassocieerd met de gehele waterkolom, maar niet met de bodem
Pelagisch met structuur (ps)	leven in de waterkolom maar daar waar structuren (planten, takken, kunstmatige structuren maar ook menselijk afval (oude fietsen etc.)) voorkomen
Benthisch (b)	leven nabij of op de bodem
Pelagisch en/of benthisch (pb)	leven nabij de bodem als in het open water
Benthisch met structuur (bs)	leven nabij of op de bodem maar daar waar structuren voorkomen
Pelagisch met mosselafhankelijkheid (pm)	leven pelagisch, maar zijn in de eerste fase afhankelijk van mosselen
Benthisch in bodem (inb)	Leven in de bodem (priklarven)

2.3 Verwerking en synthese

2.3.1 Analyse visinformatie in relatie tot habitat e-centrale

De voorwaarden die de vissoorten stellen aan het specifieke habitat voor paai en opgroei (zie gedetailleerde tabel in de bijlage) zijn vergeleken met de voorhanden zijnde gegevens over de habitat in het beïnvloedde gebied bij de e-centrale.

Tabel 4: De beoordeling van habitatparameters

Score	Omschrijving
+	De parameter is aanwezig
+/-	De parameter is deels aanwezig
-	De parameter is niet aanwezig
Onb	Het is niet bekend of de parameter aanwezig is

In veel gevallen zijn er (vrijwel) geen gegevens van de habitat in de ondiepere oeverzone terwijl deze voor vele soorten als paai- en opgroeigebied in het algemeen van groot belang is in een ecosysteem.

2.3.2 Beoordeling paaigilden

Bij de aanwezigheid van het geschikte substraat voor de paai is een positieve beoordeling (+) gegeven voor het betreffende paaigilde. Bij afwezigheid van het geschikte substraat voor de paai is een negatieve beoordeling (-) gegeven. Als een vissoort op twee of meerdere soorten substraat kan paaien is ook positief (+) beoordeeld als maar één van de substraten aanwezig is. Indien een vissoort op een substraat en bodem (bv brasem: plant/bodempaaier) paait en de parameter plant is afwezig, dan is er beoordeeld met onbekend (Onb) omdat niet duidelijk is waaraan

de bodem moet voldoen (dit kan ook weer per vissoort verschillen). Enkele vissoorten behoren tot het paaigilde steen/grind/plant paaigilde of plant/steen (kopvoorn en baars). Voor baars is onnatuurlijke steenstort wel beoordeeld als geschikt paaisubstraat (+), voor kopvoorn en sneep is steenstort niet geschikt als paaisubstraat (-). Als paaisubstraat voor rivierdonderpad is steenstort ook beoordeeld als positief (+). Obligate grindpaaiers (barbeel, rivierprik) scoren nooit goed, omdat functionele grindbedden zoals in natuurlijke rivieren in alle gevallen ontbreken (-). Bij de Claus- en Willem-Alexander-centrale komt wel grind voor, maar niet als geschikte paaibedden (vermoedelijk overspoeld met zand en dus niet geschikt als paaihabitat voor obligate grindpaaiers). Voor de pelagofielen is de beoordeling altijd positief, omdat de diepte bij alle koelwaterlozingspunten voldoende diep is (+). Voor de speleofielen is de beoordeling positief als er stenen aanwezig zijn (+). In alle andere gevallen is de beoordeling negatief (-). Voor de ostracofielen (met 1 vertegenwoordiger: bittervoorn) is in alle gevallen onbekend gescoord (Onb), omdat niet bekend is of er geschikte mosselen (*Unionidae*) aanwezig zijn.

2.3.3 Beoordeling opgroeigilden

Bij de opgroeigilden is in alle gevallen de diepte voldoende (meer dan 1 meter) om het opgroeigilde *pelagisch* positief te beoordelen (+). Het opgroeigilde *pelagisch met structuur* is positief beoordeeld als er waterplanten aanwezig zijn (+). Het is niet bekend of er grote structuren nabij de lozingspunten aanwezig zijn, deze zouden ook voor een positieve beoordeling kunnen zorgen. Het opgroeigilde *pelagisch en bentisch* is in alle gevallen positief beoordeeld (+), omdat de vissen niet Obligaat zijn (niet slechts veroorzaakt tot één mogelijkheid). Voor het opgroeigilde *bentisch met structuur* is positief beoordeeld als er stenen (stortstenen) voorkomen (+). Het opgroeigilde *bentisch in bodem* wordt altijd met onbekend beoordeeld (Onb). Het gaat hier om de larven van de diverse priksoorten. Zij stellen specifieke eisen aan het substraat (slib) voor wat betreft de deeltjes-grootte. Van de locaties is slechts bekend of er slib voorkomt of niet. Over de deeltjes-grootte ter plaatse is niets bekend. Voor het opgroeigilde *pelagisch en mosselafhankelijkheid* is altijd onbekend gescoord (Onb), het is immers niet bekend of er bij de koelwaterlozingen geschikte mosselen (*Unionidae*) voorkomen.

2.3.4 Beleidsmatig geprioriteerde soorten

In de tabellen met informatie over de vis in de navolgende hoofdstukken is aangegeven wanneer een vissoort beleidsmatig geprioriteerd is; het betreft hier soorten die op een of andere manier beschermd zijn (Flora en Fauna-wet, Habitatrichtlijn, enz) of op de Rode lijst voorkomen. Hiermee komt een overzicht tot stand welke bedreigde of beschermde soorten mogelijk invloed kunnen ondervinden van de e-centrales. De soorten spiering en kolblei zijn hierbij ook meegenomen omdat deze doelsoort zijn bij diverse natuurdoeltypen.

