

Bron: Rijkswaterstaat Oost-Nederland, 2015



De meest benedenstroomse langsdam in de Waal (bij Ophemert), kijkend in bovenstroomse richting

## AUTEURS



Timo V. de Ruijsscher  
(Wageningen University; *Wageningen University*)  
Rijkswaterstaat



Suleyman Naqshband  
(Wageningen University)

## MORFODYNAMISCHE EFFECTEN VAN LANGSDAMMEN IN DE WAAL

**Tijdens een uitgebreide pilotstudie in de Waal is onderzocht wat de effecten van langsdammen met bijbehorende oevergeulen zijn op stromingspatronen, morfologie en de sturing daarvan.**

Onze grote rivieren zijn grotendeels genormaliseerd, dat wil zeggen dat de hoofdgeul tot een constante breedte is teruggebracht. Dit is gerealiseerd door aanleg van kribben. Langsdammen met bijbehorende oevergeulen vormen een innovatieve aanpassing van het normalisatiesysteem in het zomerbed van de rivier.

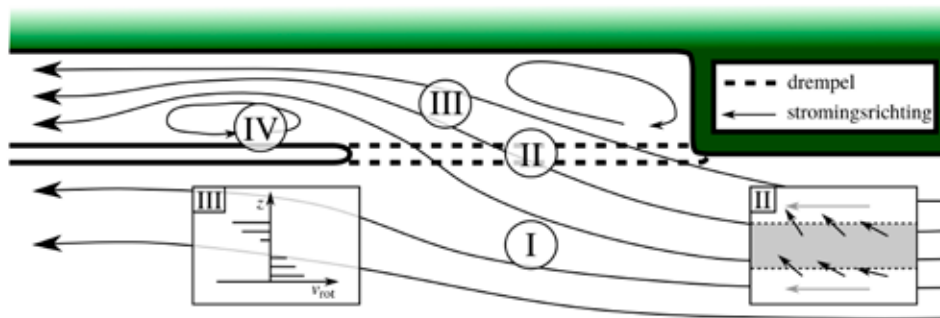
Doel van dergelijke langsdammen is om met een systeemwijziging zoveel mogelijk problemen in het riviersysteem te reduceren. Dat betreft alle functies en belangen: niet alleen leefbaarheids- en veiligheidsproblemen gerelateerd aan hoogwater, biodiversiteit, waterhuishouding en laagwater, maar ook voor goedertransport, recreatie in de uiterwaarden, pleziervaart en sportvisserij.

Vanuit Rijkswaterstaat Oost-Nederland is in 2015 voor onderzoek van deze systeemwijziging een pilot opgezet over een lengte van 10 kilometer in de Waal ter hoogte van Tiel. Deze



Bart Vermeulen en A.J.F. (Ton) Hoitink  
(Wageningen University)





Figuur 1: Schematische weergave van de stromingspatronen rond de instroomopening van de oevergeul. I) De hoek van instroom neemt toe met afnemende langs- en dwarsafstand tot de langsdamkop. II) De drempel blokkeert de stroming in het onderste deel van de waterkolom. III) De geometrie van de drempel induceert een verticale rotatie, waarbij vrot de component van de stroming voorstelt die naar rechts afwijkt ten opzichte van de dieptegemiddelde stroming. IV) Langs de langsdam ontstaat een horizontale recirculatiecel

proef is uitvoerig gemonitord. Om langsdammen zo effectief mogelijk te kunnen gebruiken, is ook aandacht besteed aan het beïnvloeden van de evenwichtssituatie waarnaar het systeem neigt. Hiervoor is het instelbereik om verschillende parameters te sturen een belangrijk middel.

We bespreken met name de morfodynamische effecten van langsdammen: (1) kennisontwikkeling over de dominante fysische processen voor stroming en bodemdynamiek in de nabijheid van de instroom van een oevergeul, en (2) ontwikkelen van handvatten voor sturing hiervan. Dit onderzoek steunt op analyse van data uit veldmetingen en uit een fysisch schaalexperiment aan Wageningen University & Research, in samenwerking met Rijkswaterstaat Oost-Nederland. Daarnaast zijn binnen het onderzoeksprogramma RiverCare en het publiek-private samenwerkingsverband WaalSamen een breed scala aan effecten van langsdammen onderzocht, waaronder maatschappelijk draagvlak, ecologische effecten en gevolgen voor de scheepvaart en landschapsbeleving.

