

Rapport over de resultaten van de ICBR-projectgroep “Duits-Franse Bovenrijn” 2015-2019



Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

Rapport Nr. 262



Colofon

Uitgegeven door de

Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR)
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, 56068 Koblenz, Duitsland
Postbus 20 02 53, 56002 Koblenz, Duitsland
Telefoon: +49-(0)261-94252-0, fax +49-(0)261-94252-52
E-mail: sekretariat@iksr.de
www.iksr.org

Rapport over de resultaten van de ICBR-projectgroep "Duits-Franse Bovenrijn" 2015-2019

1. Samenvatting van de ontwikkeling sinds de vijftiende Rijnministersconferentie 2013

Het Masterplan trekvissen Rijn van de ICBR is in 2009 voor het eerst gepubliceerd en in 2018 geactualiseerd (zie ICBR-rapport 247). In het plan wordt aangetoond hoe binnen een overzichtelijk tijd- en kostenschema zichzelf in stand houdende, stabiele trekvispopulaties kunnen worden geherintroduceerd in het Rijnstroomgebied tot de waterval in de Rijn bij Schaffhausen.

Tijdens de vijftiende Rijnministersconferentie op 28 oktober 2013 hebben de Rijnministers in verband met het Masterplan trekvissen Rijn het volgende vastgesteld:

25. Ze stellen vast dat de stroomopwaartse vispasseerbaarheid van de Rijn tot de regio Bazel dankzij de lopende maatregelen steeds realistischer en beter planbaar wordt. Hierdoor zullen de paaigebieden in de Birs, de Wiese en de Ergolz aldaar vanaf 2020 weer bereikbaar zijn voor trekvissen.

26. Ze bekrachtigen in verband met het doelbereik van het programma Rijn 2020 en het Masterplan trekvissen Rijn in de hoofdstroom van de Rijn

*26.d. dat de overbrenging van vissen naar de oude loop van de Rijn aan de stuw Vogelgrün/Breisach een technische uitdaging vormt. Ze **geven de ICBR de opdracht** om in 2014 een informatie-uitwisseling tussen experts mogelijk te maken in verband met de stroomopwaartse migratie door de Duits-Franse Bovenrijn tot Bazel, waarbij er rekening wordt gehouden met de uitkomst van reeds verricht onderzoek, teneinde bij te dragen aan de uitwerking van een technisch optimale oplossing;*

26.e. dat er een efficiënt systeem van vismigratievoorzieningen moet worden gepland en aangelegd om de vispassage aan de stuwen Rhinau, Marckolsheim en Vogelgrün in de Duits-Franse Bovenrijn te garanderen, opdat vissen in 2020 de oude loop van de Rijn en Bazel kunnen bereiken.

De drie migratiebarrières in de Duits-Franse Bovenrijn, te weten **Rhinau, Marckolsheim** en **Vogelgrün** vormen op dit moment een onoverkomelijke hindernis tussen het over een lange afstand passeerbare, benedenstroomse deel van de hoofdstroom van de Rijn en de rivieren verder bovenstrooms, die al beperkt passeerbaar zijn voor grote trekvissen (zie kaart K7 in het tweede SGBP Rijn, versie van december 2015):

- de oude loop van de Rijn met 64 ha paaihabitat alleen voor de zalm (voor andere trekvissoorten is er op dit moment geen vergelijkbare informatie beschikbaar), zie hoofdstuk 2.9;
- de Hoogrijn en de Aare inclusief hun zijrivieren (Bazel en omstreken: Birs, Wiese en Ergolz: 44 ha, hoofdstroom van de Rijn: 60 ha, Aaresysteem: 200 ha paaihabitat voor de zalm; verbouwing van 61 knelpunten, zie hoofdstuk 2.12).

Naar aanleiding van de opdrachten van de vijftiende Rijnministersconferentie heeft de ICBR in september 2014 een informatie-uitwisseling tussen deskundigen georganiseerd in Colmar, met als doel de uitwerking van benaderingen voor een technisch optimale oplossing voor het herstel van de passeerbaarheid aan de stuw van Vogelgrün.

Vervolgens is er medio 2015 een speciale projectgroep ORS (PG ORS) ingesteld. Het mandaat van deze projectgroep was eerst beperkt tot 2018 en is in 2019 verlengd tot de Plenaire Vergadering in 2020, teneinde hangende werkzaamheden af te ronden.

De PG ORS begeleidt voor de ICBR de planning van de totstandbrenging van een efficiënt systeem van vismigratievoorzieningen aan de stuwen Rhinau, Marckolsheim en Vogelgrün in de Duits-Franse Bovenrijn evenals kleinschaligere passeerbaarheidsmaatregelen in de meanders aan de vaste drempels en stuwen, treedt daarbij op als informatie- en discussieplatform met adviserende functie en beoordeelt de resultaten. Zodoende draagt de PG ORS ertoe bij de opdrachtgever EDF bij te staan met vakkennis en technische ondersteuning op nog te plannen momenten in de voortgang van de onderzoeken en de werkzaamheden die EDF heeft opgestart aan de Duits-Franse Bovenrijn.

Centrale punten in de vooruitgang die de ICBR-projectgroep in de periode 2015-2019 heeft geboekt:

- (1) twee technisch en visecologisch haalbare oplossingen voor een stroomopwaartse vismigratievoorziening in Vogelgrün;
- (2) technische oplossingsrichtingen voor de inzwemopeningen van de voorzieningen voor stroomopwaartse vismigratie aan de stuwen in Rhinau, Marckolsheim en Vogelgrün;
- (3) rekening houden met de beste beschikbare en innovatieve technieken voor de verbetering van de ecologische passeerbaarheid van de Rijn in het algemeen en de Duits-Franse Bovenrijn in het bijzonder.

Gelet op het voorgaande heeft de PG ORS de afgelopen jaren, zoals tijdens de vijftiende Rijnministersconferentie in 2013 is gevraagd, een belangrijke bijdrage geleverd aan het doelbereik van het programma Rijn 2020 en het Masterplan trekvissen Rijn in de hoofdstroom van de Rijn.

2. Stand van de maatregelen uit het Masterplan trekvissen Rijn die relevant zijn voor de Duits-Franse Bovenrijn

Naast de begeleiding van de planning van het herstel van de passeerbaarheid in de Duits-Franse Bovenrijn heeft de ICBR-projectgroep de voorbije jaren informatie verzameld over i) reeds gerealiseerde maatregelen om de vispasseerbaarheid van de hoofdstroom van de Rijn en de Nederlandse Rijntakken te verbeteren en ii) de stand van de planning voor de uitvoering van andere maatregelen die relevant zijn voor de passeerbaarheid van de Duits-Franse Bovenrijn.

Bij het volbrengen van deze taak dient te worden bedacht dat ze in nauw verband staat met alle andere (uitgevoerde, lopende en geplande) maatregelen van het Masterplan trekvissen in de benedenloop, de bovenloop en de programmawateren van de Rijn.

In tabel 1 zijn de kosten van maatregelen aan de kunstwerken en de stand van de uitvoering op een rij gezet.

Tabel 1: Kosten van maatregelen aan kunstwerken en stand van de uitvoering (in juni 2019)

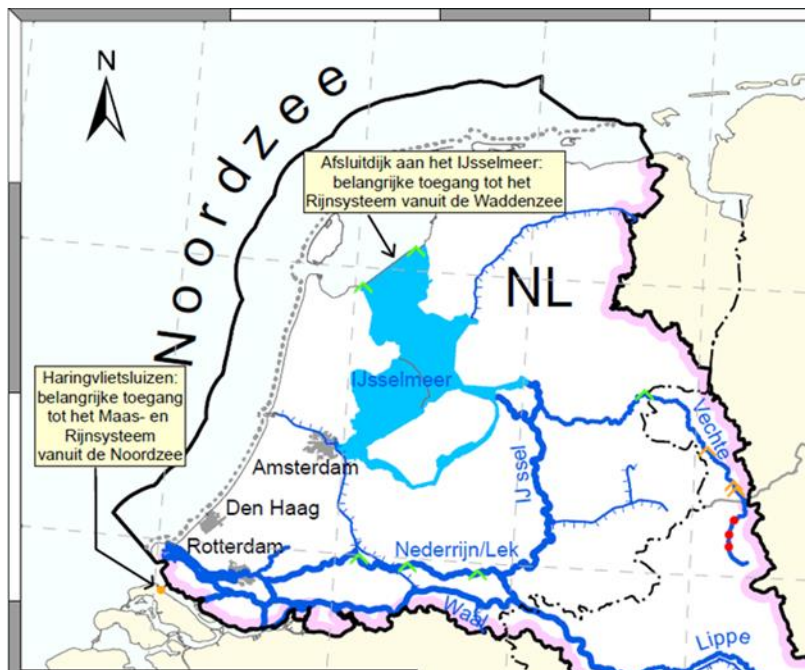
	Kunstwerken	Kosten (miljoen euro, afgerond)	Afronding maatregel(en)
1	Haringvlietsluizen	80 (NL)	2018
2	Nederrijn-Lek (3)	9,2 (NL)	2001, 2004
3	Afsluitdijk aan het IJsselmeer	1,9 + 0,5 + 4,5 55 (NL kostenraming) = 61,9	2015 2023 (gepland)
4	Iffezheim	10 (DE/FR) + 7,5 (Rench, DE) + onbekend bedrag > 3 (Ill, FR) > 20,5	2000
5	Gambsheim	12 (FR/DE) + 39,5 (Kinzig, DE) = 51,5	2006
6	Straatsburg	19 (FR)	2016
7	Gerstheim	15 (FR) + 25 (Elz, DE) = 40	2019
8	Rhinau	35 (kostenraming EDF)	?
9	Marckolsheim	35 (kostenraming EDF)	?
10	Vogelgrün	70 ¹ dan wel 80 ² (kostenramingen EDF)	?
11	Stuw van Breisach	Wordt onderzocht	2019?
12	Kembs/Märkt	8 (FR)	2016
13	Hoogrijn / Aare	CHF 200-300 miljoen (CH, kostenramingen tot 2030/2040)	voor 2030/2040
Totale kosten:			
ca. 500 - 600 euro (minstens)			

Direct benedenstrooms van Lobith aan de Duits-Nederlandse grens splitst de Rijn zich en wordt de totale afvoer van de Rijn verdeeld over de drie takken (ca. 2/3 Waal, 2/9 Nederrijn-Lek en 1/9 IJssel, zie figuur 1).

Op dit moment is de migratieroute via de Nieuwe Waterweg bij Rotterdam en de Waal (een vaarweg) vrij toegankelijk voor vanuit de Noordzee stroomopwaarts trekkende vissen, zoals de Atlantische zalm, de zeeforel en de elft.

¹ Kostenraming op basis van de oplossing met het hooggelegen punt. 35 miljoen euro is bestemd voor de ingangen van de vispassage en 35 miljoen euro voor de overbrenging van vissen naar de oude loop van de Rijn.

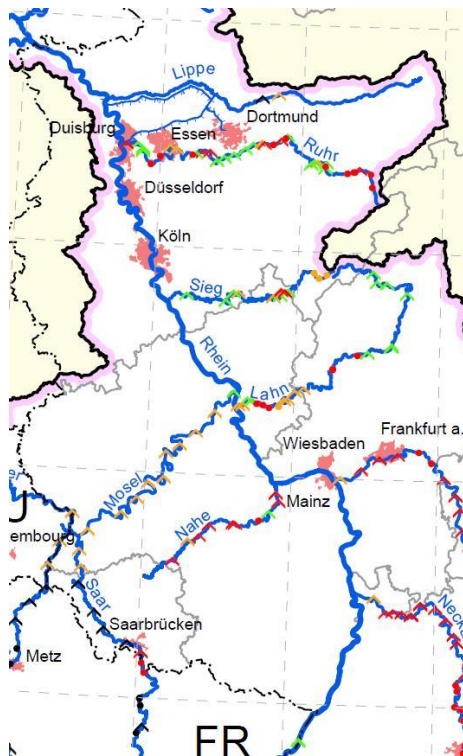
² Kostenraming op basis van de tunnel-/duikeroplossing.



Figuur 1: Migratieknelpunten in de Rijndelta. Stip: zonder voorziening voor stroomopwaartse vismigratie; haakje: met voorziening voor stroomopwaartse vismigratie. Groen: passeerbaar; oranje: beperkt passeerbaar; rood: niet passeerbaar. Uittreksel uit kaart K 7 van het tweede SGBP Rijn, versie van december 2015.

Vanaf de Nederlands-Duitse grens (Rijnkilometer 700) tot Iffezheim (Rijnkilometer 334) kunnen vissen de hoofdstroom van de Rijn vrij passeren (zie figuur 2). Na de ingebruikneming van de vispassage in Gerstheim (Rijnkilometer 272) in juni 2019 zullen vissen via de vispassages aan de stuwen in Iffezheim, Gamsheim, Straatsburg en Gerstheim (zie hieronder) Rhinau kunnen bereiken.

Voor specifieke informatie over de stand van de vispasseerbaarheid van de zijrivieren van de Duitse Nederrijn, de Middenrijn en de noordelijke Bovenrijn wordt er verwezen naar het Stroomgebiedbeheerplan Rijn 2015 conform EU-Kaderrichtlijn Water, hoofdstuk 7.1.1.



