



Soortenrijke dijkvegetatie op een dijk aan de Maas bij Balgoij met soorten als glanshaver, knooppkruid en duizendblad.

foto Cyril Liebrand

# Sterke én bloeiende dijken

De vele kilometers dijken die de Nederlandse landschappen met elkaar verbinden, worden momenteel voornamelijk gedomineerd door soortenarme grasbekleding. Daar kan verandering in komen door het aanleggen en ontwikkelen van soortenrijke dijkbekledingen. Het innovatieproject Future Dikes van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) onderzoekt de potentie van soortenrijke dijken. In de eerste fase is de vraag beantwoord of een soortenrijke dijk ook een veilige dijk is.

**tekst** Nils van Rooijen (WUR), Cyril Liebrand (EURECO advies), Thomas Evers en Maurice Evers (Lumbricus), Rens van der Meijden (Universiteit Twente), Roy Mom & Gosse-Jan Steendam (Infram Hydren), André van Hoven (Deltares), Eric Visser & Hans de Kroon (Radboud Universiteit)

> Nederland waterland en dus dijkenland. Bijna 18.000 kilometer aan waterkerende dijken beschermt ons tegen overstromingen. Zo'n 3.700 kilometer dijk ligt langs de grote rivieren en wateren. Nederland staat aan de lat voor een enorme versterkingsopgave van zo'n 1.500 kilometer rivier-, meer- en zeedijk om de stijgende zeespiegel en de steeds extremere waterafvoer het hoofd te bieden. Behalve met basalt, beton en asfalt is het overgrote deel van de primaire dijken bekleed met gras (traditioneel vooral Engels raaigras voor agrarisch gebruik voor begrazing door schapen).

Sinds enige jaren staat behalve veiligheid ook biodiversiteit en duurzaamheid bij de waterschappen en het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) in het vizier. De wens is om dijken meer biodiversiteitsgericht in te richten, te beginnen met soortenrijk gras. Er zijn echter zorgen over de erosiegevoeligheid van dergelijke bekledingen. Future Dikes, een onderzoekconsortium onder leiding van de Radboud Universiteit, ging in opdracht van Waterschap Rivierenland op zoek naar het antwoord op de vraag: is een soortenrijke dijk ook een veilige dijk?

## Soortenrijke dijkbekledingen

Uit een dataset van de 5.727 vegetatieopnamen deels uit de Landelijke Vegetatiedatabank, maar grotendeels op basis van het jarenlange werk van onderzoeker Cyril Liebrand, is een overzicht gemaakt van huidige soortenrijke dijken (figuur 1). De rode opnamen (vooral op de zware-kleidijken in het Waddengebied, langs het IJsselmeer

en in het westen van het land) zijn het armst in aantal plantensoorten. Een opname (25 vierkante meter) levert tussen de 10 en 25 plantensoorten op. De oranje opnamen omvatten tussen de 20 en 35 soorten en de groene meer dan 35 tot 650 plantensoorten. De groene locaties zijn met name te vinden in het oostelijk rivierengebied langs de Waal, Rijn en IJssel. Maar ook Maasdijken en enkele dijken in het Deltagebied kunnen een hoge plantensoortendiversiteit hebben.

## Plantensoorten op soortenrijke dijken

Hoewel het om grasbekledingen gaat, zijn soortenrijke bekledingen doorgaans kruidenrijk. Naast grassen zoals glanshaver, reukgras, kamgras, goudhaver, zachte haver, rood zwenkgras, veldbeemdgras, rietzwenkgras en zachte dravik komen op soortenrijke dijken vele kruiden voor. Veelvoorkomende soorten zijn (onder meer) beemdkruid, knooppkruid, groot streepzaad, duizendblad, gewone margriet, vogelwikke, gewone berenklaauw, grasklokje, knolboterbloem, glad walstro en wilde peen (tabel 1). Daarnaast bieden dijkgraslanden ook ruimte aan bijzondere en zeldzame plantensoorten zoals bijenorchis, veldsalie, kleine ruit, liggende ereprijs, wilde marjolein, kruisbladwalstro, duifkruid, blauw walstro en karwijvarkenskerf.