2.4 Inzuiging van vis door e-centrales

In onderhavige bureaustudie is de beschikbare literatuur over de inzuiging van vis door de e-centrale verzameld. Per e-centrale is aangegeven welke visbeschermende

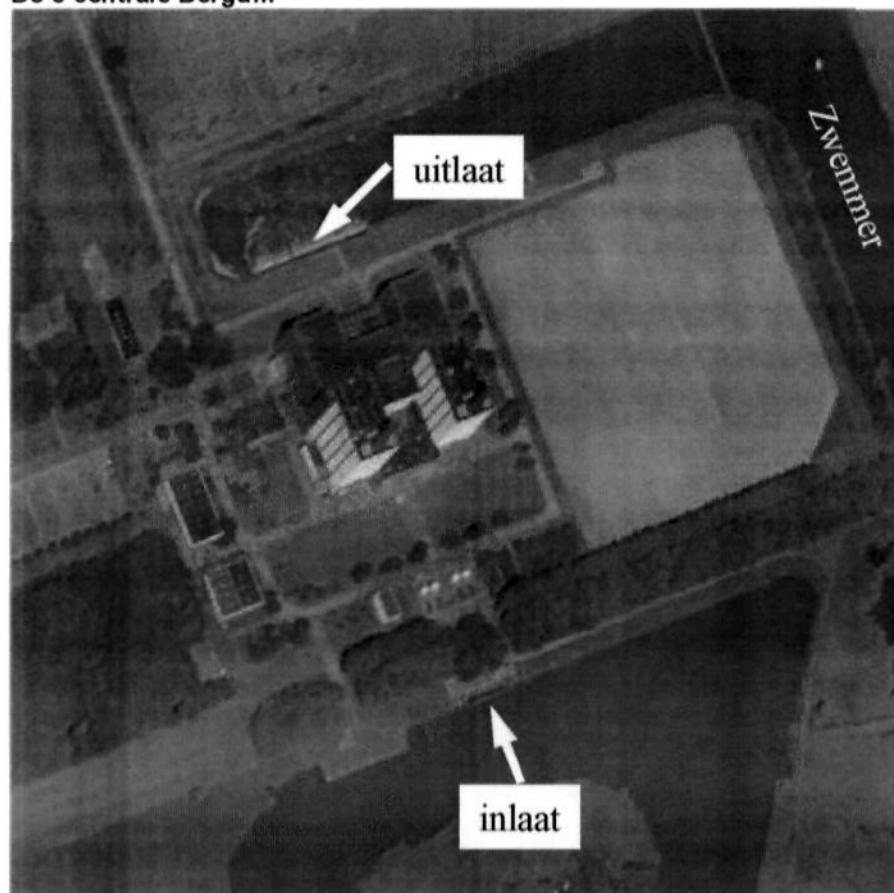
maatregelen er zijn (op basis van toegankelijke bronnen) en welke schade aan vis (zo mogelijk) op jaarbasis wordt veroorzaakt. Waar er geen gegevens voorhanden waren, zijn aannames gedaan met betrekking tot de visdichtheid in het koelwater aan de hand waarvan een schatting is gemaakt van de schade aan vis die veroorzaakt wordt door de e-centrale.