Figuur 2: Vrij afstromend Rijntraject van de Nederlands-Duitse grens tot Iffezheim. Uittreksel uit kaart K7 van het tweede SGBP Rijn, versie van december 2015.

Stand van de maatregelen aan knelpunten

De ligging van de twee grote knelpunten in de Rijndelta is weergegeven in figuur 1. Hoeveel en welke soort vissen hier (vermoedelijk) zullen migreren, is onbekend. De afmetingen van de rivier maken monitoren lastig. Het telemetrisch onderzoek dat tot dusver met afzonderlijke gezenderde vissen heeft plaatsgevonden, de steekproefsgewijze genetische analyse van zalmen en zeeforellen, en de resultaten van bevissingen geven alleen een indicatie van de herkomst en het migratiegedrag van vissen in de delta.

2.1 Haringvlietsluizen

Na de watersnoodramp in 1953 (1830 slachtoffers) is het estuarium afgesloten van de zee door diverse dammen en stormvloedkeringen (zie figuur 3). Doel was om de kustlijn te verkorten waardoor de veiligheid kon worden gegarandeerd. De rode lijn in de figuur vormt de huidige kustlijn; de dammen vormen een vitaal onderdeel van de primaire waterkering.

De dam in het Haringvliet (ten zuiden van Rotterdam) werd in 1971 gesloten, waarmee het Haringvliet veranderde van een getijdengebied met zout water naar een meer met zoet water en nauwelijks getijdeninvloed.

In de dam zijn spuisluizen aangelegd, om het water van de Rijn en de Maas af te voeren. De sluizen worden geopend tijdens eb en gesloten gedurende vloed. Door de hoge stroomsnelheden in de spuikokers is het voor de meeste vissen vrijwel onmogelijk om van zout naar zoet te migreren.

Op 15 november 2018 is het Kierbesluit in werking gesteld (kosten kierproject: € 80 miljoen); sindsdien staan zalmen die vanuit de Noordzee de Rijn en de Maas willen intrekken niet meer voor een gesloten deur, als de afvoer hoog genoeg is. Zalmen kunnen de rivieren waar ze zijn opgegroeid weer bereiken, om zich daar natuurlijk voort te planten. Immers, afhankelijk van de afvoer staan een of meer schuiven van de Haringvlietsluizen ten zuiden van Rotterdam nu op een kier, ook bij vloed.

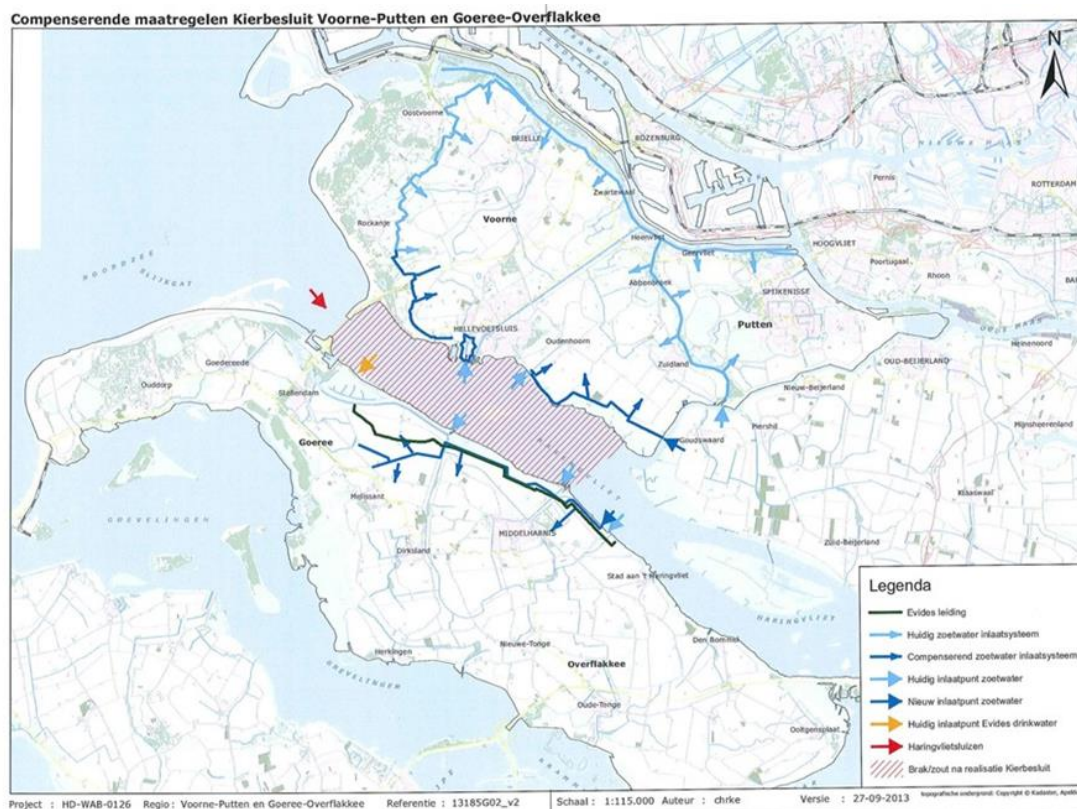
Hierdoor ontstaat er een brakwaterzone. De grootte van de opening van de dam is afhankelijk van de afvoer van de Rijn en de Maas, om ervoor te zorgen dat het zoute water westelijk blijft van Middelharnis (ongeveer halverwege de Haringvliet). Wanneer de rivierafvoer erg laag is en het zoute water de lijn Middelharnis-Spui dreigt te overschrijden, zullen de deuren volledig gesloten blijven en wordt het Haringvliet "zoet gespoeld".

Voorafgaand aan de kier moesten er enkele drinkwaterinlaatpunten oostwaarts worden verlegd, om ze te beschermen tegen verzilting. Het verleggen van de inlaatpunten (de "compenserende maatregelen") was het meeste werk, zowel in uitvoering als in planning en vergunningverlening.

Op www.kierharingvliet.nl/index.html zijn de werkzaamheden tot in detail toegelicht.

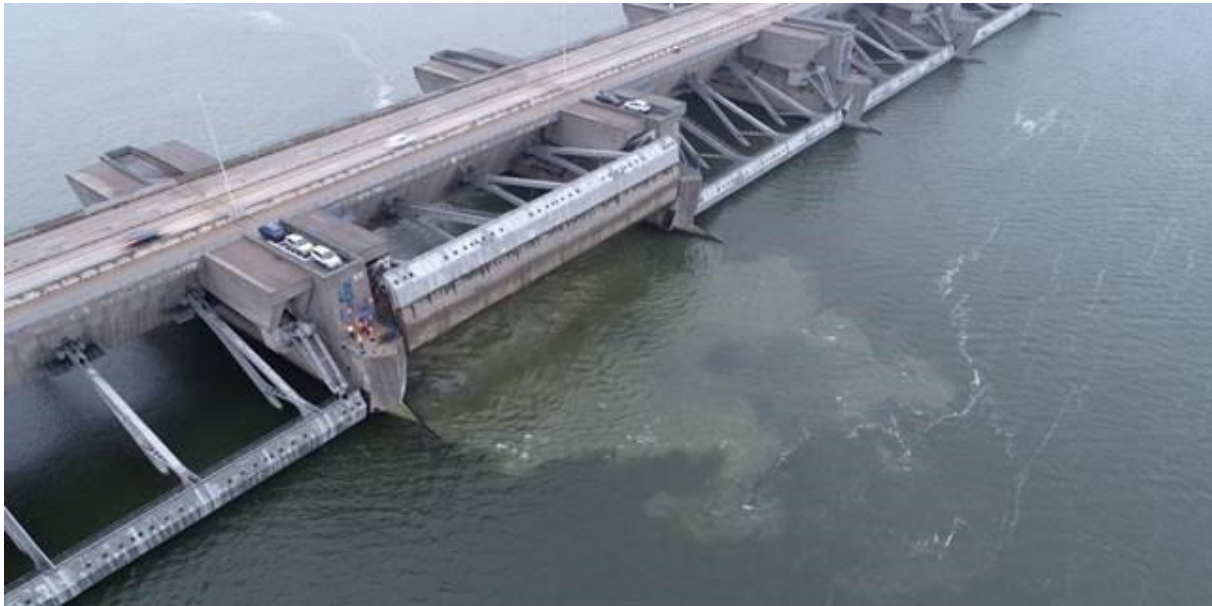


Figuur 3: Estuarium met dammen en stormvloedkeringen



Figuur 4: Brakwaterzone en waterinlaatpunten in het Haringvliet

Op 16 januari 2019 zijn de Haringvlietsluizen voor het eerst op een kier gegaan (zie figuur 5). Dit gebeurde nadat de Rijnafvoer na de extreme laagwatergebeurtenis van 2018 weer voldoende hoog was.

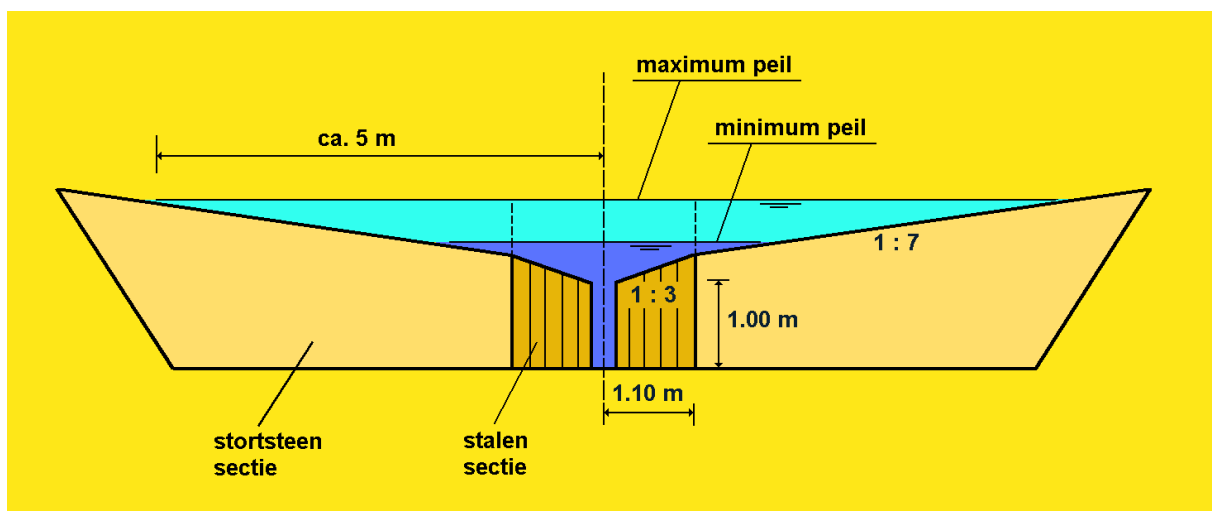


Figuur 5: Op 16 januari 2019 zijn de Haringvlietsluizen voor het eerst op een kier gezet. Foto: Rijkswaterstaat

2.2 Stuwen in de Nederrijn - Lek

De weg via de Nederrijn-Lek kunnen trekvissen inmiddels al nemen, omdat er in de periode 2001-2004 voor een totaalbedrag van € 9,2 miljoen drie vispassages dan wel bypasses zijn aangelegd aan de drie sluis- en stuwcomplexen aldaar (Driel (2001), Amerongen (2004) en Hagestein (2004)).

