



## KPP rivierkundig onderzoek

Binnen het KPP project rivierkundig onderzoek worden jaarlijks verschillende onderzoeken uitgevoerd. Deze onderzoeken komen voort uit vragen van RWS-rivierbeheerders die elk jaar door WVW worden geïnventariseerd en aan Deltares worden voorgelegd.

Het doel van het onderzoek is dat er binnen 3 jaar een praktische oplossing toepasbaar is waarmee gestelde vragen kunnen worden beantwoord. Deze nieuwsbrief geeft een overzicht van activiteiten die in 2017 zijn uitgevoerd. Voor ieder van deze activiteiten zijn enkele aansprekende resultaten beschreven. Het doel van deze nieuwsbrief is om betrokken Rijkswaterstaters en anderen te informeren over resultaten, zodat het rivierbeheer zo goed mogelijk kan profiteren van de nieuwe rivierkundige inzichten.

### Contactpersonen:

Arjan Sieben: [arjan.sieben@rws.nl](mailto:arjan.sieben@rws.nl)

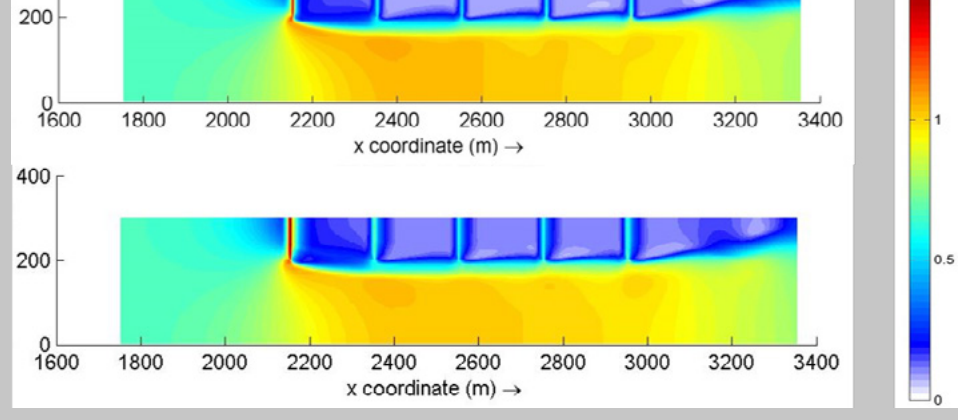
Frans Buschman: [frans.buschman@deltares.nl](mailto:frans.buschman@deltares.nl)

## Hoe kan stroming over aangepaste kribben worden berekend?

Een groot aantal kribben in de Rijntakken zijn of worden aangepast. In de Waal zijn kribben verlaagd. Soms wordt overwogen om kribben te stroomlijnen, wat betekent dat de helling aan de benedenstroomse zijde voldoende flauw is. Deze aanpassingen hebben invloed op de waterstand en stroming in de rivier (zie figuur met boven de stroomsnelheid bij standaard kribben en onder bij gestroomlijnde kribben). Deze invloed moet vooraf goed worden voorspeld. Momenteel wordt het hydraulische effect van kribaanpassingen bepaald met 2D WAQUA software. IN WAQUA zijn kribben opgenomen als 2D subgrid-overlaten en het is de vraag hoe goed de stromingsweerstand van kribben hiermee wordt beschreven. Om deze vraag te beantwoorden zijn WAQUA resultaten vergeleken met (1) een 3D Delft3D model met standaard en gestroomlijnde structuren en (2) met beschikbare gootmetingen. De 3D stroming in de Delft3D modellen is gedetailleerder dan de grootschaliger, dieptegemiddelde stroming in WAQUA. In de 3D modelresultaten bleek het stroomlijnen van kribben een matig effect te hebben op de stromingsweerstand van kribben, terwijl het effect van stroomlijnen in WAQUA significant is. Vervolgens zijn modelresultaten vergeleken met bestaande gootmetingen uit 2001 en 2005. Omdat de