3 E-centrale Bergum

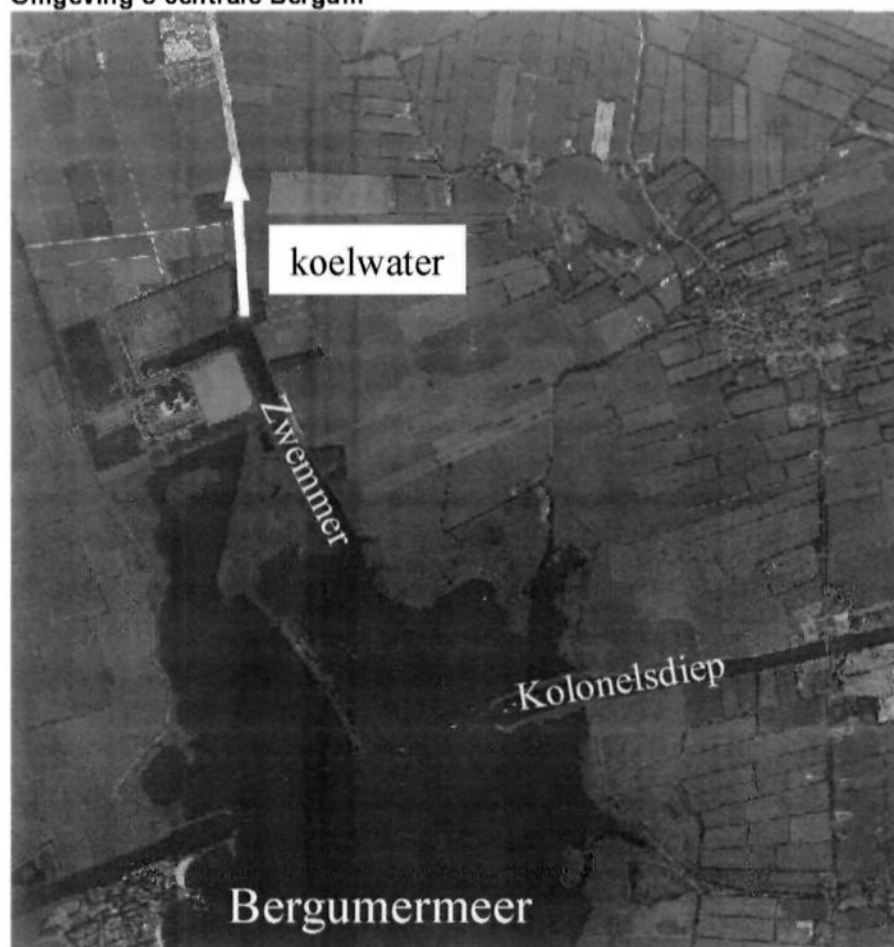
3.1 Beschrijving e-centrale Bergum

Aangenomen is dat de visstand in de Zwemmer gelijk is aan die van het Bergumermeer (mondelinge mededeling dhr. Bij de Vaate). De e-centrale Bergum onttrekt koellwater aan het Bergumermeer en loost vervolgens op de Zwemmer. De stroming in de Zwemmer is hoofdzakelijk in noordelijk richting. In 1999 ging 93% van het debiet van de Zwemmer richting Dokkumer Nieuwe Zijlen waar het water uitgelaten wordt in het Lauwersmeer. Langs de oevers van de Zwemmer staat een smalle rietkraag. Daar waar deze ontbreekt (met name langs de oostelijke oever) zijn ze beschoeid met een paalbeschoeiing die echter over grote delen nog nauwelijks intact is. Hierdoor is erosie van de oever opgetreden waardoor de palen vrij in het water staan. Op sommige plaatsen staan wilgen langs de oever waarvan de wortels deels zijn uitgespoeld. Hier en daar is de oever besteed. De Zwemmer is 3 tot 4 meter diep, terwijl de bodem hoofdzakelijk bestaat uit slib. Drijvende en ondergedoken watervegetaties zijn niet aanwezig.

De e-centrale Bergum



Omgeving e-centrale Bergum



3.2 De visstand bij e-centrale Bergum

De visstand in het Bergumermeer kan worden gekarakteriseerd als die van het snoekbaars-brasem type. De visgemeenschap wordt sterk gedomineerd door brasem ($60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), gevolgd door snoekbaars ($8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) (27). De vissoorten die voorkomen in het Bergumermeer zijn weergegeven in tabel 5 met de daarbij behorende paai- en opgroeigilden. Tevens is aangegeven of de soort beleidsmatig geprioriteerd is.

Tabel 5: Voorkomende vissoorten, indeling in gilden en beleidsprioritering.

Nederlandse naam	paaigilde	opgroeigilde	beleidsmatig geprioriteerd
alver	plant/matenaalpaaiër	p	
baars	plant/steenpaaiër	ps	
blankvoorn	plantpaaiër	ps	
brasem	plant/bodempaaiër	ps	
driedoomige stekelbaars	plantpaaiër	ps	
karper	plantpaaiër	ps	
kolblei	plant/bodempaaiër	ps	x

Nederlandse naam	paaigilde	opgroeigilde	beleidsmatig geprioriteerd
pos	grind/plantpaaier	pb	
rivierdonderpad	speleofiel	bs	x
riviergrondel	grind/zandpaaier	pb	
rivierprik	grindpaaier	inb	x
ruisvoorn of rietvoorn	plantpaaier	ps	
snoek	plantpaaier	ps	
snoekbaars	grind/zand/mergel/klei/plantpaaier	p	
spiering	steen/grind/zand/plantpaaier	p	x
tiendoornige stekelbaars	plantpaaier	ps	
winde	grind/plantpaaier	ps	x
zeelt	plantpaaier	bs	
totaal aantal soorten	18		

3.3 Paai- en opgroeimogelijkheden bij e-centrale Bergum

Nabij de e-centrale Bergum, en dan met name in het ontvangende water de Zwemmer, lijken de kansen voor succesvol paaieren gering voor de meeste soorten. Alleen de vissoort baars scoort positief, omdat er stortstenen voorkomen. Voor de opgroeigilden lijken de kansen ook vrij beperkt, alleen de soorten die pelagisch opgroeien scoren goed.

Tabel 6: Paai- en opgroeimogelijkheden Bergum

Nederlandse naam	Beoordeling Paai	Beoordeling opgroei
alver	-	+
baars	+	-
blankvoorn	-	-
brasem	-	-
driedoornige stekelbaars	-	-
karper	-	-
kolblei	-	-
pos	-	+
rivierdonderpad	-	-
riviergrondel	-	+
rivierprik	-	onb
ruisvoorn of rietvoorn	-	-
snoek	-	-
snoekbaars	-	+
spiering	-	+
tiendoornige stekelbaars	-	-
winde	-	-
zeelt	-	-
Beoordeling +	1	5
Beoordeling -	17	12
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onbekend	0	1

Met andere woorden, de impact van het koelwater op de paai- opgroeimogelijkheden in de Zwemmer lijkt beperkt gezien het feit dat de meeste vissoorten ter plaatse op basis van de beschikbare habitatgegevens sowieso al geen goede paai- en opgroeimogelijkheden hebben. Uit onderzoek (33) blijkt echter wel degelijk dat, afhankelijk van de hydrologische condities, koelwater vanuit de Zwemmer in het Bergumermeer terecht komt en aldaar zorgt voor een verhoging van de temperatuur. Er is dan ook een gradiënt waarneembaar vanuit de monding van het koelwaterlozingskanaal, naar de Zwemmer en naar het zuiden van het meer, waarbij het tot koelwaterrecirculatie kan komen. De omvang van dit verschijnsel is niet bekend. In het noorden van het Bergumermeer zijn de paai- en opgroei-mogelijkheden voor de soorten die afhankelijk zijn van vegetatie, genoemd in tabel 5, waarschijnlijk aanzienlijk beter gezien het voorkomen van emerse en submerse vegetatie ter plaatse (33). In hoeverre de voortplantingsmogelijkheden alhier beïnvloed worden door de koelwaterlozing is onduidelijk. Hiervoor is een hydrologische analyse noodzakelijk, hetgeen buiten de reikwijdte van dit onderzoek valt.

