

Risicoanalyse bevergraverijen

Versterking onderzoek waterveiligheid 2025



Risicoanalyse bevergraverijen
Versterking onderzoek waterveiligheid 2025

Auteur(s)
Andre Koelewijn

Risicoanalyse bevergraverijen

Versterking onderzoek waterveiligheid 2025

Client	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Contact	Reindert Stellingwerff
Reference	WVH 02 cluster 1
Keywords	Dierlijke graverij, bever, waterkering, wegen, spoorwegen, risicoanalyse, macrostabiliteit, microstabiliteit

Document control

Version	1.0
Date	22-12-2025
Project nr.	11211566-001
Document ID	11211566-001-ZWS-0001
Pages	87
Classification	
Status	Definitief

Author(s)

	André Koelewijn	

Samenvatting

Dierlijke graverijen in waterkeringen en andere (lijn)infrastructuur zijn een fenomeen wat al jaren in Nederland en daarbuiten wordt bestreden om de veiligheid te waarborgen. Door bijvoorbeeld de Waterschappen en de Muskusrattenbestrijding wordt deze taak al jaren voortvarend uitgevoerd. Echter, sinds de herintroductie van de (Europees beschermde) bever in Nederland in 1988 is de beverpopulatie exponentieel gegroeid en steeds meer verspreid over het land.

Dit vormt een veiligheidsprobleem voor onze waterkeringen en (spoor)wegen doordat de waterveiligheid van de keringen of de veiligheid van de (spoor)wegen in gevaar kan komen door graverijen van bevers. Dat de bever de toegang tot zijn burcht onder water aanlegt en op enige afstand onder het oppervlak blijft, maakt bevergraverijen zeer slecht te detecteren door visuele inspecties en conventionele detectiemethoden.

Deltares is begin 2025 door Rijkswaterstaat gevraagd om een risicoanalyse voor bevergraverij op te stellen die in heel Nederland bruikbaar is, en bijdraagt aan een landelijke aanpak voor duurzaam beverbeheer: de Nationale beveraankpak. Voor dit rapport is het concrete doel:

Het opstellen van een generieke methode voor de risicoanalyse van bevergraverij die landelijk toepasbaar is voor alle typen waterkeringen. Deze methode moet uitzicht bieden op een werkbaar handelingsperspectief en tevens aanknopingspunten bieden voor (spoor)wegen.

De generieke methode vormt een hulpmiddel om te kunnen vaststellen in hoeverre, en waar, bevergraverijen een bedreiging kunnen vormen voor deze lijninfrastructuur. De uitkomst van deze risicoanalyse kan worden gebruikt om beslissingen te ondersteunen over het nemen van concrete maatregelen binnen het scala aan mogelijke maatregelen (het handelingsperspectief).

Voor deze rapportage is de ambitie om waar nodig een concrete risicoanalyse mogelijk te maken, bij primaire dijken tot op het niveau van afzonderlijke dijkvakken waarvoor de toename van de overstromingskans door bevergraverijen kan worden ingeschat. De risicoanalyse ondersteunt ook bij de prioritering en bij de kosten/baten-afweging van technisch-fysieke preventieve maatregelen. Dit geeft vervolgens ook een concreet handelingsperspectief, binnen de grenzen van de wet- en regelgeving met betrekking tot bevers en als hulpmiddel bij de uitvoering van de nationale beveraankpak, al dan niet in de vorm van het opstellen van zoneringskaarten van de faunabeheereenheden.

Voor primaire en regionale waterkeringen zijn afzonderlijke, maar onderling vergelijkbare aanpakken gepresenteerd om tot een bruikbare risicoanalyse te komen. Startend bij de gestelde eisen worden de bedreigingen geanalyseerd. Mede op basis van verschillende typen dijkopbouw worden de effecten bepaald op de mechanismen die een bedreiging kunnen vormen voor de waterkerende functie van een dijk. Vervolgens wordt een stapsgewijze analyse gepresenteerd, bestaande uit:

1. Screening (filters zoals aanwezigheid van een barrière, de mogelijkheid tot tijdige detectie én tijdig herstel, en al dan niet verslechtering van de faalkans).
2. Standaardanalyse op basis van vuistregels.
3. Maatwerkanalyse, vooral voor de overblijvende twijfelgevallen.

Met inachtneming van de geldende wet- en regelgeving ten aanzien van bevers wordt vervolgens voor elk type lijninfrastructuur opgebouwd uit grondlichamen een mogelijk handelingsperspectief geschetst. Voor spoorwegen en wegen is daarbij slechts indicatief aangegeven in hoeverre elementen uit de voor waterkeringen gepresenteerde aanpak bruikbaar kunnen zijn.

Tot slot wordt de aansluiting gezocht bij de nationale beveraankpak en worden daarvoor aanbevelingen gedaan.

Summary

Animal burrows in flood defences and other infrastructure have been combated for years, both in the Netherlands and abroad, to ensure safety. This task has been carried out diligently for years by, for example, the Water Authorities and the Muskrat Control Agency. However, since the reintroduction of the beaver (protected by European legislation) in the Netherlands in 1988, the beaver population has grown exponentially and has become increasingly widespread across the country.

This poses a safety problem for our flood defences and (rail)roads because the flood safety or the safety of the (rail)roads can be jeopardized by beaver burrows. The fact that beavers build the entrance to their dens underwater and remain some distance below the surface makes beaver burrows very difficult to detect by visual inspections and conventional detection methods.

In early 2025, Deltares was commissioned by Rijkswaterstaat (the Directorate-General for Public Works and Water Management) to develop a risk analysis for beaver burrows that can be used throughout the Netherlands and contribute to a national approach to sustainable beaver management: the National Beaver Approach. The specific objective of this report is:

To develop a generic method for the risk analysis of beaver burrows that can be applied nationwide to all types of flood defences. This method should provide a workable action plan and also offer starting points for (rail)roads.

The generic method will serve as a tool for determining to what extent, and where, beaver burrows could pose a threat to this infrastructure. The outcome of this risk analysis can be used to support decisions on taking measures, considering the variety of possible measures.

The ambition for this report is to enable a concrete risk analysis where necessary, for the primary flood defences down to the level of individual levee sections. The risk analysis supports the prioritization and cost/benefit considerations regarding physical preventive measures. This will then also provide a concrete plan for action, within the limits of legislation and regulations regarding beavers and as a tool for implementing the National Beaver Approach.

Separate, yet comparable, approaches have been presented for primary and regional flood defences to arrive at a usable risk analysis. Starting with the specified requirements, the threats are analysed. Based in part on different types of levee composition, the effects on the mechanisms that could threaten a levee's flood defence function are determined. A step-by-step analysis is then presented, consisting of:

1. Screening (filters such as the presence of a barrier, the possibility of timely detection and repair, and any deterioration in the probability of failure caused by burrowing).
2. A standard analysis based on rules of thumb.
3. A customized analysis, focusing on the remaining doubtful cases.

Subsequently, a possible course of action is outlined for each type of embankment for linear infrastructure, taking into account applicable legislation and regulations regarding beavers.

Finally, recommendations are made to the (Dutch) national beaver approach.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	4
	Summary	6
1	Inleiding	10
1.1	Aanleiding en context	10
1.2	Doel	11
1.3	Leeswijzer	11
2	Kenmerken van bevers	13
2.1	Bevers en hun territoria	13
2.2	Graverijen van bevers	14
2.3	Verspreiding van de bever in Nederland	17
2.3.1	Dispersie	17
2.3.2	Historische verspreiding binnen Nederland	18
2.3.3	Vereiste omvang duurzame beverpopulatie	19
2.3.4	Inschatting van geschikte leefgebieden	21
2.3.5	Vestiging in veenweidegebieden	24
3	Risicoanalyse voor primaire waterkeringen	25
3.1	Inleiding risicoanalyse	25
3.2	Eisen aan primaire waterkeringen	25
3.3	Inventariseren bedreigingen	26
3.3.1	Archetypes	28
3.3.2	Effect op mechanismen	29
3.4	Stapsgewijze risicoanalyse	30
3.4.1	Screening	30
3.4.2	Standaardanalyse	33
3.4.3	Maatwerk	36
3.5	Richting een mogelijk handelingsperspectief	37
3.5.1	Wet- en regelgeving ten aanzien van bevers	37
3.5.2	Beeld voor de langere termijn	37
3.5.3	Perspectief voor de korte termijn	38
3.6	Beschikbare risicoanalyses en ervaringen in binnen- en buitenland	39
4	Risicoanalyse voor regionale waterkeringen	43
4.1	Inleiding risicoanalyse	43
4.2	Eisen aan regionale waterkeringen	43
4.3	Inventariseren bedreigingen	45
4.3.1	Archetypes	45
4.3.2	Effect op mechanismen	45

4.4	Stapsgewijze risicoanalyse	47
4.4.1	Screening	47
4.4.2	Standaardanalyse	49
4.4.3	Maatwerk	49
4.5	Richting een mogelijk handelingsperspectief	50
4.5.1	Wet- en regelgeving ten aanzien van bevers	50
4.5.2	Beeld voor de langere termijn	50
4.5.3	Perspectief voor de korte termijn	50
5	Risicoanalyse voor spoorwegen	51
5.1	Inleiding risicoanalyse	51
5.2	Eisen aan spoorwegen	51
5.3	Inventariseren bedreigingen	51
5.3.1	Archetypes	52
5.3.2	Effect op mechanismen	52
5.4	Stapsgewijze risicoanalyse	52
5.4.1	Screening	52
5.4.2	Reactieve risico-inventarisatie via detectie	53
5.4.3	Bredere aanpak risicoanalyse spoorwegen	54
5.5	Richting een mogelijk handelingsperspectief	54
5.5.1	Wet- en regelgeving ten aanzien van bevers	54
5.5.2	Beeld voor de langere termijn	54
5.5.3	Perspectief voor de korte termijn	54
6	Risicoanalyse voor wegen	55
6.1	Inleiding risicoanalyse	55
6.2	Eisen aan wegen	55
6.3	Inventariseren bedreigingen	56
6.3.1	Archetypes	56
6.3.2	Effect op mechanismen	56
6.4	Stapsgewijze risicoanalyse	56
6.4.1	Screening	56
6.4.2	Nadere analyse	57
6.5	Richting een mogelijk handelingsperspectief	57
6.5.1	Wet- en regelgeving ten aanzien van bevers	57
6.5.2	Beeld voor de langere termijn	58
6.5.3	Perspectief voor de korte termijn	58
7	Aansluiting bij nationale beveraankpak	59
7.1	Synthese	59
7.2	Afweging van maatregelen	59
7.3	Aanbevelingen	62
7.4	Terug- en vooruitblik	64
	Referenties	65

A	Motivering verwaarlozing van nat- en vraatschade door bevers	71
B	Verspreidingskaarten voor de bever	73
C	Wet- en regelgeving ten aanzien van bevers	82
C.1	Inleiding	82
C.2	Europees recht	82
C.3	Nationale wet- en regelgeving	82
C.4	Regionale Faunabeheerplannen en Nationale Beveraanpak	83
C.5	Conclusie	86

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en context

Dierlijke graverijen in waterkeringen en andere (lijn)infrastructuur zijn een fenomeen wat al jaren in Nederland en daarbuiten wordt bestreden om de veiligheid te waarborgen. Door bijvoorbeeld de Waterschappen en de Muskusrattenbestrijding wordt deze taak al jaren voortvarend uitgevoerd. Echter, sinds de herintroductie van de (Europees beschermde) bever in Nederland in 1988 is de beverpopulatie exponentieel gegroeid en steeds meer verspreid over het land.

Dit vormt een veiligheidsprobleem voor onze waterkeringen en (spoor)wegen doordat de waterveiligheid van de keringen of de veiligheid van de (spoor)wegen in gevaar kan komen door graverijen van bevers. Gangen en holen in de waterkering of (spoor)wegen kunnen een negatieve impact hebben op de verschillende mechanismen die uiteindelijk tot falen kunnen leiden, zoals bijvoorbeeld voor waterkeringen is onderbouwd door Van den Berg (2022a) en Van den Berg & Koelewijn (2024). Dat de bever de toegang tot zijn burcht onder water aanlegt en op enige afstand onder het oppervlak blijft, maakt bevergraverijen zeer slecht te detecteren door visuele inspecties en conventionele detectiemethoden, zoals bijvoorbeeld grondradar. Vanuit de wettelijke eisen aan een dijk als waterkering is aan de gevolgenkant uiteindelijk alleen het optreden van een overstroming relevant. Praktisch gezien kan er echter al eerder sprake zijn van ongewenste gevolgen. Bijvoorbeeld vanuit en beheer en onderhoud en de daarbij geldende veiligheidseisen kunnen die gevolgen ook onacceptabel zijn.

Door en voor verschillende Waterschappen, Rijkswaterstaat en ProRail zijn voor de omgang met de bever in de afgelopen jaren protocollen opgesteld (Bos e.a., 2020; Samenwerkingsverband, 2020, 2021) en verscheidene risico-inventarisaties opgesteld (Vreugdenhil e.a., 2012; Van den Berg, 2022b; Hölscher e.a., 2022; Larooij, 2022; Terpstra e.a., 2022; Hoogendoorn, 2023; Koelewijn, 2023; Van de Wouw, 2023; Van den Berg & Koelewijn, 2024; Van Dorst e.a., 2024; Brandjes, 2024; Van den Bogaert, 2025; Kuiphof, 2025; Tukker e.a., 2025; Warmer e.a., 2025), die onderling soms sterk variëren, bijvoorbeeld op het punt wat 'risico' inhoudt: alleen de kans op een gebeurtenis, alleen de gevolgen, of allebei. Het Directoraat-generaal Water en Bodem van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft in 2023 daarom opdracht gegeven om een landelijk protocol voor de omgang met bevergraverij op te stellen. Dit protocol, verwoord in de Nationale Beveraanpak, was in februari 2025 gereed (Stam e.a., 2025).

Deltares is begin 2025 door Rijkswaterstaat gevraagd om een risicoanalyse voor bevergraverij op te stellen die in heel Nederland bruikbaar is. Projectmatig betreft dit een onderdeel van het onderwerp 'Dierlijke graverijen' van het project 'Versterking onderzoek waterveiligheid' (VOW). Dit is weer onderdeel WVH 02 van de invulling van de SITO Programmasubsidie IenW 2025 (De Grave, 2025). Ondertussen is Deltares sinds medio 2024 voor het Hoogwaterbeschermingsprogramma bezig met de uitvoering van het onderzoeksproject 'Veiligheidsraamwerk dierlijke graverijen in waterkeringen', op basis van het plan van aanpak daarvoor (Van den Berg & Kanning, 2024). Dit project loopt nog door tot in 2026, maar van de tussentijdse resultaten kan al wel gebruik worden gemaakt voor deze risicoanalyse. Omdat de methode nog in ontwikkeling is, zijn toekomstige aanpassingen zeker niet uitgesloten. Deze zullen dan ook een revisie van dit document vergen.

Op 8 juli 2025 is door het Rijk, provincies, Rijkswaterstaat, waterschappen en ProRail een landelijke aanpak voor duurzaam beverbeheer gepresenteerd. Deze aanpak zal de komende

tijd verder worden uitgewerkt¹ en deze rapportage kan daarin bijdragen. Een belangrijk onderliggend stuk is daarbij de reeds genoemde 'Nationale beveraanpak' (Stam e.a., 2025), die op 7 juli 2025 bestuurlijk vastgesteld is. Hierin wordt in het hoofdstuk 'handelingskader preventieve maatregelen' een globale risicoanalyse gepresenteerd. De primaire waterkeringen vallen daarbij allemaal in dezelfde categorie ('zeer ernstige maatschappelijke impact'), terwijl voor regionale waterkeringen nog vier andere categorieën worden onderscheiden voor de maatschappelijke impact. Deze categorisering wordt samen met een inschatting van de kans op bevergraverijen gebruikt voor een globale prioritering van preventieve maatregelen, die ook voor andere lijninfrastructuur wordt benut om daarmee tot een afgewogen geheel te komen (Stam e.a., 2025:29-41).

Voor deze rapportage is de ambitie om waar nodig een concrete risicoanalyse mogelijk te maken, bij dijken tot op het niveau van afzonderlijke dijkvakken. Dit geeft vervolgens ook een concreet handelingsperspectief om te handelen, binnen de grenzen van de wet- en regelgeving met betrekking tot bevers en als hulpmiddel bij de uitvoering van de nationale beveraanpak.

1.2 Doel

Het overkoepelende doel van het VOW-project is bijdragen aan verbeteringen in het primaire proces rondom waterveiligheid, onder meer door betere risicobeheersing. Voor dit rapport is het concrete doel:

Het opstellen van een generieke methode voor de risicoanalyse van bevergraverij die landelijk toepasbaar is voor alle typen waterkeringen. Deze methode moet uitzicht bieden op een werkbaar handelingsperspectief en tevens aanknopingspunten bieden voor (spoor)wegen.

Dit vormt een hulpmiddel om te kunnen vaststellen in hoeverre, en waar, bevergraverijen een bedreiging kunnen vormen voor deze lijninfrastructuur. De uitkomst van deze risicoanalyse kan worden gebruikt om beslissingen over het nemen van maatregelen te ondersteunen. Deze maatregelen kunnen variëren van aanpassingen aan het ontwerp (bij dijkversterkingen) tot noodmaatregelen (bij acute situaties). Daarnaast is de risicoanalyse te gebruiken voor bijvoorbeeld het opstellen van zoneringskaarten voor het faunabeheerplan bever, dat iedere provincie op laat stellen door de faunabeheereenheid.

Een scherpere, of nauwkeuriger, risicoanalyse vergroot niet alleen de doelmatigheid van ingrepen, maar voorkomt ook dat er onnodige ingrepen hoeven worden gepleegd, zowel preventief als repressief.

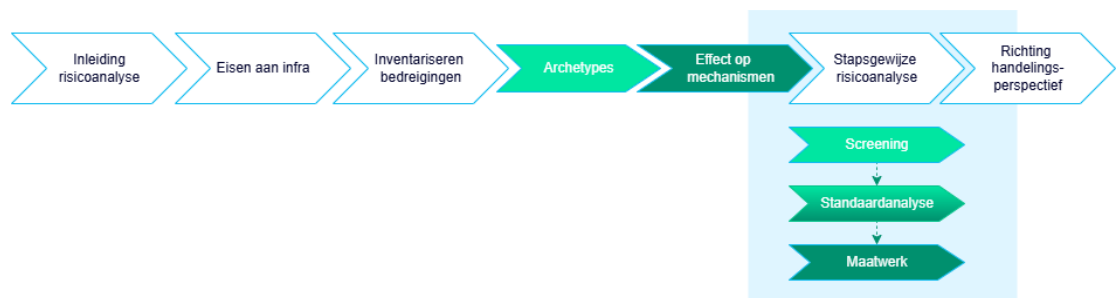
1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de kenmerken van bevers, hun leefgebieden en graverijen. Hiervoor is geput uit vele andere bronnen, dit hoofdstuk is hier opgenomen zodat deze rapportage zelfstandig leesbaar is.

In Hoofdstuk 3 wordt de methode voor de risicoanalyse van bevergraverijen uitgewerkt voor primaire waterkeringen. De structuur van dit hoofdstuk is weergegeven in Figuur 1.1 en wordt ook voor de verdere hoofdstukken gehanteerd. Gestart wordt met een inleiding op de risicoanalyse, gevolgd door de eisen aan de betreffende infrastructuur, gevolgd door een inleiding op de risicoanalyse, een inventarisatie van de bedreigingen toegespitst op de archetypen en de effecten op diverse mechanismen, waarna de eigenlijke methode van

¹ <https://unievandwaterschappen.nl/landelijke-aanpak-voor-duurzaam-beverbeheer/>

risicoanalyse wordt besproken in een drietal stappen, waarbij van grof naar fijn wordt gewerkt om de analyse op efficiënte wijze uit te kunnen voeren. Daarna wordt kort ingegaan wat dit praktisch betekent, rekening houdend met geldende wet- en regelgeving.



Figuur 1.1 Globale opzet van de aanpak per type infrastructuur.

In de hoofdstukken daarna worden volgens dezelfde opzet risicoanalyses voor achtereenvolgens regionale waterkeringen (Hoofdstuk 4), spoorwegen (Hoofdstuk 5) en wegen (Hoofdstuk 6) besproken. Deze hoofdstukken zijn beknopter gehouden.

In Bijlage A is een motivering gegeven waarom alleen rekening gehouden is met graafschade en niet met nat- en vraatschade door bever. In Bijlage B zijn enkele kaarten met de (verwachte) verspreiding van de bever opgenomen. Bijlage C gaat in op de wet- en regelgeving ten aanzien van bevers.

2 Kenmerken van bevers

2.1 Bevers en hun territoria

De bever is het grootste inheemse knaagdier in Nederland. Een volwassen exemplaar heeft een kop-romp lengte van 70 tot 100 cm, een staartlengte van 25 tot 37 cm en een gewicht van 25 tot 35 kg. Vrouwtjes zijn iets groter dan mannetjes. In het wild wordt de bever gemiddeld 7 à 8 jaar, met een maximum van circa 20 jaar (Bij12, 2017:6).

Bevers zijn zoogdieren die zowel op het land als in het water leven, meestal nabij oevers. Ze zijn vooral in de schemering en 's nachts actief; overdag slapen ze veelal. Ze worden daardoor relatief weinig gezien, maar laten wel duidelijk waarneembare sporen achter. Bevers kunnen wel 4 tot 5 minuten onder water blijven (Bij12, 2017:7).

De bever leeft territoriaal in familieverband. Deze familie kan bestaan uit een paartje met hun jongen tot 2 jaar oud. Het mannetje en vrouwtje blijven hun hele leven bij elkaar. Er zijn echter ook territoria van eenlingen. Eén territorium telt in de regel 1 tot 8 bevers. Volwassen bevers zijn trouw aan hun territorium, dat fel tegen bevers uit andere families wordt verdedigd, maar territoria kunnen elkaar wel overlappen. In het territorium, vooral langs de grenzen ervan, worden geurmerken afgezet met het zogeheten bevergeil (Bij12, 2017:7).

De paartijd is in januari en februari. Na een draagtijd van ruim 105 dagen worden in mei of juni meestal twee tot drie jongen geworpen. Het zogen gaat door totdat ze zes weken oud zijn, maar als de jongen een maand oud zijn, eten ze al vast voedsel. De kraamperiode loopt van mei tot en met augustus (Bij12, 2017:7).

De oppervlakte aan leefgebied dat nodig is, en daarmee de omvang van een territorium, wordt vooral bepaald door de hoeveelheid en de kwaliteit van de voedselbronnen op en langs de oever. Doorgaans wordt de eerste 10 à 20 meter van de oever benut. De territoriumgrootte is ook afhankelijk van de structuren van het water, waarbij er een verschil is tussen territoria langs lijnvormige stromen, vaarten, kanalen en dergelijke, of territoria bij meer oppervlaktevormige structuren als wateren met eilanden en dergelijke (Bij12, 2017:10).

Bij kolonisering speelt de dichtheid aan families ook een rol. Daardoor kunnen in sommige gebieden territoria met slechts enkele honderden meters aan oeverlengte waargenomen worden, terwijl territoria met meer dan 10 km oeverlengte ook voorkomen, met name daar waar voedsel ook schaars is. Dikwijls beslaat een territorium een oeverlengte tussen de 1,3 km en 6,5 km, met 1 tot 2 km beboste oeverzone (Bij12, 2017:10, Dijkstra & Van Veen:6). Bij hele kleine territoria (0,5 tot 1 km oeverlengte) binnen ruimschoots bezette gebieden wordt vermoed dat er sprake is van overbenutting van voedselvoorraden en dat deze op termijn niet houdbaar zijn (Dijkstra & Van Veen:7).

De belangrijkste habitateisen van bevers zijn de aanwezigheid van water en voldoende voedsel, voornamelijk in de vorm van houtige vegetatie. Voor vestigende bevers blijkt vooral de aanwezigheid van voldoende wilgen als hoofdvoedselbron nabij water belangrijk te zijn. Bij het koloniseren van nieuwe gebieden vestigen jonge bevers zich doorgaans relatief ver van hun ouderlijke territoria in gebieden met voldoende aanbod aan wilgen en andere geprefereerde boomsoorten. Pas als de populatie verder groeit, worden suboptimale territoria tussen de oude en nieuwe territoria opgevuld. Deze suboptimale territoria kunnen minder ideale vegetatiesoorten bevatten en kunnen dicht bij bebouwing en infrastructuur liggen (Seljee e.a., 2023:7).

De habitateis van bevers ten aanzien van water betreft jaarrond voldoende diepgang van het water om in te kunnen zwemmen (minimaal 50 cm) en om de burchtingang onder het wateroppervlak te houden. Daarnaast moeten de dieren toegang hebben tot hoger gelegen vluchtplaatsen in het geval van hoogwatersituaties. Houtige begroeiing dicht langs de waterkant is aantrekkelijk voor bevers, maar of het een noodzakelijke voorwaarde is, is nog onduidelijk (Seljee e.a., 2023:8).

Om aan voedsel te komen, gaan bevers in principe zo min mogelijk het land op om te foerageren, vanwege predatiegevaar. Doorgaans wordt het grootste deel van het voedsel in de eerste 10 tot 20 m van de oever bemachtigd. Voor specifieke voedselitems wordt er soms ook wel 30 m de oever opgelopen, in zeldzame gevallen tot 100 m, bijvoorbeeld bij mais, bieten en peen (Dijkstra & Van Veen:11). In populaties met hoge dichtheden aan bevers komt het vaker voor dat jongen nog een extra jaar in het territorium van hun ouders verblijven (Muller-Schwarze & Schuite, 1999, geciteerd door Seljee e.a., 2023:6). In populaties met hoge territoriumdichtheid blijken groepen gemiddeld groter te zijn dan in jongere of geëxploiteerde populaties. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat jonge bevers meer moeite hebben met het vinden van geschikte territoria, en daardoor langer bij hun ouders blijven (Seljee e.a., 2023:6).