### Inhoud

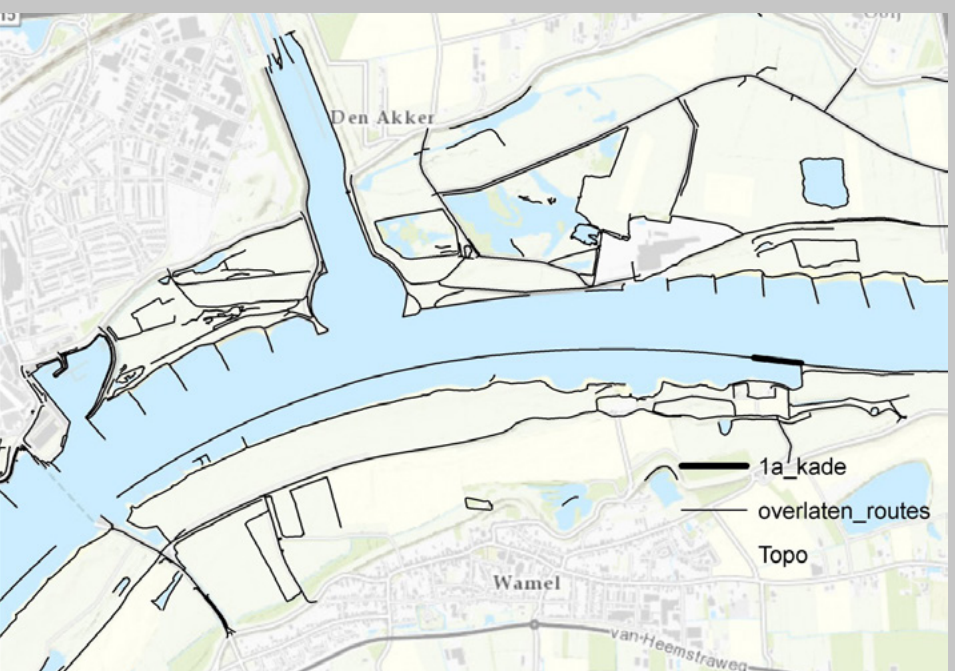
1. Hoe kan stroming over aangepaste kribben worden berekend?
2. Hoe kan de afvoer door oevergeulen worden geregeld?
3. Wat gebeurt er met de rivierbodem onder een schip?
4. Kan snoeihout worden gebruikt als bodemverdediging?
5. Hoe helpen satellietbeelden met het beheren van uiterwaardvegetatie?
6. Wat voegt rivierhout toe aan de rivier en het gebruik en beheer ervan?
7. ...en wat kan met hout in de Waddenzee?
8. Hoe onderhouden we een morfologisch model?
9. Wat is de invloed van grindige lagen in de rivierbodem?



afmetingen met modellen en gootproeven verschillen, zijn de resultaten genormaliseerd. Over het algemeen zijn er overeenkomsten zichtbaar, maar er zijn ook verschillen zichtbaar. Zo komt het 3D modelresultaat aardig overeen met gootproeven in de hoofdgeul en de mengzone, terwijl de stroming tussen de kribben minder goed overeen kwam. Voor WAQUA was dit andersom. Aanvullend onderzoek is nodig om de resultaten te kunnen generaliseren en een sluitende conclusie te trekken over de geschiktheid van huidige modellen bij het analyseren van stromingsweerstand van aangepaste kribben.

- Zagonjoli, M. Platzeck, F., van Kester, J. 2017. Modelling the flow over a groove and weir in WAQUA: Comparison of effective discharge coefficients of standard and streamlined structures according to WAQUA and a 3D non-hydrostatic model. Deltares definitieve rapport 11200536-008
- Omer, A., M. Yossef, 2017. Modelling the flow over weirs and groynes: Qualitative comparison between results of numerical models and laboratory experiments. Deltares definitieve rapport 11200536-011
- F. Platzeck, 2017. Plan van aanpak KPP rivierkundig onderzoek 2018 onderdeel: Modelling groynes in large-scale river models