3.4 Inzuiging bij e-centrale Bergum

De e-centrale Bergum staat op de noordwest oever van het Bergumermeer en heeft twee 320 MW eenheden (BG10 en BG20), die elk circa $14 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ koelwater kunnen gebruiken. Het water wordt opgepompt uit het Bergumermeer en na gebruik geloosd in de Zwemmer. Het maximale koelwatergebruik is $2,4 \times 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{dag}^{-1}$, wat ongeveer 40% is van het totale meervolume. De warmtelozing bedraagt maximaal 600 MWth. Het temperatuurverschil over de condensors bedraagt maximaal 7°C . De temperatuur van het water bij de uitlaat bedraagt maximaal 30°C (23).

Het koelwater wordt ingenomen via een grofvuil rooster (spleetwijdte van 33 mm) en komt vervolgens door een viertal roterende trommelzeven met een maaswijdte van 5 mm. De stroomsnelheid verloopt van $30 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ net buiten het grofvuilrooster tot $200 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ binnen het koelsysteem. Vislarven en juvenielen kleiner dan 4 cm gaan door het koelsysteem (*entrainment*) en worden geloosd in het uitlaatkanaal. Grotere vis komt terecht op de roterende trommelzeven (*impingement*) en van daar in transportbakjes en worden via een pijpleiding geloosd op de Zwemmer (55). Door het systeem van transportbakjes wordt de sterfte beperkt (overleving van 100% voor paling; 45-97% voor schubvis) (55). De belangrijkste oorzaken van vissterfte in het koelsysteem zijn mechanische beschadiging en drukfluctuaties (33). Van de kleinere exemplaren die door het gehele koelwatersysteem gaan, zijn bij de e-centrale Bergum sterftepercentages gevonden van 37% voor baarsachtigen en 87% voor spiering (33). Overigens is hierbij de uitgestelde sterfte niet meegenomen.

De belangrijkste soorten (qua hoeveelheid) die worden ingezogen zijn: spiering, snoekbaars, baars, pos, brasem, blankvoorn en driedoornige stekelbaars, natuurlijk vooral in het voorjaar als de larven nog klein zijn en de stroming niet kunnen weerstaan. Er is een grote overeenkomst tussen soortsaamenstelling in het meer en in de monsters verkregen van het koelwatersysteem. Variaties van jaar tot jaar in de soortsaamenstelling in het meer zijn terug te zien in de monsters verkregen van het koelwatersysteem. Over een onderzoeksperiode van 3 jaar variëren de ingezogen aantallen van 25,2, 42,0 en 7,5 vissen per 1000 m^3 koelwater (55). Deze grote

verschillen worden hier vooral veroorzaakt door de van jaar tot jaar sterk wisselende dichtheden van vooral spiering in het Bergumermeer. Over de periode van 1976-1979 is een gemiddelde inzuiging van 15.800.000 vissen per jaar vastgesteld, bij een gebruik van $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ koelwater (55). Dat het van periode tot periode nog al sterk kan wisselen blijkt uit het jaar 1980 waarbij alleen al voor spiering de inzuiging op 28-05-1980 per 24 uur 21.510.426 exemplaren bedroeg en kortweg een maand later op 16-06-1980 ook nog maar liefst 3.265.017 exemplaren (33)! In eerder genoemd onderzoek (55) wordt de conclusie getrokken dat in mei 1979 en 1980 de sterfte bij larven van circa 6-15 mm per etmaal tengevolge van de e-centrale maar liefst 5% van de gehele larvenpopulatie van snoekbaars en 14% van de gehele larvenpopulatie van spiering bedroeg. Deze sterfte is van dezelfde orde van grootte als de natuurlijke sterfte zoals deze uit de literatuur bekend is (55).

4 E-centrale Diemen

4.1 Beschrijving e-centrale Diemen

De e-centrale Diemen loosde in het verleden op een baai langs de zuidoever het IJmeer. Deze baai was ontstaan door de aanleg van het zogenaamde PEN-eiland, het eiland waarop de e-centrale is gebouwd. Recent is de baai echter aan sterke veranderingen onderhevig door de aanleg van de Amsterdamse stadswijk IJburg. Grote delen van de baai zijn inmiddels opgespoten, waarbij men begonnen is in het westelijk deel, om van daaruit in oostelijke richting verder te gaan. Effecten van koelwaterlozingen op de visgemeenschap zijn vooral in het resterende deel van de baai en het aangrenzende deel van het IJmeer te verwachten. De zuidkant van het IJmeer (en dus ook van de voormalige baai) is relatief ondiep, de diepte loopt langzaam toe van 1-2 naar 2-3 m (50).

Langs de zuidoever komen velden met ondergedoken hogere waterplanten voor. De belangrijkste soorten zijn doorgroeid- (*Potamogeton perfoliatus*) en schedefonteinkruid (*P. pectinatus*) (47, 48). Onbekend is wat het effect van de opspuitingen in de baai is op de aanwezige watervegetatiegemeenschap. Verwacht mag worden dat de velden met ondergedoken hogere waterplanten zich op termijn verder zullen uitbreiden omdat door de opspuitingen de luwte in het gebied is toegenomen.