Doorgaans worden de soortenrijke dijken gehooïd en niet bemest, hoewel er op sommige locaties

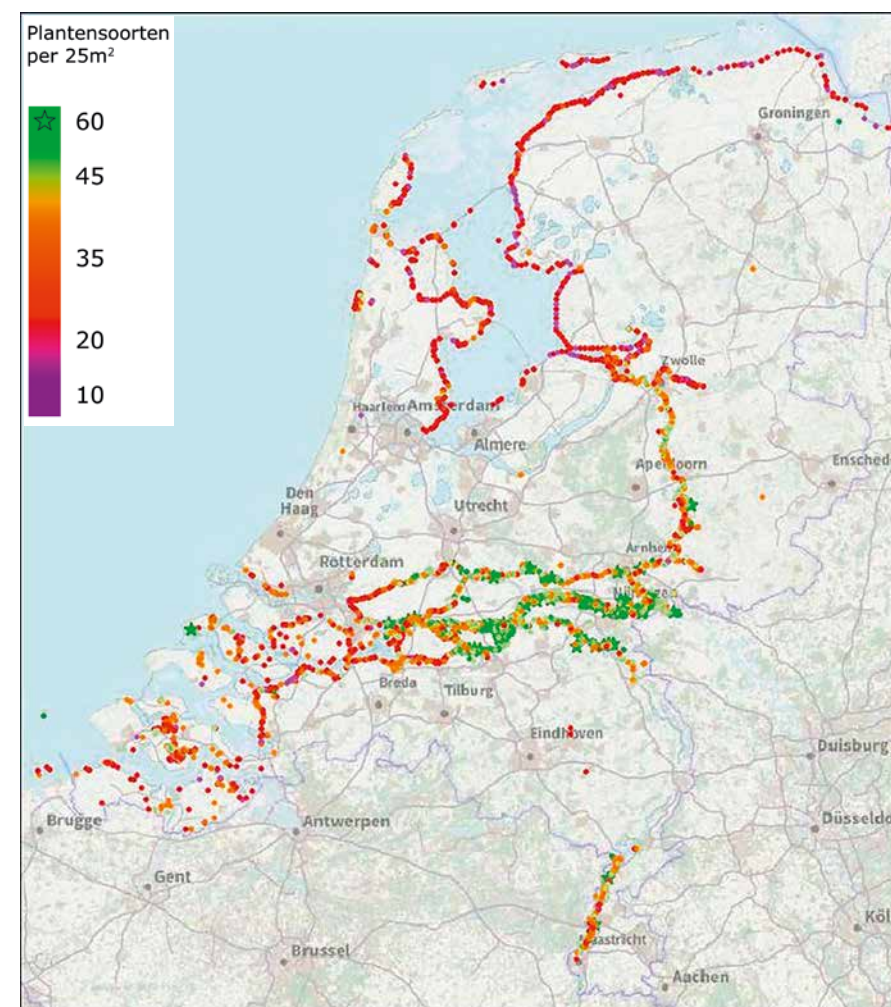
wel drukbegrazing met schapen wordt toegepast. Hierbij worden de dijkvakken kort (enkele uren) met veel dieren begrast. Op de soortenarmere dijken is soms wel sprake van bemesting en vindt er intensief maai- of klepelbeheer plaats en is er geregeld begrazing door schapen en soms koeien. Hoewel dit beheer voor bepaalde insecten een positief effect kan hebben, gaat dit wel ten koste van een mozaïekrijke plantensoortenrijke vegetatie.