### Stromingspatronen

Op de plek van de splitsing van de rivier in hoofd- en oevergeul bevindt zich een drempel. Deze kan worden gezien als een verlengd maar verlaagd deel van de langsdam en worden beschreven als een onvolkomen (verdrongen) brede zij-overlaat, waarbij zowel boven- als benedenstroomse hydraulische condities de afvoerdeling en het stromingspatroon beïnvloeden.

In de Waal zijn de stromingspatronen uitvoerig gemonitord.

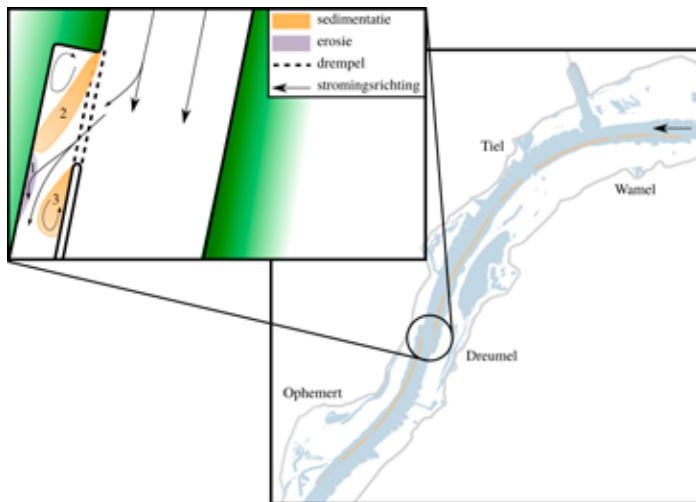
De drempel bij de instroom van de oevergeul zorgt voor een complex driedimensionaal stromingspatroon. Om de oevergeul geschikt te maken voor o.a. pleziervaart, is inzicht in deze stroming nodig. Achter de drempel ontstaat een verticale circulatie, veroorzaakt door blokkade van de stroming door de drempel in de onderste laag van de waterkolom. Daarnaast beïnvloedt het geometrisch ontwerp van de drempel de hoek waaronder water de oevergeul instroomt, en daarmee ook de grootte van de horizontale recirculatiecel die ontstaat langs de kop van de langsdam in de oevergeul (zie figuur 1).

### Sturing van de water- en sedimentverdeling

De fractie van de totale rivierafvoer die de oevergeul ingaat, neemt toe met toenemend doorstroomoppervlak over de drempel. Dit is met name van belang om sturing aan te kunnen brengen in de debietverdeling over hoofd- en oevergeul. Ter illustratie: in het initiële ontwerp van een van de langsdammen bleek de oevergeul te veel debiet aan de hoofdgeul te onttrekken. Reductie in doorstroomoppervlak over de drempel heeft dit probleem verholpen. Ook de sedimentimport naar de oevergeul is stuurbaar door de vormgeving van de drempel in te stellen. Dit is met name zichtbaar in de morfologische structuren die zich aan het begin van de oevergeul vormen, en die in intensiteit afhangen van het geometrisch ontwerp van de drempel. Drie morfologische

Morfodynamische  
effecten  
langsdammen

20



Figuur2: Schematische weergave van het projectgebied in de Waal, en de 3 morfologische karakteristieken bovenstrooms in de oevergeul: 1) oevererosie, 2) sedimentatie als gevolg van stromingsdivergentie, en 3) sedimentatie tegen de langsdamkop (bron achtergrondafbeelding: Eerden et al. (2011))

structuren karakteriseren het bovenstroomse einde van de oevergeul, zoals onderzocht in een fysisch schaalmodel (figuur 2):

1. Oevererosie in de oevergeul, hoewel deze in de rivier minder prominent zichtbaar is dan in de schaalexperimenten in het lab. Restanten van oude kribben stabiliseren mogelijk de oever.
2. Een bank als gevolg van divergentie van de stroming de oevergeul in. Dit morfologische effect heeft echter geen noemenswaardige gevolgen voor de functie van langsdammen, zolang de recreatievaart op de meest geschikte plaats (net benedenstrooms) door de opening wordt geleid.
3. Een bank aan de oevergeulzijde van de langsdamkop. Alleen bij lage waterstanden zal deze daadwerkelijk hinder opleveren.