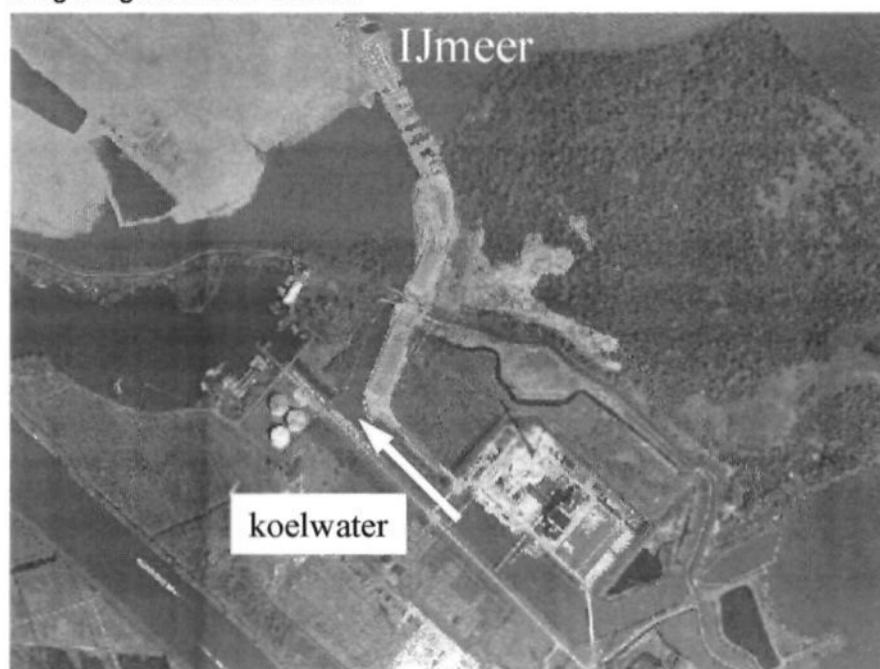
De oevers van de baai zijn beschermd met stenen, terwijl de toplaag van de bodem bestaat uit klei, evenals die in het aangrenzende deel van het IJmeer (50). De baai maakt onderdeel uit van het vogelrichtlijngebied IJmeer. Kwalificerende visetende soort is het nonnetje; relevante visetende soorten zijn: fuut, aalscholver, lepelaar en zwarte stern. Oostelijk van de e-centrale ligt de habitatrichtlijngebied IJmeer (35).

Bij calamiteiten op het IJmeer kan de e-centrale ook lozen op het Amsterdam-Rijnkanaal (1). Aangezien dit nauwelijks voorkomt is deze situatie dan ook niet beoordeeld. Overigens kan worden aangenomen dat in een dergelijke situatie de vislevensgemeenschap in het Amsterdam-Rijnkanaal op vrijwel dezelfde wijze zal worden beïnvloed als bij de e-centrales Lage Weide en Merwedekanaal.

De e-centrale Diemen



Omgeving e-centrale Diemen



4.2

De visstand bij e-centrale Diemen

De visgemeenschap is samengesteld aan de hand van monitoringgegevens uit zowel het IJmeer als het zuidelijk deel van het Markermeer aangezien er geen scherpe begrenzing is tussen beide wateren. De betreffende gegevens zijn

verkregen uit fuikregistraties waardoor het niet mogelijk is de belangrijkste soorten aan te geven op basis van de biomassa. Op basis van dichtheden zijn aal en bot de belangrijkste soorten (14, 15). De vissoorten die voorkomen bij de e-centrale Diemen zijn weergegeven in tabel 7 met de daarbij behorende paai- en opgroeigilden. Tevens is aangegeven of een soort beleidsmatig is geprioriteerd.

Tabel 7: Voorkomende vissoorten, indeling in gilden en beleidsprioritering.

Nederlandse naam	paai-gilde	opgroeigilde	beleidsmatig geprioriteerd
alver	plant/materiaalpaai	p	
baars	plant/steenpaai	ps	
blankvoorn	plantpaai	ps	
bot	pelagofiel	pb	
brasem	plant/bodempaai	ps	
driedoornige stekelbaars	plantpaai	ps	
karper	plantpaai	ps	
kolblei	plant/bodempaai	ps	x
kroeskarper	plantpaai	ps	x
pos	grind/plantpaai	pb	
rivierdonderpad	speleofiel	bs	x
riviergrondel	grind/zandpaai	pb	
rivierprik	grindpaai	inb	x
ruisvoorn of rietvoorn	plantpaai	ps	
snoek	plantpaai	ps	
snoekbaars	grind/zand/mergel/klei/plantpaai	p	
spiering	steen/grind/zand/plantpaai	p	x
tiendoornige stekelbaars	plantpaai	ps	
winde	grind/plantpaai	ps	x
zeelt	plantpaai	bs	
zeeprik	grindpaai	inb	x
totaal aantal soorten		21	

4.3 Paai- en opgroeimogelijkheden bij e-centrale Diemen

De beoordeling van de mogelijkheden voor paai bij e-centrale Diemen is goed. Voor 17 van de 21 soorten wordt positief gescoord. Dit wordt voornamelijk bepaald door het voorkomen van waterplanten, waardoor het gilde Plantpaaiers (of combinaties Plant/grind) goed scoort. Ook voor de opgroei wordt goed gescoord. Door de aanwezigheid van submerse vegetatie scoren alle soorten die bentisch of pelagisch substraat nodig hebben, goed.