2.2 Graverijen van bevers

Bevers verblijven in holen, burchten en legers. Holen worden in bijna alle aanwezige steile oevers van een territorium gegraven. Omdat bevers de ingang onder water willen hebben, zijn deze ingangen, en daarmee de holen, moeilijk waar te nemen. Zodra het dak van een hol instort, dekken de bevers het ontstane gat af met takken en modder, zodat een burcht ontstaat, zie Figuur 2.1. De termen hol en burcht worden overigens vaak door elkaar gebruikt (Bij12, 2017:11). Legers worden 's zomers gebruikt als dagrustplaats en bestaan uit een uitholling op de oever, vaak belegd met houtsnippers. Legers bevinden zich vlak langs de oever in dichte vegetaties en onder dichte struiken en bramen, waardoor ze lastig te vinden zijn. Bij verstoringen en bij hoogwater kunnen bevers ook gebruik maken van dit soort ligplaatsen (Bij12, 2017:7, 12).



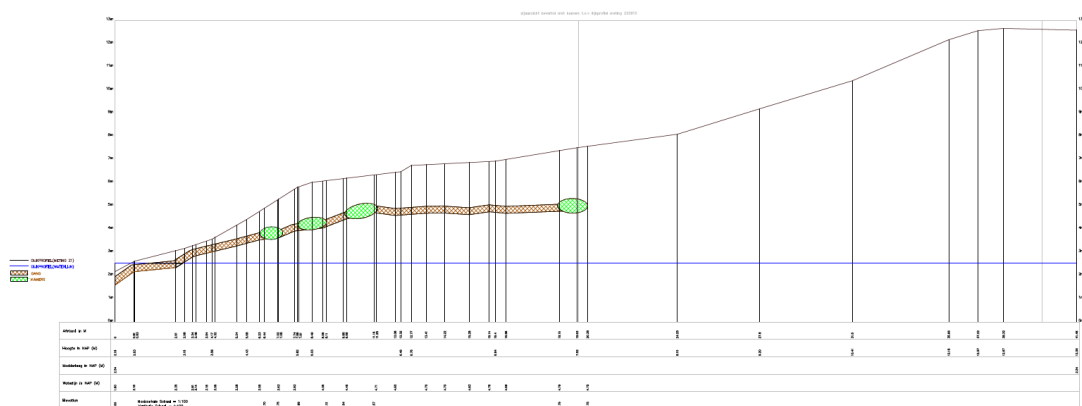
Figuur 2.1 Schematische weergave van twee beverburchten met een kamer boven de waterlijn (Bij12, 2017:11).

Voor de winter en als onderkomen voor de jongen wordt meestal één burcht verder uitgebouwd. Er kunnen meerdere burchten in een territorium aanwezig zijn. Het gaat dan om verlaten oudere burchten en om kleinere, door jongen gebouwde burchten nabij de ouderlijke burcht. In gebieden met sterk wisselende waterstanden worden burchten op verschillende niveaus langs de oever gebouwd (Bij12, 2017:7, 11).

A large, dense, dark, oval-shaped structure, likely a beaver dam or lodge, is situated in a body of water. The structure is surrounded by bare, thin tree branches and reflected in the water.



Wanneer een dijktaalud betrekkelijk dicht bij het water is, kan een bever ook onder dagelijkse omstandigheden (te onderscheiden van een hoogwatersituatie en extreme droogte) in een dijk gaan graven. Een voorbeeld is getoond in Figuur 2.3. Dit betrof een bevergraverij van ruim 20 meter diep de dijk in (loodrecht op de oever) met een viertal kamers bij een binnendijks wiel². De beverfamilie woonde daar al enige jaren voordat werd ingegrepen omwille van de waterveiligheid, nadat door uitzonderlijke droogte de ingangen van 8 hollen in de oever zichtbaar waren geworden (Kapinga, 2022).



Bevers kunnen in het rivierengebied tijdens hoogwater snel zogenaamde hoogwaterburchten bouwen op hoger gelegen droge grond, die ook bij latere hoogwaters opnieuw blijken te worden opgezocht. Ook kunnen zij in een periode van hoogwater hollen graven in dijken. Deze kunnen niet worden aangemerkt als een (duurzame) rustplaats: de bever zal er slechts tijdelijk aanwezig zijn, omdat het hol na het zakken van het water ongeschikt is, doordat er niet meer een onder water toegankelijke ingang is. De bever zal dan weer terugkeren naar zijn oorspronkelijke burcht (Bij12, 2017:7, 12). Daarnaast kunnen zij bij hoogwater hun

15 van 87

toevlucht zoeken in bijvoorbeeld een hoge boom die voldoende beschutting biedt, zie Figuur 2.4. Met name bij een beperkte hoogwaterduur en milde weersomstandigheden blijken bevers zich tevreden te kunnen stellen met een (geïmproviseerd) leger op een droge plaats in de buurt van hun eigen, overstroomde burcht (Evers, 2025; Tielen, 2025a:12; Tielen, 2025c:2). Overigens kunnen bevers zich tijdens een hoogwater tot wel meer dan 10 kilometer per dag verplaatsen, eventueel ook stroomopwaarts (Evers, 2022).



Figuur 2.4 Bever in een boom tijdens hoogwater (Evers, 2025:32, 34).

Een hol dat tijdens hoogwater in een dijk wordt gegraven, is moeilijk waarneembaar zolang het water nog niet gezakt is, zie Figuur 2.5. Dit komt zowel door drijfvuil als door de troebelheid van het water. De hier getoonde methode met op de tast zoeken blijkt overigens nog steeds de minst slechte resultaten op te leveren, al zijn methoden met sonar en lidar wel in opmars (Evers, 2025:49, 50).



Figuur 2.5 Wadende inspectie, op zoek naar beverholen (Evers, 2025:29).

Na afloop van een hoogwater zijn de hollen doorgaans goed zichtbaar, zie Figuur 2.6, al kan dan drooggevalen drijfvuil in de praktijk het zicht belemmeren. Met name in de rechterfoto is vanwege de veegsporen goed zichtbaar dat het hol overigens amper onder de waterlijn is gegraven. Het algemene beeld na afloop van het hoogwater van 2021 was bij Waterschap Rivierenland overigens wel dat de hollen allemaal dicht onder de hoogwaterlijn zaten (Evers & Cornelisse, 2021:16).



Figuur 2.6 Beverholen in dijken van Waterschap Rivierenland in februari 2021 (Evers & Cornelisse, 2021:21, 22).

2.3 Verspreiding van de bever in Nederland

De verspreiding van de bever is van belang om te weten waar hij al zit en waar hij nog gaat komen, zowel om zich te vestigen of alleen tijdelijk (op doorreis, of gedurende een seizoen). Deze paragraaf gaat hier nader op in. Eerst nog vanuit de verspreiding vanuit het ouderlijk nest, vervolgens wordt uitgezoomd op de verspreiding binnen Nederland tot nu toe, de vereiste omvang van de populatie om duurzaam gevestigd te zijn, een inschatting van de geschikte leefgebieden binnen Nederland waar de bever nog naar toe kan, en tot slot een korte beschouwing over de vestiging van de bever specifiek in de veenweidegebieden.

Op de verspreiding van bevers die leven in uiterwaarden en andere periodiek onderlopende gebieden is in de vorige paragraaf al ingegaan.

2.3.1 Dispersie

Een bever verlaat veelal aan het eind van hun tweede levensjaar de familiegroep om als volwassen bever op zoek te gaan naar een partner en een nieuw territorium. Daarbij kunnen grote afstanden langs water worden afgelegd, tot wel 100 km, ook stroomopwaarts. Vrouwtjes trekken in de regel verder weg dan de mannetjes. Daarbij worden de wateren gevolgd. Bevers zijn op het land kwetsbaarder en als er dammen tussen wateren in zijn, dan worden deze over het algemeen over slechts enkele tientallen meters overbrugd, vanwege het eerdergenoemde predatiegevaar. Waterscheidingen zijn daarom moeilijk te passeren, waardoor kolonisatie van sommige geschikte leefgebieden lang op zich kan laten wachten. Deze zogenoemde dispersie kan enkele maanden duren en vindt meestal plaats van maart tot en met augustus en kan ook optreden bij oudere dieren (Bij12, 2017:7, 13).

Stuwen hoeven voor dispersie geen obstakel te zijn: bevers kunnen deze veilig over land passeren mits ze daarbij niet gehinderd worden door hoge kaden of beschoeiingen (meer dan 40 cm boven het waterpeil), waardoor ze niet op de oever kunnen klimmen. Lange sluizen zijn vaak niet te passeren. Kleine duikers met of zonder water (zoals faunabuizen) worden nog benut als de bever er juist doorheen kan (minimaal circa 50 cm doorsnede) (Bij12, 2017:13).

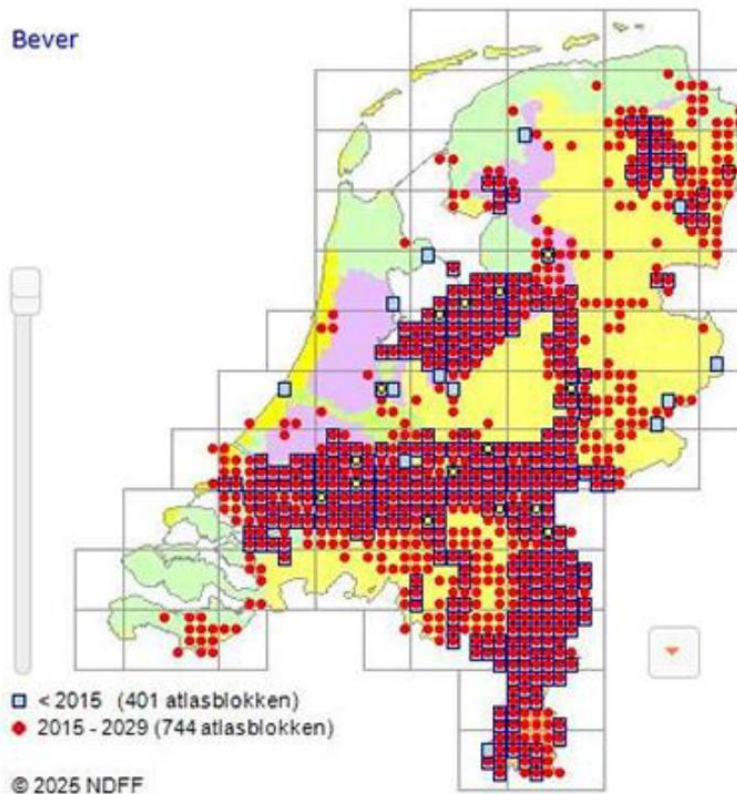
Drukke wegen vormen een probleem voor dispersie. Hotspots voor slachtoffers onder bevers worden gevormd door niet al te brede dammen met een drukke weg erop, tussen wateren die geschikt leefgebied vormen, waarbij de dieren de weg bovengronds gaan passeren. Dit gebeurt ook als duikers, faunabuizen, bruggen en dergelijke doorwerkzaamheden tijdelijk niet bruikbaar zijn (Bij12, 2017:13).

2.3.2 Historische verspreiding binnen Nederland

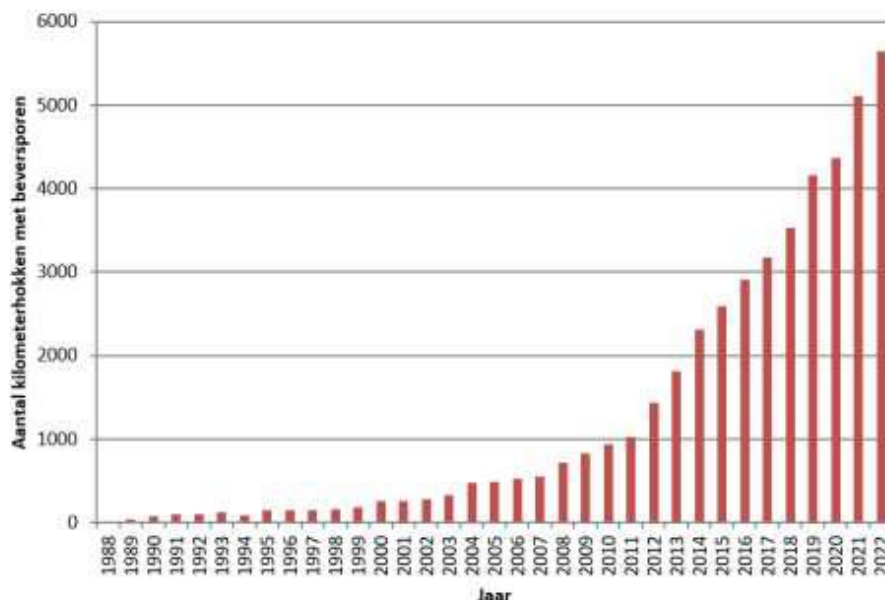
Historisch gezien geldt dat de bever lange tijd afwezig is geweest in Nederland, van het uitsterven in 1826 nabij Zalk tot aan de eerste herintroductie in 1988 in de Biesbosch (Bij12, 2017:13). Tegenwoordig komt de bever in grote delen van Nederland voor, met name in het rivierengebied, Flevoland en het gebied van de veenkoloniën in Groningen en Drenthe, zie Figuur 2.7. De verspreiding is snel gegaan, zoals Figuur 2.8 laat zien. Opgemerkt wordt dat dit alleen waarnemingen betreft per gebied van 5x5 km of 1x1 km. Over het aantal dieren, per gebied of in Nederland als geheel, zegt dit niet heel veel. Door Stam e.a. (2025:15) wordt het aantal bevers ouder dan één jaar geschat op meer dan 5000. Overigens werd in 2011 nog verwacht dat er in 2025 circa 1600 à 2000 zouden zijn (Kurstjens & Niewold, 2011:23).

Castor fiber Linnaeus, 1758

Bever



Figuur 2.7 Waarnemingen van bevers in Nederland per atlasblok (5x5 km) (Warmer e.a., 2025:44).



Figuur 2.8 Totaal aantal kilometerhokken (1x1 km) per jaar waar beversporen zijn waargenomen in Nederland (Faunabeheereenheid Limburg, 2025:8).

2.3.3 Vereiste omvang duurzame beverpopulatie

Diverse ecologen hebben zich in de afgelopen decennia, en vooral in de laatste 15 jaar, beziggehouden met de vraag hoe groot een populatie van een diersoort, en dan specifiek de bever, moet zijn om op de langere termijn blijvend in een gebied aanwezig te kunnen zijn.

Door Bos e.a. (2020:44) wordt gesteld: “Voor een genetisch gezonde populatie bevers op kortere termijn zijn in theorie minimaal 50 zich actief voortplantende dieren nodig, gelijkelijk verdeeld over de geslachten. Rekening houdend met de natuurlijke populatieopbouw van bevers kan dan worden berekend dat de werkelijke populatiegrootte dan minimaal 125 dieren omvat, verdeeld over circa 25 families. Voor het behoud van voldoende genetische variatie zal een effectieve uitwisseling van twee dieren per 10 jaar met een andere populatie dienen plaats te vinden. Voor overleving op lange termijn dient een populatie uit minimaal 500 zich voortplantende dieren te bestaan (Franklin, 1980). In een nadere analyse voor specifiek de bever, op basis van berekeningen en ervaringen uit binnen- en buitenland, stelden Jansman e.a. (2016) de schatting voor een duurzame populatie³ iets bij en concluderen dat deze voor een op zichzelf staande (meta)populatie bij de bever uit 1225-1880 dieren dient te bestaan. Op basis daarvan beschouwden zij de beverpopulatie in zuidelijk Nederland als duurzaam, met een in 2016 geschat aantal bevers van 1700 (> 1 jaar oud). Lammertsma e.a. (2019) geven aan dat een lokaal populatieniveau van 1225-1880 dieren voor de noordelijke deelpopulatie niet bereikt zal worden bij een autonome ontwikkeling van de beverpopulatie in Drenthe en Groningen. Met een geschatte draagkracht voor de populatie in Drenthe en Groningen van circa 400-500 volwassen dieren kan een dergelijk lokaal populatieniveau naar verwachting ook niet op langere termijn worden bereikt. Een verbinding tussen de centraal-zuidelijke Nederlandse en Duitse populaties met die in Groningen/Drenthe zou gunstig zijn voor de levensvatbaarheid van de beverpopulatie in Nederland.”

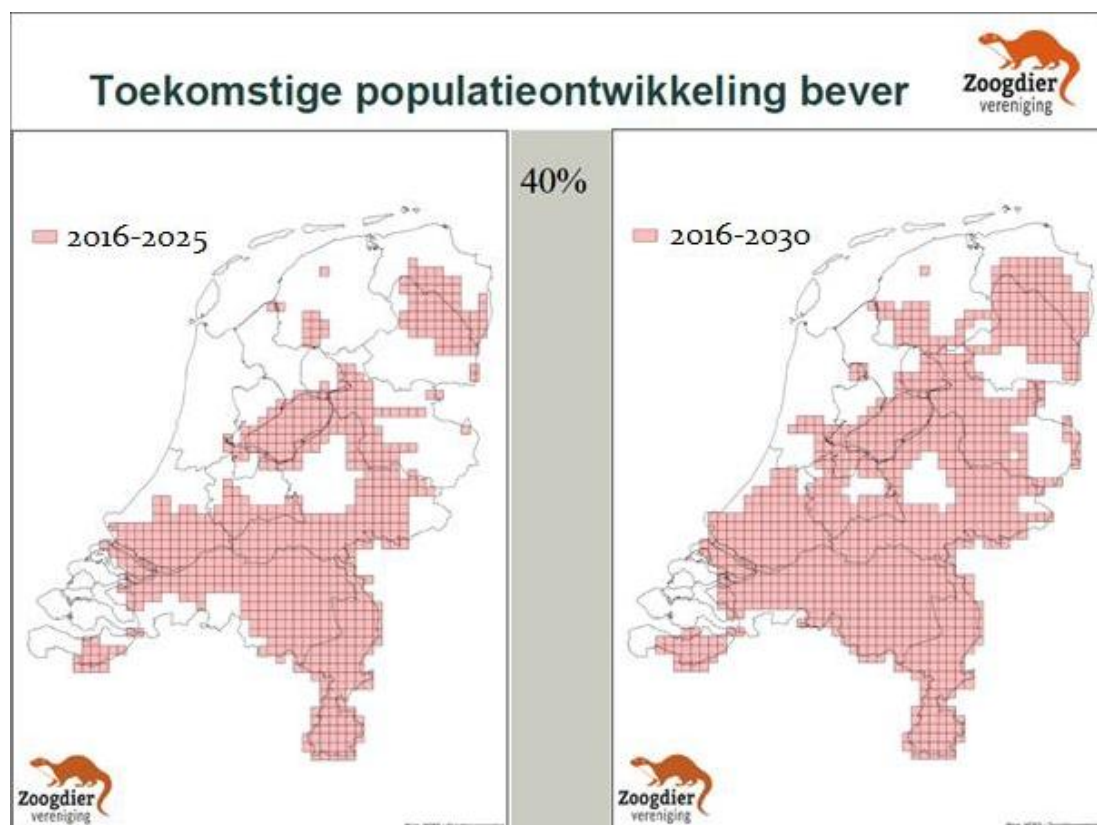
Van Wijngaarden (1966) verkende al geruime tijd geleden of de bever opnieuw geïntroduceerd zou kunnen worden, waarbij hij uitsluitend keek naar de biologische

³ Een duurzame populatie is een populatie die op lange termijn kan overleven ondanks te verwachten demografische en genetische effecten en natuurlijke catastrofes.

aspecten. De conclusie was dat binnen Nederland alleen de Biesbosch hiervoor in aanmerking zou komen, mits de afsluiting van het Haringvliet de vegetatie daar niet in ongunstige zin zou veranderen. Daarbij stelde hij: “Velen zullen enigszins huiverig staan tegenover het idee een dergelijk groot dier als de bever, dat in principe grote holen kan graven, weer in te voeren in het centrum van ons polderland. Bevers zijn echter vrij schuwe dieren, die door een juist beheer gemakkelijk in de voor hen bestemde refugia zijn te concentreren.”

Kurstjens & Niewold (2011:20-21) stellen dat vanwege het onregelmatige kolonisatiepatroon, de invloed van voortgaande herintroducties en bijplaatsingen, en de aanwezigheid van veel barrières in het landschap, het niet realistisch is gebleken om de populatiegroei wiskundig te bepalen. In plaats daarvan hebben zij op basis van de toenmalige waarnemingen en de algemene habitatvoorkeuren op basis van expert-judgement inschattingen gemaakt voor de verspreiding in 2015 en 2025 (zie Figuur B.1).⁴

Ter vergelijking: het faunabeheerplan Noord-Brabant (Faunabeheereenheid Noord-Brabant, 2023:370-371) bevat een tweetal scenario's van de Zoogdiervereniging voor de populatieontwikkeling; één met 40% groei per vijf jaar en één met 62% groei per vijf jaar. Het huidige geschatte aantal dieren ouder dan 1 jaar komt redelijk overeen met de schatting volgens het eerste scenario, waarvoor de ruimtelijke verdeling over Nederland is weergegeven in Figuur 2.9. De kaart links vertoont een goede overeenkomst met Figuur 2.7.



Figuur 2.9 Populatieontwikkeling 2016-2025 en 2016-2030, bij 40% groei per vijf jaar (Faunabeheereenheid Noord-Brabant, 2023:371).

⁴ Vergelijking met Figuur 2.7 laat zien dat dit een onderschatting heeft opgeleverd, zoals ook het aantal dieren is onderschat, hetgeen drie alinea's terug al is aangegeven.

2.3.4 Inschatting van geschikte leefgebieden

De ecologen hebben zich ook gebogen over de vraag wat geschikte leefgebieden voor de bever zouden kunnen zijn, ook in een toekomst wanneer de territoria in de meest geschikte gebieden al opgevuld zijn en jongere dieren elders op zoek gaan naar een eigen territorium om zich te vestigen.

Bos e.a. (2020:9-11) startten hun analyse ten behoeve van een beverbeheerplan met de constatering dat op basis van ervaringskennis de bever vrijwel overal in Nederland voor zou kunnen komen, mede doordat hij middels dammenbouw zelf voor een geschikt waterpeil kan zorgen, met uitzondering van enkele droge delen van de Veluwe, enkele Zeeuwse eilanden en de Waddeneilanden. Vervolgens kiezen zij echter voor een meer gedetailleerde benadering om te bepalen welk gedeelte van het studiegebied primair geschikt is voor de vestiging van de bever ('core habitat'), met als criteria:

- Binnen 20 m van permanent (jaarrond) zoet water.
- Voldoende voedsel beschikbaar.
- Tenminste 4 ha bos.

Als ongeschikt ('null habitat') zijn de delen aangemerkt op meer dan 300 m van water en de echt droge delen (gebieden met grondwatertrappen VII en VIII), tenzij de laatste op minder dan 20 m van een permanent wervoerende grote leiding, kanaal of beek ligt.

Daartussenin bevindt zich nog een gebied ('dispersal habitat'), dat in mindere mate geschikt is, zoals open agrarisch gebied. Aangegeven wordt dat ervaringen in Limburg en langs de Elbe en de Donau leren dat zich ook hier bevers kunnen vestigen, ondanks dat er veel minder bos is. Voldoende voedsel en voldoende waterdiepte lijken uiteindelijk doorslaggevend te zijn. In de resulterende kaart (Figuur B.2) is de 'core habitat' met donkergroen en oranje aangegeven, respectievelijk binnen en buiten beschermd natuurgebied. In het betreffende gebied komt 'null habitat' maar weinig voor, de rest behoort tot de 'dispersal habitat'.

Seljee e.a. (2023) hebben in beginsel dezelfde criteria gehanteerd in hun analyse van de provincie Friesland, waar tot nu toe nog niet veel bevers voorkomen. Met uitsluiting van watergangen met de classificaties 'greppel', 'droge sloot' en 'zee' leidt dit tot de kaart in Figuur B.3. Om een inschatting te maken van het aantal bevers dat daadwerkelijk in de provincie zou kunnen leven, is de 'core habitat' nader opgedeeld in optimaal, suboptimaal en marginaal habitat. Kort samengevat telt daarbij bos, anders dan loofbos, maar voor 50% mee en gebieden met grondwatertrappen VII en VIII ook maar voor 50%, bij combinatie van beide categorieën slechts voor 25%.⁵ Om tot een schatting te komen van het aantal levensvatbare beverterritoria, is aanvullend als uitgangspunt gekozen dat er minimaal 6 ha optimaal beverhabitat aanwezig dient te zijn binnen een straal van 750 m (of 12 ha suboptimaal beverhabitat of 24 ha marginaal beverhabitat, of een gewogen combinatie hiervan). Dit leidt de kaart zoals weergegeven in Figuur B.4. Bij een gemiddelde groepsgrootte van 3,8 bevers zou er dan binnen de core habitat in Friesland alleen al dan ruimte zijn voor ruim 7000 bevers (Seljee e.a., 2023:22).