## Waarom soortenrijke dijken?

Dijkbekledingen horen, net als de dijk, veerkrachtig te zijn. Grotere veranderingen in de waterafvoer bij lage en extreem hoge waterstanden en de toenemende frequentie en intensiteit van droogteperiodes zijn een groeiende zorg voor de waterschappen. Denk aan de extreem hoge waterstand van de Maas in de zomer van 2021. Een diverse grasbekleding is mogelijk een oplossing voor bij zowel extreem water als bij droogte. Soortenrijke graslanden blijken beter bestand te zijn tegen verstoringen zoals droogte. Elke plantensoort reageert anders op veranderingen in zijn omgeving, door aanpassingen in de groeiwijze boven de grond maar ook in het ondergrondse wortelstelsel. Veel algemene grassen op dijken wortelen doorgaans ondiep (0-15 centimeter) en vormen een stevige wortelmat, maar zijn kwetsbaar tijdens aanhoudende droogte. Veel kruiden

Tabel 1. Soorten die het meest op dijken worden aangetroffen. 100 betekent dat een soort in alle dijkopnamen voorkomt, 50 dat deze in de helft van de opnamen aanwezig is.

Soort	Frequentie (%) voorkomen in de dijkopnamen
Smalle weegbree	100
Glanshaver	100
Veldbeemdgras	99
Rood zwenkgras	99
Kropaar	98
Knolboterbloem	92
Gewoon duizendblad	90
Smalle wikke	88
Gestreepte witbol	87
Peen	86
Kleine klaver	85
Kweek	85
Jakobskruiskruid	84
Knooppkruid	84
Madelifje	84
Rode klaver	82
Paardenbloem (soortgroep)	82
Scherpe boterbloem	81
Goudhaver	80
Rietzwenkgras	79
Veldzuring	77
Ruw beemdgras	77
Gewone margriet	77
Zachte dravik	76
Gewoon reukgras	72
Kraailook	66
Glad walstro	65
Gewone berenklaauw	64
Groot streepzaad	64
Heermoes	63
Vijfvingerkruid	61
Gewone rolklaver	60
Gewone hoornbloem	59
Ringelwikke	56
Grote vossenstaart	53
Veldereprijs	50
Engels raaigras	50



Figuur 1. Het voorkomen van soortenrijke tot soortenarme dijken in Nederland per 25 m². De soortenrijkste opnamen (groen) bevinden zich in het Rivierengebied.

wortelen dieper en/of hebben een uitgebreid wortelstelsel, waardoor ze beter tegen schommelingen in de waterbeschikbaarheid kunnen. Hoe meer verschillende worteltypen zich in de bodem bevinden hoe groter de kans is dat er soorten aanwezig die tegen verstoring kunnen en zo de dijkbekleding in stand houden. Echter, veel kruiden sterven na het groeiseizoen af en zorgen soms voor kale plekken gedurende de winterperiode. De onbegroeide plekken op de dijk vormen dan mogelijk een gevaar tijdens een overstroming. In het bijzonder bij golfoverslag is dit een risico. Hierbij spoelt water over de kruiden aan de binnenzijde van de dijk naar beneden waarbij erosie kan optreden en de stevigheid van de dijk wordt aangetast. Binnen Future Dikes is gekeken en getest of soortenrijke dijken inderdaad gevoelig zijn voor erosie.

### Doorworteling soortenrijke bekleding

Voor dit onderzoek is een selectie gemaakt van de 10 procent meest soortenrijke dijkbekledingen (groen, zie figuur 1). Soortenrijk noemen we hier 35 of meer plantensoorten op 25 vierkante meter; in totaal zo'n 5 procent van het totale areaal aan primaire dijken. Binnen deze set van 103 vegetatieopnamen is gekeken naar de diversiteit van de opnamen op basis van soortensamenstelling en geografische ligging. Hiervan is op twintig locaties de doorworteling van de vegetatie in het najaar onderzocht. Daarvoor zijn per locatie meerdere gutschekers genomen. De wortels van de bovenste 30 centimeter werden per 5 centimeter uitgespoeld in de proefkassen van de Radboud Universiteit Nijmegen. Van de uitgespoelde wortels werd de biomassa bepaald en een onderscheid gemaakt tussen fijne en grove wortels, zoals penwortels. Ook de chemische samenstelling en de structuur van de bodem zijn onderzocht. Treksterkteproeven werden uitgevoerd door ingenieursbureau Infram Hydren. Met een treksterktemeter (zie foto), een mechanische kraan waaraan een graszode van 20x20 centimeter kan worden geklemd, werd de kracht gemeten die nodig is om de zode los te breken uit het dijktafgoed. Door dit op alle twintig locaties op veertig verschillende plekken op het talud te doen kan een verdeling van de kritische trekkracht worden bepaald die kan worden gerelateerd aan een kritische stroomsnelheid ( $U_c$ ), de snelheid van een massa water waarbij de zode breekt.