Tabel 8: Paai- en opgroeimogelijkheden Diemen

Nederlandse naam	Beoordeling Paai	Beoordeling opgroei
alver	+	+
baars	+	+
blankvoorn	+	+
bot	n.v.t.*	+
brasem	+	+
driedoornige stekelbaars	+	+

Nederlandse naam	Beoordeling Paai	Beoordeling opgroei
karper	+	+
kolblei	+	+
kroeskarper	+	+
pos	+	+
rivierdonderpad	-	+
rivergrondel	-	+
riverprik	-	onb
ruisvoorn of rietvoorn	+	+
snoek	+	+
snoekbaars	+	+
spiering	+	+
tiendoornige stekelbaars	+	+
winde	+	+
zeelt	+	+
zeeprik	-	onb
Beoordeling +	17	19
Beoordeling -	4	0
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onbekend	0	2

*: bot paait niet in zoet water

In geval van de e-centrale Diemen kan de koelwaterpluim een invloed hebben op de paai- en opgroeimogelijkheden van de voorkomende soorten. De habitat ter plaatse is voor de meeste soorten geschikt voor paai- en opgroei.

4.4 Inzuiging bij e-centrale Diemen

De e-centrale Diemen bestaat momenteel uit de produktie-eenheden 31, 32 en 33. De eenheden 31 en 32 bestaand uit het gebruikelijke ketel-turbine-generatortype met een netto-produktie vermogen van 180 MW-e per eenheid en een koelwaterverbruik van respectievelijk $8,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en $8,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Deze eenheden kunnen zowel met aardgas als met zware stookolie worden ondervuurd. De eenheid 33 bestaat uit een gasturbine, een afgassenketel en een stoomturbine met een netto produktievermogen van 249 MWe en een koelwatergebruik van $8,75 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Het totale koelwaterverbruik is dan ook maximaal $25,35 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Het benodigde koelwater voor de installaties wordt onttrokken aan het oppervlaktewater en wordt na gebruik daarop teruggebracht. Voor dit proces van onttrekking en lozing zijn twee circuits beschikbaar:

1. Het circuit, waarbij water wordt onttrokken aan het IJmeer ten oosten van het PEN-eiland en geloosd op het IJmeer ten westen van het PEN-eiland;
2. Het circuit, dat water onttrekt aan het Amsterdam-Rijnkanaal en via de Derde Diemen weer op het Amsterdam-Rijnkanaal loost.

Het tweede circuit wordt slechts gebruikt bij calamiteiten, zoals klimatologische omstandigheden waarbij het niet mogelijk is voldoende koelwater aan het IJmeer te onttrekken. Ter beproeving van de installaties wordt het tweede circuit 6 maal per jaar getest.

De koelwaterfilterinstallatie bestaat uit:

- *grof rooster*;
- roterende fijnmazige zeven;
- spoelpompen.

Het grofrooster wordt toegepast voor het tegenghouden van grote stukken vuil en staat opgesteld voor de inlaat van het filtergebouw. Na passage wordt het water door de fijnmazige zeven geleid. Deze worden regelmatig met behulp van spoelpompen afgespoten voor de verwijdering van het tegengehouden vuil. Dit vuil wordt bij de eenheden 31 en 32 via goten afgevoerd naar het uitlaatkanaal. Hetzelfde vuil dat bij eenheid 33 door de spoelpompen wordt afgespoten, wordt afgevoerd naar een vuilverbrandingsinstallatie. Indien alleen levende materialen als vis worden tegengehouden, dan worden deze via een goot teruggevoerd.

Er zijn geen gegevens bekend over de inzuiging van vis door de e-centrale Diemen. Gezien het feit dat de e-centrale haar koelwater onttrekt aan het IJmeer, zal de inzuiging van vis in dezelfde orde van grootte liggen als die bij andere e-centrales aan meren. Denk hierbij aan de e-centrale Bergum en de Flevo-centrale. Ook in het geval van de e-centrale Diemen mag er vanuit worden gegaan dat soorten als spiering, snoekbaars, baars en blankvoorn het belangrijkste deel uitmaken van de ingezogen vis. Denkbaar is dat de inzuiging in de orde van grootte van 10-25 vissen per 1000 m³ koelwater zal liggen. Uitgaande van een maximaal koelwatergebruik ligt het aantal ingezogen vissen op jaarbasis waarschijnlijk tussen de 8-20 miljoen exemplaren.