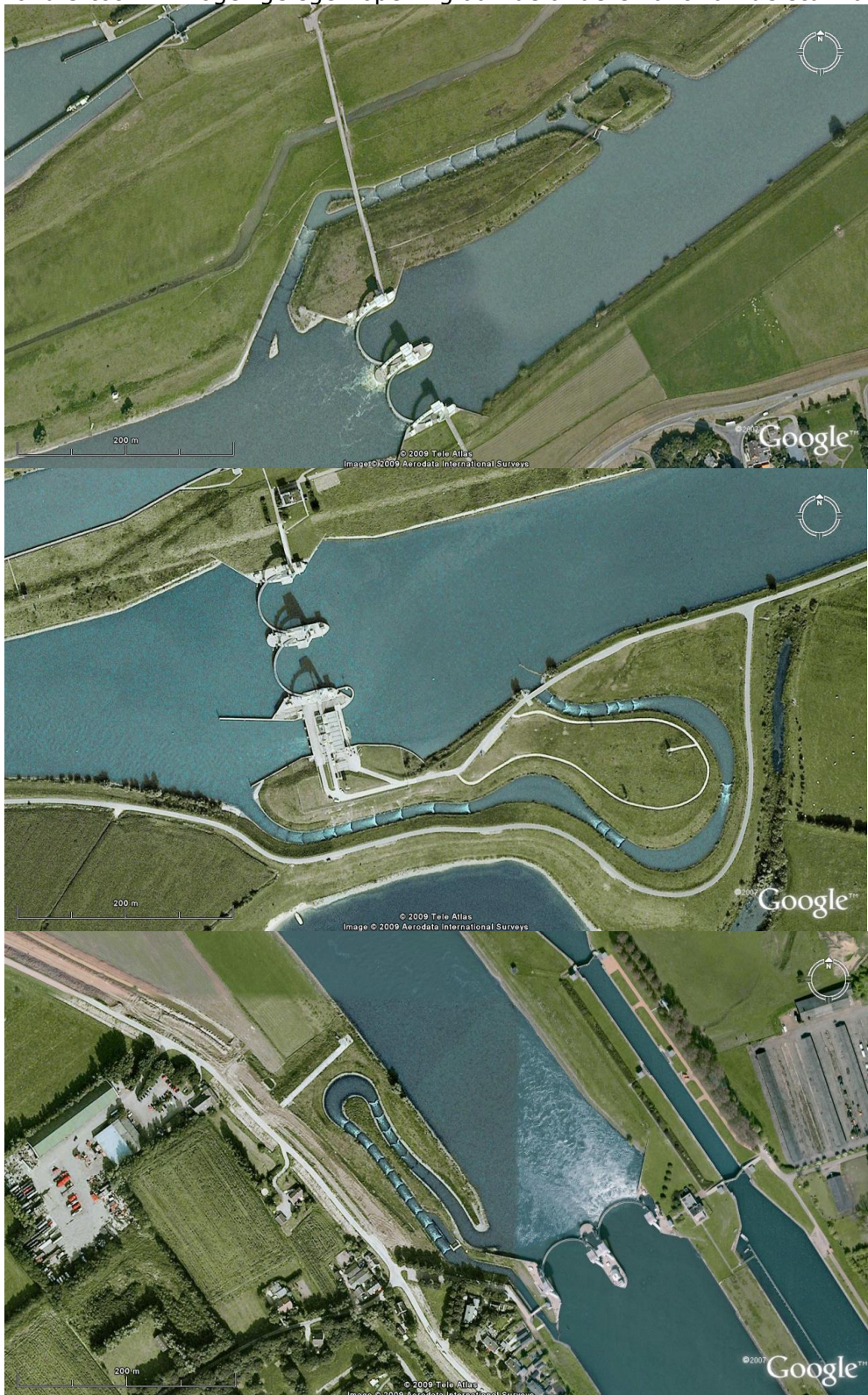
Bij alle drie stuwen in de Nederrijn-Lek is hetzelfde type vistrap toegepast: een bekkenvistrap met V-vormige overlaten en een sleuf tot de bodem in het midden (een zogenaamde "vertical slot", zie figuur 6).



Figuur 6: Schematische doorsnede van een drempel (bron: Rijkswaterstaat)

De vispassages liggen in een omleiding om de stuw heen (zie figuur 7). De lengtes van de passages variëren van rond 400 m (Hagestein) tot ruim 700 m (Amerongen). Het aantal bekkens en het verval per bekken is bij Driel 19 respectievelijk 0,15 m en van de

twee andere vispassages 24 respectievelijk 0,16 m. Zo kunnen vissen zoals de zalm de rond 3 tot 4 m hoger gelegen opening aan de andere kant van de stuw bereiken



Figuur 7: De drie stuwen en vistrappen in de Nederrijn-Lek (zelfde schaal) (bron: Rijkswaterstaat). Van boven naar onder: Driel, Amerongen, Hagestein

2.3 Afsluitdijk aan het IJsselmeer

De aanleg van de Afsluitdijk in 1932 had grote voordelen voor de veiligheid en de ontwikkeling van de Noord-Nederlandse economie. Maar de aanleg veroorzaakte ook schade aan de natuur. Twee grote Nederlandse natuurgebieden - de Waddenzee en de Zuiderzee - werden plotseling van elkaar gescheiden. Met als gevolg dat de visstand in het IJsselmeer en de Waddenzee terugliep en dat routes voor trekvis naar het Europese achterland werden geblokkeerd.

De Nederlandse overheid wil de ecologische verbinding tussen de Waddenzee en het IJsselmeer herstellen. Dat is goed voor de natuur en in het bijzonder voor de vis in beide belangrijke natuurgebieden. Tot in de jaren zeventig van de vorige eeuw zagen we de natuur bij onze strijd tegen het water vooral als tegenstander, die we buiten de deur moesten houden. Geleidelijk aan veranderde dit inzicht. Nu wordt geprobeerd om de natuur steeds meer te ontzien bij waterbouwkundige werken. De uitdaging én noodzaak is om de overgang tussen land en water op een vloeiender manier vorm te geven.

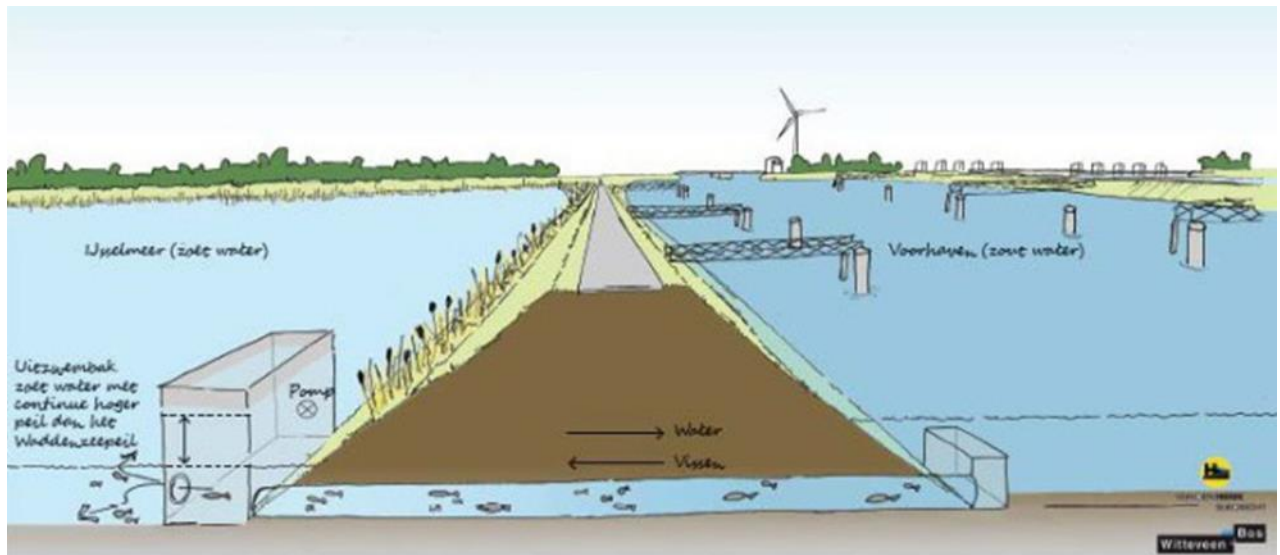
Langs de Afsluitdijk gaat het om drie projecten, waarvan de eerste twee al zijn afgerond:

- Vispassage Den Oever (sluiscomplex aan westzijde Afsluitdijk; kosten: € 1,9 miljoen);
- Visvriendelijk sluisbeheer: visvriendelijk spui- en schutsluisbeheer in Den Oever en Kornwerderzand (kosten € 0,5 miljoen), en zoutbeperkende maatregelen in Den Oever en Kornwerderzand vanwege het nieuwe spuiregime (aanleg zoutwaterafvoersysteem; kosten voor beide locaties samen: € 4,5 miljoen);
- Vismigratierivier in Kornwerderzand (sluiscomplex aan oostzijde Afsluitdijk; waarschijnlijke kosten: € 55 miljoen).

2.3.1 Vispassage Den Oever

De vispassage is officieel geopend tijdens de wereldvismigratiedag op 21 mei 2016. De eerste monitoringsresultaten laten zien dat er tienduizenden glasalen en stekelbaarsjes per nacht doorheen trekken.

De vispassage werkt als volgt: door de dijk is een leiding aangebracht, waar de vissen doorheen kunnen zwemmen. Dat doen ze echter niet zomaar. Vissen weten pas dat ze naar het IJsselmeer kunnen zwemmen zodra ze zoet water tegenkomen. Daarom is door Rijkswaterstaat aan de IJsselmeerkant een bak gemaakt. In deze bak wordt het waterpeil door middel van een pomp altijd hoger gehouden dan het peil op de Waddenzee. De vissen zwemmen dan tegen de stroom in naar het IJsselmeer (zie figuur 8, 9 en 10). Bij Kornwerderzand werd eerst gedacht aan eenzelfde soort vispassage, maar daar wordt nu gewerkt aan de vismigratierivier.



Figuur 8: Vispassage Den Oever



Figuur 9: Indruk van de omvang van de leiding (diameter 1,5 meter)



Figuur 10: Uitzwembak met de pomp in het IJsselmeer

2.3.2 Visvriendelijk spui- en schutsluisbeheer in Den Oever en Kornwerderzand (sinds 2015)

De sluiscomplexen in de Afsluitdijk bestaan uit schutsluizen ten behoeve van de scheepvaart en spuisluizen om zoet water uit het IJsselmeer op de Waddenzee te spuien (onder meer de afvoer van de IJssel, die 1/9 van het debiet van de Rijn krijgt).

In 2014 heeft Rijkswaterstaat onderzocht hoe de Afsluitdijk weer open gezet kan worden voor de vissen door middel van visvriendelijk spui- en schutsluisbeheer. Sinds 2015 is het visvriendelijke spui- en schutsluisbeheer operationeel.

Visvriendelijk schutsluisbeheer

Het systeem van een schutsluis (schip vaart sluis in, sluis gaat dicht, water wordt op gelijk niveau gebracht, sluis gaat aan de andere kant open en schip vaart uit) kan ook gebruikt worden door vissen; zij zwemmen vooral 's avonds en 's nachts. Rijkswaterstaat heeft in 2014 tests gedaan met visvriendelijk schutsluisbeheer door 's avonds de schutsluizen open te zetten voor vis. De eerste resultaten zijn veelbelovend: er gaan duizenden vissen per uur door een sluis.

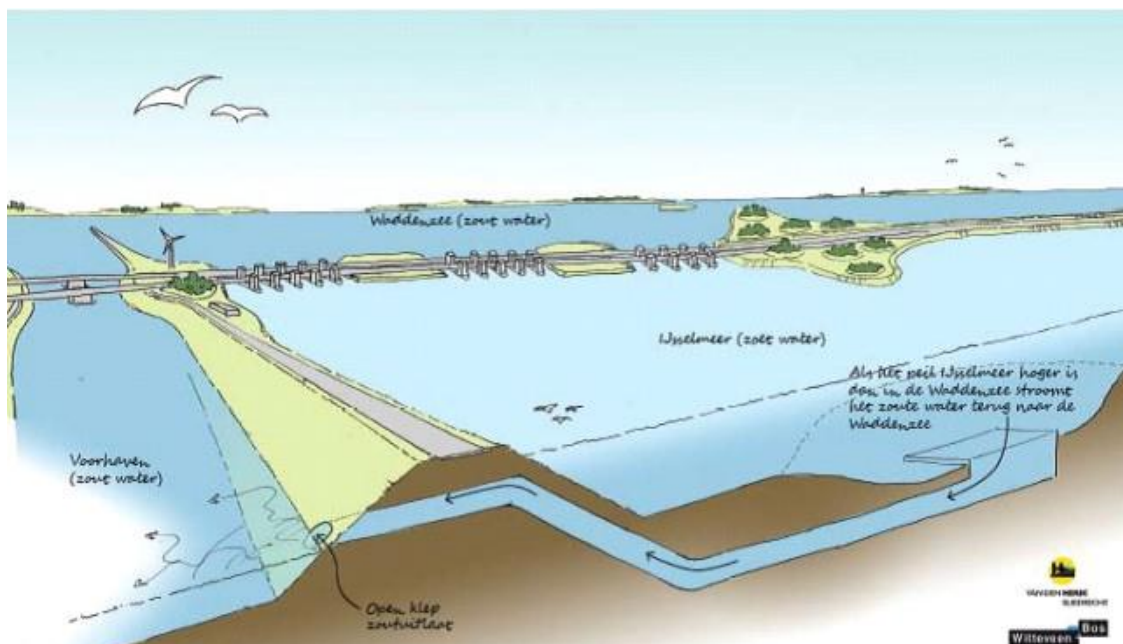
Visvriendelijk spuisluisbeheer met zoutwaterafvoersysteem

De Afsluitdijk heeft 25 spuikokers, die twee keer per dag het teveel aan water uit het IJsselmeer in de Waddenzee spuien. Miljoenen liters water stromen dan in korte tijd door de spuisluizen. Op die momenten kunnen vissen met de stroom mee door de sluis naar de Waddenzee zwemmen, maar voor de meeste vissoorten is de stroming te sterk om tegen de stroom in naar het IJsselmeer te zwemmen.

De spuisluizen zijn bedoeld om het overschot aan zoet water in het IJsselmeer te lozen op de Waddenzee. Ze gaan normaal gesproken pas open als de waterstand in de Waddenzee lager is dan in het IJsselmeer. Door de spuisluizen iets eerder open te doen, komt er water vanuit de Waddenzee het IJsselmeer binnen en kunnen een heleboel vissen naar binnen glippen. Het zoute water wat hiermee naar binnen komt, wordt afgevoerd via "zoutwaterafvoersystemen" (zie hierna). Visvriendelijk spuien kan meestal twee keer per etmaal worden toegepast. Alleen in tijden van droogte en bij extreem natte omstandigheden moet Rijkswaterstaat alle schuiven en kokers maximaal dicht houden of juist open zetten. Met deze vorm van visvriendelijk spuibehoor lukt het ook kleine vissen en zwakke zwemmers zich te verplaatsen van Waddenzee naar IJsselmeer.