Om het instelbereik van langsdammen te vergroten, zijn naast de ingangsoening van de oevergeul nog enkele tussenopeningen gecreëerd als verbinding tussen hoofd- en oevergeul (zie kader). Door deze groter te maken, wordt op verschillende plaatsen over de lengte van de langsdam water en sediment tussen hoofd- en oevergeul uitgewisseld. Om vast te stellen welke invloed openen van deze tussenopeningen heeft op de water- en sedimentverdeling, is meer onderzoek nodig.

#### Bodemvormen en morfologie

Langsdammen zijn geen lokale maatregel, maar een aanpassing van het normalisatiesysteem in het zomerbed. Dit is ook terug te zien in het effect op bodemvormen in de hoofdgeul van de rivier, waar langsdammen het ruimtelijk patroon van banken (lengteschaal 1 km) beïnvloeden. Echter, o.a. lengte en hoogte van rivierduinen (lengteschaal 100 m)

blijven ongewijzigd. Dit resulteert erin dat er in ieder geval geen sterke bodemvorm-gerelateerde ondieptes ontstaan die problemen voor de scheepvaart zouden kunnen opleveren.

Daarnaast zijn door het verwijderen van de kribben in de binnenbocht de kribvlammen verdwenen, wat zorgt voor een regelmatiger bodem aan de rand van de vaarweg en een stroming die evenwijdig is aan de vaarweg. Meerjarige monitoring moet uitwijzen of de langsdammen bodemdaling in de rivier tegengaan, maar de eerste resultaten wijzen wel in die richting. De scheepvaart profiteert ook op andere wijze van de langsdammen. Tijdens periodes van lage waterstand wordt de effectieve breedte van de rivier beperkt, doordat water vrijwel alleen door de hoofdgeul stroomt en de langsdam dicht op de vaargeul ligt dan de koppen van de oorspronkelijk aanwezige kribben. Dit zorgt voor een waterstandsverhoging. Een eventueel nadeel voor de scheepvaart is de minder brede vaarweg bij lage waterstanden. Doordat schepen echter dicht langs een langsdam kunnen varen (anders dan bij de kribben) en de langsdam buiten de vaargeul ligt, is het effect op de scheepvaart beperkt.

Bij hoge waterstanden gaat de oevergeul in toenemende mate meestromen. De gestroomlijnde vorm van de dam zorgt voor een grotere afvoercapaciteit en dus een waterstandsval. Dit komt de hoogwaterveiligheid ten goede.

#### Ecologie

Ander effect van langsdammen is de positieve ecologische ontwikkeling in de oevergeul. Een vergelijking van getraceerde soorten in de oevergeul en in de traditionele kribvakken toont een enorm verschil in het voordeel van de oevergeul. Zelfs over het geringe aantal jaren sinds oplevering van de kale oevergeulen

zijn inheemse vissen, schelpdieren en insectenlarven zowel in soortenaantal als aantal individuen enorm toegenomen. Dit is te danken aan verschillende factoren, waaronder afscherming voor scheepsgeluid en -golven. De laatste zorgen met name in kribvakken voor een ongunstig habitat voor veel soorten. Gebleken is dat stroming tot de drempel goed wordt beschreven door een potentiaalmodel, waarbij bodemruwheid geen rol speelt. Met dat gegeven als uitgangspunt zijn meer experimenten mogelijk om de ecologische bloei in de oevergeul extra te stimuleren. Als de effecten op de stroming ook in een veldstudie minimaal blijken, kan dat habitatverrijking teweegbrengen.

Een positieve ecologische ontwikkeling van de oeverzone kan een positieve bijdrage leveren aan de landschappelijke beleving. Bij het ontwerp van de langsdammen is zo veel mogelijk rekening gehouden met natuurlijke zichtlijnen en landschapskarakteristieken. Dit en het repeterende kribbenpatroon aan de overliggende oever zorgen dat de rivier zijn landschappelijke functie blijft vervullen, ondanks dat de beleving deels verandert.