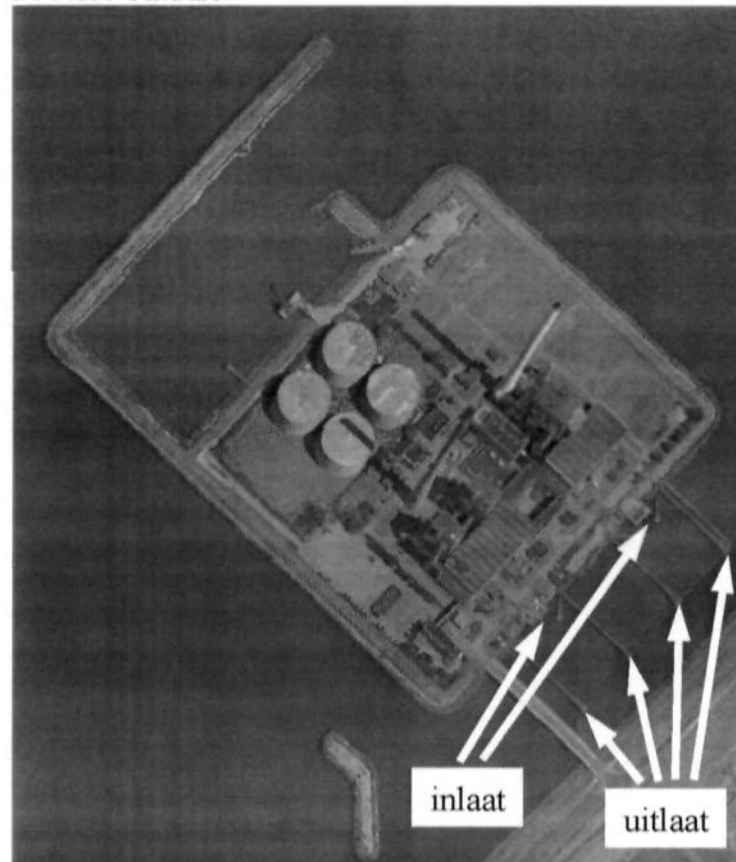
5

Flevo-centrale

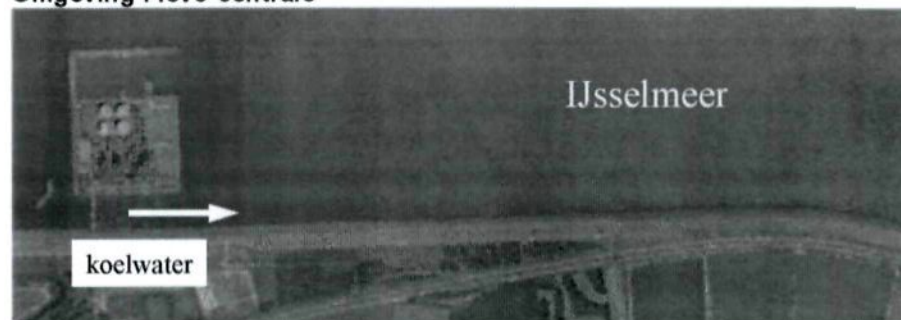
5.1 Beschrijving Flevo-centrale

De Flevo-centrale ligt op een kunstmatig eiland in het zuidelijk deel van het IJsselmeer. Het eiland is via een brug verbonden met Oostelijk Flevoland. De lozing van koelwater vindt plaats tussen het eiland en de polderdijk. Aangenomen is dat de koelwaterpluim zich voornamelijk uitstrekt langs de dijk van Oostelijk Flevoland in noordoostelijke richting. De dijkteen is bedekt met een laag natuurstenen blokken terwijl de bodem van het IJsselmeer voornamelijk bestaat uit lichte zavel. De meerbodem ligt op een diepte van 4-5 m –NAP met tot ca. 2 km uit de dijk een serie van diepe zandwinputten waarvan de diepte >7 m bedraagt (49). Vegetaties van oever- en ondergedoken planten komen er niet voor (46, 47). De Flevo-centrale loost op het vogelrichtlijngebied IJsselmeer. Kwalificerende visetende soorten zijn: visdief, fuut, aalscholver, lepelaar, nonnetje, grote zaagbek en kleine zilverreiger (35).

De Flevo-centrale



Omgeving Flevo-centrale



5.2

De visstand bij de Flevo-centrale

Voor de samenstelling van de visgemeenschap in het IJsselmeer zijn fuikregistraties gebruikt omdat recente gegevens over de visbiomassa niet voorhanden waren. Het is daarom niet mogelijk de belangrijkste soorten aan te geven op basis van de biomassa. Op basis van dichtheden zijn aal, spiering en bot de belangrijkste soorten (14, 15). De vissoorten die voorkomen in het IJsselmeer zijn weergegeven in tabel 9 met de daarbij behorende paai- en opgroeigilden. Tevens is aangegeven of een soort beleidsmatig is geprioriteerd.

Tabel 9: Voorkomende vissoorten, indeling in gilden en beleidsprioritering.

Nederlandse naam	paai-gilde	opgroeigilde	beleidsmatig geprioriteerd
alver	plant/materiaalpaai	p	
baars	plant/steenpaai	ps	
blankvoorn	plantpaai	ps	
bot	pelagofiel	pb	
brasem	plant/bodempaai	ps	
diklipharder	pelagofiel	p	
driedoornige stekelbaars	plantpaai	ps	
Europese meerval	plant/bodempaai	ps	x
giebel	plantpaai	ps	
houting	grind/zandpaai	p	x
karper	plantpaai	ps	
kleine modderkruiper	plant/bodempaai	bs	x
kolblei	plant/bodempaai	ps	x
kroeskarper	plantpaai	ps	x
pos	grind/plantpaai	pb	
rivierdonderpad	speleofiel	bs	x
riviergrondel	grind/zandpaai	pb	
rivierprik	grindpaai	inb	x
ruisvoorn of rietvoorn	plantpaai	ps	
snoek	plantpaai	ps	
snoekbaars	grind/zand/mergel/klei/plantpaai	p	
spiering	steen/grind/zand/plantpaai	p	x
tiendoornige stekelbaars	plantpaai	ps	
winde	grind/plantpaai	ps	x
zeelt	plantpaai	bs	

Nederlandse naam	paaigilde	opgroeigilde	beleidsmatig geprioriteerd
zeeprik	grindpaaier	inb	x
totaal aantal soorten	26		

5.3

Paai- en opgroeimogelijkheden bij de Flevo-centrale

De Flevo-centrale scoort voor de paaimogelijkheden beduidend minder dan de e-centrale bij Diemen, door het ontbreken van vegetatie. Het voorkomen van stortsteen biedt maar voor enkele vissoorten een geschikt paaisubstraat of opgroeigebied. De opgroeimogelijkheden lijken voor circa de helft van de soorten goed. Met name de pelagische soorten en de soorten die van bodembeschutting afhankelijk zijn, scoren goed door het voorkomen van stortstenen.