## Hoe kan de afvoer door oevergeulen worden geregeld?

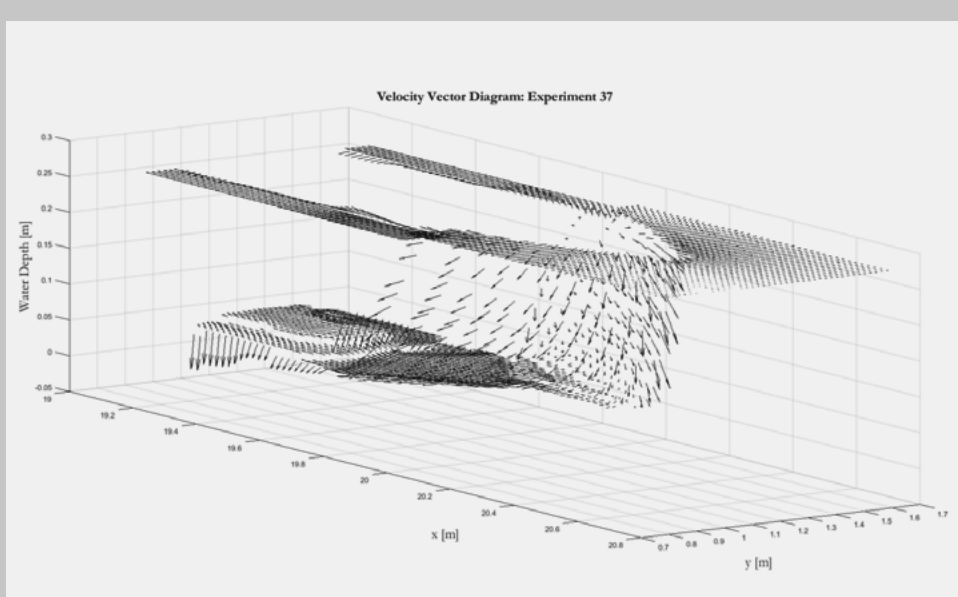


Zagonjoli, M. Lowering the flow behind the longitudinal dams: Hydraulic effect of measures. Deltares definitieve rapport 11200536-015.

Aan beide zijden van de Waal zijn drie langsdammen aangelegd (rivier km 911-922): twee aan de linkerkant van de rivier tussen Wamel en Dreumel, gevolgd door de derde aan de rechterkant van de rivier bij Ophemert. De in- en uitstroomopeningen van iedere geul tussen oever en langsdam (oevergeul) staan momenteel volledig open, waarmee de capaciteit maximaal is. De vraag is hoe de afvoer door de oevergeulen verminderd zou kunnen worden. Het effect van verschillende maatregelen is beoordeeld voor de eerste langsdam bij Wamel. De maatregel die leidt tot een significante afname van afvoer door de oevergeul zonder hoogwaterstanden op te stuwen, is sluiting van de inlaat (zie dikke lijn in figuur). De andere geanalyseerde maatregelen (gedeeltelijk sluiten of de bodemligging verhogen in delen van de oevergeul) zijn ofwel niet erg effectief in het significant beïnvloeden van de afvoerverdeling tussen hoofdgeul en oevergeul of leiden tot een ongewenste verhoging van de MHW-waterniveaus van meer dan 1 mm.

## Wat gebeurt er met de rivierbodem onder een schip?

Een varend schip veroorzaakt lokaal erosie, vooral wanneer de speling tussen kiel en bodem klein is. De interactie tussen de krachten die de scheepvaart en de rivierbodem van elkaar ondervinden is onderwerp van een langdurige studie. In 2016 was de focus op de krachten op het schip. In 2017 is de focus gelegd op het onderzoeken hoe de stroming door een passerend schip resulteert in bodemerrosie (zie figuur met 3D beeld van stroming rond de boeg van het schip). De figuur toont hoe de stroming onder en langs het schip gaat. Met behulp van het numerieke pakket D-Flow Flexible Mesh is in een afstudeeronderzoek van de TU Delft en het Imperial College Londen onderzocht of dit mogelijk is in een morfologisch 2D-model. Analyse van laboratoriumexperimenten toont aan dat sediment vooral wordt verplaatst door de uitwaaiende retourstroming onder het schip en door de hoge turbulente stroomsnelheden in het kielzog. Hoewel het numerieke model nog geen nauwkeurige morfologische resultaten geeft, reproduceert het model toch de gewenste effecten.