### Conclusie

Het instelbereik van langsdammen op de afvoeren en sedimentverdeling tussen hoofd- en oevergeul bij waterstanden onder de kruin van de langsdam is aanzienlijk. De systeemwijziging, waarvoor nu met een prototype proeven zijn uitgevoerd, heeft de potentie om op grotere ruimtelijke schaal invloed uit te oefenen op de bodemligging. Samen met de positieve effecten van langsdammen op o.a. ecologie, scheepvaart, laagwaterstanden en hoogwaterveiligheid, maakt dit dat het systeem van langsdammen en oevergeulen een waardevolle aanvulling vormt voor het scala aan rivierbeheersmaatregelen. Voor toepassing van langsdammen in andere rivieren, met andere eigenschappen en hydraulische randvoorwaarden, zal echter wel uitvoerig integraal onderzoek nodig zijn.

Timo V. de Ruijsscher (*Wageningen University ten tijde van onderzoek, nu Rijkswaterstaat*), Suleyman Naqshband, Bart Vermeulen, A.J.F. (Ton) Hoitink (*Wageningen University*)

### WAT IS EEN LANGSDAM?

Een langsdam is een harde structuur in de rivier, bedoeld als aanpassing van het normalisatiesysteem in het zomerbed. Doel is om de hoofdgeul te ontdoen van kribben en te scheiden in twee parallelle langsgeulen, door middel van een langsdam. Een langsdam in een rivier scheidt de hoofdgeul van een oevergeul, die altijd in de binnenbocht is gepositioneerd. Tijdens periodes van hoog water staat de gehele langsdam onder water, iets wat voor het prototype van de pilot in de Waal ongeveer 100 dagen per jaar het geval is. Hoofd- en oevergeul zijn behalve boven- en benedenstrooms ook verbonden door tussenopeningen (onderwaterdammen van breuksteen op een of meerdere plekken over de lengte van de langsdam), die in meer of mindere mate kunnen worden opengezet. In de huidige pilot staan alle tussenopeningen volledig dicht. Afhankelijk van de toekomstige rivierafvoeren en wensen vanuit het integraal rivierbeheer, kan dit wijzigen.

### Referenties

van Aalderen, R., F. Bosman, F.P.L. Collas, H. Eerden, R. Engel, H. Heerdt, A.J.F. Hoitink, R.S.E.W. Leuven, L. van Toorenburg, C.F. van der Mark, E. Mosselman, F. de Visser & L.N.H. Verbrugge (editor) (2019). *WaalSamen: Samen werken aan duurzaam leven met water*. Enschede: University of Twente. <https://research.utwente.nl/en/publications/waalsamen-working-together-for-sustainable-living-with-water>.

Eerden, H., E. van Riel, R. de Koning, E. Zemlak & N. Aziz (2011). *Integraal ontwerp pilot langsdammen Waal*. Rijkswaterstaat Oost-Nederland, Arnhem.

de Ruijsscher, T.V. (2020). *Aligned with the flow – morphodynamics in a river trained by longitudinal dams*. PhD thesis, Wageningen University. doi:10.18174/503236.

Morfodynamische  
effecten  
langsdammen

### SAMENVATTING

Langsdammen met bijbehorende oevergeulen vormen een innovatieve aanpassing van het normalisatiesysteem in het zomerbed van de rivier. Tijdens een uitgebreide pilotstudie in de Waal is onderzocht wat de effecten zijn op stromingspatronen, morfologie, en sturing daarvan. Dit is onderzocht met een combinatie van een uitgebreide meetcampagne in de Waal en fysische schaalexperimenten aan de WUR. De resultaten laten een complex stromingspatroon zien bij de instroom van de oevergeul achter de langsdam, maar ook een groot instelbereik voor de water- en sedimenthuishouding. Belangrijke voordelen worden ook behaald voor de scheepvaart, door een toename van de diepte tijdens periodes met lage waterstand, en voor de ecologische waarde van het gebied, die toeneemt achter de langsdam.