Rijkswaterstaat heeft bij Den Oever en Kornwerderzand een zoutwaterafvoersysteem aangelegd om het zoute water wat met visvriendelijk sluisbeheer naar binnen komt af te voeren (zie figuur 11).

Het zoutwaterafvoersysteem werkt volgens het systeem van communicerende vaten. Zodra het waterpeil op de Waddenzee onder het peil van het IJsselmeer zakt, zorgt de waterdruk ervoor dat het water onder vrij verval via een buis vanuit het IJsselmeer naar de Waddenzee gaat stromen. Wanneer het peil op de Waddenzee stijgt tot boven het waterpeil van het IJsselmeer zal het systeem automatisch sluiten om zo water te "keren".



Figuur 11: Zoutwaterafvoersysteem



Figuur 12: Locaties maatregelen Den Oever: aanleg vispassage, aanleg zoutwaterafvoersysteem, visvriendelijk schut- en spuilsuisbeheer



Figuur 13: Locaties maatregelen Kornwerderzand: zoutwaterafvoersysteem, visvriendelijk schut- en spuisluisbeheer

2.3.3 Vismigratierivier Kornwerderzand

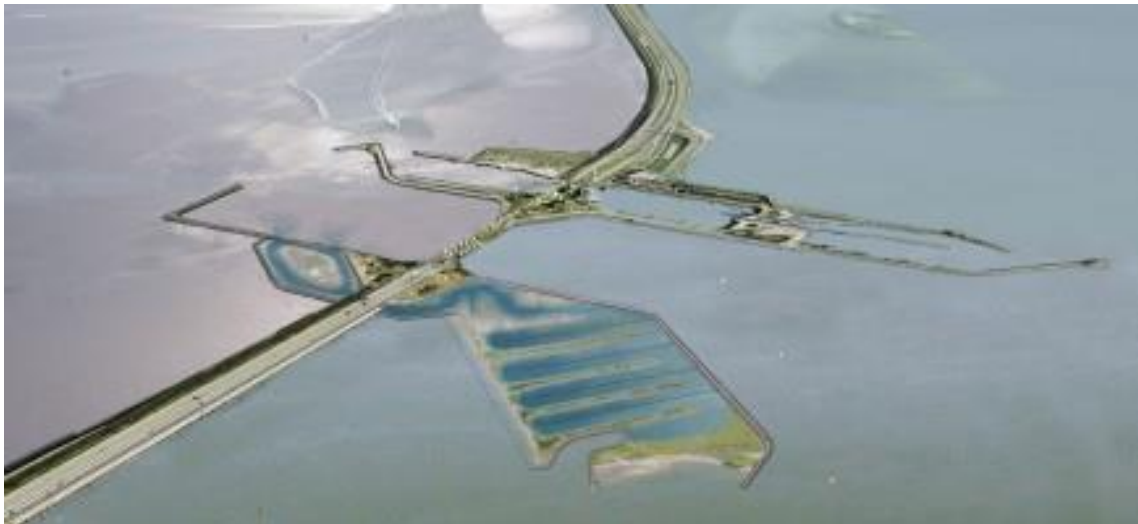
De geplande Vismigratierivier Afsluitdijk, die begin 2019 wordt aangelegd en waarschijnlijk in 2023 zal worden opgeleverd, kan worden gezien als een kilometerslang ecoduct in het water (zie figuur 14). Door de lengte van de rivier kunnen vissen geleidelijk wennen aan de overgang tussen zout en zoet water. Ze kunnen er een tijdje verblijven en zwemmen daarna door naar hun voortplantingsgebieden in en voorbij het IJsselmeer. Bij hun tocht van de Waddenzee naar het IJsselmeer krijgen de vissen een extra duwtje in de rug van het binnentrekkend getij.

De Vismigratierivier begint te stromen als het eb wordt op de Waddenzee. Het zoete water van het IJsselmeer stroomt de Waddenzee in. Wanneer het water stijgt, komt de rivier tot stilstand. Bij vloed stroomt er zout water de rivier in en stroomt de rivier dus de andere kant op: een heel bijzonder kenmerk van de Vismigratierivier.

Sterke zwemmers, zoals zalm en zeeforel, zwemmen graag tegen de zoete stroom in. Zij kunnen nu bij laag water op eigen kracht het zoete IJsselmeerwater bereiken. Bot, jonge paling, spiering en driedoornige stekelbaars zijn zwakkere zwemmers. Zij laten zich meevoeren op de vloedstroom om het IJsselmeer te bereiken. Zo biedt de Vismigratierivier op elk moment van de dag, het hele jaar rond en voor alle soorten trekvis een optimale kans om de barrière te passeren.

De Vismigratierivier kan aan beide kanten worden afgesloten. Dit, en de lengte van de rivier, zorgen ervoor dat er geen zout water in het IJsselmeer kan komen. Dit is belangrijk, want het zoete IJsselmeerwater is een belangrijke bron voor drinkwater en landbouwwater. Ook de veiligheidsfunctie van de Afsluitdijk blijft met de Vismigratierivier gewaarborgd. De afsluiting van de Vismigratierivier Afsluitdijk voldoet aan de eisen van de primaire waterkering.

Op 22 maart 2018 is het bezoekerscentrum Afsluitdijk Wadden Center geopend. Voor meer informatie over de vismigratierivier (ook een animatiefilm) zie www.deafsluitdijk.nl/projecten/vismigratierivier/ (deels in het Engels).



Figuur 14: Vismigratierivier Kornwerderzand (ontwerp)

2.4 Waterbouwkundige maatregelen aan de Duits-Franse Bovenrijn en ontstaansgeschiedenis van de stuwen

De Duits-Franse Bovenrijn vertoonde nog aan het begin van de negentiende eeuw de kenmerken van een ongetemde rivier met veel vertakkingen tussen Bazel/Hüningen en Lauterbourg/Au; de loop van de Rijn was ruim vertakt en in het Noorden was er een meanderzone. Met de correctie van de Rijn volgens de plannen van Johann Gottfried Tulla (1770-1828) is er een systematische hoogwaterveiligheid vanaf Bazel tot benedenstrooms van Mannheim gerealiseerd. Er zijn volgens de plannen van Tulla eerste werkzaamheden in de periode 1840-1884 op het grenstraject tussen Baden en Frankrijk (Bazel tot de monding van de Murg/alte Lauter) uitgevoerd die ertoe hebben geleid dat de ruim vertakte, ongetemde rivier in een uniforme, gelijkmatig stromende rivier veranderde. In de periode 1817-1861 zijn benedenstrooms van deze monding veel meanders weer rechtgetrokken en zijn daardoor de lussen recht of links daarvan afgetakt.

Deze correctie heeft ertoe geleid dat de Rijn tussen Bazel en Worms niet meer 354 km lang is maar 273 km. Door het gesloten rivierbed en de gestabiliseerde uiterwaarden kon er een uniform, nagenoeg gesloten dijksysteem op 0,5 - 3 km afstand van de bedding bij middelbare waterstand van de Rijn worden aangelegd (het dijksysteem van Tulla). De bodem van de Rijnbedding was na de correctie blootgesteld aan meer erosie. Dit geldt vooral voor het traject tussen Kembs/Istein en Vogelgrün/Breisach. De bedding kwam op dit traject tussen 1860 en 1960 steeds dieper te liggen (op bepaalde plekken zelfs tot 7 m). Daardoor kon de Rijn op dit traject, zelfs in geval van grote overstromingen niet meer naar de uiterwaarden stromen. Voor de verdere verbetering van de omstandigheden voor de scheepvaart zijn er in de gecorrigeerde bedding van de Rijn na elkaar meerdere maatregelen genomen voor de regulering van het laagwater (1907 - 1924 benedenstrooms van Straatsburg en 1930 - 1963 tussen Straatsburg en Bazel) om bovengenoemde effecten te reduceren.

Er zijn vijf stuwen en acht waterkrachtcentrales aangelegd op het Rijntraject tussen Bazel (Rijnkm 179) en Straatsburg (Rijnkm 291,5) om gebruik te maken van waterkracht (op basis van het Verdrag van Versailles van 1919) en om de omstandigheden voor de scheepvaart verder te verbeteren. Vier waterkrachtcentrales liggen in het Elzaskanaal die in de periode 1928 - 1959 is aangelegd tussen Bazel en Breisach (Rijnkm 226).

De aanleg van het Elzaskanaal en de bouw van het complex in Kembs startten in 1928. De centrale, de sluizen en de stuw werden in 1932 in gebruik genomen, maar zwaar beschadigd tijdens de Tweede Wereldoorlog. Na de oorlog volgde de wederopbouw; in 1946 werd de voorziening genationaliseerd en overgedragen aan Electricité de France (EDF), dat net was

opgericht. Dit vormde het startschot voor de moderne inrichting van de Rijn met de opeenvolgende aanleg van drie centrales met sluizen in Ottmarsheim (1952), Fessenheim (1956) en Vogelgrün (1959).

Zodoende werden er vier centrale-sluizen-en-stuwcomplexen in gebruik genomen.

In het Duits-Franse Verdrag, dat in 1956 in Luxemburg is ondertekend, werd bepaald dat het Elzaskanaal niet verder zou worden doorgetrokken, zodat Duitsland bereikbaar bleef voor de scheepvaart en havens kon bouwen. Besloten werd om een nieuw soort structuur aan te leggen, bestaande uit "lokale" wateromleidingen, d.w.z. korte kanaaltrajecten met daarop centrales en sluizen, waarbij het water na elk traject steeds weer in de Rijn teruggeleid wordt. Dit zijn de zogenaamde "meanders" van de Rijn tussen Vogelgrün en Straatsburg.

Dankzij deze aanpassing is de bevolking op de oevers van de Rijn beschermd tegen overstromingen die een keer om de duizend jaar voorkomen (tegen een keer om de tweehonderd jaar voor de aanpassing).

Er werden vier stuwen in omleidingstrajecten aangelegd: Marckolsheim (1961), Rhinau (1963), Gerstheim (1967) en Straatsburg (1970). Door de stuw voor peilbeheer bij Breisach in de oude loop van de Rijn te bouwen wordt de grondwaterstand verder bovenstrooms ondersteund, die als gevolg van de aanleg van het Elzaskanaal was gedaald.

In 1969 kwamen Frankrijk en Duitsland overeen om samen benedenstrooms van Straatsburg twee "riviercentrales" voor de opwekking van hydro-elektriciteit aan te leggen, te weten Gamsheim (Rijnkm 309, 1974) en Iffezheim (Rijnkm 334, 1977).

2.5 Iffezheim

Dankzij de vispassage die in **2000** in gebruik is genomen (kosten: € 10 miljoen, onderzoeken niet inbegrepen) hebben vissen toegang tot de **Ill** (FR) en de **Rench** (DE), twee zijrivieren van de Rijn.

Het systeem van de Ill en zijn zijrivieren bevat ongeveer 100 ha potentiële paaihabitat (Ill: 5 ha; Bruche: 25 ha; Giessen: 8 ha; Liepvrette: 6 ha; Weiss: 8 ha; Fecht: 15 ha; Lauch: 7 ha; Thur: 16 ha; Doller: 11 ha).



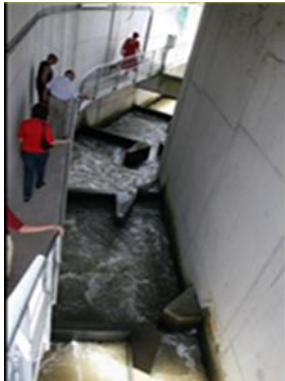
Figuur 15: Stuw van Iffezheim

Technische kenmerken van de vispassage van Iffezheim:

- **Valhoogte:** 11 meter
- **Drie ingangen:** Twee aan de linkeroever tegen de fundering van de stuw: zeer turbulente zone die bereikbaar en aantrekkelijk is voor rheofiele- en trekvissoorten, één ingang aan de oever voor slechtere zwemmers.
- Een **verdeelbekken** waar de afvoer over de drie ingangen wordt verdeeld en stroomopwaartse trekkende vissen gegroepeerd en naar de opeenvolgende bekkens

geleid worden. In het verdeelbekken komt het debiet van de bekkens ($1 \text{ m}^3/\text{s}$) samen met een lokstrooming ($12 \text{ m}^3/\text{s}$) die bovenstrooms van de stuw wordt onttrokken.

- **Opeenvolgende bekkens:** Aantal: 37, hoogteverschil tussen de bekkens: 30 cm, oppervlak: 15 m^2 , lengte: 4,5 m, breedte: 3,3 m, diepte: 1,5 m; ontworpen om zoveel mogelijk vissoorten stroomopwaarts te laten trekken (twee verschillende passages).