### Golfoverslag en bodems

Om de  $U_c$  te valideren is groter materieel nodig. Met stormsimulatoren worden op een bestaand dijktafgoed hoge waterstanden of stormgolven nabootst. De simulator wordt gevuld met duizenden liters water waarna deze gecontroleerd met overslaande golven over de dijk wordt geleegd. Het afspoelende water heeft dezelfde krachten als een natuurlijke golf die over een dijk heen zou slaan. Met een simulator kan de intensiteit van de golf worden bepaald. Zo werden voor Future Dikes bestaande soortenrijke dijkvakken langs de Maas beproefd met matige en zelfs zware stormsimulaties die per teststrook enkele werkdagen duurden. Hier en daar werd inderdaad schade

Tabel 2. De kritische stroomsnelheden (meter per seconde) en hun standaardafwijking op de verschillende dijkbekledingen.

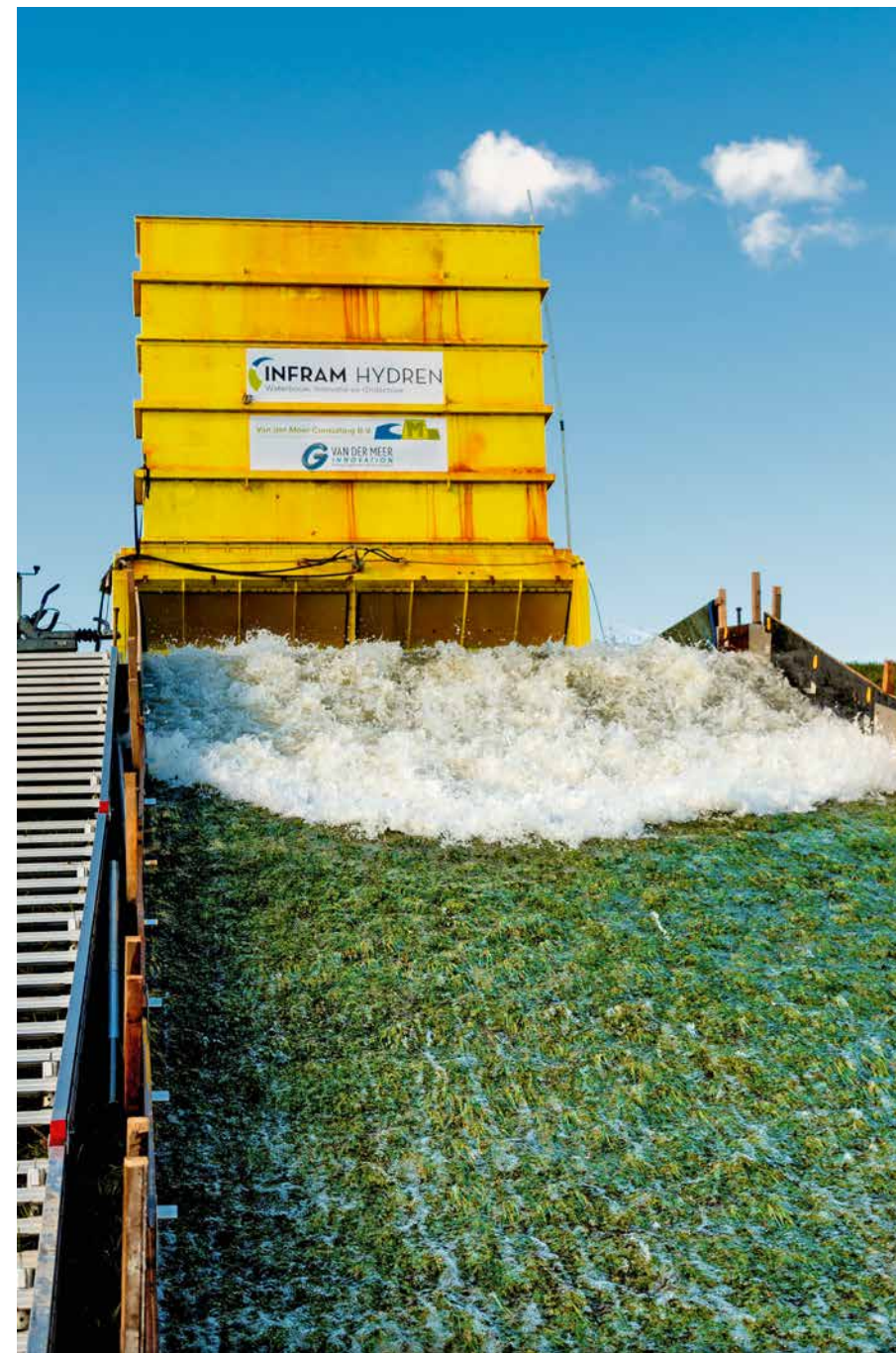
Bekleding	Gemiddeld (m/s)	Standaardafwijking (m/s)
Gras - gesloten zode op klei	8	1
Soortenrijke vegetatie op zavel - gesloten	7	1
Gras - open zode op klei	6	0,75
Gras - gesloten zode op zand	5,5	1