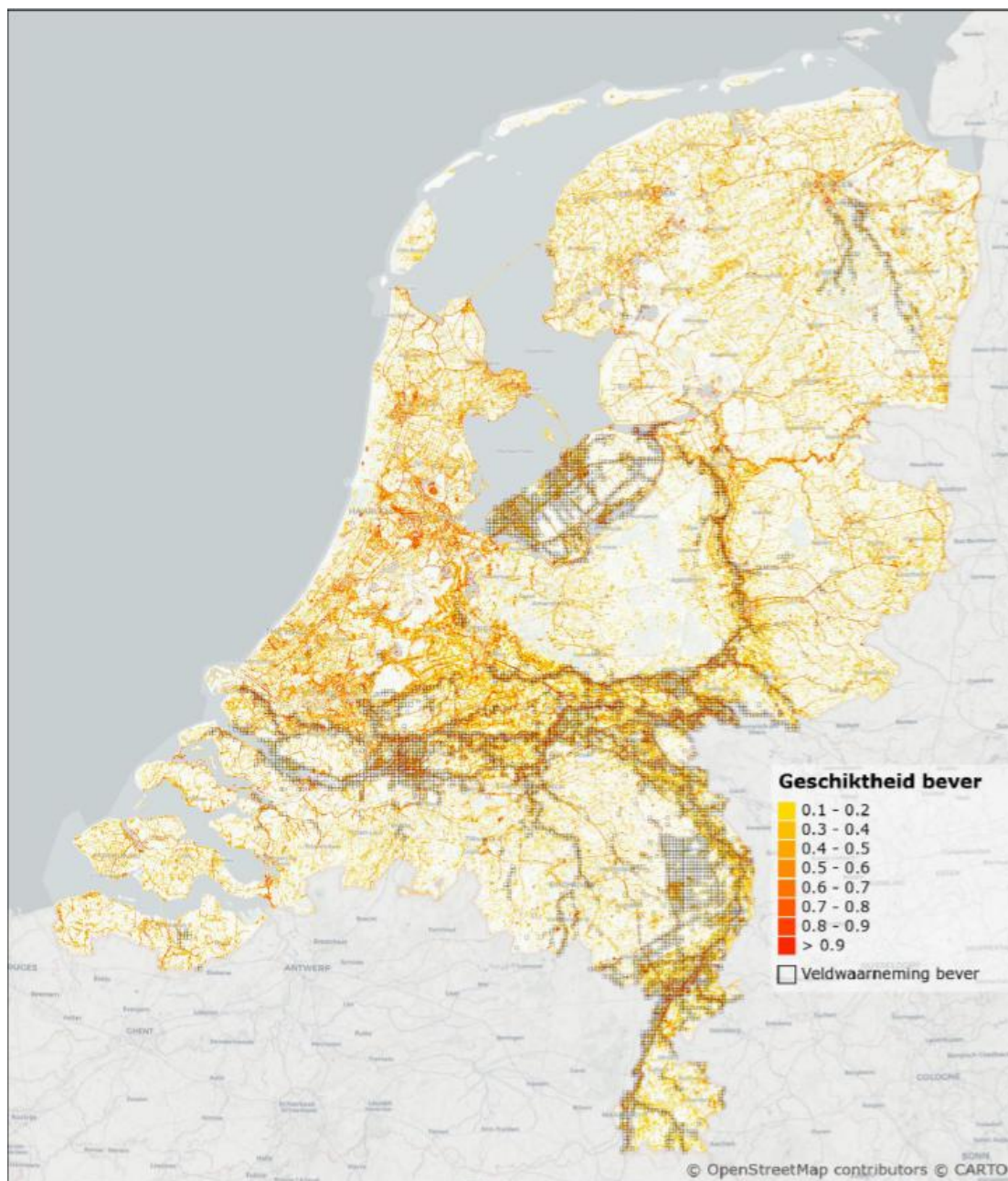
Hierbij wordt opgemerkt dat in grote delen van het noordwesten van de provincie de stukjes habitat erg fragmentarisch zijn. De gebieden daaromheen, in de categorie 'dispersal habitat' zullen naar verwachting van Seljee e.a. geen permanente territoria kennen (maar dus wel

⁵ Deze inschatting voor gebieden met minder geschikt voedsel laat ook zien dat de bever genoeg kan nemen met alternatief voedsel, dat niet tot het ideale voedsel voor een bever behoort. Voor secundaire effecten van het knagen aan 'ideaal voedsel' als wilgen en populieren, zoals het slijpen van de tanden (noodzakelijk omdat deze anders te ver doorgroeien), vindt de bever kennelijk andere manieren om in zijn behoefte te voorzien als hij van voornamelijk grasachtig voedsel moet zien te leven.

bevers op doorreis naar elders, of bevers die er slechts gedurende een seizoen verblijven), of anders ongewoon grote territoria om jaarrond genoeg voedsel te kunnen vinden. Verder wordt opgemerkt dat de stedelijke gebieden op basis van ervaringen in Flevoland en Limburg niet uit te sluiten zijn als habitat, mits er voldoende voedsel te vinden is. Daarnaast wijzen ze op de potentiële territoria op de Waddeneilanden. Ondanks dat zout water ongeschikt is voor de bever, wordt niet uitgesloten dat bevers de oversteek zullen maken, net zoals muskusratten dat eerder hebben gedaan (Seljee e.a., 2023:32).

Warmer e.a. (2025) hebben een landelijke analyse gemaakt van de habitatgeschiktheid en de duurzaamheid van bever- en dassenpopulaties. De onderliggende bronnen komen grotendeels overeen met de bronnen die Bos e.a. (2020) en Seljee e.a. (2023) hebben gebruikt, maar voor een deel zijn er andere parameterwaarden gehanteerd, mede op basis van expert judgement. Ook zijn voor de oudere rapporten rule-based analyses gemaakt, terwijl voor dit nieuwere rapport gebruik gemaakt is van software waarmee complexere relaties tussen condities en de kans op voorkomen kunnen worden gebruikt (Warmer e.a., 2025:47).

Voor de bever leidt de analyse van Warmer e.a. tot de kaart in Figuur 2.10. Vergelijking met Figuur B.4 voor Friesland bijvoorbeeld toont een grotere geschiktheid in het westen van die provincie, terwijl de Friese Waddeneilanden weer wat minder geschikt lijken te zijn. De verschillen tonen echter vooral de onzekerheden op dit vlak.



Figuur 2.10 Habitatgeschiktheidskaart bever met geschikt habitat in dieporanje/rood. Veldwaarnemingen van bevers zijn er als kilometerhokken overheen gelegd (Warmer e.a., 2025:23).

Wat betreft de verschillen tussen de habitatgeschiktheid en de veldwaarnemingen merken Warmer e.a. (2025:44) op dat veel waarnemingen betrekking hebben op sporen van zwervende dieren, terwijl voor de habitatgeschiktheidsanalyse alleen gewerkt is met waarnemingen van bewoningssporen. Dit leidt tot grote verschillen in Noord-Limburg, Noord-Brabant, Flevoland, Groningen en Drenthe. Andersom zijn volgens bovenstaande kaart Noord- en Zuid-Holland relatief geschikt voor de bever, terwijl die zich daar nog niet heeft gevestigd. Dat kan een kwestie van tijd zijn, maar het kan ook zijn dat er omgevingsfactoren zijn die niet meegenomen zijn, maar die wel de vestiging van de bever daar belemmeren. Een recent onderzoek van Vrooman & Pan (2024), aangehaald door Warmer e.a. (2025:46) toont voor de bever geen uitbreiding naar het westen van het land bij een gemodelleerd klimaatscenario voor de periode 2041-2060, hetgeen de onzekerheden in de gemodelleerde verwachten nogmaals illustreert.

De duurzaamheids- of levensvatbaarheidsanalyses houden naast de habitatgeschiktheid ook rekening met de moeite, of 'weerstand', die het een soort kost om zich te verspreiden, en de vereiste grootte van populaties om duurzaam te kunnen zijn. In Figuur B.5 is de resulterende kaart getoond bij 'lage weerstand', hetgeen volgens de onderzoekers de meest realistische resultaten oplevert. Ter vergelijking is nog in Figuur B.6 de situatie weergegeven zonder weerstand (wat onrealistisch is) en in Figuur B.7 en Figuur B.8 zijn de situaties bij hoge en volledige weerstand weergegeven, waar de huidige situatie al duidelijk mee in strijd is.

2.3.5 Vestiging in veenweidegebieden

In de veenweidegebieden in Holland en Friesland zijn tot nu toe weinig bevers aangetroffen, ondanks de inschatting van de geschiktheid (zie Figuur 2.10).

Tukker e.a. (2024) hebben voor de keringen van Schieland en de Krimpenerwaard een analyse gemaakt van de risicofactoren voor bevergraverij in deze gebieden. Zij constateren:

- “Door het gebrek aan reliëf in deze veenpolders zijn juist de hoger gelegen kades aantrekkelijk voor graverij” (Tukker e.a., 2024:3); en
- “Beverexperts zijn steeds weer verrast door het opportunisme van de bever. Oevers waarvan men dacht dat bevers zich er nooit zouden vestigen, blijken toch bewoond te worden. Voorzichtigheid is dus geboden.” (Tukker e.a., 2024:4).

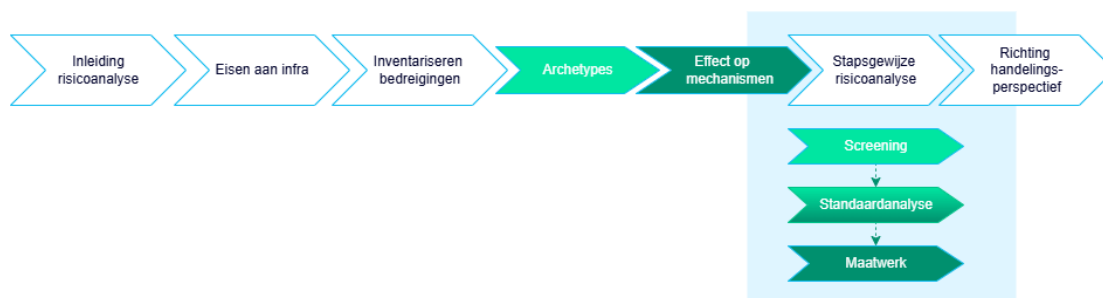
Dit geldt niet alleen voor het werkgebied van Schieland en de Krimpenerwaard, maar is breder te trekken voor alle veenweidegebieden in Holland en Friesland.

3 Risicoanalyse voor primaire waterkeringen

3.1 Inleiding risicoanalyse

Om een analyse van de risico's voor primaire waterkeringen door bevergraverijen te kunnen maken, wordt eerst ingegaan op de gestelde eisen (§3.2). Daarna is een inventarisatie gemaakt van de bedreigingen die bevergraverijen kunnen vormen voor dit type infrastructuur. Daarbij spelen de algemene opbouw en situering van de kering een rol (de 'archetypen'), evenals de effecten die bevergraverijen kunnen hebben op verschillende mechanismen die ertoe kunnen leiden dat de kering niet meer aan de gestelde eisen voldoet (§3.3).

Vervolgens vindt de eigenlijke risicoanalyse plaats. Hierbij wordt eerst een filtering gemaakt op basis van kenmerken van de kering waarbij bevergraverijen wel of niet van invloed kunnen zijn. Het gaat hierbij om de aanwezigheid van een effectieve barrière tegen graverijen, de kans dat een graverij aanwezig kan zijn, de kans op tijdige detectie van de graverij én tijdig herstel van de kering, en tenslotte de toename van de faalkans door de graverij. Voor de keringen die na deze filtering overblijven, wordt meer in detail gekeken naar vooral de laatste factor, de toename van de faalkans. Dit kan eerst op basis van meer algemene inschattingen daarvan, zo nodig gevolgd door maatwerk (§3.4). Daarna wordt ingegaan op het handelingsperspectief dat hieruit kan volgen (§3.5). Tot slot wordt nog ingegaan op diverse risicoanalyses en ervaringen in binnen- en buitenland (§3.6).



Figuur 3.1 Globale opzet van de risicoanalyse.

3.2 Eisen aan primaire waterkeringen

De primaire waterkeringen (dijken, duinen en waterkerende kunstwerken langs de grotere wateren) bieden het achterliggende land bescherming tegen overstromingen. In 2050 moeten alle primaire waterkeringen voldoen aan de normen die sinds begin 2017 van kracht zijn. Het bijbehorende waterveiligheidsbeleid is erop gericht dat elke Nederlander die door een primaire waterkering wordt beschermd ten minste een 'basisveiligheid' krijgt, die erop neerkomt dat de kans dat een individu overlijdt als gevolg van een overstroming, rekening houdend met de evacuatiemogelijkheden, niet groter mag zijn dan 1:100.000 per jaar. Daarbovenop worden gebieden extra beschermd als er bij een overstroming kans is op grote aantallen dodelijke slachtoffers, substantiële economische schade of ernstige schade door uitval van vitale en kwetsbare infrastructuur van nationaal belang (zoals een kerncentrale). Elke primaire waterkering heeft een wettelijk norm, de omgevingswaarde, toegekend gekregen. De faalkans van de kering moet onder deze norm blijven. De norm is gebaseerd op de kans op, en de gevolgen van een overstroming. Het gaat uiteindelijk om het risico (=kans maal gevolg): hoe groter het gevolg, hoe kleiner de kans daarop moet zijn en hoe strenger de norm dan is. De eenheid is de overstromingskans die geldt voor zogenoemde

dijktrajecten, die kunnen bestaan uit dijken⁶, duinen, kunstwerken of een combinatie daarvan.⁷ De omgevingswaarden variëren van 1:100 per jaar tot 1:1.000.000 per jaar.⁸

De bepaling of een dijktraject aan de gestelde eisen voldoet, vindt plaats aan de hand van het beoordelings- en ontwerpinstrumentarium (BOI).⁹ Het BOI bestaat uit een procesinstrumentarium, een basisinstrumentarium en overige documenten. De omgevingsregeling¹⁰, is onderdeel van het procesinstrumentarium en bevat de voorschriften voor de uitvoering van de beoordeling. In het BOI wordt onderscheid gemaakt tussen directe mechanismen en indirecte mechanismen. Belangrijke mechanismen zijn binnenwaartse macrostabiliteit, erosie van de grasbekleding en piping. Dierlijke graverijen in waterkeringen zijn een indirect mechanisme en kunnen de inleiding vormen tot een direct mechanisme, waardoor een dijk kan bezwijken, doorgaans slechts over een gedeelte van een dijkvak.

Het expertisenetwerk waterveiligheid waarschuwt in een vorig jaar verschenen advies voor “onbeheersbare problemen [met de] waterveiligheid door bevergraverij [...] Eerste inschattingen door het ENW geven een onacceptabele toename van de kans op een dijkdoorbraak met een factor 10 tot zelfs een factor 100.” (Klavers, 2024:2). Met de voorgestelde risicoanalyse kan de toename van de overstromingskansen door bevergraverijen op vakniveau aan de norm worden getoetst.

3.3 Inventariseren bedreigingen

De voornaamste bedreiging voor een primaire waterkering wordt in het algemeen gevormd door een hoogwater. Bevergraverijen verminderen de weerstand tegen stroming door de bekleding, de kern en/of de fundering van de waterkering, of nemen deze weerstand zelfs geheel weg. Het gaat hierbij zowel om bevergraverijen tijdens hoogwater, als onder dagelijkse omstandigheden. Graverijen tijdens hoogwater kunnen een acuut gevaar vormen, terwijl de bedreiging door graverijen onder dagelijkse omstandigheden, voorafgaand aan een hoogwater weggehaald zou kunnen worden, mits deze tijdig worden gedetecteerd. De kans op tijdige detectie is thans echter nog te beperkt. Mede hierdoor kan al bij een relatief beperkt hoogwater een te groot risico ontstaan.

In §2.3 is naar voren gekomen dat bevers bij vrijwel alle primaire waterkeringen aan zoet water (aan tenminste de binnendijkse kant) kunnen voorkomen, met name in het gedeelte waar zich relatief veel potentieel kwetsbare primaire dijken bevinden, zoals het rivierengebied.

Langs enkele primaire dijken aan zoet water is het onwaarschijnlijk dat er voor langere tijd bevers gevestigd zullen zijn, omdat er onvoldoende voedsel beschikbaar is. Bevers kunnen hier wel tijdelijk aanwezig zijn, zowel als onderdeel van de dispersie van jongvolwassen dieren, als bij een hoogwatersituatie doordat ze elders (tijdelijk) verdreven zijn. Een bever die zich tijdelijk ergens vestigt, al is het op een minder geschikte locatie, zal wél graven. Een bever die een gebied dat geen geschikt territorium vormt slechts passeert, op doorreis buiten een hoogwatersituatie, zal geen infrastructuurbedreigende graverijen maken.

De mogelijke gevolgen van een bevergraverij in of nabij een dijk zijn:

- Aantasting van de dijkbekleding.
- Aanpassingen van het freatisch vlak.

⁶ Dijken zijn binnen een dijktraject over het algemeen opgedeeld in meerdere dijkvakken; delen van een waterkering met min of meer gelijke sterkte-eigenschappen en belasting (bron: aquo.nl).

⁷ <https://iplo.nl/thema/water/waterveiligheid/primaire-waterkeringen/>

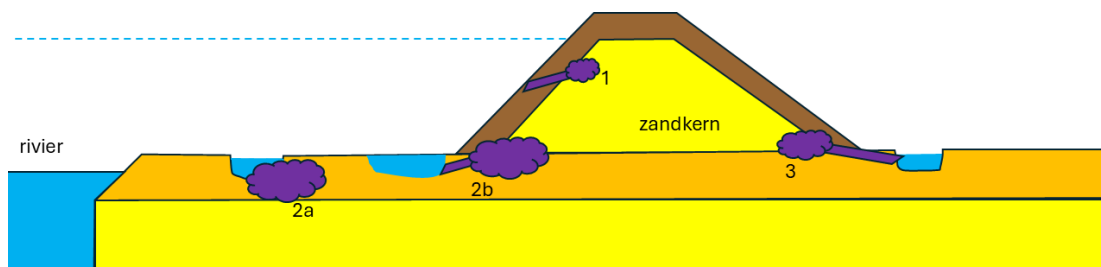
⁸ De achtergronden van de vastgestelde eisen per dijktraject zijn beschreven door Kind (2014).

⁹ <https://iplo.nl/thema/water/waterveiligheid/primaire-waterkeringen/boi-portaal/beoordelings-ontwerpinstrumentarium-boi/>

¹⁰ Deze is in 2024 ingevoerd met de Omgevingswet.

- Optreden van kortsluiting tussen buiten- en binnendijks.
- Uitspoelen van zand.
- Verzakking van het talud of de kruin.
- Aantasting van de deklaag.

De locatie van de graverij binnen het dwarsprofiel is van grote invloed op het risico. Binnen het al in de inleiding aangehaalde HWBP-onderzoeksproject 'Veiligheidsraamwerk dierlijke graverijen in waterkeringen' is een inventarisatie gemaakt welke bevergraverijen een gevaar kunnen vormen voor primaire waterkeringen. Deze zijn indicatief aangegeven in Figuur 3.2, bij een dijk met een zandkern en een kleibekleding. Deze situaties dekken niet alle potentieel gevaarlijke bevergraverijen af, maar wel verreweg het grootste deel.



Figuur 3.2 Locaties van potentieel gevaarlijke bevergraverij (Kanning & Van Dam, 2025:6).

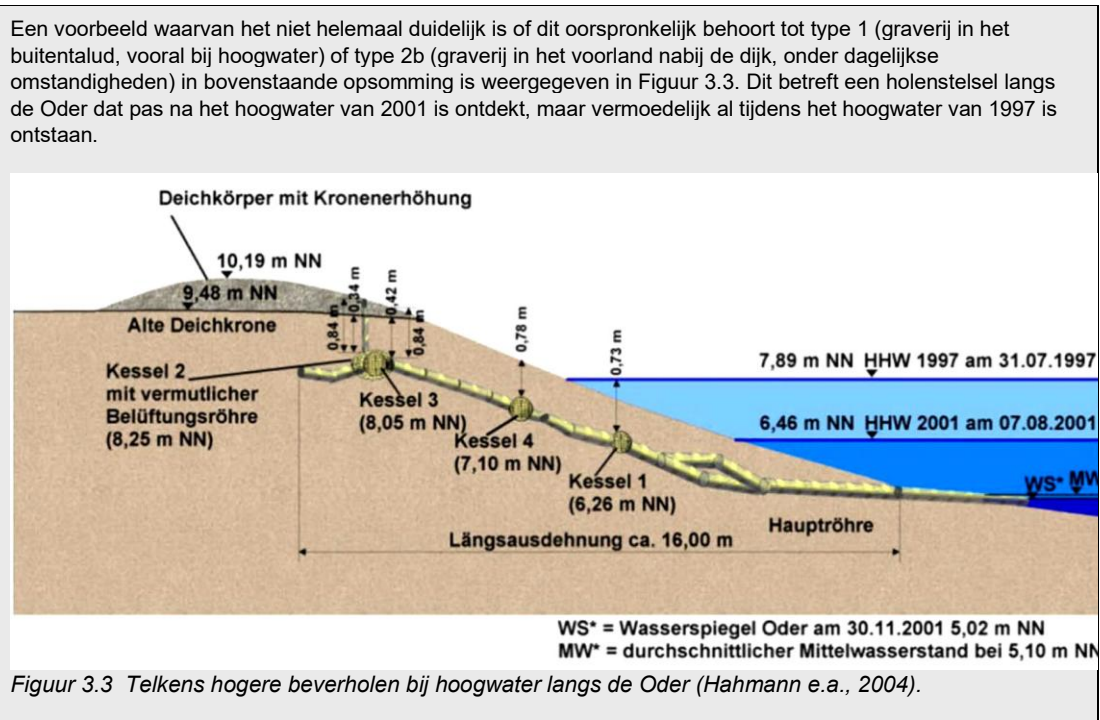
De kenmerkende gevaarlijke locaties zijn (zie ook de nummering in de figuur):

1. In het buitentalud. Over het algemeen kan dit bij primaire waterkeringen alleen gebeuren bij hoogwater, omdat het buitentalud onder dagelijkse omstandigheden óf droog staat, óf voorzien is van een harde bekleding (tegen schade door golfslag). Dit valt redelijkerwijs niet tijdig te detecteren. Door een graverij in het buitentalud tijdens hoogwater zullen de waterspanningen in het dijklichaam hoger worden, vooral tot op een afstand van 5 tot 30 m aan weerszijden van de graverij (mede afhankelijk van de doorlatendheid van het materiaal rondom het hol). Dit heeft een (sterk) ongunstige invloed op de binnenwaartse stabiliteit en werkt verder ongunstig voor de verschillende aspecten van het mechanisme micro-instabiliteit¹¹. De verhoogde waterspanningen leiden tot instorten en/of uitspoelen. Detectie van deze graverij is voorsnog niet goed mogelijk.
2. In het voorland, onder dagelijkse omstandigheden, bij dijkvakken waar buitendijks een voor de bever aantrekkelijke habitat is. Situatie 2a, met graverij door de deklaag in het voorland heen, kan een gevaar vormen voor piping doordat dit leidt tot verkorting van de effectieve kwelweglengte. Dit heeft echter pas impact wanneer er (bij hoogwater) voldoende instroom van water is, over een voldoende groot contactoppervlak met de zandlaag onder de deklaag. Dit zal redelijkerwijs pas bij grote burchten het geval zijn en dit is redelijkerwijs te detecteren. Droogte, met bijbehorende laagwateromstandigheden, vormt hiervoor een extra risico.
Situatie 2b, met een graverij nabij de buitenteen waarbij contact wordt gemaakt met de zandkern, zal ook alleen onder dagelijkse omstandigheden ontstaan en leidt vervolgens bij hoogwater tot extra verhoogde waterspanningen in het dijklichaam en daarmee tot vergelijkbare risico's als locatie 1. Hiervoor geldt dat tijdige detectie moeilijk is, zoals de detectie van de onderwatertoegang tot een beverhol in het algemeen lastig is (zie ook §2.2).
3. Graverij in de binnenteen. Dit kan zowel onder dagelijkse omstandigheden als bij hoogwater optreden (in het laatste geval bijvoorbeeld door van elders gevluchte bevers). Dit vereist wel de aanwezigheid van water nabij de dijk, bijvoorbeeld een sloot of een

¹¹ Het mechanisme micro-instabiliteit kan worden opgedeeld in drie vormen: 1) afdrukken van de bekleding op het binnentalud (als daar onderin geen gaten in aanwezig zijn), 2) uitspoelen van materiaal uit de kern (als er wel gaten onderin de bekleding aanwezig zijn, bijvoorbeeld van mollen of niet-gesloten droogtescheuren) en 3) algehele verweking met vervloeiing tot gevolg.

binnendijks wiel (voormalige dijkdoorbraak). Detectie en tijdig nemen van maatregelen zal onder dagelijkse omstandigheden vaak wel mogelijk zijn, bij hoogwater doorgaans niet.

Het effect op interne erosie (uitspoelen van materiaal) is potentieel groot, maar moeilijk te kwantificeren. Dit is bovendien mede afhankelijk van de doorlatendheid van de bekleding op het buitentalud en de kern van de dijk. Door het drainerend effect zou de invloed op macrostabiliteit juist gunstig kunnen zijn, tenzij het binnendijkse peil ook deels verhoogd raakt tijdens hoogwater (zie Kapinga, 2022). Op piping (terugschrijdende erosie door de zandlaag onder de deklaag) zal dit geen invloed hebben, tenzij de deklaag doorbroken wordt waardoor het uittredepunt voor piping dicht bij de rivier kan komen te liggen.