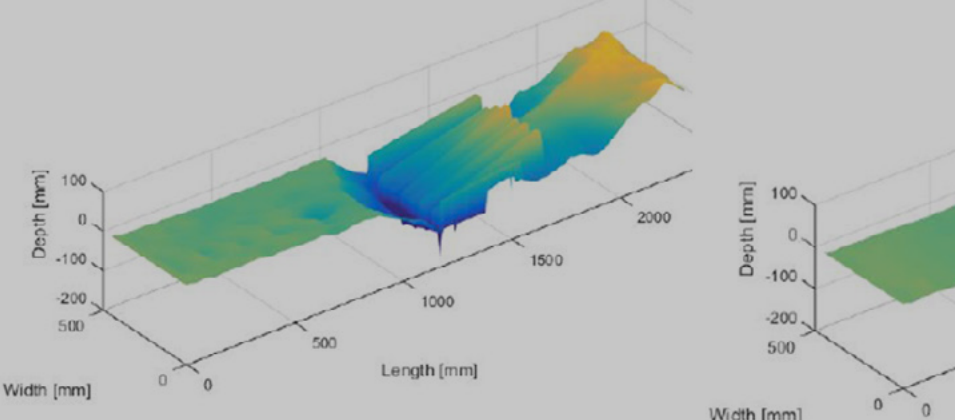


- De Jang, J. (2017): Modelling van de invloed van scheepvaart op de bodemgeometrie in D-Flow FM. Deltares kenmerk 11200536-007-ZWS-0001
- Sandhu, R. † (2017): Numerical modelling of sediment transport induced by inland waterway vessels sailing with a small underkeel clearance. Master Thesis TU Delft (99% concept)

## Kan snoeihout worden gebruikt als bodemverdediging?

In de Rijn-Maasmond komen verschillende ontgrondingskuilen voor. Bij voortgaande erosie vormen deze kuilen een steeds groter risico voor oevers, waterkeringen, brugpijlers en leidingskruisingen. In samenwerking met de TU Delft (Prof. Wim Uijtewaald) wordt onderzocht of met het aanbrengen van een laag verzadigd hout, ontgrondingskuilen stabiel gehouden kunnen worden. Studenten voeren lab-experimenten uit en analyseren wat het effect is van het plaatsen van hout op de resulterende rivierbodem. Daarbij is ook

onderzocht wat het effect is van de oriëntatie van het hout ten opzichte van de stroomrichting. De eerste resultaten laten zien dat hout inderdaad kuilgroei kan tegenhouden en dat de manier van aanbrengen hierbij van belang is. De experimenten laten zien dat een enkele laag boomstammen dwars op de stroomrichting (rechts in figuur) wat minder zand doorlaat dan een enkele laag boomstammen parallel aan de stroomrichting is neergelegd (links in figuur).



Laurens Beulink, Wood as a scour protection, Master thesis report TU Delft, concept 2017.

## Hoe helpen satellietbeelden met het beheren van uiterwaardvegetatie?

Rijkswaterstaat heeft zo vroeg mogelijk in het jaar een goed beeld nodig van de vegetatieruimte in de uiterwaarden en de afwijking daarvan tot de legger, zodat tijdig maatregelen getroffen kunnen worden voordat een hoogwaterseizoen begint. Momenteel wordt een vegetatiekaart gekoppeld aan de opname van ecotopen (eens per 6 jaar). Omdat het beeld van vegetatie

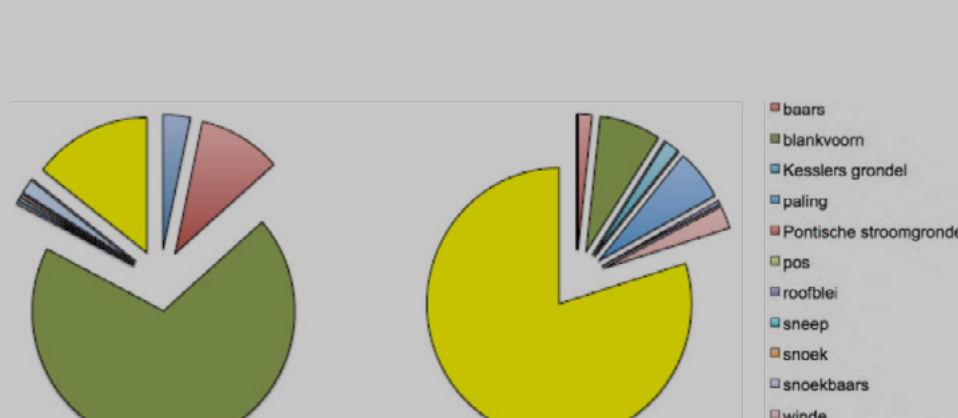
dan meerdere jaren achter loopt, is onderzocht of vegetatieveranderingen op basis van remote sensing beelden zichtbaar gemaakt kunnen worden met de "normalized difference vegetation index" (NDVI), een maat voor de met de satelliet waargenomen fotosynthese activiteit van vegetatie. Op de basis van de NDVI kan de vegetatieklasse worden bepaald die is beschreven in de vegetatielegger (gras en akker, riet en ruigte, bos, grasland met max 10 % ruigte etc.). Wanneer vegetatie van een perceel verandert, kan dat voortaan vroegtijdig gesignaleerd worden.