Treksterktemeter.

geconstateerd, maar deze was oppervlakkig en bestond uit enkele meters zode die zich doorgaans opstroomde vanuit de overgang naar de verharding op de kruin van de dijk. Nergens was sprake van falen. Uit de golfoverslagproeven concludeerden we dat soortenrijke dijkbekledingen een goede weerstand bieden tegen erosie, vergelijkbaar met traditionele bekledingen (tabel 2). Bovendien kunnen soortenrijke dijkbegroeiingen de golven mogelijk beter breken en dus het geweld van de golven beter opvangen waardoor de impact op de bodem mogelijk kleiner wordt. De bodemeigenschappen zijn een doorslaggevende factor die wordt meegenomen in de berekening van de kritische stroomsnelheid. In het project is ook de bodem van de twintig lo-

caties geanalyseerd. Daaruit bleek dat soortenrijke dijkbekledingen met langjarig maaibeheer op bodems met relatief veel zand zich optimaal kunnen ontwikkelen. Op zware kleidijken blijft de soortenontwikkeling achter. Uit ander onderzoek bleek dat bij de kleidijken het substraat een groot deel van de waterkracht tijdens een golfoverloop kan opvangen. De bovenste top- of leeflaag van dijktafgoed met een soortenrijke bekleding bestaat uit een lagere kleifraction (gemiddeld 16 procent lutum) en een grotere zandfraction en valt te typeren als zavel. In de zavel ontstaan aggregaten van klei, zand en 3 tot 7 procent organisch materiaal dat de doorworteling bevordert. Op echte zanddijken (lutumgehalte <8 procent), zoals die van de Overijsselse Vecht, bleek de erosiebestendigheid aanzienlijk lager te zijn.



Stormsimulator tijdens een overslagproef op de Maasdijk.

### Doorworteling

De hoeveelheid fijne wortels in de bodem hangt positief samen met de gemeten treksterkte, met name in de bovenste 10 centimeter van het bodemprofiel waarin zich zo'n 70 procent van de totale wortelbiomassa bevindt. Kruiden bevorderen niet alleen de oppervlakkige fijne doorworteling maar ook de diepere doorworteling op 20 tot 30 centimeter. Daarbij lijken grove wortels, zoals penwortels, geen effect te hebben op de verticale treksterkte. De doorworteling hangt sterk samen met het aantal soorten; meer soorten leiden tot meer wortelbiomassa. Echter neemt de wortelbiomassa af als kruiden in de bovengrondse bedekking de overhand krijgen. Het optimum van de doorworteling ligt bij circa 50 procent kruidenbedekking.