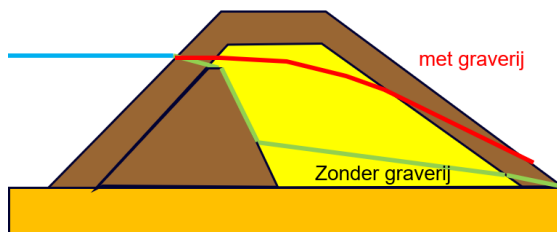
3.3.1

Archetypes

Bij primaire dijken kunnen de volgende typen worden onderscheiden op basis van de opbouw:

1. Kleidijken.
2. Zandige dijken.
3. Dijken met een zandkern en een kleibekleding.
4. Dijken met een oude kleikern aangevuld met een zandscheg, afgedekt met een kleibekleding, met daarbij:
 - a. De oude kleikern aan de buitenzijde (waterzijde).
 - b. De oude kleikern aan de binnenzijde (landzijde).

Dijken van het type 3 (zandkern met kleibekleding, zie Figuur 3.2), en type 4a (oude kleikern aan de buitenzijde en een zandscheg, zie Figuur 3.4) zijn veel kwetsbaarder voor bevergraverijen dan de andere typen.



Figuur 3.4 Dijk met oude kleikern aan de buitenzijde en een zandscheg, afgedekt met een kleibekleding (de groene en rode lijnen geven een indicatie van de invloed van een graverij op de ligging van het freatisch vlak; Kanning & Van Dam, 2025:9).

Vanuit de wettelijke eisen aan de dijk als waterkering is als gevolg uiteindelijk alleen het optreden van een overstroming relevant. Praktisch gezien kan er al eerder sprake zijn van ongewenste gevolgen. Vanuit beheer en onderhoud, en de daarbij geldende veiligheidseisen, kunnen die ook onacceptabel zijn. Voor een deel hangen die niet samen met de buitenwaterstand, zoals het voorbeeld van een omgevallen trekker in Figuur 3.5 laat zien.



Figuur 3.5 Als gevolg van graverijen omgevallen trekker bij maaiwerkzaamheden (bron en locatie onbekend).

Naast dijken bestaan de primaire waterkeringen ook uit duinen en waterkerende kunstwerken. Voor zover bevers zich al in duingebieden zouden vestigen, zal de invloed van een bevergraverij op de veiligheid verwaarloosbaar zijn, omdat de waterkerende functie van duinen vooral gewaarborgd wordt door de aanwezigheid van voldoende volume aan zand. De lokale verplaatsing daarvan door een bever, of ook een andere graver, is daarop niet van invloed. Overigens geldt ook voor zeer grote primaire dijken, zoals de Grevelingendam, dat de invloed op de veiligheid verwaarloosbaar zal zijn. Vanwege de relatief geringe omvang van bevergraverijen ten opzichte van de omvang van het dijklichaam, hebben die bij zo'n grote dijk amper meer impact. Bij het voorbeeld van de Grevelingendam geldt bovendien dat bevers hier alleen aan de binnenlandse zijde zullen graven; aan de zeezijde is het water immers zout. Voor kunstwerken geldt dat bevergraverijen vooral een probleem kunnen vormen bij aansluitingen op aangrenzende dijken en andere grondmassa's, als hierdoor holten ontstaan op plaatsen waar volgens het ontwerp grond aanwezig zou moeten zijn om voldoende waterdichtheid te garanderen en erosie te vermijden.

3.3.2 Effect op mechanismen

Het effect van bevergraverijen verschilt per mechanisme, de locatie van de bevergraverij en de waterstand. Op basis van eerder onderzoek (samengevat in Van den Berg & Koelewijn, 2024:16-25) en nadere inzichten binnen het HWBP-onderzoeksproject 'Veiligheidsraamwerk dierlijke graverijen in waterkeringen' is een inschatting te maken wanneer bevergraverijen relevant kunnen zijn. Sommige mechanismen zijn nooit relevant voor primaire waterkeringen, andere alleen bij bepaalde omstandigheden, zie Tabel 3.1. Het gaat daarbij om het moment van graven, niet het moment dat het overstromingsgevaar zich voordoet, dat is namelijk vooral bij hoogwater.

Tabel 3.1 Relevante mechanismen bij bevergraverijen in primaire waterkeringen, uitgesplitst naar de omstandigheden waaronder gegraven wordt (X = relevant mechanisme, - = niet relevant mechanisme) (Ontleend aan onderzoeksproject 'Veiligheidsraamwerk dierlijke graverijen in waterkeringen', nog ongepubliceerd).

Mechanisme	Binnendijkse bevergraverij	Buitendijkse bevergraverij	
		tijdens dagelijkse omstandigheden	tijdens hoogwater
Macrostabiliteit binnenwaarts	X	X	X
Piping	X	X	-
Micro-instabiliteit - uitspoeling door een gat - afdrukken bekleding binnenzijde	X -	X X	X X
Erosie grasbekleding	-	-	X
Uitspoeling door een doorgaand gat	-	-	-
Macrostabiliteit buitenwaarts	-	-	-

Het mechanisme 'uitspoeling door een doorgaand gat' wordt bij een primaire waterkering over het algemeen niet voor mogelijk gehouden vanwege de afmetingen die primaire keringen in de praktijk al minimaal hebben (groter dan bij regionale keringen waarbij dit al wel is gebeurd, al zouden de kleinste primaire keringen, bijvoorbeeld in delen van Limburg, hier een uitzondering op kunnen vormen) en vanwege de regelmatige inspecties en het gedrag van de bever. Voor het mechanisme 'macrostabiliteit buitenwaarts' heeft een bevergraverij hooguit een gunstige invloed, nooit een ongunstige.

Voor alle andere mechanismen in de voorgaande tabel wordt in §3.4.2 een nadere uitwerking gegeven wanneer er een relevante negatieve invloed op de overstromingsveiligheid te verwachten is.

3.4 Stapsgewijze risicoanalyse

De risicoanalyse bestaat uit een drietal stappen:

1. Screening – toepassen van eenvoudige filters waardoor alleen locaties of dijkvakken overblijven waar bevergraverijen een potentieel risico vormen.
2. Standaardanalyse – toepassen van vuistregels in combinatie met de aanwezige marges ten opzichte van de geldende eisen volgens de meest recente beoordeling.
3. Maatwerk – als dit op basis van de vorige stap zinvol lijkt te zijn. Het gaat hier om concrete berekeningen met realistische schematiseringen. Bij primaire waterkeringen zal dit maatwerk vaak niet veel meer inhouden dan een gerichte aanpassing van al eerder gemaakte berekeningen.

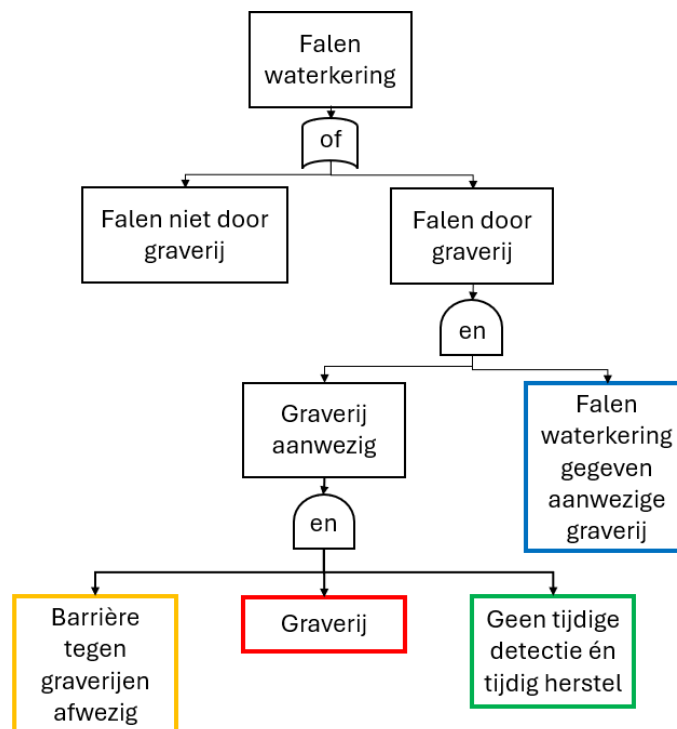
Deze stappen zijn hierna nader uitgewerkt en toegelicht.

3.4.1 Screening

De screening bestaat uit het toepassen van een aantal voorwaarden waaronder graverijen kunnen worden uitgesloten of slechts een geringe invloed hebben op de veiligheid tegen overstromen. Dit gebeurt aan de hand van de foutenboom in Figuur 3.6. Hiermee kan de kans van optreden van de topgebeurtenis, falen van de waterkering, worden bepaald. Het falen betreft óf 'falen niet door graverij', óf 'falen (wel) door graverij'. Voor dat laatste spelen de volgende factoren een rol:

1. Een aanwezige en afdoende effectieve barrière tegen graverijen.

2. Aan- of afwezigheid van een graverij.
3. Tijdige detectie én tijdig herstel van een graverij.
4. De mate waarin de kans op falen van de waterkering toeneemt als er een graverij in aanwezig is, afhankelijk van opbouw van de dijk, diersoort, locatie en mechanisme.



Figuur 3.6 Foutenboom voor het falen van een waterkering, met focus op dierlijke graverijen (naar Kanning & Van Dam, 2025:3).

Deze vier factoren worden hierna besproken. Als minstens één van deze factoren praktisch of geheel uit te sluiten is, of gunstig uitpakt, dan vormen graverijen sowieso geen risico.

Voor de eerste factor uit de foutenboom geldt dat afdoende effectieve barrières tegen bevergraverijen in elk geval gevormd worden door stalen damwanden, beton, steenzetting en beverwerend gaas (in of op een talud, of verticaal). Er kan dan geen bevergraverij plaatsvinden die de waterkerende functie bedreigt. Andere maatregelen, voor zover bekend, zijn minder effectief. Dit geldt ook voor stortsteen, waarvan aanvankelijk werd aangenomen dat het wel effectief zou zijn (Stam e.a., 2025:41-47).

Voor de tweede factor uit de foutenboom, bevergraverij, geldt dat allereerst dat er een bever aanwezig moet zijn. Het wordt riskant geacht om uit te gaan van slechts de huidige verspreiding, aangezien dit in betrekkelijk korte tijd kan veranderen, bijvoorbeeld bij hoogwateromstandigheden. Bovendien zijn de verwachtingen met betrekking tot de verspreiding van de bever lang niet altijd uitgekomen, zie ook §2.3. Wel geldt dat bever niet voorkomt in zoute wateren. Ook geldt dat de bever niet graaft in flauwe oevers.

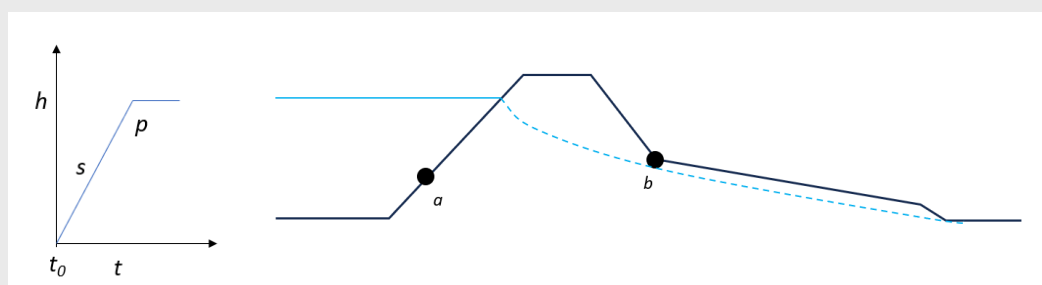
Bij een graverij is vervolgens van belang waar de bevergraverij zich bevindt in het dwarsprofiel, zie ook Figuur 3.2 in §3.3 en de opmerkingen die daar al gemaakt zijn over potentieel gevaarlijke bevergraverijen. Dit betreft graverijen in het buitentalud bij hoogwater, omvangrijke graverijen bij laagwater in het voorland, graverijen nabij de buitenteen bij lagere waterstanden en graverijen in de binnenteen. Locaties waar bevergraverijen geen invloed zullen hebben zijn bijvoorbeeld verderop in het voorland voorbij een watergang (sloot of strang) die de deklaag doorsnijdt, of in het achterland voorbij het aangenomen uittredepunt (vaak het laagste punt nabij de binnenteen, zoals een slootbodem).

Verder is de opbouw van de dijk van belang, zoals aangegeven in §3.3.1 over archetypes. Dijken met een vrij homogene samenstelling, met name wat betreft de doorlatendheid, blijken niet erg gevoelig te zijn voor bevergraverijen – tenzij de dijk in dwarsdoorsnede grotendeels doorgraven is. Zo zijn de dijken met een kleikern amper gevoelig voor bevergraverijen, evenals de geheel zandige dijken, die bijvoorbeeld langs de Overijsselse Vecht te vinden zijn. De andere archetypes zijn over het algemeen veel gevoeliger. Dit is nader uitgewerkt in de tweede stap, zie §3.4.2 hierna.

Kans op een graverij bij hoogwater

Voor één van de belangrijkste bedreigingen, de kans op een graverij in het buitentalud bij hoogwater is door Hoogendoorn (2024:17-19) een inschatting gemaakt gebaseerd op de geconstateerde bevergraverijen bij twee recente hoogwaters. Dit betrof de hoogwaters van februari 2021 en december 2023, beide met een piekwaterstand van NAP +14,5 m bij Lobith. Hierbij zijn in totaal 29 graverijen geconstateerd op een dijkareaal van 246 km. De meeste van deze graverijen zijn pas achteraf gevonden, toen het water al gezakt was.

Hieruit leidt Hoogendoorn een kans op bevergraverij in het buitentalud af van $3,4$ tot $3,8 \times 10^{-4}$ per km per uur ($0,008$ tot $0,009$ per km per dag) dat er voldoende waterdiepte aanwezig is. Bij deze kans is rekening gehouden met en de duur van het hoogwater boven $0,5$ m boven het niveau van de buitenteen (of harde bekleding) als minimale waterdiepte om onder de waterlijn te kunnen graven, zie ook Figuur 3.7, waar dit als punt 'a' is aangegeven. Ook houdt Hoogendoorn rekening met de stijgsnelheid en de duur van de piek van het hoogwater conform de aangegeven schematisering.



Figuur 3.7 Geschematiseerde hoogwatergolf (links) en punt 'a' waarboven de waterstand moet zijn voordat een bever gaat graven (rechts) (Hoogendoorn, 2024:18-19).

Hoogendoorn geeft hierbij het advies om vanwege de grote onzekerheid rond deze kans en de verwachte toename van de beverpopulatie ruim het dubbele van deze waarde te hanteren, 8×10^{-4} /km/uur ($0,02$ /km/dag), en bij risicolocaties waarbij de afstand vanaf de teen tot open water bij gemiddelde rivierwaterstanden kleiner is dan 30 m (Hoogendoorn, 2023:8) de waarde nogmaals te verdubbelen, tot $1,6 \times 10^{-3}$ /km/uur ($0,04$ /km/dag).

Hierbij wordt aangetekend dat bij hogere en langduriger hoogwaters een nog hogere waarde mag worden verwacht, met name als de weersomstandigheden guur zijn (Van den Berg & Noyons, 2024:7-9). Bovendien geldt dat bevers nadat zij door een hoogwater uit hun burcht verdreven zijn, eerst nog even de situatie aankijken voordat zij gaan graven. In voornoemde aanpak ontbreekt deze vertragsingsfactor. Wat ook ontbreekt in deze aanpak is dat er geen onbeperkt aantal verdreven bevers beschikbaar zal zijn. Bij een hoogwater dat twee weken duurt, levert de laatstgenoemde waarde van $1,6 \times 10^{-3}$ /km/uur immers een kans op een graverij van $0,54$ /km op en neemt deze kans nog verder toe als het hoogwater nog langer zou duren. Deze aanpak, in combinatie met de beperkte beschikbare praktijkdata, laat echter wel zien dat de kans op bevergraverijen tijdens een hoogwater als reëel moet worden beschouwd en niet kan worden verwaarloosd.

In de Nationale beveraankpak wordt verondersteld dat er geen kans is op bevergraverij als de afstand van de teen van de dijk tot open water¹² groter is dan 30 m (Stam e.a., 2025:33). Echter, bij primaire dijken zal het water praktisch altijd tegen het buitentalud van de dijk aan staan bij hoogwater. Het (praktisch) uitsluiten van een risico op bevergraverijen bij een ruim, droog voorland is bij primaire waterkeringen daarom niet mogelijk.

Voor de derde factor uit de foutenboom, de kans op tijdige detectie én tijdig herstel wordt opgemerkt dat de kans op detectie van dierlijke graverijen in het algemeen al flink kleiner is dan 1 , met andere woorden: (tijdige) detectie is géén zekerheid. Omdat de toegang tot een bevergraverij zich in het algemeen onder water bevindt, is de kans op de detectie daarvan

¹² Bijvoorbeeld rivier, strang, wiel, sloot of meer, mits zoet water.

nog kleiner. Op basis van deze factor uit de foutenboom is uitsluiting van risico's thans niet mogelijk.

Kans op detectie

Klerk e.a. (2021) concluderen op basis van een uitgebreide proef nabij Tiel dat de kans op detectie van dierlijke graverijen slechts circa 50% bedraagt. Bij een dijkvak onder dagelijkse omstandigheden (geen hoogwater) werden meerdere ervaren dijkspecteurs, deels werkend in teams, ingezet om tot dit resultaat te komen.

Onder hoogwateromstandigheden is de kans op detectie nog kleiner vanwege de optredende stroomsnelheden, de troebelheid van het water en de aanwezigheid van drijfvuil (zie ook **Figuur 2.5**). In een dergelijke situatie, indien deze al is gedetecteerd, is het nemen van (nood)-maatregelen tegen de graverij ook problematisch, mede vanwege de waarschijnlijke aanwezigheid van een bever in het hol en gebrek aan tijd om hierover uitsluitel te krijgen conform de daarvoor overeengekomen werkwijze (Bij12, 2017:34-35). Bij afdichting van het gat onder water terwijl er nog een bever aanwezig is, zal het dier op onvoorspelbare wijze zich uiteindelijk een weg naar buiten proberen te maken. Overigens is een dergelijke handelwijze al uitgesloten door de geldende wet- en regelgeving, zie ook Wolters & Van Roij (2023) en Schep & Dijkstra (2024).

Voor de vierde factor uit de foutenboom, de mate waarin de kans op falen van de waterkering toeneemt als er een graverij in aanwezig is, kan een verhoudingsfactor worden bepaald, gerelateerd aan de kans op 'falen niet door graverij', met een waarde groter dan 1 als de kans op falen door de graverij vergroot wordt, zie Van den Berg & Koelewijn (2024:16-25) voor de mogelijke bandbreedte voor de mechanismen die het meest beïnvloed worden door verschillende diersoorten. Als een graverij geen invloed heeft, dan is deze verhoudingsfactor gelijk aan 1 en als een graverij een gunstige invloed heeft, dan is deze factor kleiner dan 1. Dit laatste is bijvoorbeeld het geval bij een binnendijkse graverij voor het mechanisme 'afdrukken bekleding'. Zoals hiervoor is aangegeven geldt voor het veelvoorkomende type 'dijk met een kleikern' over het algemeen een factor 1. Dit geldt ook voor geheel zandige dijken.

3.4.2 Standaardanalyse

Na de screening uit de vorige stap, worden de resultaten uit de landelijke beoordeling benut om te bepalen of een eventuele bevergraverij acceptabel is. De berekeningen voor de landelijke beoordeling zijn vooralsnog meestal uitgevoerd zonder rekening te houden met graverijen en bieden voor elk dijktraject per dijkvak en per mechanisme inzicht in de eventueel aanwezige veiligheidsmarges. Door per dijkvak en per mechanisme beschikbare kentallen van het effect van graverij op de faalkans toe te passen kan worden ingeschat in hoeverre ook mét bevergraverijen aan de gestelde norm voor de overstromingsveiligheid wordt voldaan.

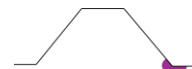
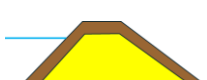
Aansluitend bij Tabel 3.1 in §3.3.2 wordt hier achtereenvolgens ingegaan op de mechanismen binnenwaartse macrostabiliteit, piping, micro-instabiliteit en erosie grasbekleding. Voor de overige mechanismen bij primaire waterkeringen zullen bevergraverijen een kleinere impact hebben en alleen in uitzonderlijke situaties een rol spelen.

De grootste risicotoename wordt over het algemeen gevonden voor binnenwaartse macrostabiliteit. In Tabel 3.2 is per onderscheiden archetype aangegeven met welke factor de overstromingskans in het algemeen kan toenemen door een bevergraverij in of nabij het buitentalud, mede op basis van de voorlopige uitkomsten van het HWBP-onderzoeksproject 'Veiligheidsraamwerk dierlijke graverijen in waterkeringen'.¹³ Een algemene kanttekening hierbij is dat de weerstand van de bekleding een grote rol speelt. Als bij het ontwerp of bij de

¹³ Dit betreft zogenoemde uit geïntegreerde kansen, waarin de hoogwaterstatistiek verwerkt is (Kanning & Van Dam, 2025:9, Kanning e.a., 2025; voor dijkvakken met een kleikern: zie ook Hoogendoorn, 2024:22). Over het algemeen geven deze waarden een bruikbare indicatie, de bandbreedte kan in de praktijk echter (zeer) veel groter zijn, zoals mede op basis van cases is aangegeven in Van den Berg & Koelewijn (2024).

beoordeling al uitgegaan is van een lage weerstand, dán is de impact van graverijen op de overstromingskans veelal slechts beperkt. De invloed van graverijen hangt in het algemeen sterk af van de effecten op de waterhuishouding in de dijk, en daardoor met de gehanteerde doorlatendheden.

Tabel 3.2 Indicatie van de faalkanstoename door niet gedetecteerde en niet-herstelde diepe graverij (bijvoorbeeld door bever) op belangrijkste faalmechanismes. Voor primaire keringen en andere keringen met variabele waterstand, gebaseerd op Van den Berg & Koelewijn (2024) en Kanning e.a. (2025).

Archetype	Macrostabiliteit binnenwaarts	Piping	Micro- instabiliteit	Overig
Algemene opmerkingen	Invloed vooral afhankelijk hoeveel weerstand wordt toegekend aan bekleding en kern zonder graverij.	Graverij binnendijs: alleen bij uitzondering faalkanstoename* Graverij buitendijs: gat moet zodanig groot zijn dat het invloed heeft; dit redelijkerwijs detecteerbaar.	Vaak ook al probleem zonder graverij en met beheer opgelost. Verder weinig configuraties waarbij er geen probleem is zonder graverij, maar wel met graverij.	Invloed gat vanuit binnendijkse sloot of wiel tot dijk kern op interne erosie wordt gezien als de belangrijkste kennisleemte
Locatie gevaarlijkste graverij bij elk faalmechanisme (zie ook Figuur 3.2)	Bekleding buitentalud 	Binnendijs 	Bekleding buitentalud 	Binnendijkse teen 
1. homogeen klei 	1	n.v.t.	1	n.v.t.
2. homogeen zandig 				
3. zandkern met kleibekleding 	10 – 100	n.v.t.	1 – 10	Invloed onbekend
4. oude kleikern met zandaanvulling		n.v.t.		Invloed onbekend
a. klei aan waterzijde 	100 – 1000		10 – 100	
b. klei aan landzijde 	1 – 10		10 – 100	
Voor piping – ongeacht	n.v.t.	10 - 100	n.v.t.	n.v.t.

Archetype	Macrostabiliteit binnenwaarts	Piping	Micro- instabiliteit	Overig
dijkopbouw bij relatief dunne deklaag (< 2 m)				

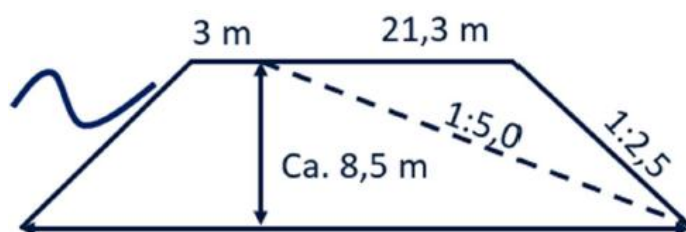
* als het uittredepunt ver van dijk ligt én de graverij dicht bij de dijk kortsluiting maakt met het pipinggevoelige zandpakket.

Voor piping is er over het algemeen géén verandering van de faalkans, omdat graverijen door bevers over het algemeen niet door de deklaag heengaan. Uitzonderingen hierop zijn situaties waarbij:

- In het voorland of uiterwaard een afdekkende kleilaag aanwezig is van minder dan 2 m dikte, terwijl er ook op grote schaal en ongecontroleerd bevergraverijen kunnen plaatsvinden, waarbij in het geval van (zeer) lage waterstanden op meerdere plaatsen (binnen 30 tot 50 m in langsrichting van de dijk) de deklaag doorbroken zou kunnen worden en/of
- Binnendijks bevergraverijen mogelijk zijn, waarbij er op tenminste één plaats een uittredepunt (doorbroken deklaag) mogelijk is, (ruim) dichterbij de dijk dan waarmee in de beoordeling rekening is gehouden.

In deze uitzonderingsgevallen is een maatwerkanalyse noodzakelijk, zie §3.4.3 hierna.