- Maalderink, T., 2017. Detecting vegetation dynamics using remote sensing. Internship report. Deltares. Universiteit Utrecht.
- Gertjan Geerling en Ellis Penning (oktober 2017) Vegetatiesignaalkaart: remote sensing van veranderingen in percelen in uiterwaarden, Deltares memo 11200-536/531-ZWS-001



## Wat voegt rivierhout toe aan de rivier en het gebruik en beheer ervan?

Vanaf 2014 zijn bomen in nevengeulen en kribvakken geplaatst om te onderzoeken wat het effect is op de biodiversiteit. Deltares draagt hieraan bij door inbreng van expertise. Het idee is dat met bomen in de rivier een grotere biodiversiteit in rivieren of nevenwateren wordt gerealiseerd, conform de KRW doelen. De bomen zijn geplaatst o.a. in de Lek, Nederrijn en IJssel. In de jaren 2014, 2015 en 2016 zijn deze bomen gemonitord op vis en macrofauna. Hoewel de hydrodynamische, morfologische en biologische dynamiek rond de bomen in de rivieren nog steeds ontwikkelt, kunnen al een aantal positieve waarnemingen geïdentificeerd worden. Voor vis valt vooral op dat zwartbekgrondel (een exoot) niet domineert bij de bomen (links in het diagram), terwijl deze soort wel domineert bij referentie-oevers zonder bomen (geel in rechtse diagram). Blankvoorn en baars (die van nature thuis horen in Nederland) komen gedurende de dag het meest voor bij de bomen.



Liefveld, W.M., M. Dorenbosch, N. van Kessel & A.G. Klink 2017. Evaluatie pilot rivierhout. Effecten op vis, macrofauna en bodem (2014-2016). Rapportnr. 17-115. Bureau Waardenburg, Culemborg

## ...en wat kan met hout in de Waddenzee?

Gezien de positieve effecten van het plaatsen van hout onder water in rivieren, is verkend of toepassing van hout ook in de Waddenzee de biodiversiteit kan vergroten. Duidelijk meer dan in rivieren vraagt hout in de Waddenzee om onderhoud. Boorders zorgen dat hout onder laagwaterlijn niet lang blijft staan en ook tasten schimmels het hout aan. Palenrijen die eerder in de Waddenzee zijn geplaatst ten behoeve van landaanwinning zijn onderhevig aan degradatie. Lokaal kan het effect van het aanbrengen van hout op de biodiversiteit, als alternatief voor steen of staal, positief

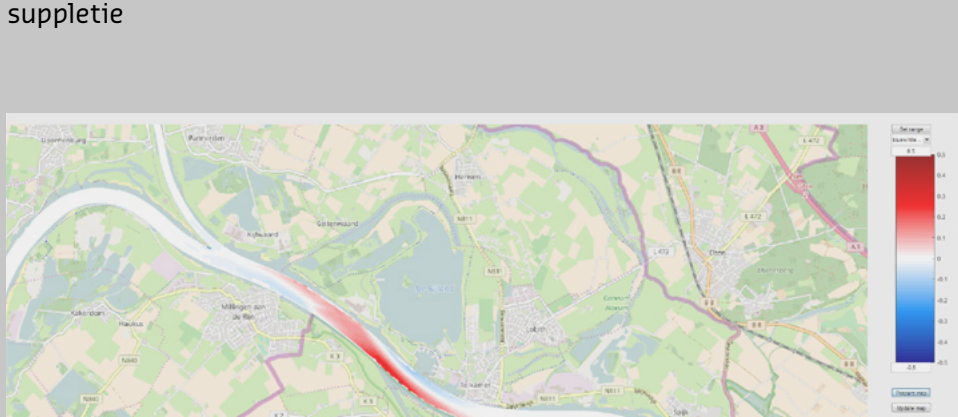
zijn door bescherming tegen bijvoorbeeld lokale verzanding van geulen in een adaptieve kleinschalige onderhoudsstrategie. Gezien de schaal van de Waddenzee en de natuurlijke dynamiek hierin blijft het effect daarvan verwaarloosbaar op systeemniveau. Bovendien worden, anders dan in rivieren, soorten gestimuleerd die niet bedreigd zijn door menselijke veranderingen in het systeem.