Figuur 16: Opeenvolgende bekkens van de vispassage

- **Observatiekamer:** In het op een na laatste bekken is in een van de wanden een kijkvenster ingebouwd in een zone waar het water terugstroomt (en de vissen even halt houden).



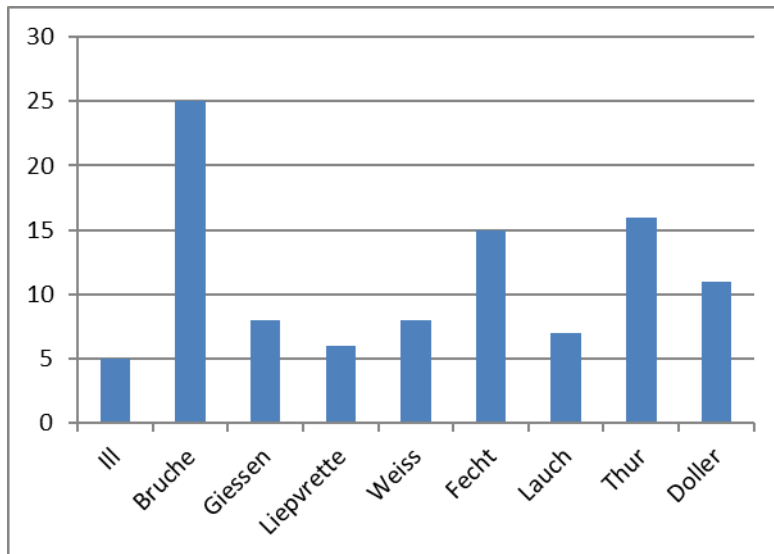
Figuur 17: Observatiekamer

- Installatie van een onderwatercamera voor videomonitoring en een vangststelsel.



Figuur 18: Videomonitoring

Aan de stuw van Iffezheim hebben er in de periode 2009-2013 werkzaamheden plaatsgevonden om de waterkrachtcentrale uit te rusten met een vijfde turbine, wat de werking van de vispassage duidelijk heeft verstoord. Sinds de beëindiging van de bouwwerkzaamheden wordt de passage weer gebruikt door vissen. In het najaar van 2018 zijn onder meer de lokstrooming en het vangst-/telstation aan de vispassage in Iffezheim geoptimaliseerd voor een totaal bedrag van € 252.500. Resterende werkzaamheden aan het telstation worden in de eerste helft van 2019 uitgevoerd. Voor 2019 staat er tevens een visecologische monitoring gepland om de functionaliteit van de geoptimaliseerde vispassage te controleren, zoals in het kader van de inbouw van de vijfde turbine was opgelegd aan de beheerder.



Figuur 19: Habitats voor zalm (in ha) in de rivieren van het Illsysteem en toegang tot de habitats afhankelijk van welke vispassages aan stuwen open zijn

In de hoofdstroom van de Ill zijn vandaag dertien stuwen passeerbaar en al tal van maatregelen uitgevoerd om de habitatkwaliteit te verbeteren. In de **Rench** (19 ha paaigebied) zijn er vijftien stuwen passeerbaar gemaakt en veel habitats verbeterd. Er zijn nog meer maatregelen gepland.

2.6 Gambsheim

De vispassage met bezoekerscentrum, observatie- en telstation die in **2006** in gebruik is genomen (kosten: € 12 miljoen, onderzoeken niet inbegrepen), biedt vissen toegang tot 68 ha paa habitat in de **Kinzig** (DE-BW). In het deel van de Kinzig dat is aangewezen als herintroductiegebied voor de zalm zijn negentien stuwen passeerbaar gemaakt voor trekvis en tal van habitats verbeterd. Onder meer in het kader van de implementatie van de KRW zijn er ook buiten het herintroductiegebied voor de zalm in de Kinzig nog maatregelen gepland.

Technische kenmerken van de vispassage van Gambsheim:

De vispassage bestaat uit verschillende onderdelen:

- Een **tweehonderd meter lange vispassage (cascade)**, die bestaat uit 39 kleine bekkens. Het gemiddelde debiet bedraagt 1,2 m³/s. Elk bekken is 4 m lang, 3,3 m breed en 1,65 m diep. Het hoogteverschil tussen twee opeenvolgende bekkens bedraagt 25 cm. Na elke kleine trap kunnen vissen in het bovenstroomse bekken uitrusten.
- **Twee turbines van een microcentrale** zijn samen goed voor een vermogen van 1100 kW en produceren tevens elektriciteit. Ze ontvangen water vanuit het bovenste bekken en genereren een lokstroom tussen 11 en 15 m³/s.

- Een **verdeelbekken** waar de afvoer over de drie ingangen wordt verdeeld en stroomopwaartse trekkende vissen gegroepeerd en naar de opeenvolgende bekkens geleid worden. In het verdeelbekken komt het debiet van de bekkens (1 m³/s) samen met een lokstrooming.
- Er zijn **drie ingangen van de vispassage**:
 - twee ingangen voor langeafstandstrekvisen die worden aangetrokken door de turbulentie vanuit de turbines;
 - een ingang in rustiger water voor lokale vissoorten en macrofauna.



Figuur 20: Vispassage aan de stuw van Gamsheim

2.7 Straatsburg

De ligging van de knelpunten in de Duits-Franse Bovenrijn tussen Straatsburg en Bazel, en in de benedenloop van de Ill kan worden overgenomen van kaart K7 in het tweede SGBP Rijn, versie van december 2015.

De vispassage (bekkentrap met bypass en telstation, kosten: € 19 miljoen, onderzoeken niet inbegrepen) is in december 2015 onder water gezet (zie figuren 24 tot 27) De officiële inwijding heeft op 19 mei 2016 plaatsgevonden in het kader van het "Fête de la nature" (natuurfestival) en de Wereldvismigratiedag. Op dit moment wordt de afvoer voor de lokstrooming geoptimaliseerd.

Technische kenmerken van de vispassage van Straatsburg:

Deze nieuwe vispassage bestaat uit de volgende onderdelen:

- dubbele ingang: één voor "langeafstandstrekvisen" en één voor "lokale vissen";
- opeenvolging van achttien betonnen bekkens;
- pseudonatuurlijke rivier (lengte: 500 m, breedte: 5,5 m);
- opnieuw een opeenvolging van achttien betonnen bekkens.

Bovenstrooms van de bypass bevindt zich een telkamer waar het aantal passerende vissen wordt opgetekend. In 2016, 2017 en 2018 zijn hier respectievelijk 5, 27 en 8 zalmen geteld.



Figuur 21: Verschillende onderdelen van de vispassage in Straatsburg



Figuur 22: Bekkens van de vispassage in Straatsburg



Figuur 23: Ingang van de vispassage in Straatsburg en lokstroming



Figuur 24: Rivier voor stroomopwaartse vismigratie om de centrale heen in Straatsburg

2.8 Gerstheim

De vispassage in Gerstheim (kosten: € 15 miljoen) is op 15 oktober 2018 onder water gezet en is sinds het voorjaar van 2019 operationeel. Er is een telstation voor vissen gepland. De opbouw van de vispassage is vergelijkbaar met die van de vispassage van Straatsburg. Het enige verschil is dat de lokstrooming in Gerstheim door een pomp wordt gegenereerd en niet door een turbine.



Figuur 25: Vispassage in Gerstheim. Foto's: EDF

De nieuwe vispassages in Straatsburg en Gerstheim zouden trekvisen toegang geven tot 59 ha potentiële paaigrond (voor de zalm) in het **Elz-Dreisamsysteem**, als tegelijkertijd ook aan drie vaste drempels (1-2 m valhoogte) in de oude Rijnbedding van de meanders van Gerstheim (één) en Rhinau (twee) de stroomopwaartse passeerbaarheid mogelijk wordt gemaakt, zodat vissen stroomopwaarts kunnen zwemmen via het Leopoldkanaal (zie kaart K7 in het tweede SGBP Rijn, versie van december 2015 en hoofdstuk 2.9.6).

Tussen 2000 en 2015 zijn er al 38 knelpunten weggewerkt in het Elz-Dreisamsysteem. Dankzij deze maatregelen is er al 85 km rivier passeerbaar in het Elz-Dreisamgebied. Voor 2018 zullen er nog tien hindernissen worden weggehaald en voor 2027 nog eens dertig (totale kosten voor de Elz en de Dreisam: € 25 miljoen).

2.9 Rhinau, Marckolsheim en Vogelgrün

De drie migratiebarrières in de omleidingstrajecten van de Duits-Franse Bovenrijn, te weten Rhinau, Marckolsheim en Vogelgrün vormen op dit moment onoverkomelijke hindernissen tussen het over een lange afstand passeerbare, benedenstroomse deel van de hoofdstroom van de Rijn en de rivieren verder bovenstrooms, die al beperkt passeerbaar zijn voor grote trekvisen (zie kaart K7 in het tweede SGBP Rijn, versie van december 2015):

- de oude loop van de Rijn: 64 ha (zalm)habitat, zie hoofdstuk 2.9;
- de Hoogrijn en de Aare inclusief hun zijrivieren (Bazel en omstreken: Birs, Wiese en Ergolz: 44 ha, hoofdstroom van de Rijn: 60 ha, Aaresysteem: 200 ha; verbouwing van 61 knelpunten, zie hoofdstuk 2.11).

Ze leveren specifieke, technische uitdagingen op die anders zijn dan de uitdagingen aan de vispassages aan verder benedenstrooms gelegen stuwen (moeilijkheden met de lokstroming, ligging van de sluizen, passage van verschillende soorten, investeringskosten, enz.).

Het herstel van de ecologisch duurzame vispasseerbaarheid aan de drie stuwen in de Duits-Franse Bovenrijn (Rhinau, Marckolsheim en Vogelgrün) en aan de vaste drempels in de meanders van de oude loop van de Rijn, alsmede het beter vindbaar maken van de vispassage aan de stuw voor peilbeheer in Breisach staan centraal in de activiteiten van de ICBR-projectgroep ORS.

2.9.1 Rhinau

In Rhinau, Marckolsheim en Vogelgrün heersen andere hydraulische omstandigheden dan aan de andere waterkrachtcentrales op de Duits-Franse Bovenrijn, zoals bijv. Gerstheim, omdat deze drie locaties zijn uitgerust met Kaplan-turbines in plaats van bulb-turbines en er geen doorgaande plaat boven de zuigleidingen ligt. Daarom moest eerst de optimale locatie van de inzwemopening en de lokstroming worden achterhaald voor de lokale stromingsomstandigheden. De École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) heeft in opdracht van EDF de afvoeren benedenstrooms van de waterkrachtcentrale in Rhinau geanalyseerd met behulp van een fysiek model dat is gekoppeld aan digitale simulaties. De beste locatie voor de ingangen van de stroomopwaartse vismigratievoorziening in Rhinau blijkt voor alle configuraties van het turbinebeheer het uiteinde van de rechter- en de linkeroever te zijn. Ingangen die dicht bij de overstorten liggen, zijn niet interessant.

De technische voorwaarden voor de twee ingangen benedenstrooms van Rhinau, die zowel voor vaste vispassages als voor de vangst- en transportmaatregel zijn onderzocht, zijn gedefinieerd. Omdat Frankrijk de tot dusver geplande vangst- en transportmaatregel voor de vissen in de Duits-Franse Bovenrijn in de zomer van 2018 heeft losgelaten, is er geen vergunningsaanvraag voor desbetreffende bouwkundige maatregelen aan de stuw van Rhinau ingediend bij de Franse autoriteiten.

2.9.2 Marckolsheim

De resultaten van het onderzoek naar de beste plaatsing van de inzwemopening van de stroomopwaartse vismigratievoorziening in Rhinau (zie hierboven) kunnen worden doorvertaald naar de stuw in Marckolsheim, omdat de hydraulische omstandigheden hier hetzelfde zijn.



Figuur 26: Stuw in Vogelgrün

2.9.3 Vogelgrün

Het herstel van de passeerbaarheid in Vogelgrün is bijzonder complex. Stroomopwaarts trekkende vissen moeten van het gebied benedenstrooms van de centrale in het Elzaskanaal onder/over de schutsluizen en het eiland in de Rijn heen naar de oude loop van de Rijn geraken (zie figuur 27).

Voor de passage onderlangs de wkc van Vogelgrün d.m.v. een vispassagebrug, de daaropvolgende passage van de schutsluizen en de overbrenging van vissen naar de oude loop van de Rijn kon de PG ORS twee technisch en visecologisch haalbare hoofdoplossingen uitwerken:

1. Oplossing via hooggelegen punt
2. Tunnel-/duikeroplossing

De visdeskundigen die in het kader van de PG ORS zijn geraadpleegd, verwachten dat de tunnel-/duikeroplossing een hogere effectiviteit heeft voor vissen dan de oplossing via het hooggelegen punt.

De kosten voor de aanleg van stroomopwaartse vismigratievoorzieningen in Rhinau, Marckolsheim en Vogelgrün (met de oplossing via het hooggelegen punt van Larinier/Travade) zijn in de haalbaarheidsonderzoeken geraamd op in totaal € 150 miljoen. De door EDF geraamde kosten van een tunnel-/duikeroplossing in Vogelgrün bedragen ca. € 80 miljoen, en liggen ongeveer in dezelfde orde van grootte als de oplossing via het hooggelegen punt (€ 70 miljoen). De ingangen inclusief de oversteek over de overstort en het systeem om lokstroom te genereren maken ongeveer 80% van de kosten uit voor Rhinau en Marckolsheim. De schatting van EDF is dat de totale kosten voor deze stuwen veel hoger zullen zijn dan in Straatsburg, vooral als gevolg van het feit dat er aan beide oevers een systeem wordt aangelegd om lokstroom te genereren.