Voor micro-instabiliteit is er doorgaans geen sprake van een verslechtering, dit is vooral afhankelijk van de verhoudingen in doorlatendheden van de verschillende delen van de dijk. Uitzonderingen zijn situaties waarbij het water (veel) makkelijker door de kern van de dijk kan stromen dan dat het via het binnentalud (of drainage nabij de binnenteen) eruit kan stromen, ondanks natuurlijke structurering en scheurvorming van de bekledingslaag. In deze gevallen kan de faalkans toenemen met één of twee orden van grootte, dus een factor 10 à 100 (Kanning e.a., 2025). Van der Valk & Nijhuis (2025:18,19) geven aan dat voor brede dammen (en daarmee ook voor dijken) met een zandkern bij micro-instabiliteit geen helling flauwer dan 1:5 zal optreden. Bij een voldoende brede kruin zal er dan altijd voldoende kruinbreedte overblijven om te kunnen concluderen dat micro-instabiliteit dan geen risico vormt. Voor veel van de door hen onderzochte dammen is de geometrie uit Figuur 3.8 met een effectieve hoogte van 8,5 m van toepassing, dat hier als voorbeeld is overgenomen. In dit voorbeeld is een kruinbreedte van ruim 24 meter toereikend, bij een kleinere hoogte neemt de benodigde kruinbreedte navenant af.



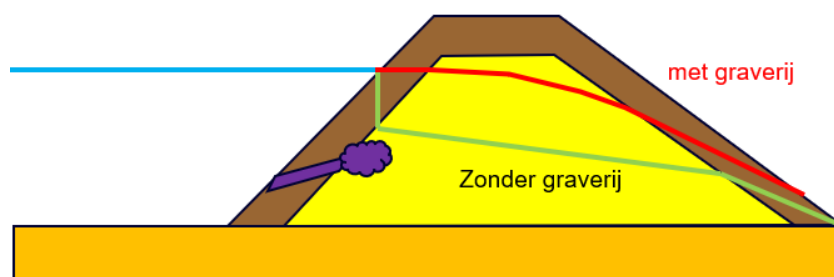
Figuur 3.8 Indicatieve afmetingen zoetwaterdammen Rijkswaterstaat, onder invloed van micro-instabiliteit (Van der Valk & Nijhuis, 2025:19).

Voor erosie van de grasbekleding op het buitentalud geldt dat rond de ingang van een hol relatief gemakkelijk verdere erosie zal optreden, met name als de ingang bij een inmiddels lagere waterstand rond de waterlijn ligt. De directe invloed hiervan op de overstromingsveiligheid mag over het algemeen beperkt worden geacht, omdat zo'n ingang slechts voor beperkte tijd onder invloed zal staan van golfaanval, vaak pas als de waterstand weer aan het dalen is, zodat het effect van de lokale erosie op de overstromingskans beperkt zal zijn. Dit kan daarom voor de veiligheidsbeschouwing in het algemeen worden genegeerd.

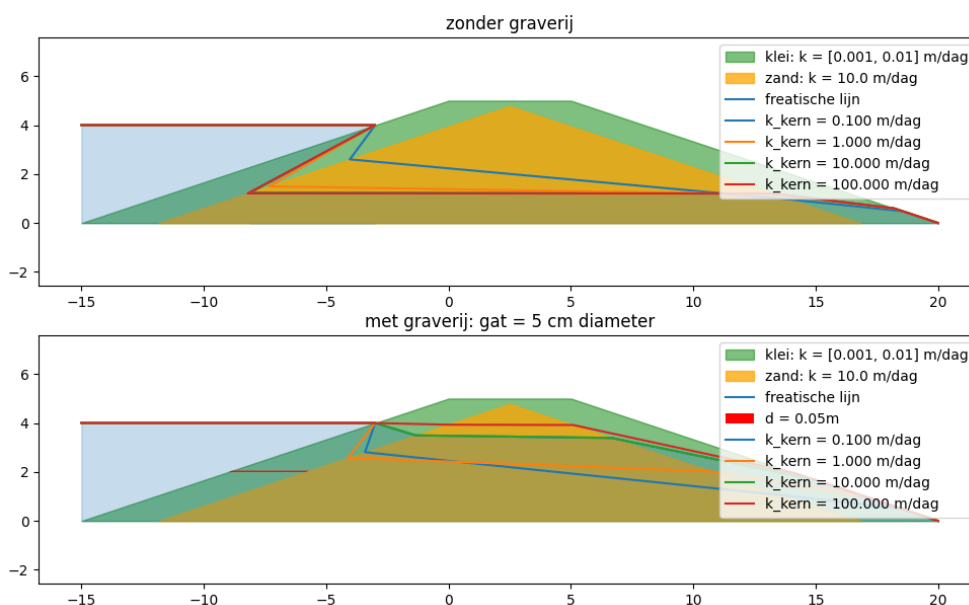
3.4.3 Maatwerk

Als laatste stap kunnen maatwerkanalyses worden uitgevoerd. Doorgaans betreft dit herberekeningen waarin de invloed van de bevergraverij verwerkt is. Voor binnenwaartse macrostabiliteit is dit een aangepast freatisch vlak en voor piping is dit een aangepaste kwelweglengte. Dit zal vooral relevant zijn in geval de lokale situatie sterk afwijkt van de uitgangspunten die bij de bepaling van Tabel 3.2 zijn gebruikt.

Voor binnenwaartse macrostabiliteit betreft de invloed van een bevergraverij vooral de aanpassing van het freatisch vlak. Het massaverlies kan buiten beschouwing worden gelaten, omdat de invloed hiervan op de stabiliteit marginaal is. Voor de aanpassing van het freatisch vlak kunnen grondwaterstromingsberekeningen worden uitgevoerd¹⁴, of kan als eerste stap de sprong in het freatisch vlak over de bekleding op het buitentalud worden weggelaten, zie Figuur 3.9 en Figuur 3.10 voor respectievelijk een illustratie van het principe en een gevoeligheidsanalyse met concrete waarden voor de doorlatendheden. De maatgevende berekening(en) voor de binnenwaartse macrostabiliteit kunnen vervolgens met het aangepaste freatische vlak worden uitgevoerd.



Figuur 3.9 Invloed van bevergraverij in buitentalud op freatisch vlak, principe (Kanning & Van Dam, 2025:8).



Figuur 3.10 Uitkomsten van een gevoeligheidsanalyse voor de invloed van bevergraverij in het buitentalud op het freatisch vlak, voorbeeld (Kanning & Van Dam, 2025:8). NB: een gatdiameter van 5 cm of van 30 cm maakte bij deze analyse niet uit voor de resultaten.

¹⁴ Voor het onderzoeksproject 'Veiligheidsraamwerk Dierlijke Graverijen' dat momenteel voor het Hoogwaterbeschermingsprogramma wordt uitgevoerd, is een combinatie van 1D-, 2D- en 3D-berekeningen gehanteerd, hetgeen middels een script toegankelijk is gemaakt. Hiermee is ook de invloed loodrecht op de dwarsdoorsnede op een verantwoorde wijze meegenomen (Kanning e.a., 2025).

Voor piping betreft de maatwerkanalyse slechts een realistische inschatting van de veranderingen met betrekking tot het uittredpunt en het (effectieve) intredepunt. Hierdoor wordt de aanwezige kwelweglengte verkort. Herberekening van het pipingrisico, doorgaans op basis van de methode-Sellmeijer, resulteert in een aangepaste inschatting van het risico op piping gegeven bevergraverijen.

Voor micro-instabiliteit geldt dat hiervoor nog geen gepubliceerde methode beschikbaar is, die in de vorige paragraaf genoemde factor 10, die in bepaalde gevallen kan worden gehanteerd, zal daarbij in de praktijk meestal niet tot een probleem leiden in de veiligheidsbeschouwingen voor dit mechanisme.

Voor nadere informatie en onderbouwing wordt alvast verwezen naar de nog te publiceren rapportages van het HWBP-onderzoeksproject 'Veiligheidsraamwerk dierlijke graverijen in waterkeringen', die in het voorjaar van 2026 beschikbaar zullen komen.

3.5 Richting een mogelijk handelingsperspectief

Op basis van de voorgaande risicoanalyse kunnen de risico's van bevergraverijen voor primaire waterkeringen worden gekwantificeerd. In deze paragraaf wordt ingegaan op het handelingsperspectief dat hieruit kan volgen. De geldende wet- en regelgeving ten aanzien van bevers is van grote invloed op dit handelingsperspectief, vandaar dat deze eerst beschreven wordt in §3.5.1. Vervolgens wordt het beeld geschetst voor de langere termijn (§3.5.2), waardoor het gemakkelijker wordt om ook voor de korte termijn een afweging te maken van de eventueel te nemen maatregelen, zonder daar weer snel spijt van te krijgen (§3.5.3).

3.5.1 Wet- en regelgeving ten aanzien van bevers

In Bijlage C wordt nader ingegaan op de wet- en regelgeving ten aanzien van bevers in Nederland. De conclusie (§C.5) is hierna overgenomen. De bijdrage van Luuk Boerema op het vierde beversymposium kwam hier inhoudelijk geheel mee overeen (Boerema, 2025). De bever is een beschermde diersoort op grond van de Habitatrichtlijn. Dit betekent dat schadelijke handelingen ten aanzien van de bever in beginsel verboden zijn. De Habitatrichtlijn (en in navolging daarvan de Nederlandse wet- en regelgeving) heeft ook voorzien in de mogelijkheid van het verbod af te wijken. Op het moment dat sprake is van een reden, zoals gevaar voor de volksgezondheid of openbare veiligheid, kan afgeweken worden, mits is voldaan aan een aantal strikte voorwaarden, waarvoor een zware motiveringsplicht geldt. Hoe ingrijpender de handeling, des te meer wordt gevraagd van de motivering, waarom juist deze ingreep noodzakelijk is om de doelstelling te bereiken. De risicoanalyse van bevergraverijen in waterkeringen kan hier als input voor dienen.

3.5.2 Beeld voor de langere termijn

Rekening houden met de bever zal op de lange termijn betekenen dat preventieve maatregelen vereist zijn op alle delen van de infrastructuur die een te groot risico lopen. Dan zal aan de veiligheidseisen ten aanzien van de primaire waterkeringen kunnen worden voldaan binnen de mogelijkheden en beperkingen die de wet- en regelgeving ten aanzien van de bever stelt.

Met betere, intensievere en effectievere inspectie zal met name onder dagelijkse omstandigheden een beter resultaat mogelijk zijn, mede omdat er dan ook nog tijdig maatregelen genomen kunnen worden. Bij hoogwater zijn behalve een goede detectie ook snel effectieve maatregelen nodig. Dergelijke maatregelen lijken nu welhaast onmogelijk, vanwege de onzekerheid of er nog een bever in het hol zit (opsluiten is niet alleen niet toegestaan, maar vanwege onvoorspelbaar graafgedrag om te ontsnappen ook hoogst onverstandig) en vanwege de slechte bereikbaarheid en afsluitbaarheid van een gat onder de

waterlijn in het buitentalud. Verder speelt de wet- en regelgeving een rol: bij herhaling voor dezelfde locatie een ontheffing aanvragen zal de kans op het verkrijgen ervan kleiner maken, omdat bij repressieve maatregelen ook preventieve maatregelen worden verlangd om herhaling te voorkomen. Behalve maatregelen zoals beverwerend gaas kan daarbij ook worden gedacht aan een aangepaste landschapsrichting met andere begroeiing en hoogwatervluchtplaatsen.

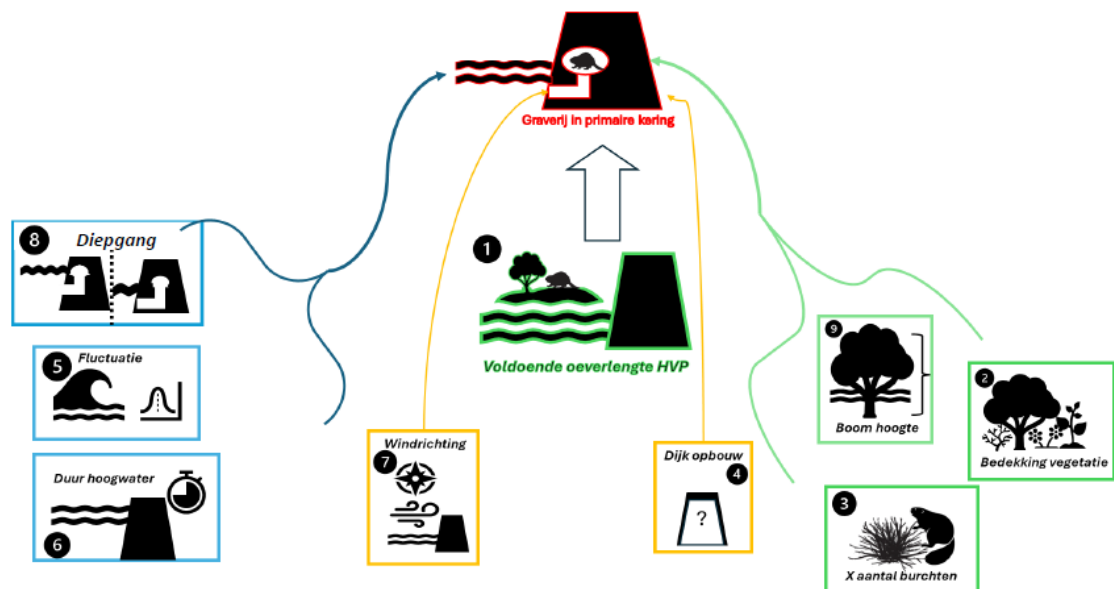
In de Nationale beveraankpak wordt gesteld dat al op de middellange termijn de kosten voor preventieve maatregelen mogelijk lager zullen zijn dan de kosten voor reactief handelen (Stam e.a., 2025:31). Daarbij geldt dat het nemen van preventieve maatregelen die op de langere termijn effectief zijn, relatief makkelijk is bij het realiseren van dijkversterkingen. En het nemen van maatregelen over langere strekkingen, ook bij dijken die niet anderszins versterkt hoeven te worden, zal op den duur eveneens goedkoper uitpakken dan telkens een klein stukje aanpakken.

3.5.3 Perspectief voor de korte termijn

Voor de korte termijn kan de uitkomst van de risicoanalyse uit §3.4 worden gebruikt voor een prioritering van eventueel te nemen maatregelen. Uit zowel praktisch als financieel oogpunt zal het op korte termijn aanbrengen van afdoende effectieve barrières tegen bevergraverijen op alle risicovolle locaties en dijkvakken niet haalbaar zijn, ook vanwege mogelijke inspraakprocedures.

Wel is het mogelijk om op basis van een meerjarenplanning per gedeelte vast te stellen wanneer afdoende maatregelen gekoppeld kunnen worden aan andere maatregelen, zoals groot onderhoud, dijkversterking of bredere gebiedsontwikkeling. Op plaatsen waar maatregelen dan te lang uitblijven, kunnen deze apart worden ingepland en kunnen zo nodig minder effectieve, dus tijdelijke, maatregelen worden getroffen om de risico's te verkleinen tot een acceptabel niveau. Hierbij kan §4.3 uit de Nationale beveraankpak (Stam e.a., 2025:41-52) heel bruikbaar zijn voor de waterschappen, die deze afweging uiteindelijk zullen moeten maken.

Als tijdelijke maatregel wordt veel verwacht van hoogwatervluchtplaatsen. Hoewel deze niet afdoende zijn tegen bevergraverijen in dijken bij hoogwater, verkleinen deze de kans op bevergraverij in een dijk sterk (Tielen, 2025c). De Zoogdiervereniging stelde over hoogwatervluchtplaatsen al in 2016: "Deze moeten ook droog blijven bij echte hoogwaters, enige dekking bieden (struiken) en geïsoleerd genoeg liggen zodat mensen en met name honden de locatie tijdens hoogwater niet kunnen bereiken. Vanwege het sterke territoriale gedrag dient per beverterritorium minimaal één geschikte hoogwatervluchtplaats aanwezig te zijn." (Dijkstra, 2016:2). In Figuur 3.11 zijn de belangrijkste variabelen aangegeven die de effectiviteit van een hoogwatervluchtplaats beïnvloeden. Een nieuwe ontwikkeling betreft de inzet van drijvende hoogwatervluchtplaatsen (Wolters e.a., 2025).



Figuur 3.11 Belangrijkste variabelen voor hoogwatervluchtplaatsen (Tielen, 2025b:9).

Het uitstellen van maatregelen totdat zich een hoogwater voordoet, wordt sterk afgeraden. Het handelingsperspectief is dan namelijk zeer beperkt. Detectie van een bevergraverij in de dijk is dan zeer lastig (zie Figuur 2.5) en weinig kansrijk. Bovendien zijn de mogelijkheden om na detectie nog maatregelen te nemen zeer beperkt. Effectief afdichten van een gat onder water in het buitentalud is zeer lastig. Bovendien zou dit pas moeten gebeuren als het hol verlaten is, omdat een opgesloten bever langs een onvoorspelbare route een weg naar buiten zal proberen te graven. De observatie van een of zelfs twee vertrekkende bevers biedt daarbij geen zekerheid, in plaats van één bever, of een paartje, kan er immers ook een paartje met jongen aanwezig zijn.

Momenteel zijn er diverse onderzoeken gaande waarmee de risicoanalyse nader aangescherpt kan worden. Zo zijn er bevers van zenders voorzien om hun gedrag meer in detail te kunnen bestuderen, in elk geval onder dagelijkse omstandigheden en als zich binnen de onderzoeksperiode een hoogwater voordoet, ook onder die omstandigheden. Dit is één van de onderzoeken waarmee de kans op graverij nauwkeuriger kan worden ingeschat. Daarnaast zijn er diverse onderzoeken gaande naar detectiemethoden, zowel voor de verdere ontwikkeling van die methoden (zoals autonome voertuigen waarmee onder water hollen kunnen worden gevonden) als voor de afstelling van bijvoorbeeld grondradar en voor de interpretatie van de meetresultaten. Voor het al meerdere malen aangehaalde HWBP-onderzoeksproject naar dierlijke graverijen worden thans nog meer cases met realistische dijkprofielen doorgerekend, waarmee het realisme van de invloedsfactoren in Tabel 3.2 nog beter kan worden ingeschat en deze factoren mogelijk kunnen worden bijgesteld.

3.6 Beschikbare risicoanalyses en ervaringen in binnen- en buitenland

Tot op heden zijn er door diverse waterschappen zogenoemde risicoanalyses opgesteld, vaak in de vorm van een afstudeeronderzoek. In de voorgaande tekst is ernaar gestreefd een methode voor de risicoanalyse bij bevergraverijen in primaire waterkeringen op te stellen gebaseerd op voornamelijk Nederlandse bronnen die past binnen de huidige veiligheidssystematiek en de geldende wet- en regelgeving. De keuze om vooral Nederlandse bronnen te gebruiken komt voort uit de duidelijke verschillen in effecten tussen beverterritoria in hoogland- en heuvellandgebieden met kleinere beken, en laaglandgebieden met brede rivieren. Deze gebieden vragen om een andere benadering, waardoor kennis uit het ene type gebied niet zomaar toepasbaar is op het andere. De buitenlandse kennis ten

aanzien van ecologie en verspreiding is in beperkte mate relevant, terwijl de waterveiligheidsbenadering hier te veel verschilt.

Hierna is een overzicht gegeven van de analyses die in de afgelopen vier, vijf jaar zijn verschenen en relevant zijn binnen dit onderzoek.

Hölscher e.a. (2022) geven een brede inventarisatie van risico's bij bevers, variërend van het juridisch kader tot een kosten/batenanalyse van beheermaatregelen. Aan een groot deel van het beheergebied van Waterschap Drents Overijsselse Delta wordt een hoog risico toegeschreven, op basis van de *afwezigheid* van een verheelde kering, steenbekleding, een damwand met of zonder overhoogte en/of de afwezigheid van voorland – in grote lijnen overeenkomstig de hiervoor al genoemde criteria met uitzondering van een kleikern. Zowel op de korte termijn als op de lange termijn komt naar voren dat proactief handelen uit financieel oogpunt de voorkeur geniet boven correctief handelen, met andere woorden: preventieve maatregelen tegen graverijen nemen is goedkoper dan dat niet doen.

Larooij (2022) biedt een uitgebreide inventarisatie van de kenmerken van bevers (en daarnaast ook dassen en wilde zwijnen), die veel duidelijk maakt over de kenmerken van bevers, hun territoria, hun gedrag en hun graverijen (zie ook Hoofdstuk 2), maar waarbij slechts beperkt wordt ingegaan op de gevolgenkant (al begint de titel wel met 'risicoanalyse').

Wegner e.a. (2022) hebben voor de waterkeringen van Waterschap Rijn en IJssel risicokaarten gemaakt voor 14 mogelijke waterstanden, uitgaande van minder dan 20 m afstand van de waterlijn tot de beschermingszone (= 'matig risico') of minder dan 20 m afstand tot de kernzone (= 'groot risico'). Dit vormt de basis voor een monitoringsplan.

Van de Wouw (2023) onderscheidt een negental criteria voor haar risicoanalyse gericht op de provincie Friesland. Dit betreft zeven criteria ten aanzien van de kans op schade aan de kering door graverij, zoals 'kwetsbaarheid voor graverij op grond van de afstand tot water, bij normale waterstanden' en 'kwetsbaarheid voor graverij bij hoogwater op grond van waterhoogte'. Daarnaast noemt ze twee criteria ten aanzien van de impact van een eventueel ongeval, waaronder 'impact op grond van waterkerende hoogte'. Alleen de drie hier genoemde criteria zijn vervolgens meegenomen in de analyse, de andere zijn om uiteenlopende redenen buiten beschouwing gelaten. Deze drie criteria lijken wel in hoge mate relevant te zijn.

Wolters & Van Roij (2023) hebben een praktische handleiding geschreven hoe om te gaan met aangetroffen graverijen van bevers en dassen binnen Waterschap Aa en Maas, waarmee de gevolgen op realistische wijze geminimaliseerd kunnen worden. Hierin is ook aandacht voor preventieve maatregelen, om herhaling te voorkomen. Omdat deze handleiding puur gericht is op aangetroffen graverijen, zijn de onzekerheden rond de kans op graverij en de effectiviteit van een barrière niet aan de orde en ligt de focus op tijdig herstel (de detectie heeft al plaatsgevonden) als op basis van de locatie en de omvang van de graverij sprake is van een bedreigende situatie.

De aanpak van Waterschap Rivierenland (Hoogendoorn, 2023, 2024) is in belangrijke mate eerder in dit hoofdstuk benut, met elementen als de 30 m afstand van de dijk tot het vrije oppervlaktewater, de invloed van graverijen bij dijken met een kleikern en een ondergrens van de kans op graverij bij hoogwater.

Ward & Seljee (2024) gaan in hun advies voor de provincie Noord-Holland vooral in op de detectie van zich vestigende bevers – passend als er in een gebied pas weinig bevers zijn, zoals daar nog het geval is. Verder bevat de rapportage betrekkelijk algemene

aanbevelingen voor locaties waar graverijen tot ernstige gevolgen kunnen leiden (Ward & Seljee, 2024:39-41).

Tukker e.a. (2024) gaan in hun analyse voor Schieland en de Krimpenerwaard specifieker in op kenmerkende situaties en risico's in dat gebied (primaire keringen onderhevig aan getij, en polderlandschap), ondersteund met de concrete waarnemingen tot dan toe.

Wong & Van Tilborg (2024) hebben voor dijkversterkingsproject Meanderende Maas, binnen Waterschap Aa en Maas, geanalyseerd waar langs het traject er meer of minder kans is op bevergraverij, op basis van thans aanwezige beverterritoria en inschatting van aantrekkelijkheid voor bevers door bijvoorbeeld de aanwezigheid van struiken en waterpartijen. Dit is vervolgens gecombineerd met de gevolgen (op basis van een mogelijke toename van de faalkans groter dan 10 000 volgens Koelewijn (2023), tenzij de graaflocaties op grotere afstand van de kering liggen¹⁵), waarna er risicovolle strekkingen zijn bepaald, waarvoor ook barrières door constructies, inspecteerbaarheid en herstelinspanning een rol spelen. Vervolgens is een inschatting gemaakt waar welke maatregelen genomen kunnen worden om de risico's voldoende te verkleinen, variërend van het weghalen van struiken of het dempen van een sloot, tot het aanbrengen van gaas en hoogwatervluchtplaatsen.

Nuus (2025) heeft voor een groot aantal factoren het statistisch verband met bevergraverijen onderzocht binnen het beheergebied van Hunze en Aa's. Hier kwamen geen eenduidige conclusies uit – er zijn wel verbanden, maar die blijken complex te zijn.

Tielen (2025abc) heeft gekeken naar het effect van hoogwatervluchtplaatsen op bevergraverijen tijdens hoogwater. De bevindingen sluiten aan bij aanbevelingen vanuit de Zoogdierverseniging om in goede hoogwatervluchtplaatsen te voorzien. Die “moeten ook droog blijven bij echte hoogwaters, enige dekking bieden (struiken) en geïsoleerd genoeg liggen zodat mensen en met name honden de locatie tijdens hoogwater niet kunnen bereiken. Vanwege het sterke territoriale gedrag dient er per beverterritorium minimaal één geschikte hoogwatervluchtplaats aanwezig te zijn” (Dijkstra, 2016:2).

Van Beek (2025) heeft voor De Stichtse Rijnlanden een habitatsgeschiktheidsanalyse voor alle typen keringen dat beheergebied, en de veranderingen daarin bij hoogwater. Deze analyse dient als basis voor een verdere risico-inventarisatie. Dit betreft dus een deel van het onderdeel 'kans' binnen 'risico = kans maal gevolg'.