Ruurd Noordhuis (2017) Ecologische effecten van rivierhout in de Waddenzee, Deltares memo 11200536-0 14-ZWS-0001

## Hoe onderhouden we een morfologisch model?

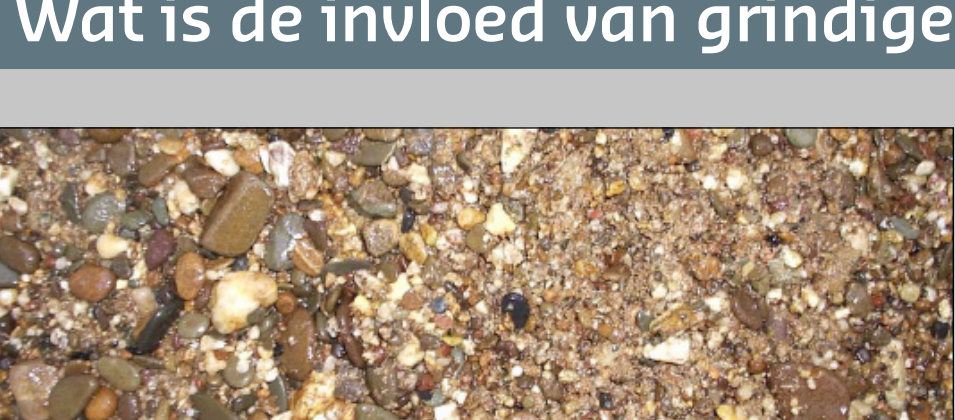
In planstudies is in afgelopen jaren diverse malen de toekomstige bodemligging van de Rijntakken en het benodigde vaargeulonderhoud voorspeld met het DVR-instrumentarium, bestaande uit een set morfologische modellen. In 2017 zijn protocollen uitgewerkt om een morfologisch model op een eenduidige manier actueel te kunnen houden. Het eerste protocol beschrijft de stappen die nodig zijn om van de geodatabase (Baseline) te komen tot een Delft3D model. Een tweede protocol beschrijft de stappen en volgorde van de stappen voor kalibratie, zodat het model zo goed mogelijk lokale vaargeulafmetingen en grootschalige morfologische ontwikkelingen simuleert. Afhankelijk van het doel, kan gekalibreerd worden op grootschalige indicatoren (bijv. jaarlijkse bodemhoogteverandering of ontwikkeling bij splitsingspunten) en kleinschaliger gedrag (bijv. dwarshelling in bochten of statistiek van de minst gepeilde diepte). Een lijst van indicatoren wordt gegeven, welke gebruikt kan worden bij het bepalen hoe goed het model presteert door modelresultaat en meting te vergelijken. De absolute vergelijking van modelresultaat en meting is een maat voor de prestatie. Voor effectbepaling van scenario's is vaak het relatieve verschil

van belang tussen een referentie en bijvoorbeeld een scenario (zie figuur). De figuur toont het berekende effect op de bodemligging van de suppletie in de Bovenrijn in het voorjaar van 2019 ten opzichte van de situatie zonder suppletie



- W. Ottevanger (2017) Protocol voor conversie van Baseline 5 geodatabase naar Delft3D 4 morfologisch model/Protocol Baseline, Deltares memo 11200536-006-ZWS-0007
- K. Sloff en W. Ottevanger (2017), Verificatie- en kalibratieprotocol voor riviermorfologische modellering, Deltares memo 11200536-006-ZWS-0008

## Wat is de invloed van grindige lagen in de rivierbodem?



Ottevanger, W. en A. Spruyt (2018), Plan van aanpak - Beperkte mobiliteit in gegradeerd sedimentmengsels en onderzoek naar belang van duinsortering in de Bovenrijn, Deltares memo 11200536-013-ZWS-0002

Voor de morfologie in de Bovenrijn, Pannerdensch Kanaal en Waal is afpleistering belangrijk. Als het fijnere sediment wordt afgevoerd met de stroming blijft op sommige plaatsen grover sediment in de toplaag achter (zie figuur). Zo'n grovere toplaag beschermt onderliggend sediment tegen erosie en vormt een soort semi-vaste laag. Het opbreken en ontstaan van deze semi-vaste lagen beïnvloedt de rivierbodempligging. Dit proces is van belang bij bodemontwikkelingen in het splitsingspuntengebied en het speelt een rol bij bodemdynamiek na suppleties met grind of met mengsels van zand en grind. Tot nu toe kan dit proces met de beschikbare modellen niet goed worden gesimuleerd. Een plan van aanpak voor de toevoeging van dit proces aan de modelsoftware is opgesteld. Nadat de functionaliteit is toegevoegd kunnen morfologische modellen hiermee verbeterd worden.