De planning van de inzwemopeningen van de vispassage geldt zowel voor de oplossing via het hooggelegen punt als voor de tunnel-/duikeroplossing. Ze is gebaseerd op de uitkomst van het onderzoek naar de beste plaatsing van de lokstroom voor de stroomopwaartse vismigratievoorziening in Rhinau (zie hoofdstuk 2.9.1), die kan worden doorvertaald naar de

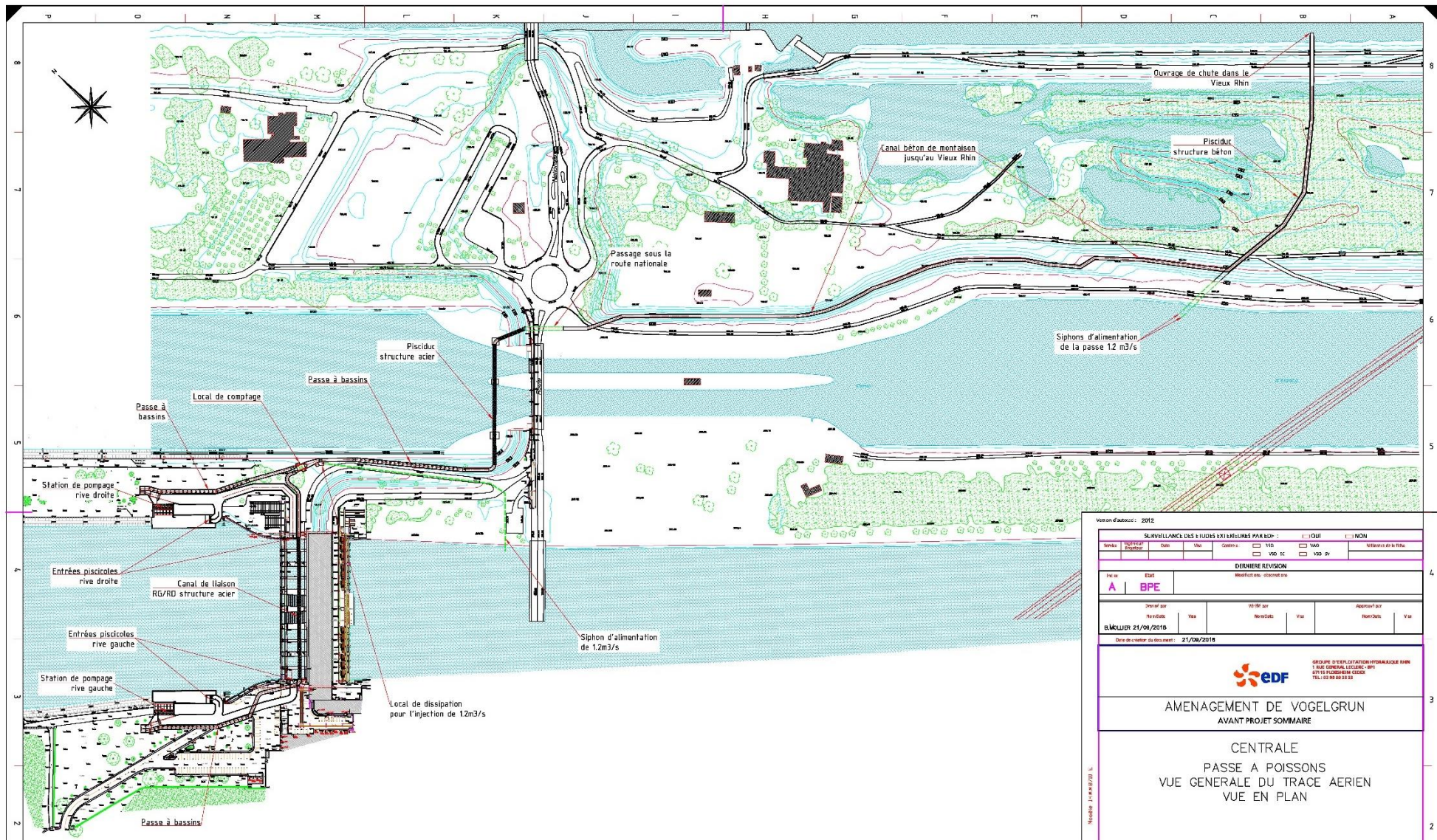
stuw in Vogelgrün, omdat de hydraulische omstandigheden daar hetzelfde zijn. Aan beide oevers komen telkens twee ingangen aan de zijkant van het kanaal en twee ingangen in de buurt van de turbines bij de oever met een lokstroom van in totaal 15 m³/s. Om een lokstroom te genereren die goed vindbaar is, wordt een valhoogte aan de ingangen voorzien van 30 cm. Deze hoogte kan volgens EDF nog worden aangepast. De overige hoogteverschillen tussen de bekkens zijn 20 cm.

Ongeveer ter hoogte van de centrale stromen de twee vispassages komend van de ingangen op de linker- en de rechteroever samen in een kamer. Hier bevindt zich een telstation waarin de vissen van de twee oevers apart kunnen worden geregistreerd. Om ervoor te zorgen dat beide vispassages voldoende debiet hebben, wordt hier door middel van een leiding vanuit het stuwpand bovenstrooms van de centrale extra debiet toegevoegd (1,2 m³/s). Tot hier verlopen de oplossing via het hooggelegen punt en de tunnel-/duikeroplossing op dezelfde manier.

2.9.4 Oplossing via hooggelegen punt

Frankrijk heeft de oplossing via het hooggelegen punt, die oorspronkelijk door de ingenieurs Travade en Larinier is voorgesteld, medio 2015 als technisch haalbaar aangewezen (zie figuur 27). In de oplossing met het hooggelegen punt worden vissen door middel van een vispassagebrug over de sluizen geleid, waarna ze via een tweede brug over het eiland in de Rijn zwemmen en met een afdaalvoorziening de oude loop van de Rijn bereiken. Deze oplossing bevindt zich in de ontwerpfase.

Van het stuwpand benedenstrooms van de centrale tot de sluis is er een bekkenpassage met een waterdiepte van 1,80 m die de vissen ca. 10 m omhoog voert. Vervolgens gaan de vissen via een vispassagebrug over een hooggelegen punt op 196,80 m over de sluizen en het eiland in de Rijn heen naar de oude loop van de Rijn. Voor de ruwheid van de vispassagebrug is nu nog geen ontwerp gemaakt. Het traject heeft een totale lengte van 2.100 m, een stroomsnelheid van 0,5 m/s, een verval van 0,01 % en een waterdiepte van 1,40 m. Voor het hoogteverschil van 5 m tussen de vispassagebrug en de oude loop van de Rijn is een afdaalvoorziening gepland, die lijkt op het visliftsysteem in Golfech op de Garonne. De vissen zwemmen een kamer in die is afgesloten met wegklapbare roosters, waardoor de dieren geen rechtsomkeert meer kunnen maken. Een klep boven het rooster gaat regelmatig open, waarna de vissen via een glijbaan in de oude loop van de Rijn worden afgelaten.



Figuur 27: Verloop oplossing via hooggelegen punt uit voorlopig ontwerp van EDF

2.9.5 Tunnel-/duikeroplossing

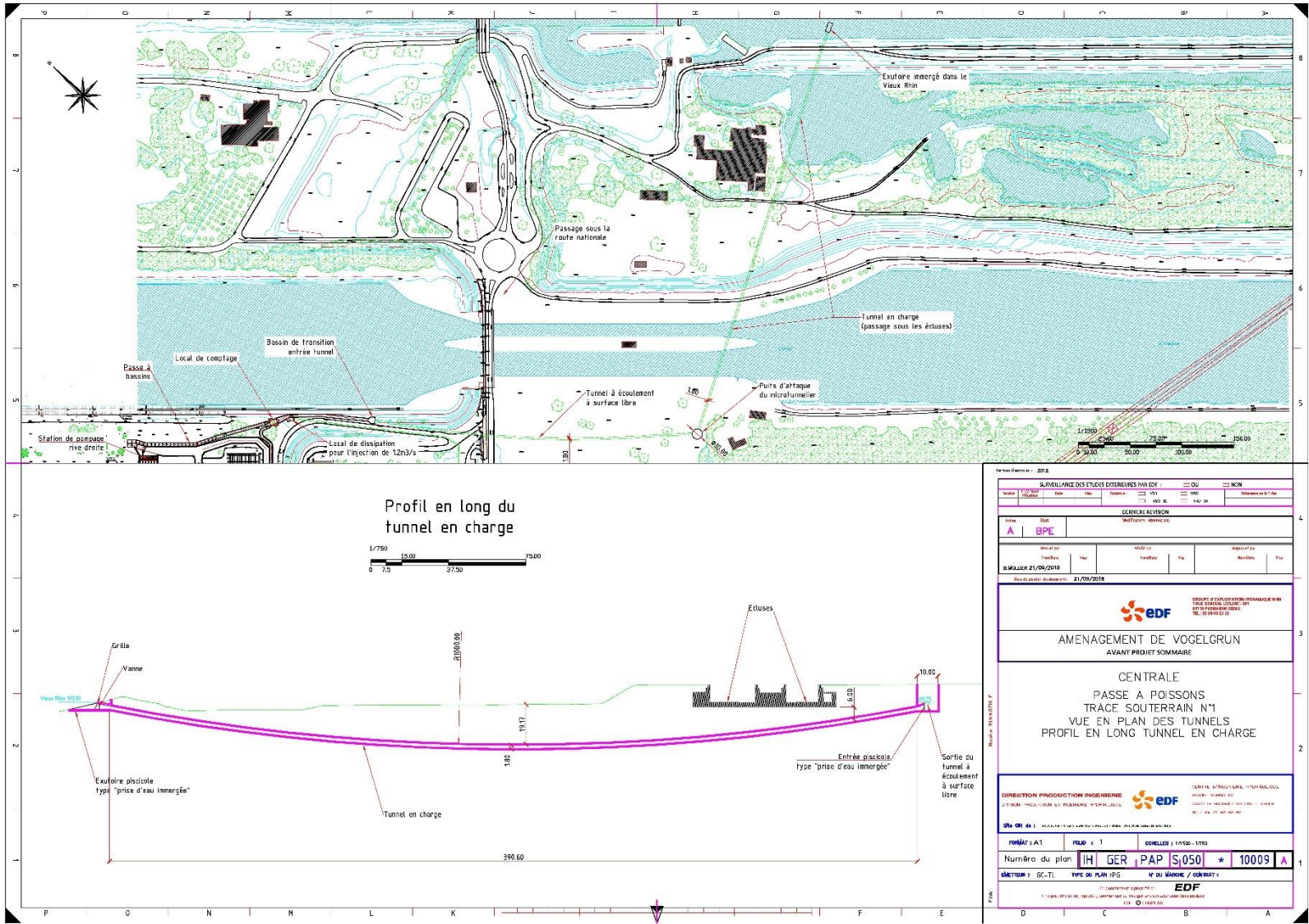
Als alternatief voor de passage over de schutsluizen via een hooggelegen punt heeft Frankrijk/EDF de tunnel-/duikeroplossing onderzocht, d.w.z. een kanaal met vrij wateroppervlak tot de bovenstroomse voorhaven van de sluis met hierop aansluitend een volledig met water gevulde tunnel in de vorm van een duiker onder de bovenstroomse voorhaven door. Frankrijk/EDF heeft deze oplossing als technisch haalbaar beoordeeld en hiervoor een voorlopig ontwerp gemaakt (zie figuur 28). De Duitse, Nederlandse en Zwitserse delegatie hebben technische informatie over duikers en veel resultaten van visecologisch onderzoek in verband met het gedrag van vissen in duikers naar EDF gestuurd. Vergeleken met de oorspronkelijk besproken oplossing van een tunnel met een vrij wateroppervlak biedt een duiker meer speelruimte ten aanzien van de noodzakelijke waterhoogtes voor de passage van de overstort.

De positie van de inzwemopeningen van de vispassage aan de linker- en de rechteroever en de samenkomst van beide kanten inclusief telstation zijn in de tunnel-/duikeroplossing hetzelfde als in de oplossing via het hooggelegen punt (zie hoofdstuk 2.9.3). Pas vanaf het verdere verloop achter het telstation ter hoogte van de centrale zijn de twee oplossingsvarianten verschillend.

In eerste instantie was er sprake van een tunneloplossing waarmee vissen via een volledig met water gevulde, meer dan 160 m lange tunnel (duiker met een diameter van 2,50 m) onder de sluizen door zouden worden gevoerd. Aan de ingang van de duiker hadden de vissen rond 11,4 m naar beneden moeten afdalen en aan de uitgang rond 10,9 m naar boven moeten komen.