Kuiphof (2025) geeft een vergelijkende analyse van een vijftal risicoanalyses (Larooij, 2022; Hölscher e.a., 2022, Terpstra e.a., 2022 (over spoortaluds), Van de Wouw (2023) en Van Dorst e.a., 2024 (over regionale waterkeringen)) met de bestaande aanpak bij Waterschap Aa en Maas. In haar conclusie en advies beveelt zij aan om kans én gevolg te combineren, met een risicomatrix geïnspireerd op Van de Wouw (2023), met op de ene as de kans op graverij en op de andere as de impact daarvan.

Jansen (2025) heeft de aanbevelingen van Van de Wouw (2023) en Kuiphof (2025) benut om voor het gehele beheergebied van Waterschap Rivierenland tot kansenkaarten te komen, waarbij hij ook rekening heeft gehouden met graafwerende maatregelen. Hij heeft twee kaarten gemaakt: een voor de 'koude fase' (gangbare waterstanden) en een voor één hoogwatersituatie (10544 m³/s bij Lobith en 2500 m³/s bij Borgharen). Bij de eerste is het westelijk deel grotendeels roodgekleurd (hoog risico), maar het oostelijk deel grotendeels groengekleurd (laag risico; er is ook een oranje tussencategorie). Voor de hoogwatersituatie, die voor een veel kleinere dijk lengte relevant is, is twee-derde rood en de rest grotendeels

¹⁵ Dit betreft een bijzondere interpretatie van de genoemde bron, omdat die bron zich richt op graverijen in en nabij keringen.

oranje (Jansen, 2025:37, 39). Overigens hanteert hij, zoals gebruikelijk, een afstand van 30 m van de dijk tot oppervlaktewater als grens tussen wel of niet risicovol. Opvallend is zijn citaat van een andere studie, van Brabantse Delta, waar minder dan 5 m als hoog risico geldt, minder dan 10 m als risicovol en meer dan 10 m als weinig risico (Jansen, 2025:18).

Van der Valk & Nijhuis (2025) hebben voor de primaire keringen en dammen die in beheer zijn van Rijkswaterstaat een analyse gemaakt conform een aanpak overeenkomstig een eerdere analyse voor kanalen in beheer bij Rijkswaterstaat (Van Dorst e.a., 2024, 2025) (in het volgende hoofdstuk, over regionale waterkeringen, komt deze aanpak nader aan bod), met medeneming van onder meer de aanbevelingen in de Nationale beveraankpak (Stam e.a., 2025). Kenmerk van deze aanpak is dat op basis van betrekkelijk algemene kenmerken zowel naar de kans op graverijen als naar de potentiële ernst van de gevolgen daarvan te kijken, zonder concrete analyse van de waterkering zelf. Bij regionale waterkeringen is dat vanwege de beperkte kennis over de samenstelling en eigenschappen wellicht de best mogelijke aanpak, maar bij primaire keringen is deze kennis inmiddels in (veel) ruimere mate aanwezig en kan de aanpak uit §3.4 van deze rapportage naar verwachting tot betrouwbaardere resultaten leiden.

Voor Vlaanderen zijn door het instituut natuur- en bosonderzoek modellen ontwikkeld waarmee zowel de verspreidingskans van de bever is voorspeld als de kans op niet-verspreiden. Op basis van de relatief beperkte aanwezigheid van de bever in Vlaanderen in 2019 is voorspeld waar wel en niet bevers zouden kunnen voorkomen in 2022 ('korte termijn') en in 2025 ('middellange termijn'). Daarmee is vervolgens het risico op overstromen ingeschat, zowel ten gevolge van graverijen als ten gevolge van dammenbouw. Voor het risico op overstromen door graverijen is de kaart van overstromingsgevoelige gebieden gecombineerd met de kaart van de vestigingskans per kilometerhok, waarbij vanwege de grote potentiële impact ook de kleinste kans op voorkomen van een bever is meegenomen (categorie 'accidenteel', naast 'laag', 'middel' en 'hoog'; Huysentruyt & Rutten, 2021, 2024). In 2025 is een vernieuwde versie van de verspreidingskaart gepubliceerd, met een voorspelling voor 2027 op basis van habitatgegevens uit 2023 en verspreidingsgegevens uit 2024 (Huysentruyt e.a., 2025).

De Vlaamse aanpak kent daarmee een korte tijdshorizon, hetgeen vanuit de nog beperkte mate van verspreiding in 2019 ook goed verdedigbaar is. Daarbij geldt dat deze aanpak bij toepassing op de Nederlandse situatie resultaten zou opleveren die praktisch gezien amper bruikbaar zijn: de combinatie van alle bedijkte gebieden met de verspreiding van de bever (zie Figuur 2.7, Figuur 2.9 en Figuur 2.10 voor verschillende jaren) levert een alarmerend groot risicogebied op, zonder veel onderscheid daarbinnen.

Dat door de wezenlijk andere topografie de ervaringen met bevers in Schotland en Engeland eveneens niet bruikbaar zijn in Nederland is bevestigd in een studie naar zowel de hydrologische als socio-economische aspecten van bevers in Nederland, Engeland, Schotland en Duitsland. Met name in Schotland, maar ook in Engeland, zijn eventuele overstromingen als gevolg van beveractiviteiten veel kleinschaliger. Ook ligt in het Verenigd Koninkrijk sterk de nadruk op de autonomie van grondeigenaren – ligt een dijk op particulier terrein, dan kan er veel minder worden afgedwongen dan in Nederland het geval is, hetgeen daar ook algemeen geaccepteerd wordt. En vanwege de andere aanpak met betrekking tot waterveiligheid, met de geringere nadruk op het voorkómen van schade en meer reactief overstromingsbeleid, zijn ook de decennialange ervaringen met bevers in een deels bedijkte omgeving in het oosten van Duitsland (voormalige DDR) moeilijk te vertalen naar de Nederlandse situatie (Dannenberg, 2025:65, 66).

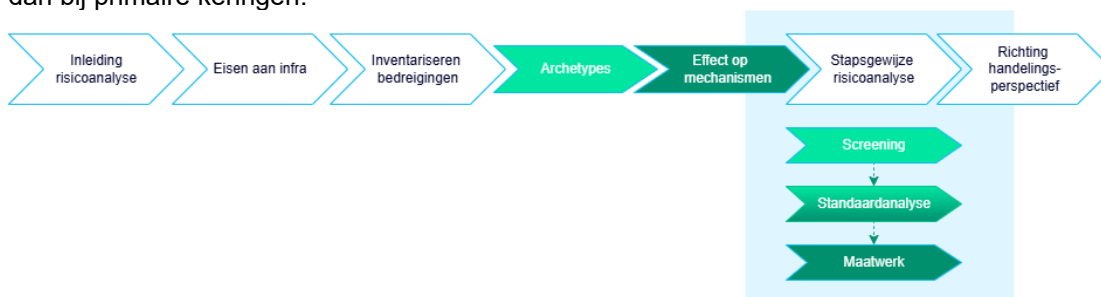
4 Risicoanalyse voor regionale waterkeringen

4.1 Inleiding risicoanalyse

Bij regionale keringen zijn de gevolgen van een overstroming over het algemeen kleiner dan bij primaire keringen, zowel in economische termen als in aantallen slachtoffers. Hierdoor is het handelingsperspectief anders dan bij primaire keringen; met name voor de lagere IPO-klassen is dit doorgaans meer gericht op het tijdig detecteren van schades en het herstellen daarvan, dan op het voorkomen van schade.

Voor boezemkaden is een belangrijk verschil met de primaire keringen en de keringen langs regionale rivieren dat er meestal weinig variatie in het peil mogelijk is: het is als het ware permanent hoogwater.¹⁶ Hierdoor vervalt de onvoorspelbaarheid van het risico van graverijen door bevers die door hoogwater verdreven worden en in de dijk gaan graven. Ook ontbreekt vaak de ruimte om in het dijkprofiel een droog hol te maken.

In dit hoofdstuk wordt dezelfde volgorde gehanteerd als in het vorige hoofdstuk, zie ook Figuur 4.1. Vanwege de geringere gevolgschade en de beperkter beschikbaarheid van informatie zal de analyse bij regionale keringen over het algemeen minder diepgaand zijn dan bij primaire keringen.



Figuur 4.1 Globale opzet van de risicoanalyse.

4.2 Eisen aan regionale waterkeringen

De regionale waterkeringen beschermen tegen overstromingen uit kleinere wateren, zoals boezems, kanalen en regionale rivieren. De meeste regionale waterkeringen vallen onder de verantwoordelijkheid van de provincie. De provincie wijst in de provinciale omgevingsverordening regionale waterkeringen aan die in beheer zijn bij de waterschappen. De provincie neemt voor de veiligheid van deze waterkeringen ook omgevingswaarden op in de omgevingsverordening. Er is ook een aantal regionale waterkeringen in beheer bij het rijk, deze zijn aangewezen in het Omgevingsbesluit. Sinds 2004 is ruim 10.000 km aan regionale waterkeringen genormeerd.¹⁷ De totale lengte aan regionale waterkeringen bedraagt ca. 14.000 km, verdeeld over:

- Boezemkaden.
- Keringen langs regionale rivieren.
- Compartimenteringskeringen.
- Voorlandkeringen en zomerkaden (STOWA, 2008:iv).

¹⁶ Een uitzondering hierop wordt bijvoorbeeld gevonden in het beheersgebied van Waterschap Hunze en Aa's, waar het boezempeil met een meter kan stijgen wanneer er niet op de Waddenzee kan worden gespuid.

¹⁷ <https://iplo.nl/thema/water/waterveiligheid/regionale-waterkeringen/>

Voor de eerste drie typen zijn richtlijnen gegeven om een normering vast te stellen, het gebruik hiervan is echter niet verplicht.

Voor boezemkaden is dit de IPO-richtlijn (IPO, 1999). Hierin wordt uitsluitend gekeken naar de economische schade door een overstroming als gevolg van een kadebreuk. Er worden vijf klassen onderscheiden waarbij naast de optredende schade ook het landgebruik in de polder en de overstromingsdiepte een rol spelen. De richtlijn onderscheidt drie methoden om de klasse-indeling te bepalen, van grof naar fijn. Met de meest nauwkeurige methode kan ook een inschatting worden verkregen van de te verwachten aantallen slachtoffers, toch wordt bij deze keringen alleen naar de economische schade gekeken.¹⁸

Door Groot-Zwaaftink e.a. (2022) is verantwoord hoe dit geïndexeerd kan worden met de BBP-deflator die jaarlijks door het CBS wordt gepubliceerd. Door Kind (2023) zijn de waarden voor 2015 en 2022 concreet aangegeven, zie Tabel 4.1.

Tabel 4.1 IPO-schadetabel met aanvulling voor prijspeilen 2015 en 2022* (* voorlopige cijfers; Kind, 2023:2).

Klasse	Veiligheidsnorm (1/jaar)	Gevolgsschade voor de klasse (MLn fl), Prijspeil 1999	Gevolgsschade voor de klasse (MLn €), Prijspeil 1999	Gevolgsschade voor de klasse (MLn €), Prijspeil 2011	Actualisatie	
					Gevolgsschade voor de klasse (MLn €), Prijspeil 2015	Gevolgsschade voor de klasse (MLn €), Prijspeil 2022*
I	1/10	< 17,5	< 8	< 10	< 11	< 13
II	1/30	17,5 – 55	8 – 25	10 – 32	11 – 33	13 – 39
III	1/100	55 – 175	25 – 80	32 – 102	33 – 106	39 – 125
IV	1/300	175 – 550	80 – 250	102 – 319	106 – 332	125 – 394
V	1/1000	> 550	> 250	> 319	> 332	> 394

Voor keringen langs regionale rivieren is door STOWA een richtlijn opgesteld die in belangrijke mate de IPO-richtlijn volgt. Anders dan bij de IPO-normering voor boezemkades wordt hier de gevolgschade beschouwd voor vijf herhalingstijden. De waterstanden en afvoergolven op een regionale rivier (en daarmee de grootte van het overstroomde gebied en de gevolgschade) kunnen namelijk aanzienlijk variëren voor verschillende herhalingstijden. De zwaarste klasse waarvoor de gevolgschade binnen de aangegeven bandbreedte past, wordt als maatgevend beschouwd. Deze normeringsmethode wordt ook wel de 'IPO-plus methode' genoemd (STOWA, 2008:5, 20).

Voor compartimenteringskeringen is eveneens een richtlijn verschenen (Geerse e.a., 2007). Het gaat hier over het algemeen om zogenoemde 'droge keringen', die pas belast worden bij een doorbraak elders. In zo'n situatie is het natuurlijk ongewenst als de kering ten gevolge van dierlijke graverijen eerder doorbreekt dan de norm toestaat.

Voorname richtlijnen worden niet overal gehanteerd, zo geldt in de provincie Noord-Brabant een algemene eis van 1:150 per jaar voor alle regionale waterkeringen (Wolters, 2025).

In deze risicoanalyse wordt verder alleen ingegaan op de boezemkaden en de keringen langs regionale rivieren. De materie rond compartimenteringskeringen is vrij complex, terwijl het bij voorlandkeringen en zomerkaden gangbaar is dat deze bij hoogwater onder water lopen.

¹⁸ In het advies van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen over deze richtlijn wordt de suggestie gedaan om naast economische optimalisatie eventueel ook individuele risico's of groepsrisico's mee te nemen (IPO, 1999:41). In reactie hierop wordt gesuggereerd dat als er slachtoffers verwacht kunnen worden, de hoogste normklasse zou kunnen worden aangehouden (IPO, 1999:43).

4.3 Inventariseren bedreigingen

Ook bij een regionale kering bestaat de bedreiging door bevergraverij vooral uit het verminderen of geheel wegnemen van de weerstand tegen grondwaterstroming door de waterkering. Vanwege de veelal kleinere afmetingen van de kering heeft een bevergraverij verhoudingsgewijs meer impact.

4.3.1 Archetypes

Mogelijk het belangrijkste aspect bij regionale keringen is de aanwezigheid van voldoende ruimte boven het freatisch vlak binnen de dijk om een droog hol te maken (het vrijboord). Als die ruimte er niet is, dan is het voor een bever niet aantrekkelijk om te gaan graven.¹⁹ Dit zal met name van toepassing zijn bij kleine boezemkaden, en bij peilscheidingen (met aan beide kanten betrekkelijk hoog water).

Verder is het type watersysteem van dominante invloed. Daarnaast is het voornaamste materiaal waarmee de dijk is samengesteld van belang. Dit leidt tot de volgende indeling:

1. Weinig verschil tussen dagelijkse omstandigheden en hoogwater:²⁰
 - a. Kleidijken.
 - b. Zandige dijken:
 - i. Met 'dak' (boomwortels, wegdek, plaat).
 - ii. Zonder 'dak'.
 - c. Veenkaden;
2. Veel verschil tussen dagelijkse omstandigheden en hoogwater:²¹
 - a. Kleidijken.
 - b. Zandige dijken:
 - i. Met 'dak' (boomwortels, wegdek, plaat).
 - ii. Zonder 'dak'.

Met name bij een zandige dijk maken bevers (en andere dieren) in de praktijk vaak gebruik van de steun die geboden wordt door een boom, een (asfalt) wegdek of een ander soort plaat, bijvoorbeeld bij een fundering van bebouwing op de waterkering.

Veenkaden komen praktisch alleen voor in situaties met een permanent hoge waterstand aan ten minste een kant. Bevergraverijen in veenkaden zijn onwaarschijnlijk, omdat er geen geschikt hol in te maken is.

4.3.2 Effect op mechanismen

Voor de effecten van bevergraverijen op de mechanismen is voor regionale keringen met weinig verschil tussen dagelijkse omstandigheden en hoogwater in Tabel 4.2 aangegeven welke mechanismen wel en niet relevant zijn, en voor keringen met veel waterstandsverschil is dit in Tabel 4.3 aangegeven.

¹⁹ Het is onzeker in hoeverre een bever hier rekening mee houdt voordat hij gaat graven. Wel is bekend dat bevers bij hoogwater bij primaire keringen vaak eerst meerdere verkennende ondieptes graven, van meestal slechts enkele decimeters diepte, voordat zij een echt hol gaan graven – meestal pas een nacht later. Enige verkenning vooraf onder andere omstandigheden ligt dan ook voor de hand.

²⁰ Dit geldt voor veel boezemkaden en voor sommige regionale rivieren.

²¹ Dit geldt voor sommige boezemkaden en voor veel regionale rivieren.

Tabel 4.2 Relevante mechanismen bij bevergraverijen in regionale waterkeringen met weinig verschil tussen dagelijkse omstandigheden en hoogwater, uitgesplitst naar de omstandigheden waaronder gegraven wordt (X = relevant mechanisme, - = niet relevant mechanisme).

Mechanisme	Binnendijkse bevergraverij	Buitendijkse bevergraverij
Macrostabieliteit binnenwaarts	-	X
Piping	-	-
Micro-instabiliteit - uitspoeling door een gat - afdrukken bekleding binnenzijde	X -	X -
Erosie grasbekleding	-	-
Uitspoeling door een doorgaand gat	X	
Macrostabieliteit buitenwaarts	-	-

Tabel 4.3 Relevante mechanismen bij bevergraverijen in regionale waterkeringen met veel verschil tussen dagelijkse omstandigheden en hoogwater, uitgesplitst naar de omstandigheden waaronder gegraven wordt (X = relevant mechanisme, - = niet relevant mechanisme).

Mechanisme	Binnendijkse bevergraverij tijdens dagelijkse omstandigheden	Buitendijkse bevergraverij	
		tijdens dagelijkse omstandigheden	tijdens hoogwater
Macrostabieliteit binnenwaarts	X	X	X
Piping	X	X	-
Micro-instabiliteit - uitspoeling door een gat - afdrukken bekleding binnenzijde	X -	X X	X X
Erosie grasbekleding	-	-	X
Uitspoeling door een doorgaand gat	X	-	X
Macrostabieliteit buitenwaarts	-	-	-

De voorgaande tabellen zijn gebaseerd op Tabel 3.1 en de daargenoemde bronnen. Hierbij dient er wel rekening mee te worden gehouden dat een bever zelden zal graven met het doel om de waterkerende functie te verstoren, met andere woorden: tijdens het graven zal er niet vaak direct falen optreden. Een bever zal echter geen rekening houden met zeldzame omstandigheden en IPO(-plus)-klassen.

Het geheel doorgraven van een kering is ongebruikelijk, maar is al wel enkele keren voorgekomen. In *Figuur 4.2* is een voorbeeld te zien waarbij een bever dwars door een vrij smalle kering gegraven heeft. Het is gissen wat de bever hiertoe dreef, wellicht was dit een poging om een hol te maken in een situatie waar daarvoor geen ruimte was (zie ook voetnoot 19).



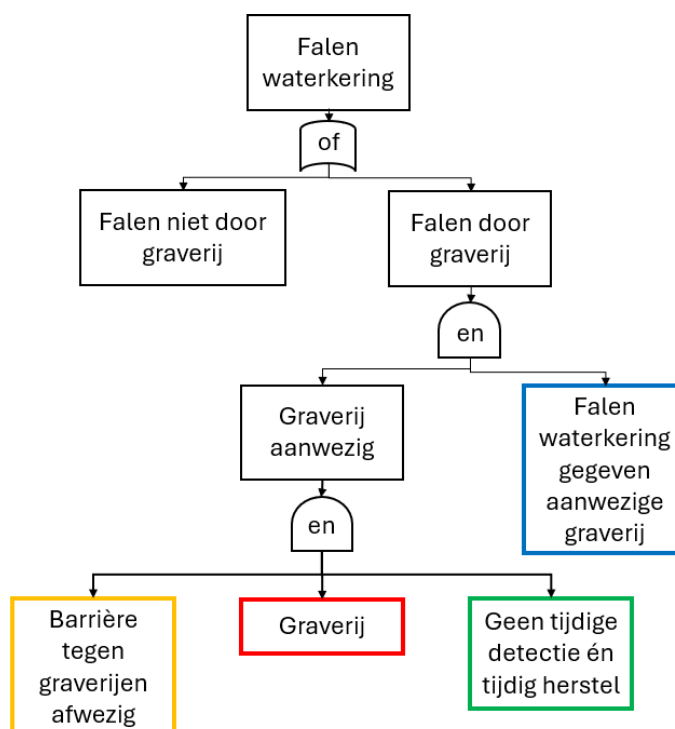
Figuur 4.2 Doorgraving van een regionale kering door een bever (Zijpkade bij Vianen, foto Waterschap Rivierenland).

4.4 Stapsgewijze risicoanalyse

Net als bij primaire keringen bestaat ook voor regionale keringen de risicoanalyse uit een drietal stappen. Vanwege de beperkte beschikbaarheid van informatie over deze keringen, samenhangend met de doorgaans geringere gevolgen, zal de analyse over het algemeen minder diepgaand zijn.

4.4.1 Screening

Voor de screening kan weer gebruik worden gemaakt van de algemene foutenboom zoals herhaald in Figuur 4.3, met als factoren een barrière, een graverij, detectie en herstel, en de verandering van de faalkans.



Figuur 4.3 Foutenboom voor het falen van een waterkering, met focus op dierlijke graverijen (naar Kanning & Van Dam, 2025:3).

Bevergraverijen kunnen worden uitgesloten als er graverijbestendige bescherming aanwezig zoals stalen damwanden of beverwerend gaas (in of op het talud, of verticaal). Stortsteen leidt niet tot uitsluiting van bevergraverijen, maar zal de kans op graverijen wel aanzienlijk verkleinen.

Bevergraverijen zijn onwaarschijnlijk bij zandige dijken zonder ‘dak’ en bij veenkaden, evenals bij dijken waar de drooglegging onvoldoende is om voldoende ruimte te bieden voor een beverhol (al kan dan nog wel een burcht worden gebouwd zoals bijvoorbeeld getoond in Figuur 2.1 rechts). Daarnaast kan de kans op bevergraverijen bij regionale keringen (zeer) klein worden geacht als de afstand van de teen van de dijk tot open zoet water meer dan 30 m bedraagt.²²

Langs de Gelderse IJssel bij Wijhe is in de oever van de Veerweg een beverhol aangetroffen dat bij nader onderzoek tot in de teen van de dijk reikte: een afstand van (iets) meer dan 30 m. Dit betrof overigens een primaire waterkering (Van den Berg & Koelewijn, 2022:49; Evers, 2022). Met een licht oplopend voorland en voldoende drooglegging waren de omstandigheden hier welhaast ideaal om een dergelijke uitzondering aan te treffen. Deze vondst bij Wijhe wordt vooralsnog echter ingeschat als een zeldzame uitzondering. Overigens staat bij hoogwater de rivier hier alsnog direct tegen de dijk aan.

Een laatste voorwaarde waarmee risico's op bevergraverijen praktisch kunnen worden uitgesloten is de geschiktheid als beverhabitat. Bij regionale waterkeringen kan dit een zinvol onderscheid opleveren (Kuiphof, 2025:28). Immers, als de kans op vestiging van een bever verwaarloosbaar klein is, dan is er ook geen sprake van een risico op graverijen.

Voor detectie is er bij veel regionale keringen wel de mogelijkheid om het peil tijdelijk te verlagen om op die manier de ingang van een beverhol makkelijker te kunnen vinden en vervolgens maatregelen te treffen.

Voor de mogelijkheid van falen van de waterkering gegeven aanwezige graverij zijn Tabel 4.2 en Tabel 4.3 in eerste instantie bruikbaar om de relevantie van verschillende faalmechanismen te duiden. Voor de forsere regionale keringen met een variabele waterstand kan Tabel 3.2 worden benut, met de verdere aanpak als voor primaire keringen. Voor kanalen en boezemkaden met weinig peilvariatie kan gebruik worden gemaakt van Van Dorst e.a. (2024, 2025), waaruit hierna geput is. Voor kanalen en boezemkaden met veel peilvariatie zal dit ten dele ook nog bruikbaar zijn, maar is voorzichtigheid geboden. In het onderzoeksproject 'Veiligheidsraamwerk dierlijke graverijen in waterkeringen' worden begin 2026 meerdere cases bij regionale keringen onderzocht; de rapportage van dat project zal in dit kader bruikbaar zijn. Voor kleine kades, met name waar vanwege een gebrek aan vrijboord maar weinig peilvariatie mogelijk is, geldt dat de bever hier geen droog hol in zal kunnen maken – en dat vermoedelijk dan ook niet zal doen. Wel geldt dat door uitslijten bij regelmatige passage ('beverwissels') de waterkerende functie verloren zou kunnen gaan, al dan niet in combinatie met een beverdam in de buurt. Een algemene richtlijn wanneer het risico verwaarloosbaar klein is, kan nu nog niet worden gegeven. Wanneer er wat meer ervaring is opgedaan zal dit wellicht wel mogelijk zijn. Ook hiervoor geldt dat de gevolgschade (via de IPO-klassen) van doorslaggevende invloed kan zijn.

Van Dorst e.a. (2024, 2025) hebben voor kanalen in het beheer van Rijkswaterstaat een risicomatrix opgesteld waarbij zowel de kans van aanwezigheid van de bever als de mogelijke gevolgen een rol spelen. Deze matrix is getoond in Figuur 4.4. Voor de kans van aanwezigheid wordt uitgegaan van het type oever, faunavoorzieningen, aanwezigheid van water binnendijks, bodemsoort van de waterkering, begroeiing en beschermingsmaatregelen.