Tabel 10: Paai- en opgroeimogelijkheden Flevo-centrale

Nederlandse naam	Beoordeling Paai	Beoordeling opgroei
alver	-	+
baars	+	-
blankvoorn	-	-
bot	n.v.t.*	+
brasem	onb	-
diklipharder	+	+
driedoornige stekelbaars	-	-
Europese meerval	onb	-
giebel	-	-
houting	-	+
karper	-	-
kleine modderkruiper	onb	+
kolblei	onb	-
kroeskarper	-	-
pos	-	+
rivierdonderpad	+	+
riviergrondel	-	+
riverprik	-	onb
ruisvoorn of rietvoorn	-	-
snoek	-	-
snoekbaars	-	+
spiering	-	+
tiendoornige stekelbaars	-	-
winde	-	-
zeelt	-	+
zeeprik	-	onb
Beoordeling +	3	11
Beoordeling -	18	13
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onbekend	4	2

*: bot paait niet in zoet water

Naar blijkt uit bovenstaande tabel zijn de paaimogelijkheden in het beïnvloede gebied van de Flevo-centrale voor veruit het merendeel van de soorten (18 van de 26) ongeschikt. De mogelijke invloed van de koelwaterpluim op de paai is naar alle waarschijnlijkheid relatief beperkt. De invloed op de opgroeimogelijkheden is waarschijnlijk groter omdat ter plaatse voor 11 van de 26 soorten er opgroeimogelijkheden zijn. In het verleden (periode 1977-1982, meestal september tot en met maart) zijn bevissingen met staande netten uitgevoerd in het beïnvloede gebied (tussen de uitlaten van de centrale en het remmingswerk) (53). Uit deze bevissingen blijkt ter plaatse een aanzienlijk hogere visdichtheid, met name van snoekbaars en diverse cypriniden. Baars is juist minder aangetroffen in vergelijking met het IJsselmeer. Er lijkt een duidelijke aantrekking van vis te zijn door het warme koelwater. Opvallend is dat gemeld wordt dat de conditie van de cypriniden in de winter erg slecht is (o.a. schimmelplekken) en dat de aanwezigheid van cypriniden in het gebied heel constant is te oordelen naar de vangsten (slechts weinig variatie). Dit kan duiden op een stabiele populatie ter plaatse. Overigens is het verschijnsel van een slechte conditie van cypriniden ook bekend uit gewone wateren tijdens warme winters; de stofwisseling van de vis is hoger dan normaal tijdens deze periode terwijl de voedselbeschikbaarheid logischerwijs minder is. Voor een roofvis als snoekbaars gaat dit waarschijnlijk niet op omdat de prooidichtheid in het gebied hoog is vergeleken met de overige delen van het IJsselmeer.

5.4 Inzuiging bij de Flevo-centrale

De Flevo-centrale bestaat uit een viertal elektriciteitsproductie-eenheden. De vier eenheden zijn te onderscheiden in een tweetal conventionele eenheden (FL 01 en FL 02) en een combi-eenheid (FL 03). De combi-eenheid is gelijk aan de conventionele eenheden met dien verstande dat er een extra installatie is voorgeschakeld. Verder is er een kleine ondersteunende gasturbine-eenheid (FLG1) op de locatie aanwezig. Teneinde de gewenste condensatie van de uitgewerkte stoom te verkrijgen, wordt oppervlaktewater ingenomen. Het koelwater passeert eerst een rooster (ter verwijdering van de grovere delen) met een spleetwijdte van 2,5 cm en vervolgens een roterende zeef. De stroomsnelheden in het systeem variëren van $0,35 \text{ m.s}^{-1}$ voor de inlaat tot $2,0 \text{ m.s}^{-1}$ in de condensorpijpen. Het van de roosters afkomende vuil wordt afgevoerd naar een stortplaats in de gemeente Lelystad. De op de roterende zeef achterblijvende vissen en kreeftjes worden door middel van spuiten verwijderd en via aparte aflaten naar het oppervlaktewater teruggespoeld (bij de twee conventionele eenheden gebeurt deze reiniging handmatig, bij de combi-eenheid vindt de terugspoeling automatisch plaats). De eenheden FL 01, FL 02 en FL 03 gebruiken respectievelijk maximaal 6,4, 6,4 en $15,6 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ koelwater.

Recent onderzoek naar de inzuiging van vis door de Flevo-centrale is niet voorhanden of is niet gepubliceerd. In het midden en de tweede helft van de zeventiger jaren is door de KEMA (60; 61; 62) onderzoek gedaan naar inzuiging en overleving van vis. Op dat moment was in ieder geval de situatie dusdanig dat alle vis die op de zeven achterbleef geen kans tot overleving had (100% sterfte). Destijds was de Flevo-centrale uitgerust met zeven met een maaswijdte van $2 \times 2 \text{ mm}$; uit onderzoek is gebleken dat deze zeven uiteindelijk een hogere sterfte van larven veroorzaakte die heel het koelsysteem passeerden, dan zeven met een maaswijdte

van 5 mm (zoals bij e-centrale Bergum) die later ook bij de Flevo-centrale zijn toegepast. De sterfte van larven die het systeem passeerden was voor spieringlarven 78% en voor baarsachtigen 69%. Een inschatting van de totale hoeveelheid vis die op jaarbasis werd ingezogen is niet gemaakt; er is alleen gedurende de maanden mei, juni en juli gemonsterd. In de betreffende periode (met logischerwijs zeer hoge larvendichtheden) varieerden de ingezogen aantallen van 0,01 tot 7,5 vissen per m³(!) koelwater. In genoemd onderzoek wordt wel een schatting gemaakt van de impact van de Flevo-centrale op de totale larvenpopulatie op het IJsselmeer. Geschat wordt dat door toedoen van de e-centrale 2 tot 4% (maximaal 2,9 tot 5%) van de larvenpopulatie sterft (61). Bij de e-centrale Bergum was berekend dat 5% van de snoekbaarslarven en 14% van de spieringlarven als gevolg van inzuiging om het leven kwam. Momenteel is deze e-centrale niet in werking.