In een nieuw concept dat EDF in het kader van de ontwerpfase voor de tunneloplossing heeft ontwikkeld, worden vissen via een 900 m lang circuit, bestaande uit een bekkenpassage en een tunnel met een vrij wateroppervlak die enkele meters achter het telstation begint, met daarop aansluitend een 400 m lange duiker op een diepte van 4-6 m onder de sluizen en het eiland in de Rijn door direct naar de oude loop van de Rijn geleid (zie figuur 28). De duiker heeft een diameter van 1,80 m (afhankelijk van welke tunnelboormachine er wordt gekozen, is een diameter tot 2 m technisch haalbaar) en de stroomsnelheid bedraagt 0,5 m/s. Het diepste punt van de duiker ligt ongeveer 20 m onder het waterpeil aan de inlaat van de duiker. De vissen moeten in deze oplossing in totaal ca. 4 m omhoog in een bekkenpassage, die hen naar de ingang van de tunnel leidt.

Naast een volledig met water gevulde duiker hebben de deskundigen van de PG ORS ook een duiker met een vrij wateroppervlak voorgesteld. Gelet op de technische randvoorwaarden die met laatstgenoemde duiker gepaard gaan is deze optie niet verder bekeken.



Figuur 28: Schema verloop tunnel-/duikeroplossing benedenstrooms van de sluizen (voorlopig ontwerp EDF)

Visecologische aspecten van de oplossing via het hooggelegen punt en de tunnel-/duikeroplossing

In het kader van de PG ORS is met de hulp van internationale visdeskundigen vastgesteld dat zowel de oplossing via het hooggelegen punt als de tunnel-/duikeroplossing vanuit visecologisch oogpunt mogelijk zijn. De deskundigen hebben geconstateerd dat elke meter die vissen extra omhoog moeten, de visecologische effectiviteit van de voorziening verlaagt, omdat hierdoor de verblijftijd in de vispassage toeneemt en vissen vermoeid raken. Omdat de bekkenpassage in de oplossing via het hooggelegen punt ca. 10 m omhoog gaat en in de tunnel-/duikeroplossing slechts ca. 4 m, verwachten de deskundigen dat de oplossing via het hooggelegen punt een lagere effectiviteit heeft voor vissen dan de tunnel-/duikeroplossing.

Volgens de deskundigen dient er **bij beide oplossingen** rekening mee te worden gehouden dat een hoogteverschil van 30 cm aan de ingangen van de vispassage voor sommige vissoorten een probleem kan vormen. Voorgesteld wordt om, zoals aan de vispassages in Iffezheim en Gambenheim, te werken met inzwemopeningen die kunnen worden geregeld naar de afvoer. Bijzondere aandachtspunten zijn de turbulentie die ontstaat in de telkamer na de samenkost van de vispassages van de linker- en de rechteroever, en de menging van de waterstromen, onder andere in verband met de temperatuur.

Bij beide oplossingsvarianten dient te worden bedacht dat er zich in langere vispassages predatoren, bijv. meervallen, kunnen vestigen. Met behulp van trechterconstructies kan worden voorkomen dat meervallen vispassages van bovenstrooms inzwemmen. Voor predatoren die vispassages van benedenstrooms inzwemmen, is nog geen oplossing bekend.

Naar de effecten van mogelijke temperatuurverschillen tussen de oude loop van de Rijn en het Elzaskanaal op het visgedrag dient los van de oplossingsvariant onderzoek te worden gedaan. De meeste visdeskundigen geloven niet dat het mogelijke temperatuurverschil tussen de oude loop van de Rijn en het Elzaskanaal problemen zal veroorzaken. Omdat het water voor de tunnel en de duiker uit de oude loop van de Rijn komt, kunnen de vissen die vanuit het stuwpand benedenstrooms van de centrale in het Elzaskanaal stroomopwaarts trekken in de tunnel/duiker langzaam wennen aan de watertemperatuur van de oude loop van de Rijn.

Vanuit visecologisch oogpunt is bij de **oplossing via het hooggelegen punt** de temperatuur in de aan de buitenlucht blootgestelde vispassagebrug iets waarmee rekening moet worden gehouden. Via isolatie, de kleur van het beton of schaduwwerking zou kunnen worden voorkomen dat het water te warm wordt. In de Universiteit voor Bodemcultuur Wenen (BOKU) is kennis verzameld over de invloed van temperatuur in stroomopwaartse vismigratievoorzieningen (zie <https://www.boku.ac.at/en/personen/person/019A747CB990F126/>). Ook aan de Columbia River in de Verenigde Staten is ervaring opgedaan met temperatuureffecten in vispassages.

Volgens EDF is er vanuit Frankrijk en de Verenigde Staten ervaring met de afdaalvoorziening die in de oplossing via het hooggelegen punt is gepland tussen de vispassagebrug en de oude loop van de Rijn. De visdeskundigen van de PG ORS wijzen erop dat de vissen elkaar in de kamer waar ze in de afdaalvoorziening worden geconcentreerd letsel kunnen toebrengen (https://www.sfv-fsp.ch/fileadmin/user_upload/Herausforderungen/Fischabstieg/PIT_Tagging_Untersuchungen_am_Hochrhein_KW_Rheifelden.pdf). Bovendien bestaat er een risico op toegenomen desoriëntatie en apathie bij het van 5 m hoogte laten vallen in de oude loop van de Rijn. Dit risico kan worden versterkt door het plotselinge temperatuurverschil tussen het water in de vispassagebrug, dat uit het Elzaskanaal komt, en de oude loop van de Rijn. Naast de desoriëntatie verhoogt ook de regelmaat waarmee vissen in de oude loop van de Rijn worden afgelaten het predatierisico, omdat aalscholvers daar bijv. rekening mee gaan houden.

Het design van de afdaalvoorziening naar de oude loop van de Rijn moet zodanig zijn dat de vissen zo "zacht" mogelijk neerkomen, teneinde desoriëntatie en daaruit resulterende predatie te voorkomen.

De deskundigen zijn van mening dat de druk in de **duiker** waarschijnlijk geen probleem geeft, omdat de vissen - ook physocliste soorten - zich dankzij de lange afstand langzaam kunnen aanpassen aan de drukverschillen. De stroomsnelheid (0,5 m/s) is echter aan de hoge kant van het bereik dat door de deskundigen is aangegeven (0,3 - 0,5 m/s). Als de tunnel een slagje ruimer zou kunnen worden uitgevoerd, bijv. diameter 2 m, zou dit beter passen voor vissen die in scholen zwemmen en zou ook de stroomsnelheid wat lager worden.

Elften staken hun migratie volgens de experts als het donker wordt, en hebben dus verlichting met een dag/nachtritme nodig in tunnels/duikers (<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.582.2039&rep=rep1&type=pdf>). Ook in het onderzoek aan de vissluis van Höllenstein is er voor veel vissoorten aangetoond dat verlichting een positief effect heeft op de efficiëntie van de vismigratie. Omdat elften in scholen migreren, zou een tunnel/duiker met een grotere diameter gunstig zijn (zie hierboven).

De lengte van de tunnel/duiker is volgens de deskundigen geen probleem; In Noorwegen is ervaring met een volledig gevulde uitstroomtunnel voor een elektriciteitscentrale van 1,5 km lengte, waar zalmen bij vergissing tot aan die centrale zwommen (zie <https://www.smith-root.com/barriers/sites/rygenefossen-powerplant>).

Om openstaande vragen van Frankrijk over het visgedrag in duikers te kunnen beantwoorden, hebben er eind 2017, begin 2018 onder meer veldbezoeken plaatsgevonden in Noord-Duitsland en Nederland, waarbij deskundigen informatie over het gedrag van vissen in duikers hebben uitgewisseld.

Visecologisch onderzoek naar duikers, die niet als vispassage zijn ontworpen, wijst uit dat duikers door veel potamodrome en diadrome vissoorten kunnen worden doorzwommen. De effectiviteit van voorzieningen was geen onderwerp van deze onderzoeken. Alleen over de elft is er geen informatie, omdat deze vissoort in de twee bezochte gebieden niet of slechts zelden voorkomt.

De passeerbaarheid van een duiker is over het algemeen afhankelijk van het zwemvermogen van de vissen (soort, lengte), het stroomvoerend profiel van het kunstwerk, het jaarlijkse afvoerverloop en de lengte van het kunstwerk.

Als er met de volgende aspecten rekening wordt gehouden, is het volgens deskundigen die ervaring hebben met visecologisch onderzoek aan duikers mogelijk om duikers te bouwen die goed passeerbaar zijn voor vissen:

- De in- en uitgang van duikers moet altijd goed met water gevuld zijn, omdat schietend water aan de ingang en geringe dieptes aan de uitgang de vismigratie bemoeilijken;
- De inlaat en de uitlaat van de duiker mogen geen te grote helling vertonen (1:3 respectievelijk <1:3);
- Vermijd scherpe knikken;
- Vermijd te hoge stroomsnelheden (maximaal 0,3 dan wel 0,5 m/s afhankelijk van de doelsoorten);
- Zorg ervoor dat vissen de weg naar de duiker vinden (het debiet mag niet te laag zijn);
- Vissen zwemmen ook door duikers als er geen specifiek substraat is aangebracht op de bodem. Echter, het inbouwen van stromingsvariaties en rustplaatsen, bijv. door middel van substraat en schotten, kan meerdere vissoorten helpen bij de stroomopwaartse migratie en is zinvol voor kunstwerken van een bepaalde lengte;
- De duiker zou zodanig moeten zijn ontworpen dat er achteraf optimalisatiemaatregelen kunnen worden uitgevoerd;

- Een krooshek of afvalrooster voor de ingang van de duiker kan nuttig zijn. Echter, de spijlenafstand moet zodanig zijn dat vissen erdoor kunnen zwemmen;
- Volledige duisternis lijkt geen (hoofd-)probleem te zijn;
- Het beheer van de duiker dient te worden afgestemd op de vismigratiebewegingen.

Resultaat voor het traject Rhinau, Marckolsheim en Vogelgrün in het kort:

Centrale punten in de vooruitgang die de PG ORS in de periode 2015-2018 heeft geboekt:

- (1) er zijn twee technisch en visecologisch haalbare oplossingen voor een stroomopwaartse vismigratievoorziening in Vogelgrün;
- (2) er zijn technische oplossingsrichtingen voor de inzwemopeningen van de voorzieningen voor stroomopwaartse vismigratie aan de stuwen in Rhinau, Marckolsheim en Vogelgrün;
- (3) hierdoor kan er rekening worden gehouden met de beste beschikbare en innovatieve technieken voor de verbetering van de ecologische passeerbaarheid van de Rijn in het algemeen en de Duits-Franse Bovenrijn in het bijzonder.

2.9.6 Kleinschaligere werkzaamheden voor het herstel of de optimalisatie van de passeerbaarheid van de drempels en stuwen voor peilbeheer op dit traject

De nieuwe vispassages in Straatsburg en Gerstheim zouden trekvisen toegang geven tot 59 ha potentiële paaigrond (voor de zalm) in het Elz-Dreisamsysteem, als tegelijkertijd ook aan drie vaste drempels (1-2 m valhoogte) in de oude Rijnbedding van de meanders van Gerstheim (één) en Rhinau (twee) de stroomopwaartse passeerbaarheid mogelijk wordt gemaakt, zodat vissen stroomopwaarts kunnen zwemmen via het Leopoldkanaal (zie kaart K7 in het tweede SGBP Rijn, versie van december 2015).

Deze drempels voor peilbeheer in de meanders van de Rijn bij Gerstheim en Rhinau zijn sinds hun aanleg uitgerust met een bekkenpassage op de rechteroever en een Denil-passage op de linkeroever, maar zijn desondanks weinig passeerbaar; enkele vissen slagen erin stroomopwaarts te trekken, maar deze constatering is niet bevestigd door een monitoring. In een in 2006 afgerond haalbaarheidsonderzoek dat de ICBR in opdracht heeft gegeven, worden per drempel drie scenario's met een verschillend niveau voorgesteld, die allemaal voorzien in de aanleg van een nieuwe, functionerende vispassage op minstens een oever (zie ICBR-rapport 158, alleen beschikbaar in het Duits en het Frans). Volgens Duitsland is dit noodzakelijk om het Elz-Dreisamsysteem toegankelijk te maken en om de doelen van de Kaderrichtlijn Water in deze wateren te bereiken. Frankrijk stelt daarentegen oplossingen voor waarin de bestaande vispassages op de linkeroever worden verbeterd.

Ook bovenstrooms van de twee vaste drempels in de meander van Marckolsheim zijn er belangrijke verbindingen tussen de Rijn en de ecologisch waardevolle uiterwaarden, waar nu al sporadisch langeafstandstrekvisen zijn gesignaleerd (o.a. in de Blauwasser in de Duitse deelstaat Baden-Württemberg), hoewel bestaande vispassages aan de drempels volgens kaart K7 van het tweede SGBP Rijn, versie van december 2015 niet of slechts in zeer beperkte mate passeerbaar zijn (Frankrijk). Dit maakt duidelijk dat er in dit gebied sprake is van migratiedruk en ophanden zijnde trekvispotentieel.