²² Dit komt overeen met het advies in de Nationale beveraankpak (Stam e.a., 2025:32). In oudere bronnen wordt soms wel een afstand van 20 m genoemd (Tukker e.a., 2024:4, 5; Van Dorst e.a., 2024:12), hierbij zal het risico wat groter zijn, evenals in situaties waarin bij hoogwater het buitenwater alsnog tegen het buitentalud aan staat.

		gevolgen	waterveiligheid, scheepvaart, wegen, groen, bomen op weg en in water			
kansen		klasse	beperkt (1)	gemiddeld (2)	ernstig (3)	zeer ernstig (4)
kans van aanwezigheid oever, voorzieningen, overig water, begroeiing, bodem	vaak (3)	medium 3	hoog 4	hoog 4	zeer hoog 5	
	geregeld (2)	laag 2	medium 3	hoog 4	hoog 4	
	laag (1)	verwaarloosbaar 1	laag 2	medium 3	hoog 4	

4.4.2 Standaardanalyse

Waar wel meer informatie beschikbaar is, en ook voor de meer schadegevoelige gebieden (hoge schadeklassen), kan eenzelfde systematiek worden gevolgd als bij de primaire keringen, waarbij dan vaak wel andere keuzes zullen moeten worden gemaakt voor de (generieke) impact van een bevergraverij op een mechanisme. In plaats van een indicatieve toename van de overstromingskans, zoals in Tabel 3.2, kan ook gedacht worden aan een generieke achteruitgang van bijvoorbeeld de stabiliteitsfactor. Wat daarvoor dan realistische waarden zijn, zal aanvankelijk verkend moeten worden via maatwerk, waarna dit voor vergelijkbare dijken gegeneraliseerd kan worden.

Maatwerkanalyses bij regionale keringen zullen (vooralsnog) niet op grote schaal kunnen worden uitgevoerd, maar zoals hiervoor aangegeven kunnen deze wel dienen om generiek inzetbare kennis te ontwikkelen waarmee groepen van regionale keringen kunnen worden geanalyseerd. Uitwisseling van de opgedane ervaringen wordt aanbevolen om herhaald pionierswerk te vermijden en om als sector tot de benodigde aanscherpingen te kunnen komen.

Deltares

natuurwaarden of bij monumentale constructies. Ook daarvoor geldt dat uitwisseling van ervaringen wordt aanbevolen om gezamenlijk tot een betere aanpak te komen.

4.5 Richting een mogelijk handelingsperspectief

4.5.1 Wet- en regelgeving ten aanzien van bevers

Bij regionale waterkeringen is de wet- en regelgeving ten aanzien van bevers niet anders dan voor primaire waterkeringen (zie §3.5.1 en Bijlage C). Bij ingrepen zal daarom meestal een maatwerkanalyse nodig zijn om aan de motiveringsplicht te voldoen.

4.5.2 Beeld voor de langere termijn

Op de langere termijn zullen vooral bij de keringen met een hogere IPO-klasse preventieve maatregelen, inclusief mogelijke herinrichting van het gebied met aangepaste begroeiing, teruglegging van kaden (zodat er een grotere afstand tot de kering ontstaat) en hoogwatervluchtplaatsen. Daar waar repressieve maatregelen noodzakelijk zijn, zal wellicht vaker dan bij primaire keringen volstaan kunnen worden met lokale preventieve maatregelen – met wel als mogelijkheid dat de bever zich een volgende keer daar vlak naast zal vestigen.

4.5.3 Perspectief voor de korte termijn

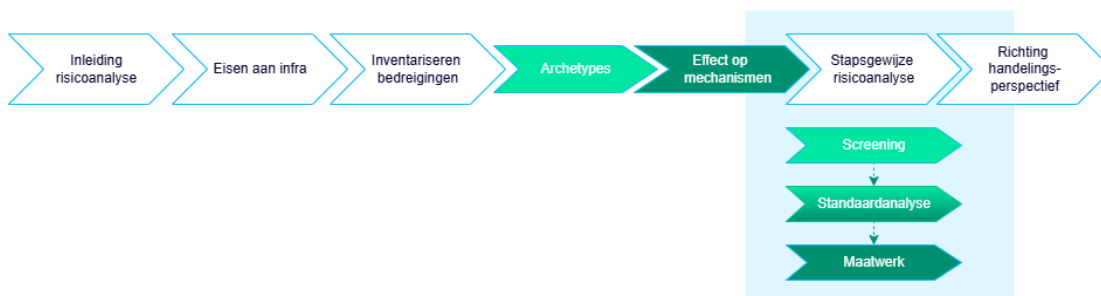
Voor de korte termijn kan de risicoanalyse uit §4.4 worden gebruikt voor een prioritering van eventueel te nemen maatregelen. Hierbij kan §4.3 uit de Nationale beveraankpak (Stam e.a., 2025:41-52) heel bruikbaar zijn voor de waterschappen, die deze afweging uiteindelijk zullen moeten maken.

5 Risicoanalyse voor spoorwegen

5.1 Inleiding risicoanalyse

Voor spoorwegen geldt dat de overeenkomst met waterkeringen is dat spoordijken evenzeer aarden baanlichamen zijn. Ze liggen in hetzelfde landschap waar ook de waterkeringen liggen en waar vaak ook bevers hun territoria hebben.

Voor dit hoofdstuk wordt weer dezelfde opzet gehanteerd (zie Figuur 5.1), zij het dat ook hier de mate van uitwerking beperkter is dan bij primaire waterkeringen.



Figuur 5.1 Globale opzet van de risicoanalyse.

5.2 Eisen aan spoorwegen

De eisen aan spoorwegen betreffen zowel eisen aan de uiterste grenstoestand (er mogen geen ongelukken gebeuren, zoals ontsporingen) als eisen aan de bruikbaarheidsgrenstoestand (comforteisen, samenhangend met zaken als de vlakheid van het spoor).

Anders dan bij waterkeringen betreft de voornaamste zorg bij dierlijke graverijen niet de aantasting van de (on)doorlatendheid van de dijkbekleding, dijk kern en deklaag in voor- en achterland, maar ondermijning van het spoor met als gevolgen verlies van draagkracht en verzakking, leidend tot gevaarlijke situaties voor passerend verkeer.

5.3 Inventariseren bedreigingen

Graverijen door bevers in de spoorbaan kunnen tot verlies aan draagkracht en verzakkingen leiden. Daarnaast kunnen bomen die door bevers omvergeknagd worden op het spoor vallen en kunnen beverdammen leiden tot een verhoogd peil in spoor sloten, hetgeen weer kan leiden tot baaninstabiliteit. Waar voor het overstromingsgevaar achter waterkeringen de vraat- en natschade genegeerd kunnen worden (zie ook Bijlage A), is dit voor spoorwegen (en wegen) dus niet het geval.

Voor de kans op graverij kan eenzelfde habitatsgeschiktheidsanalyse worden toegepast als voor waterkeringen. Voor de afstand van de spoordijk tot oppervlaktewater kan een maat van 30 m worden gehanteerd, of eventueel de 20 m die door sommige waterschappen ook wel wordt toegepast.²³ Bij spoorwegen vormen omvallende bomen echter een aanvullend risico.

²³ Enkele bronnen voor 30 m: Hoogendoorn, 2023:8; Jansen, 2025:18; Stam e.a., 2025:33. Voor 20 m: Bos e.a., 2020:9; Wegner e.a., 2022:9, 13; Van Dorst e.a., 2024:12; Tukker e.a., 2024:4, 5.

Tot nu toe zijn ongelukken uitgebleven, maar bevers (en dassen) veroorzaken zo nu en dan ernstige hinder voor het treinverkeer. Het eerste incident was bij Taarlo, aan het spoor tussen Groningen en Assen, waar een deels ingestorte bevergang tot een spoorverzakking dreigde te leiden.²⁴ ProRail, de beheerder van het Nederlandse hoofdspoorwegnet, heeft naar aanleiding hiervan een regionale risico-inventarisatie laten uitvoeren voor het spoor in delen van Groningen en Drenthe (Terpstra e.a., 2022). Daarbij is gekeken naar de aanwezigheid van vrij toegankelijk (niet geïsoleerd gelegen) oppervlaktewater met minstens 50 cm diepte en bos of struweel, beide binnen 20 m afstand van het spoortalud (in gradaties: één van beide scoort lager dan aanwezigheid van allebei), naar de aanwezigheid van de bever (in gradaties: alleen sporen scoort lager dan een beverhol met verse sporen), en de kwetsbaarheid van het talud (in gradaties: bij alternatieve graaflocaties een lagere score dan wanneer het talud toegankelijk is en er geen alternatief is).

Later is door Rams & Souillje (2024) voor ProRail een GIS-model opgesteld waarmee een eerste inschatting kan worden gemaakt van de kans op de aanwezigheid van overlastgevendende gravers (bevers en dassen), waarna een veldinspectie meer gericht kan plaatsvinden (Rams, 2024; Brandjes, 2024). Dit GIS-model heeft echter geen verdere opvolging gekregen.

5.3.1 Archetypes

Spoorwegen liggen in Nederland op een spoordijk, met taluds aan weerszijden, op maaiveldniveau of in een ingraving. Bij een spoordijk is graverij het sterkst van invloed en ook gemakkelijker mogelijk. Bij een ligging op het maaiveld is de kans op graverij een stuk kleiner en bij een ingraving onwaarschijnlijk. Voor omvergeknagde bomen maakt deze ligging niet wezenlijk uit. Op zich geldt dit ook voor de invloed van beverdammen, maar daarbij geldt dat met name spoorwegen in een ingraving over het algemeen niet in gebieden liggen waar er veel kans is op beverdammen (bijvoorbeeld op de Veluwe).

5.3.2 Effect op mechanismen

Op de specifieke mechanismen wordt in deze rapportage niet nader ingegaan.

5.4 Stapsgewijze risicoanalyse

De risicoanalyse voor spoorwegen is opnieuw in meerdere stappen uitvoerbaar. De basis daarvoor kan weer een foutenboom zijn zoals weergegeven in Figuur 3.6, maar dan met 'spoorweg' in plaats van 'waterkering'. In de Nederlandse praktijk wordt door beheerder ProRail sterk ingezet op detectie van verzakkingen, in de verwachting dat verzakkingen al kunnen worden gedetecteerd voordat er een ontsporing op zal treden.

5.4.1 Screening

Voor de screening, bruikbaar om een focus te krijgen op de relevante delen van de infrastructuur, zijn de factoren barrière, tijdige detectie en herstel, en verandering van de faalkans weer van toepassing.

Op delen van het spoorwegnet is een effectieve barrière aanwezig, deels in de vorm van stalen of betonnen (dam)wanden, deels inmiddels in de vorm van beverwerend gaas.

Langs een deel van het spoorwegnet, bijvoorbeeld op de Veluwe, is geen geschikt beverhabitat. Daar kunnen vaak weer wel dassen voorkomen, zodat 'graverij' nog steeds een bedreiging kan vormen. De laatste factor, verandering van de faalkans, is relevant omdat alleen graverijen die tot verzakking van de spoorstaven kunnen leiden daadwerkelijk van belang zijn.

In de praktijk wordt echter volop ingezet op inspectie en detectie. Inspectie van het spoor vond al plaats omdat er ook andere oorzaken van verzakkingen zijn naast bevers (en dassen) en op basis van ervaring de inmiddels ontwikkelde inspectiepraktijk voldoende wordt geacht om ernstige ongevallen door spoorverzakkingen te vermijden. Deze focus op detectie

²⁴ <https://www.trouw.nl/binnenland/bevers-ontregelen-met-graafwerk-treinverkeer~b883b8ba>

van reeds opgetreden kleine verzakkingen betreft een reactieve aanpak, waarbij een uitsplitsing naar de ernst van de gevolgen alleen nog indirect wordt meegenomen via de inspectiefrequentie.

5.4.2 Reactieve risico-inventarisatie via detectie

Bij de inspecties van het spoor worden graverijen door dassen en bevers als mogelijke oorzaak van verzakkingen meegenomen. ProRail heeft een methode ontwikkeld waarmee veldmedewerkers kunnen inventariseren in hoeverre er sprake is van een risicovolle situatie, al dan niet samenhangend met graverijen door bevers en/of dassen (Van den Bogaert, 2025a).

De methode bestaat uit een aantal vragen, een tabel met scores per vraag (afhankelijk van het antwoord) en een tabel die aangeeft hoe groot het risico moet worden ingeschat. Eventuele vervolgacties zijn afhankelijk van het type risico. In Tabel 5.1 is het met betrekking tot bevers relevante gedeelte van de vragenlijst opgenomen. In Tabel 5.2 is de risicokwalificatie op basis van de verkregen punten vermeld (de scores voor dassengraverijen zijn wat meer gedetailleerd, vandaar dat bepaalde grenswaarden op basis van alleen Tabel 5.1 voor bevers wat vreemd kunnen aandoen).

Tabel 5.1 Risico-inschatting voor spoorwegen met betrekking tot bevergraverij (naar Van den Bogaert, 2025a).

Vraag	Antwoord	Punten
1. Is er een verzakking van het ballastbed?	Ja	2000
2. Is er een verzakking direct naast het ballastbed?	Ja	1500
3. Is er een verzakking in het talud?	Ja	700
4. Zijn er sporen van das of bever?	-	-
11. Is er een bovengrondse beverburcht op de spooroever?	Ja	100
12. Bevindt de locatie zich binnen bekend leefgebied?	Ja	50
13. Is er beverhabitat (water) aanwezig binnen 20 m van het talud?	Ja	20
14. Is het spoor de enige (droge) graafmogelijkheid in de omgeving?	Ja	50
15. Ligt het spoor op talud, maaiveld of ingraving?	Talud Maaiveld Ingraving	50 0 Alle punten voor vraag 11 tot en met 14 vervallen
16. Is er een hol aanwezig richting spoor?	Ja	1500

Tabel 5.2 Risicokwalificatie op basis van met Tabel 5.1 verkregen punten (naar Van den Bogaert, 2025a).

Kwalificatie	Ondergrens	Bovengrens
Acuut risico	1985	-
Hoog risico	701	1984
Midden risico	271	700
Laag risico	2	270
Geen risico	0	1

Opgemerkt wordt dat bovenstaande methode, hoewel deze praktisch goed inzetbaar kan zijn in een operationele omgeving, geen volwaardige risicoanalyse betreft, waardoor de resulterende risico-inschattingen op zichzelf staan en niet goed te vergelijken of af te wegen zijn met andere risico's. In zekere zin is de afweging vooraf al gemaakt bij welke situaties een zeker mate van ingrijpen noodzakelijk is (tot aan acuut stilleggen van het treinverkeer aan toe). Stam e.a. (2025:36) maken onderscheid tussen 'hoofdspoorwegen voor IC/

hogesnelheidslijnen/ (gevaarlijk) goederenvervoer', 'hoofdspoorweg voor vnl. sprinters/stoptreinen' en 'lokale spoorweg ((snel)tram of metro)'. In de praktijk hanteert ProRail dit onderscheid ook, zoals blijkt uit de verschillen waarmee dassenholen onder de spoorbaan bij Stavoren en bij Boxtel werden benaderd.²⁵

Daarnaast verkent ProRail de mogelijkheden om een "veilige diepte" van een hol onder het spoor te bepalen. Bij een hoog talud hoeft een diepgelegen hol door spanningsverspreiding immers niet van invloed te zijn op het spoor (Van den Bogaert, 2025b).

5.4.3 Breder aanpak risicoanalyse spoorwegen

Stam e.a. (2025:31-40) stellen het gebruik van een risicomatrix voor, waarbij enerzijds naar de kans op aanwezigheid van de bever wordt gekeken en anderzijds naar de ernst van de gevolgen, met daarbij een zekere prioritering voor het nemen van preventieve maatregelen. Hier wordt in Hoofdstuk 7 nader op ingegaan. De benadering van Stam e.a. (2025) leidt tot een meer afgewogen, proactieve aanpak, waar de in §5.4.2 beschreven reactieve aanpak bij optredende problemen op zich gewoon naast kan blijven bestaan.

5.5 Richting een mogelijk handelingsperspectief

5.5.1 Wet- en regelgeving ten aanzien van bevers

De wet- en regelgeving ten aanzien van bevers bij spoorwegen is in essentie hetzelfde als bij primaire waterkeringen (zie §3.5.1 en Bijlage C). Bij ingrepen zal daarom een locatie-specifieke onderbouwing nodig zijn om aan de motiveringsplicht te voldoen.

5.5.2 Beeld voor de langere termijn

Op de langere termijn kunnen maatregelen ter voorkoming van problemen bij het spoor breder worden afgewogen, als onderdeel van de uitvoering van de Nationale beveraankpak.

5.5.3 Perspectief voor de korte termijn

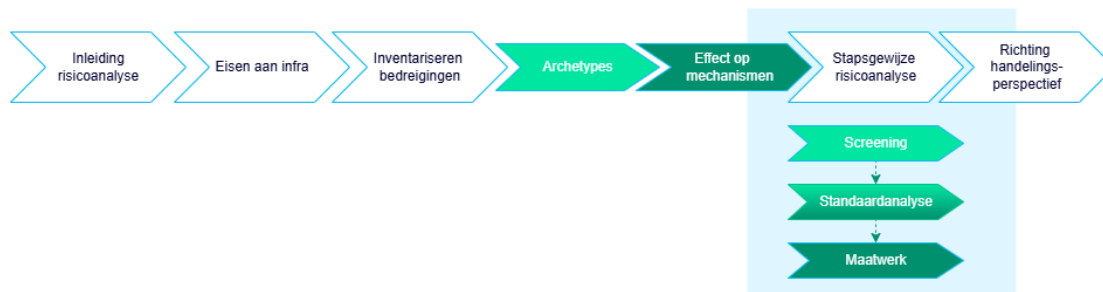
Op de korte termijn zou de huidige methode mogelijk verder kunnen worden aangescherpt op basis van opgedane ervaringen. Uit het beeld dat hieruit al binnen enkele jaren naar voren komt, kunnen hotspots en de aanleidingen daarvoor worden bepaald en onderzocht, waarna door gerichte preventieve maatregelen het aantal interventies mogelijk kan worden verkleind. Dit valt verder buiten de scope van deze studie.

²⁵ Voor Stavoren: <https://www.infrasite.nl/treinen/2022/10/05/dassenfamilie-krijgt-kunstaburcht/> (5 oktober 2022), <https://www.omroepfryslan.nl/nl/nieuws/1199663/voorlopig-geen-treinen-tussen-workum-en-stavoren-door-dassen-onder-het-spoor> (13 maart 2023) en <https://www.hartvannederland.nl/milieu-gezondheid/dieren/artikelen/treinen-bij-molkwerum-rijden-weer-na-verwijderen-dassenburcht> (24 april 2023), voor Boxtel: <https://www.prorail.nl/nieuws/dassen-onder-het-spoor-bij-boxtel> (5 december 2023), <https://www.prorail.nl/nieuws/verwijderen-dassenburcht-boxtel-in-voorbereiding> (12 december 2023) en <https://www.omroepbrabant.nl/nieuws/4391467/dassenburcht-bij-spoor-boxtel-wordt-weggehaald-minder-treinen-wel-bussen> (22 december 2023).

6 Risicoanalyse voor wegen

6.1 Inleiding risicoanalyse

Wegen zijn meer vergelijkbaar met spoorwegen dan met waterkeringen. Ook hier wordt de aanpak gehanteerd zoals weergegeven in Figuur 6.1.



Figuur 6.1 Globale opzet van de risicoanalyse.

6.2 Eisen aan wegen

Net als spoorwegen zijn ervoor wegen zowel eisen aan de uiterste grenstoestand (zoals aan de stabiliteit van het weglichaam en aan vervormingen zodat de weg zelf geen aanleiding vormt voor (dodelijke) ongevallen), als eisen aan de bruikbaarheidsgrenstoestand (comforteisen). En net als bij spoorwegen betreft de voornaamste zorg bij dierlijke graverijen de mogelijke ondermijning, met als gevolgen verlies van draagkracht en verzakking.

In sommige gevallen kan het verlies van een weg onverwachte bijkomende gevolgen hebben. Zo leidde de vondst van een bevergraverij onder een betrekkelijk kleine weg in Zuid-Holland aanvankelijk tot de afsluiting daarvan voor alle verkeer (zie Figuur 6.2). Hierdoor werd een verzorgingstehuis onbereikbaar, ook voor hulpdiensten zoals de brandweer. Dit leidde tot aanvullende spoed bij het oplossen van de ontstane situatie.



Figuur 6.2 Weg in Zuid-Holland met een beverhol tijdens uitgraven daarvan (Van der Baan, 2025:22).

6.3 Inventariseren bedreigingen

Net als bij spoorwegen geldt dat graverijen door bevers in de aarden baan tot verlies aan draagkracht en verzakkingen kunnen leiden. Daarnaast kunnen bomen die door bevers omvergeknagd worden op het spoor vallen en kunnen beverdammen leiden tot een verhoogd peil in aangrenzende sloten, hetgeen eveneens kan leiden tot baaninstabiliteit. Waar voor het overstromingsgevaar achter waterkeringen de vraat- en natschade genegeerd kunnen worden (zie ook Bijlage A), is dit voor wegen niet het geval.

Voor de kans op graverij kan eenzelfde habitatsgeschiktheidsanalyse worden toegepast als voor waterkeringen. Voor de afstand van de weg tot oppervlaktewater kan een maat van 30 m worden gehanteerd, of eventueel de 20 m die door sommige waterschappen ook wel wordt toegepast.²⁶ Bij wegen vormen omvallende bomen echter een aanvullend risico.

6.3.1 Archetypes

Een zinvol onderscheid kan worden gemaakt tussen 1) rijkswegen, 2) provinciale wegen en andere doorgaande wegen, en 3) lokale wegen.

6.3.2 Effect op mechanismen

Op de specifieke mechanismen wordt in deze rapportage niet nader ingegaan.

6.4 Stapsgewijze risicoanalyse

Ook voor wegen kan de risicoanalyse in meerdere stappen worden uitgevoerd, met de veralgemeniseerde foutenboom geïnspireerd op Figuur 3.6.

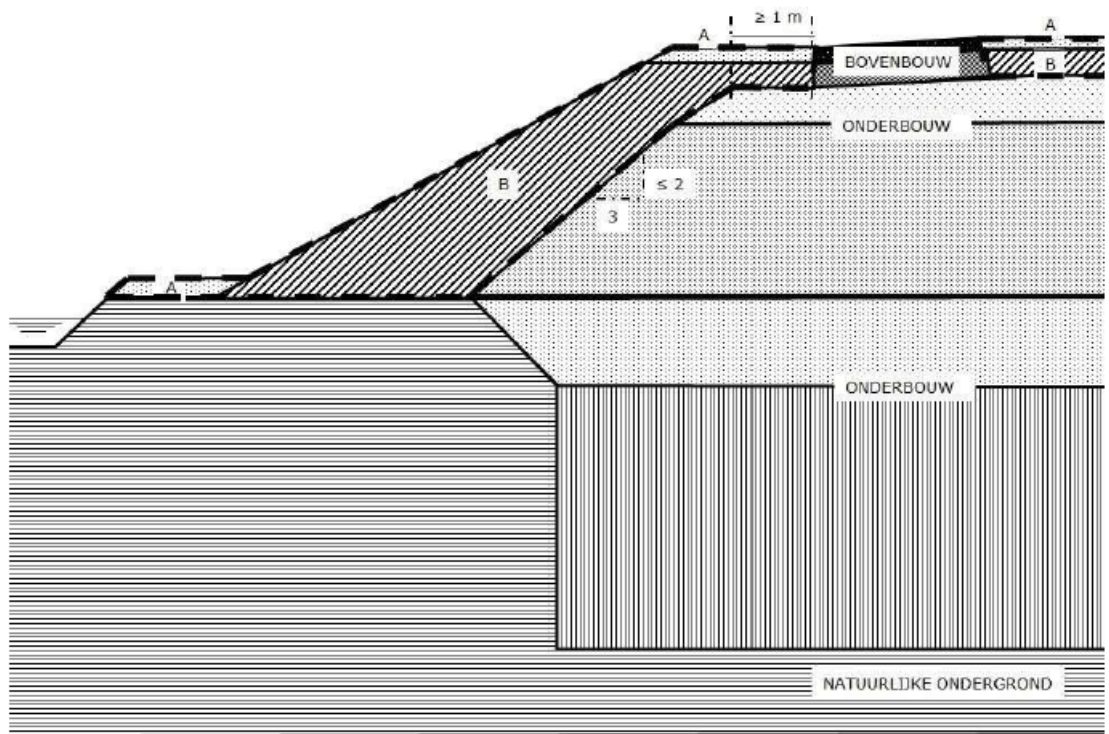
6.4.1 Screening

Voor de screening, bruikbaar om een focus te krijgen op de relevante delen van de infrastructuur, zijn de factoren barrière, tijdige detectie en herstel, en verandering van de faalkans weer van toepassing.

Barrières zullen in het algemeen kunnen bestaan uit damwanden of keermuren. Beverwerend gaas zal (nog) niet veel zijn toegepast bij wegen.

Bij rijkswegen werkt de opbouw niet zozeer als een echte barrière, maar wel als een sterk remmende factor. Daarmee kunnen de meest ernstig mogelijke gevolgen worden uitgesloten. Figuur 6.3 toont de principe-opbouw van rijkswegen, met links een bermsloot en vervolgens een zandige toplaag ('A' in de figuur), zandig bermmateriaal ('B' in de figuur) met bovenaan weer een zandige toplaag en dan de bovenbouw (asfalt met granulaat eronder). De onderbouw bestaat eveneens uit zandige materialen (Beukema, 2024b). Samen met de eisen aan de geometrie én de eigenschappen van de bever (zie Hoofdstuk 2) mag verondersteld worden dat een beverhol over het algemeen niet verder zal komen dan het onderste deel van de berm, als daar al een stabiel hol kan worden gegraven vanuit de bermsloot. Dit geeft weliswaar schade aan de berm, eventueel ook wat hogerop de berm, maar dit zal bij reguliere, relatief frequente inspecties al snel worden opgemerkt. Het doorgraven van de berm en vervolgens aantasten van de onderbouw, of het graven tot onder de bovenbouw, zal normaal gesproken niet voorkomen. Daarmee blijft eventueel gevaar beperkt tot eventuele, ongebruikelijke, verkeersbewegingen over de berm.