Het aantal grassoorten op de onderzochte dijken is klein (maximaal 20) in verhouding tot het aantal soorten kruiden (maximaal 45), waardoor de soortenrijkdom wordt bepaald door het aantal kruiden dat zich in de vegetatie bevindt.

### Veilig of niet?

In het beoordelings- en ontwerpinstrumentarium (BOI) worden de veiligheidsnormen van een dijkontwerp beschreven. Wanneer men bij een dijkversterking ook een soortenrijke dijk ambieert, moet er rekening worden gehouden met de aan te brengen bodem. In het oostelijk rivierengebied zijn soortenrijke bekledingen het gemakkelijkst te ontwikkelen. Hier zorgt de combinatie van bodem met een soortenrijke vegetatie voor een bekleding die zeker even veilig is als een

reguliere grasbekleding. Op zeedijken is de kans op golfoverslag (overloop met golven van zee die een grotere belasting vormen) groter. Bij dezelfde bodemsamenstelling en vegetatietypen zou daarom vanwege de grotere belasting door de golven een extra kruinhoogte van enkele decimeters nodig zijn op vergelijking met de huidige kleiige grasdijken.

### Fase 2

Wat betekent dit onderzoek voor de toekomst? Vanaf het ontwerp en tot en met de aanleg van een dijk is het zaak optimale omstandigheden te creëren voor de ontwikkeling van een kruidenrijk dijkgrasland door te letten op de bodemsamenstelling en de verdichting. De ontwikkeling van een soortenrijke dijk is te versnellen door de reguliere soortenarme grasmengsels te vervangen door mengsels met inheemse grassen en kruiden. Mogelijk kan er in het eerste jaar worden ingezaaid met eenjarige grassoorten, om snel een gesloten graszode te krijgen, en later worden doorgezaaid met kruiden. Consistent maaibeheer waarbij rekening wordt gehouden met het langer wordende groeiseizoen als gevolg van zachtere winters dat met name de grassen bevordert, kan na een aantal jaren al een soortenrijk resultaat opleveren. Door vroeg in het jaar te maaien krijgen de kruiden een grotere kans. Ook in de zomer en in het najaar moet er regelmatig worden gemaaid en het maaisel worden afgevoerd. Bestaande dijken kunnen worden doorgezaaid met geschikte mengsels. Een andere optie is een uitgekend maaibeheer gericht op de verspreiding van zaden. De slagingskans is wel afhankelijk van de bodemsamenstelling: op een lichte bodem zal de ontwikkeling van een soortenrijke dijk sneller verlopen dan op een zwaardere bodem. In fase 2 van Future Dikes zal de potentie van soortenrijke begroeiingen van verschillende bestaande en nieuw aan te brengen grasbekledingen worden onderzocht op veiligheid en biodiversiteit. We kijken van ontwerp tot en met uitvoering en beheer naar geschikte maatregelen om een soortenrijkere bekleding te maken. Daarnaast willen we de komende drie jaar de veerkracht van soortenrijke dijken tegen droogte in kaart brengen en experimenteel onderzoeken.

### De toekomst

Een netwerk van duizenden kilometers lijnvormige dijken zorgt niet alleen voor waterveiligheid. Samen met bermen, akkerranden en slootkanten vormt het een extra ecologische infrastructuur waardoor lichtgroene en donkergroene natuur met elkaar worden verbonden. De groene doordering is een stapsteen voor de verspreiding van (zeldzame) planten en dieren en een refugium in het agrarische landschap. Soortenrijke sterke dijken zijn wat betreft de onderzoekers de nieuwe norm, immers soortenrijke rivierdijken zijn veilige dijken.<

[nils.vanrooijen@wur.nl](mailto:nils.vanrooijen@wur.nl)

Kijk voor meer informatie en voor de rapportages op [www.ru.nl/futuredikes](http://www.ru.nl/futuredikes).