De visecologische verbinding tussen de Rijn en de zijwateren benedenstrooms van Vogelgrün is volgens Duitsland van belang voor het welslagen van de implementatie van de Kaderrichtlijn Water aan Duitse zijde. Voor Duitsland is het noodzakelijk dat Frankrijk de andere vaste drempels in de meanders verbouwt om zodoende de effectiviteit van de ecologische vispasseerbaarheid daar te verbeteren.

De ICBR treedt met haar projectgroep "Duits-Franse Bovenrijn" als informatie- en discussieplatform met adviserende functie op. In dit verband begeleidt de ICBR de planning van de uitwerking van ontwerpen en de bouwprojectfase voor aanvullende, kleinschaligere maatregelen die zijn gericht op het herstel of de optimalisatie van de passeerbaarheid in de

meanders aan de stuwen en drempels voor peilbeheer (o.a. vispassage aan de stuw van Breisach), en beoordeelt de resultaten.

Het beheer en de exploitatie van de drempels wordt begeleid door het Duits-Franse comité A, zoals vastgelegd in de bilaterale overeenkomsten van 1956³.

De PG ORS heeft het comité A een document over de visecologische eisen aan de passeerbaarheidsmaatregelen bij de vaste drempels in de meanders van de Rijn en aan de stuw voor peilbeheer in Breisach ter beschikking gesteld.

2.10 Stuw voor peilbeheer in Breisach

Deze stuw is gebouwd om de grondwaterstand in Duitsland te ondersteunen. Ze vervult ook een functie op het gebied van overstromingsbeheer.

Sinds 2008 gebruikt een kleine waterkrachtcentrale de 5,7 m valhoogte om energie op te wekken. De vispassage die daar op dat moment is aangelegd, biedt trekvisen de mogelijkheid om de oude loop van de Rijn in te trekken. De voorziening voor stroomafwaartse vismigratie opent de weg naar de Rijn en de Noordzee. Het ontwerp van de migratievoorzieningen is afgestemd op de zalm en de zeeforel, op lokale witvissen en palingen.

De stroomopwaartse vispassage ligt op de linkeroever van de centrale en wordt doorstroomd door een debiet van 0,8 m³/s. Ze bestaat uit 21 bekkens die het te overbruggen hoogteverschil opsplitsen in stappen van 25 cm.

De stroomafwaartse migratievoorziening bestaat uit twee delen, één op de rechter- en één op de linkeroever van de centrale, met elk een debiet van 1,5 m³/s. Er zijn vier ingangen: twee aan het wateroppervlak voor vissen die hoog in de waterkolom migreren, zoals zalmsmolts, en twee aan de waterbodem voor vissen die over de rivierbedding zwemmen, zoals palingen.

De ingang van de vispassage aan de stuw voor peilbeheer in Breisach zal nog worden geoptimaliseerd (zie Internationaal gecoördineerd stroomgebiedbeheerplan Rijn 2015).

De **oude loop van de Rijn** bovenstrooms van de stuw in Breisach is passeerbaar voor vissen. Hier ligt ongeveer 60 ha kwalitatief hoogwaardig paai- en opgroei-habitat voor trekvisen, zoals bijv. de zalm.

Op de Duitse oever tussen Kembs en Breisach worden op dit moment over een afstand van 50 km maatregelen uitgevoerd om zowel de hoogwaterveiligheid als de ecologische kwaliteit van de leefgebieden in de rivier en de uiterwaarden blijvend te verbeteren. Van deze maatregelen wordt een fikse opleving van het gehele ecosysteem van de oude loop van de Rijn verwacht. Aanvullende maatregelen in de oude loop van de Rijn zijn beschreven in het volgende hoofdstuk 2.11.



Figuur 29: Stuw voor peilbeheer en microcentrale in Breisach

³Verdrag van 1956 tussen Frankrijk en Duitsland inzake waterbouwkundige werken aan de Duits-Franse Bovenrijn tussen Bazel en Straatsburg.

2.11 Kembs / Märkt (in de buurt van Bazel)

Sinds 2010 zijn er tal van maatregelen uitgevoerd in het kader van de vernieuwing van de vergunning van de waterkrachtcentrale van Kembs.

Een nieuwe waterkrachtcentrale (met twee horizontale turbines met elk een vermogen van 4,2 MW) dicht bij de stuw van Kembs (Märkt) voorziet de oude loop van de Rijn van een restafvoer (minimumdebiet dat nodig is voor de ontwikkeling van het aquatisch leven) die in de winter 52 m³/s bedraagt en in de zomer tot 150 m³/s. Dit minimumdebiet bedroeg vóór 2010 20 m³/s en is op voorstel van EDF in het kader van de vernieuwing van de vergunning verhoogd.

Aan de nieuwe restafvoerturbine wordt 7 m³/s naar een zijrivier geleid, die uitmondt in de oude loop van de Rijn. Deze bypass, genaamd "Petit Rhin", is officieel geopend op 5 juni 2015. Met de 7 m³ water worden waterrijke gebieden gevoed, hetgeen bevorderlijk is voor de ontwikkeling van de biodiversiteit. Daarnaast is een deel van het eiland in de Rijn natuurlijk heringericht. Op de Franse oever worden ingrijpende hydromorfologische processen weer toegelaten (gecontroleerde erosie op twee plekken). Een Interreg-project, waar technische diensten uit de Elzas (FR) en Baden-Württemberg (DE) aan deelnemen, is in 2012 afgerond (toevoer van bodemmateriaal door gecontroleerde grindsuppletie). De grond die aan de nieuwe waterkrachtcentrale van Kembs is uitgegraven, is als bodemmateriaal in de rivier gestort.

Aan het bovenstroomse uiteinde van de oude loop van de Rijn zijn er twee nieuwe vispassages aangelegd aan de centrale, één voor de stroomopwaartse migratie en één voor de stroomafwaartse migratie (met een turbine voor de restafvoer). Ze zijn medio 2016 in gebruik genomen (kosten: 8 miljoen euro). De vismigratievoorzieningen zijn direct in de structuur van de centrale ingebouwd, wat hun effectiviteit vergroot en hun integratie in het complex ten goede komt.



Figuur 30: Stuw en vispassage in Kembs/Märkt. Links: stuw in Kembs/Märkt; Elzaskanaal en oude loop van de Rijn. Rechts: stroomopwaartse vismigratievoorzieningen aan de stuw in Kembs/Märkt. Foto: EDF

2.12 Hoogrijn

Opdat trekvisseren verder Rijnopwaarts kunnen migreren als ze eenmaal in Bazel zijn aangekomen, en de paai- en opgroeihabitats daar kunnen bereiken (uit in 2013 vergaarde inzichten blijkt dat er in het stroomgebied van de Aare (bijvoorbeeld Aare tot het Meer van Biel, Limmat, Reuss, Sihl, Reppisch, Bünz, Suhre, Wigger) en in de zijrivieren van de Hoogrijn (bijvoorbeeld Thur, Töss, Glatt, Möhlinbach) ongeveer 200 ha habitat voor de zalm ligt), worden de maatregelen van het Masterplan trekvisseren in Zwitserland uitgebreid naar de zijrivieren van de Hoogrijn en de Aare.

In de Hoogrijn zijn er voor tien waterkrachtcentrales (+ Schaffhausen = niet relevant voor anadrome trekvisseren) verbouwingswerkzaamheden vastgelegd in de strategische plannen van de kantons.

De Aare zal passeerbaar worden gemaakt tot het Meer van Biel (vijftien knelpunten). In de Birs zullen er twee barrières worden aangepast (zeven zijn er al passeerbaar gemaakt), in de Ergolz één, in de Biber zes, en in het Zwitserse deel van de Wiese één.

De totale kosten zullen wellicht minstens CHF 200 à 300 miljoen bedragen. Ook de onderzoeksinspanningen naar het herstel van de stroomafwaartse vismigratie aan grote waterkrachtcentrales worden voortgezet in Zwitserland. Verder zijn er twee pilots gestart in verband met de stroomafwaartse migratie in de Aare. Hiermee wordt tot uitdrukking gebracht dat Zwitserland ook aan de stroomafwaartse vismigratie in de Hoogrijn en andere rivieren veel belang hecht.

Alle Zwitserse waterkrachtcentrales moeten uiterlijk in 2030 zijn verbouwd. Aan de Hoogrijn hebben de kantons de termijnen voor het herstel van de stroomopwaartse passeerbaarheid tot 2022 gesteld. Voor twee centrales aan de Hoogrijn is er nog geen termijn. De termijnen voor de verbouwing van de waterkrachtcentrales zijn afgestemd op de besluiten van de ministersconferentie van 2013 in Basel, waarin is bepaald dat de zalm voor 2020 terug moet zijn in Basel. Figuur 31 toont de behoefte aan lokale verbouwingswerkzaamheden bij waterkrachtcentrales en de potentiële paaigebieden aan het voorbeeld van de Atlantische zalm.

Tabel 2: Maatregelen voor het herstel van de vispasseerbaarheid in Zwitserland

Stroomgebied	Aantal maatregelen stroomopwaarts	Aantal maatregelen stroomafwaarts
Hoogrijn	6 (AG) 1 (BL)	13 (AG) 2 (BL)
Aare (tot het Meer van Biel)	13 (AG) 1 (BE) 1 (SO)	15 (AG) 1 (BE) 4 (SO)
Aare (van het Meer van Biel tot Thun)	2 (BE)	2 (BE)
Limmat	5 (AG) 5 (ZH)	10 (AG) 5 (ZH)
Reuss	5 (AG) 3 (LU)	5 (AG) 3 (LU)
Wiese	1 (BS)	2 (BS)
Birs	8 (BL)	8 (BL)
Kleinere zijrivieren in het potentiële zalmgebied	nog aan te vullen	nog aan te vullen

Legenda: kantons Aargau (AG), Basel-land (BL), Basel-stad (BS), Bern (BE), Luzern (LU), Solothurn (SO), Zürich (ZH)

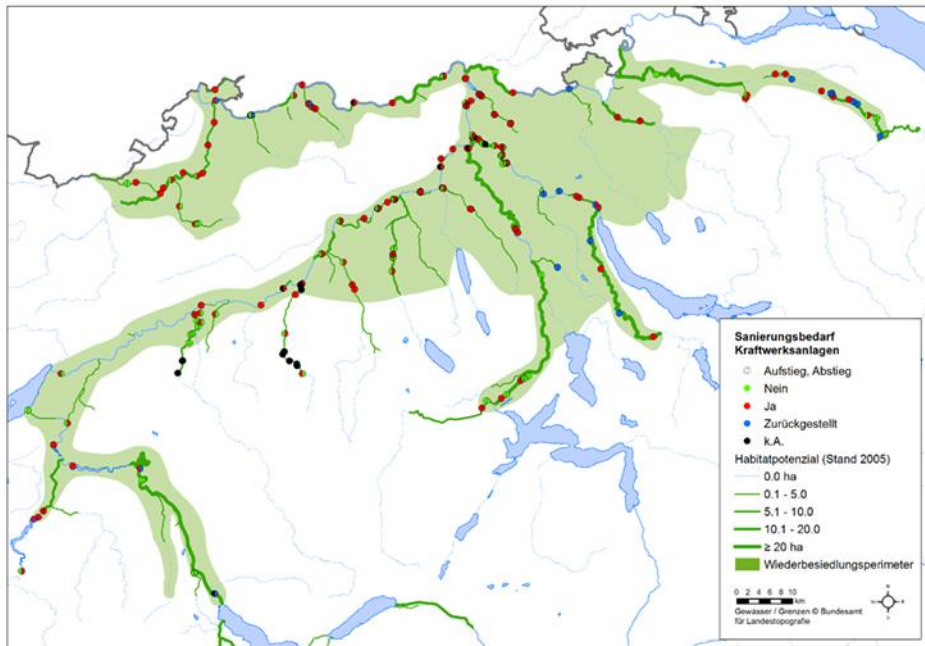


Abbildung 31: Behoeft aan verbouwingswerkzaamheden aan waterkrachtcentrales in (de zijrivieren van) de Hoogrijn en de Aare in Zwitserland. Linkerhelft van de stippen: stroomopwaartse vismigratie; rechterhelft van de stippen: stroomafwaartse vismigratie. Groen: geen verbouwingen nodig; rood: wel verbouwingen nodig; blauw: uitgesteld; zwart: geen gegevens. Hoe dikker de groen gemarkeerde wateren hoe groter het habitatpotentieel voor de trekvissoort Atlantische zalm (stand: 2005), gaande van 0,1-5,0 ha tot ≥ 20 ha; de groene zone is het herintroductiegebied. bron: BAFU

In het Duitse gedeelte van het Hoogrijnsysteem zijn de bovenloop van de Wiese (bovenstrooms van de Zwitserse benedenloop) en enkele van zijn zijrivieren aangewezen als herintroductiegebied voor de zalm. In dit gebied is al bij vijftien knelpunten de passeerbaarheid hersteld en de hydromorfologie verbeterd. Voor 2027 staan nog de stapsgewijze aanpassing van 29 hindernissen in het riviersysteem en aanvullende habitatmaatregelen op het programma. Na afronding van alle activiteiten zal in totaal 22 ha paaigrond en opgroeihabitat zijn ontsloten.