²⁶ Enkele bronnen voor 30 m: Hoogendoorn, 2023:8; Jansen, 2025:18; Stam e.a., 2025:33. Voor 20 m: Bos e.a., 2020:9; Wegner e.a., 2022:9, 13; Van Dorst e.a., 2024:12; Tukker e.a., 2024:4, 5.



Figuur 6.3 Principe-opbouw rijkswegen (Beukema, 2024a:6).

Voor bevergraverijen in wegen is de nabijheid van open (zoet) water een factor waarmee deze vaak als risicofactor kunnen worden uitgesloten. Ook hier mag worden uitgegaan van een afstand van 30 m (zie ook §4.4.1). Daarnaast kan gebrek aan vrijboord (ruimte voor een droog hol binnen het profiel van de weg) een reden vormen voor uitsluiting, met name bij kleinere wegen in gebieden met een hoge grondwaterstand.

Inspectie en detectie zijn bij wegen over het algemeen nog niet erop ingericht om dierlijke graverijen mee te nemen. Autosnelwegen worden over het algemeen regelmatig gecontroleerd op vlakheidseisen, waardoor verzakkingen vaak al in een vroeg stadium zullen worden gedetecteerd. Na detectie zal echter nog niet altijd aan bevergraverijen worden gedacht.

De vuistregels voor invloedsfactoren van bevergraverijen op primaire keringen zijn niet bruikbaar voor wegen. Bevergraverijen in grote weglichamen kunnen soms wel verhoudingsgewijs klein genoeg zijn en laag genoeg ten opzichte van de weg zijn gesitueerd om geen invloed te hebben op draagkracht en vlakheid.

6.4.2 Nadere analyse

De screening zal veel wegen uitsluiten, maar er zullen nog steeds wel wegen en wegvakken overblijven. In hoeverre een nadere analyse vooraf hier zinvol is, is gelet op het naar verwachting grote aantal locaties sterk de vraag.

6.5 Richting een mogelijk handelingsperspectief

6.5.1 Wet- en regelgeving ten aanzien van bevers

Ook bij wegen is de wet- en regelgeving ten aanzien van bevers in essentie hetzelfde als bij primaire waterkeringen (zie §3.5.1 en Bijlage C). Bij ingrepen zal daarom een locatie-specifieke onderbouwing nodig zijn om aan de motiveringsplicht te voldoen.

6.5.2 Beeld voor de langere termijn

Op de langere termijn kunnen maatregelen ter voorkoming van problemen bij het spoor wellicht breder worden afgewogen. In de Nationale beveraankpak is voor alle typen lijninfrastructuur (waterkeringen, (spoor)wegen en kabels & leidingen) een klassering gegeven van de maatschappelijke impact, in vijf klassen variërend van 'zeer beperkt' tot 'zeer ernstig'. Hierbij is de gevolgschade voor iedere klasse in geld uitgedrukt, variërend van 'minder dan 1 miljoen euro' tot 'meer dan 500 miljoen euro' (Stam e.a., 2025:35:39). Dit maakt de potentiële impact van bevergraverijen op wegen gemakkelijker te vergelijken met die op andere lijninfrastructuur. Niet-financiële schade, zoals aantallen slachtoffers en milieuschade, worden met deze aanpak echter genegeerd.

6.5.3 Perspectief voor de korte termijn

Voor zover bekend is er ten aanzien van (bever)graverijen bij wegen nog niet veel ervaring opgedaan. Indien er behoefte is om specifiek voor dit type lijninfrastructuur een handelwijze te ontwikkelen, bijvoorbeeld zoals beschreven in §6.4.2, dan kan de elders in deze rapportage gepresenteerde aanpak wellicht op een zinvolle wijze worden aan- en toegepast. Daarbij is het ook een mogelijkheid om ervaringen met bevergraverijen onder wegen vast te leggen en uit te wisselen. Dit is een aanpak waarbij er doorgaans eerst een risicovolle bevergraverij zal zijn voordat actie ondernomen wordt conform geldende protocollen. Daarbij kan er dan wel voor gekozen worden om de preventieve maatregelen, die bij de aanvraag om te mogen ingrijpen moeten worden gespecificeerd, niet slechts op de locatie van de graverij zelf aan te brengen maar over een grotere lengte en wellicht (op den duur) langs alle soortgelijke strekkingen in de betreffende regio.

7 Aansluiting bij nationale beveraankpak

7.1 Synthese

In de vorige hoofdstukken blijkt dat de omgang met bevers bij verschillende soorten lijninfrastructuur sterk kan verschillen. Dit hangt niet alleen af van het type infrastructuur, maar ook van de verschillende beheerders, zoals waterschappen, ProRail en Rijkswaterstaat. Daarnaast laat de aangehaalde literatuur zien dat er nog steeds gezocht wordt naar geschikte methoden.

Het onderzoeksproject 'Veiligheidsraamwerk Dierlijke Graverijen' (in opdracht van het Hoogwaterbeschermingsprogramma) stelt voor primaire waterkeringen de toepassing van een stapsgewijze risicoanalyse voor. Deze is beschreven in §3.4. Binnen datzelfde project is uit toepassing voor verschillende praktijkcases gebleken dat deze aanpak goed bruikbaar is. Voor regionale waterkeringen (Hoofdstuk 4) blijkt deze aanpak al minder geschikt te zijn. Dit komt door de geringere informatie over die keringen en hun ondergrond. De aanpak van Van Dorst e.a. (2024, 2025), die gebaseerd is op een combinatie van de ingeschatte kans van aanwezigheid en een inschatting van de mogelijke gevolgen, lijkt voor dergelijke situaties vooralsnog geschikter.

Voor spoorwegen (hoofdstuk) en wegen (hoofdstuk) gaat het in de eerste plaats om stabiliteit voor het verkeer en in de tweede plaats om het gevaar van omvallende bomen. Daarbij gaat het om respectievelijk graverijen en het omver knagen van bomen. Hierbij zijn weer de combinatie van de ingeschatte kans van aanwezigheid en een inschatting van de mogelijke gevolgen doorslaggevend.

In dit hoofdstuk wordt gezocht naar een manier om tot een werkbare en evenwichtige afweging te kunnen komen. En hoewel herhaaldelijk wordt aangegeven dat grootschalige preventieve maatregelen te omvangrijk en te duur zullen uitpakken (zie bijvoorbeeld Bos e.a. (2020:49) en Dannenberg (2025:56), zijn er ook onderzoeken die erop wijzen dat preventieve maatregelen uiteindelijk goedkoper uitpakken dan (telkens) reactief optreden (zie onder andere Hölscher e.a., 2022:17; Faunabeheereenheid Noord-Brabant, 2023:386-390; Stam e.a., 2025:31). Bovendien vereist de bestaande wet- en regelgeving in de praktijk een dusdanige bescherming van de bever dat preventieve maatregelen worden genomen om herhaaldelijk repressief handelen te vermijden (Faunabeheereenheid Limburg, 2025:25; Boerema (2025); Bijlage C van deze rapportage).

In §7.2 wordt ingegaan op de prioriteringsmatrix, die in de aanpak door Stam e.a. (2025) wordt voorgesteld. In §7.3 worden hiervoor verbetervoorstellen gedaan, waarmee tot een evenwichtiger en tevens overzichtelijker aanpak kan worden gekomen.

7.2 Afweging van maatregelen

Stam e.a. (2025:31-41) stellen voor om de kans op bevergraverij en de gevolgen daarvan in een risicomatrix te combineren, met een prioritering in een zestal verschillende klassen.

Voor de kans maken zij ten eerste onderscheid of de bever wel of niet al aanwezig is, met de kanttekening dat de bever zich op termijn door 'heel Nederland' zal verspreiden. Ten tweede maken zij onderscheid naar de kans dat de bever ergens kan graven, afhankelijk van de taludbescherming variërend in een viertal klassen:

- Geen kans: stalen damwand, betonnen muur, beverwerend gaas, steenzetting.
- Geregeld kans: samengesteld stortsteen.

- Vaak kans: rijshout, houten oeverconstructie, kunststof damwand en stortsteen die niet aan specifieke voorwaarden²⁷ voldoet.
- Zeer vaak kans: onbeschermd oever.

Voor de gevolgen onderscheiden Stam e.a. een vijftal categorieën van maatschappelijke impact, variërend van 'zeer beperkt' tot 'zeer ernstig', zoals weergegeven in Tabel 7.1. Aan deze categorieën zijn geldbedragen gekoppeld, zoals weergegeven in Tabel 7.2. In combinatie met de kansen en de notie dat de bever zich nog niet over heel Nederland verspreid heeft, komen zij vervolgens tot de prioriteringsmatrix die is weergegeven in Figuur 7.1.

Voor de eerste tabel geldt dat deze overkomt als een weloverwogen poging om moeilijk vergelijkbare gevolgen toch met elkaar te vergelijken. Daarbij is het niet altijd duidelijk waar concreet vanuit gegaan is. Hierna volgen enkele vergelijkingen.

Beveractiviteiten in de vorm van graverijen kunnen bij een primaire kering doorgaans alleen een zeer ernstige maatschappelijke impact hebben in combinatie met een extreem hoogwater. Onder dagelijkse omstandigheden zijn er slechts de kosten van herstel en preventie ter voorkoming van herhaling. Omvallende bomen die hoger zijn dan de afstand van de boom tot een rijksweg of spoorweg vallen in dezelfde categorie van zeer ernstige maatschappelijke impact, vanwege de zeer hoge intensiteit (van het verkeer) / de zeer hoge snelheid (van het verkeer) / veel getroffen / tientallen minuten extra reistijd. Gaat het bij 'getroffen' dan om doden, (ernstig) gewonden, of slechts om vertraagde reizigers? Zonder te willen bagatelliseren, lijken er toch grote verschillen mogelijk tussen beide situaties.

Drie situaties met elk een gemiddelde maatschappelijke impact betreffen graverijen bij onderhoudspaden (zie ook Figuur 3.5), graverijen bij een lokale spoorweg, bijvoorbeeld een metro, en kabels en leidingen. De impact van de laatste categorie is vermoedelijk moeilijk in te schatten, maar net als bij de onderhoudspaden is het lastig om een situatie te bedenken die zodanig ernstig is dat deze tot een totale schade tussen 15 en 100 miljoen euro kan leiden. Bij een metro is dit weer gemakkelijker voorstelbaar.

De prioriteringsmatrix van Figuur 7.1 kan een hulpmiddel vormen om preventieve maatregelen te treffen. Daar waar de bever al aanwezig is bij primaire keringen en regionale keringen van de hoogste klasse is er sprake van een zeer hoge prioriteit bij de meest voorkomende oevers en alleen bij oevers met stortsteen dat aan de genoemde speciale voorwaarden voldoet is de prioriteit dan 'slechts' hoog. Ook daar waar nog geen bever aanwezig is, geldt bij een onbeschermd oever al een zeer hoge prioriteit. Slechts bij de speciale stortsteen geldt dan een medium prioriteit.²⁸ Met andere woorden: deze aanpak lijkt weinig onderscheid op te leveren.

²⁷ Stam e.a. (2025:33) geven aan dat alleen stortsteen van minstens een halve meter dikke laag met 40/60-sortering, afgetopt met 10/40-sortering en doorgetrokken tot op de bodem van de watergang voldoende zijn voor 'geregeld kans', anders is er sprake van 'vaak kans'.

²⁸ In de figuur hebben de laatste twee kolommen van de voorlaatste regel een onjuiste kleur gekregen, deze vakken zouden respectievelijk donkergeel en oranje moeten zijn.

Tabel 7.1 Maatschappelijke impact bij diverse beveractiviteiten langs verschillende typen infrastructuur (Stam e.a., 2025:35-36).

Beveractiviteit bij bepaald type infrastructuur	Parameter maatschappelijke impact	Maatschappelijke impact
Waterkeringen - graverijen		
Primaire kering	Overstromingskans 1/300 tot 1/100.000 jaar	Zeer ernstig
Regionale kering IPO V	Veiligheidsnorm 1/1000 (gevolg schade >394 mln.)	Zeer ernstig
Regionale kering IPO IV	Veiligheidsnorm 1/300 (gevolg schade 125-394 mln.)	Ernstig
Regionale kering IPO III	Veiligheidsnorm 1/100 (gevolg schade 39-125 mln.)	Ernstig
Regionale kering IPO II	Veiligheidsnorm 1/30 (gevolg schade 13-39 mln.)	Gemiddeld
Regionale kering IPO I	Veiligheidsnorm 1/10 (gevolg schade <13 mln.)	Beperkt
Overige keringen	Diverse veiligheidsnormen	Norm-afhankelijk
Wegen - graverijen		
Vluchtweg/evacuatie-route	Altijd beschikbaar zijn	Zeer ernstig
Rijkswegen	Zeer hoge intensiteit/zeer hoge snelheid/zwaar verkeer/tientallen minuten extra reistijd	Ernstig
Provinciale wegen	Hoge intensiteit/hoge snelheid/zwaar verkeer/ca tien minuten extra reistijd	Gemiddeld
Lokale wegen	Lage-hoge intensiteit/lage snelheid/weinig zwaar verkeer/enkele minuten extra reistijd	Beperkt *
Onderhoudspaden	Lage intensiteit/lage snelheid/zwaar verkeer/geen extra reistijd	Gemiddeld
Fietspaden	Lage-hoge intensiteit/lage snelheid/licht verkeer/extra reistijd afhankelijk van locatie	Zeer beperkt *
Wandelpaden	Lage-hoge intensiteit/lage snelheid/licht verkeer/geen extra reistijd	Zeer beperkt *
Spoorwegen - graverijen		
Hoofdspoorwegen voor IC/hogesnelheidslijnen/ (gevaarlijk) goederenvervoer	Hoge intensiteit/hoge snelheid/zwaar materieel/tientallen minuten extra reistijd/veel getroffen	Zeer ernstig
Hoofdspoorweg voor vnl. sprinters/stoptreinen	Normale intensiteit/hoge snelheid/normaal materieel/tientallen minuten extra reistijd/veel getroffen	Ernstig
Lokale spoorweg ((snel)tram of metro)	Normale intensiteit/normale snelheid/normaal materieel/tientallen minuten extra reistijd/veel getroffen	Gemiddeld
Omvallende bomen		
Hoogte boom > afstand van boom tot wandel- en fietspaden	Lage-hoge intensiteit/lage snelheid/ /geen extra reistijd	Zeer beperkt
Hoogte boom > afstand van boom tot lokale weg en onderhoudspad	Lage-hoge intensiteit/lage snelheid/enkele minuten extra reistijd	Beperkt
Hoogte boom > afstand van boom tot provinciale weg	Hoge intensiteit/hoge snelheid/veel getroffen/ca tien minuten extra reistijd	Ernstig
Hoogte boom > afstand van boom tot rijksweg of spoorweg	Zeer hoge intensiteit/zeer hoge snelheid/veel getroffen/tientallen minuten extra reistijd	Zeer ernstig
Kabels en leidingen		
Kabels en leidingen	Groot aantal getroffen	Gemiddeld

* Kan ondanks lage maatschappelijke impact zorgen voor afname van het draagvlak voor de bever

Tabel 7.2 Vijf gradaties maatschappelijke impact waarvan gevolgschade is uitgedrukt in euro's (Stam e.a., 2025:35).

Ze er be per kt <1 mlj euro	Be per kt < 15 mlj euro	Ge mid del d < 100 mlj euro	Er nst ig < 500 mlj euro	Ze er er nst ig > 500 mlj euro
--	----------------------------------	---	-----------------------------------	---

Prioritering		Gevolgen				
		Ze er be per kt <1 mlj euro	Be per kt < 15 mlj euro	Ge mid del d < 100 mlj euro	Er nst ig < 500 mlj euro	Ze er er nst ig > 500 mlj euro
Kansen	Ze er va ak kans (onbeschermd oever) + aanwe zige be ver	Lage prioriteit	Medium prioriteit	Hoge prioriteit	Ze er ho ge prioriteit	Ze er ho ge prioriteit
	Ze er va ak kans (onbeschermd oever) + geen be ver aanwezig	Lage prioriteit	Lage prioriteit	Medium prioriteit	Hoge prioriteit	Ze er ho ge prioriteit
	Va ak kans (hout, rijzend dam, kunststof, stortsteen) + aanwezig be ver	Lage prioriteit	Lage prioriteit	Medium prioriteit	Hoge prioriteit	Ze er ho ge prioriteit
	Va ak kans (hout, rijzend dam, kunststof, stortsteen) + geen be ver aanwezig	Ze er lage prioriteit	Lage prioriteit	Lage prioriteit	Medium prioriteit	Hoge prioriteit
	Ge re geld kans (stortsteen) + aanwezig be ver	Ze er lage prioriteit	Lage prioriteit	Lage prioriteit	Medium prioriteit	Hoge prioriteit
	Ge re geld kans (stortsteen) + geen be ver aanwezig	Ze er lage prioriteit	Ze er lage prioriteit	Lage prioriteit	Lage prioriteit	Medium prioriteit
	Geen kans op graverij (staal, beton, steenzetting)	Verwaarloosbaar	Verwaarloosbaar	Verwaarloosbaar	Verwaarloosbaar	Verwaarloosbaar

Figuur 7.1 Prioriteringsmatrix met uitgangspunt dat de bever zich nog niet door heel Nederland heeft verspreid (Stam e.a., 2025:38).

7.3 Aanbevelingen

Mede op basis van de voorgaande hoofdstukken zijn de volgende aanbevelingen geformuleerd:

- Streef naar een nog evenwichtiger vergelijking van bij eerste indruk onvergelykbare grootheden. Als voorbeeld kan hiervoor de meest recente versie van de 'bedrijfswaardenmatrix' van Rijkswaterstaat (Van Lier, 2025) worden genomen. Hierin staan de bedrijfswaarden veiligheid, leefbaarheid, duurzaamheid, bereikbaarheid, maatschappelijke impact en betrouwbare overheid naast elkaar in een matrix waarin op de andere as een zevental effectcategorieën zijn vermeld, variërend in zes stappen van 'klein' tot 'zeer ernstig', met daaronder nog de categorie 'catastrofaal'. De effecten zijn per effectcategorie met elkaar uitgelijnd middels monetaïsering, zodat de effecten per bedrijfswaarde per categorie met elkaar vergelijkbaar zijn. Ter illustratie enkele voorbeelden:
 - Groot effect:
 - Bij 'veiligheid' 10 tot 100 ernstig gewonden, 1 tot 10 doden, 50 tot 500 QALY maanden.

- Bij 'bereikbaarheid' 0,5 tot 5 miljoen verloren gebruikersdagen op de weg en 1000 tot 10.000 verloren gebruikersdagen in de beroepsvaart.
- Bij 'maatschappelijke impact' een gevolgschade van 5 tot 50 miljoen euro, 5000 tot 10.000 evacuatiedagen, 5 tot 50 miljoen bewonersoverlastdagen en minder dan 10.000 mensen gedurende langer dan een week geen basisvoorzieningen of 10 tot 100 mensen gedurende meer dan 1 maand geen basisvoorzieningen.
- Zeer ernstig effect:
 - Bij 'veiligheid' 1000 tot 10.000 ernstig gewonden, 100 tot 1000 doden (individueel risico), 50.000 tot 500.000 QALY maanden, 10 tot 100 doden (groepsrisico);
 - Bij 'bereikbaarheid' 50 tot 500 miljoen verloren gebruikersdagen op de weg en meer dan 100.000 verloren gebruikersdagen in de beroepsvaart;
 - Bij 'maatschappelijke impact' een gevolgschade van 0,5 tot 5 miljard euro, meer dan 0,5 miljoen evacuatiedagen, meer dan 5 miljard bewonersoverlastdagen en meer dan 10.000 mensen gedurende langer dan een maand geen basisvoorzieningen of 1000 tot 10.000 mensen gedurende meer dan 6 maanden geen basisvoorzieningen.
- Catastrofaal effect (alleen gespecificeerd voor veiligheid en maatschappelijke impact, niet voor de andere vier bedrijfswaarden):
 - Bij 'veiligheid' meer dan 10.000 ernstig gewonden, meer dan 1000 doden (individueel risico), meer dan 500.000 QALY maanden, 100 tot 1000 doden (groepsrisico).
 - Bij 'maatschappelijke impact' een gevolgschade van meer dan 5 miljard euro en meer dan 100.000 mensen gedurende langer dan een maand geen basisvoorzieningen of veel meer dan 10.000 mensen gedurende meer dan 1 jaar geen basisvoorzieningen.
- Als een eerste stap in aanvulling op de huidige prioriteringsmatrix (Figuur 7.1) zou de toepassing, waar mogelijk, van de stapsgewijze risicoanalyse uit §3.4 al een meer gedifferentieerd resultaat opleveren. Bij de kansen zouden ook de omvang en de samenstelling van het dijk- of baanlichaam meegenomen kunnen worden. Daarmee zou de categorie 'verwaarloosbaar' vaker toegekend kunnen worden (bijvoorbeeld bij veel kleidijken).
- De categorie 'geen bever aanwezig' is zinvol in een prioriteringsmatrix zoals Figuur 7.1 – een ruime begrenzing lijkt daarbij wel zinvol. Dit omdat enerzijds de bever zich in korte tijd over grote afstanden kan verplaatsen en de ruimtelijke verspreidingskaarten daardoor snel achterhaald kunnen raken, anderzijds geldt zowel dat er nu nog delen van het land (praktisch) vrij van bevers zijn, maar ook dat de reactietijd van beheerders betrekkelijk lang is, met name waar het gaat om het nemen van constructieve maatregelen en helemaal wanneer deze 'meegekoppeld' dienen te worden met groot onderhoud, versterking en andere gebiedsontwikkelingen. Daarom zou dit niet toegepast moeten worden op basis van nú bezette territoria, maar in grotere gebieden, zoals 'de kop van Noord-Holland' en 'noordwest Friesland'. Daarnaast kan voor bijvoorbeeld de droge gebieden op de Veluwe en de Utrechtse heuvelrug een algemene uitzondering worden gemaakt, door het risico hiervoor te kwalificeren als 'verwaarloosbaar' (er is immers geen kans op bevergraverij).
- Verder wordt als suggestie meegegeven om gebiedsgewijs een methode vergelijkbaar met een stresstest uit te voeren om de gevolgen op de lijninfrastructuur kwantitatief en ruimtelijk in beeld te brengen, waarbij ook eventuele cascade-effecten worden meegenomen. Aspecten die daarbij naar voren komen zijn behalve de directe schade en herstelkosten, ook indirecte schade en immateriële gevolgen. Naar analogie van de mogelijke vervolgstappen na een klimaatrisicoanalyse (Juch e.a., 2025:40) kan ook hierbij een externe, eventueel brede risicodialoog worden gestart, verdere maatregelen worden verkend of het ambitieniveau worden aangepast.
- Tot slot kan een bredere informatiecampagne zinvol zijn, beslist niet alleen om de risico's van bevers voor het voetlicht te brengen, maar ook de waarde van de bever voor de

natuur in het algemeen en specifieke 'nature based solutions' in het bijzonder. Dit mede om een al te harde omslag in de publieke opinie te vermijden na een incident waarbij een oorzaak, al dan niet terecht, bij de bever wordt gelegd. De ondertitel van Larooij (2022) parafaserend zou een omslag van 'aandoenlijk' naar 'zorgelijk' (en erger) vermeden moeten worden (zie ook Dannenberg (2025:67)).

7.4 Terug- en vooruitblik

In het afgelopen decennium zijn dierlijke graverijen in infrastructuur, en bevergraverijen in waterkeringen wellicht nog het meest, veranderd van een niche-onderwerp waar slechts weinigen zich mee bezig hielden tot een onderwerp dat bij de meeste beheerders van lijninfrastructuur prominente aandacht krijgt. De inschatting van de bijbehorende risico's heeft in die periode met soms wilde sprongen gevarieerd. In de afgelopen paar jaar lijken de risico's beter ingekaderd te zijn geraakt.

In de komende tijd zal het uitrollen en landelijk toepassen van de Nationale beveraankpak zal de ingeschatte omvang van de problematiek verder duidelijk maken, al blijft het vooralsnog wat onzeker en daarmee ook spannend wat er bij een langdurige serieuze hoogwatersituatie zal gebeuren.

Referenties

- Van der Baan, 2025. J. van der Baan, *Preventieve maatregelen*, presentatie gehouden tijdens de “demodag ‘Opsporing van bevers en preventie tegen graverij’” georganiseerd door Stowa, Werkendam, 24 april 2025, 26 sheets.
- Van Beek, 2025. D. van Beek, *Habitatgeschiktheidsanalyse bevers, onder de bever*, rapportage, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden & Wageningen University and Research, Houten, 2 mei 2025, 53 pp.
- Van den Berg, 2022a. F. van den Berg, *Effect bevergraverij op faalmechanismen dijken*, rapport 11207915-001-GEO-0002, Deltares, Delft, 20 mei 2022, 34 pp.
- Van den Berg, 2022b. F. van den Berg, *Veiligheidsraamwerk dierlijke graverijen in waterkeringen*, rapport 11208018-002-GEO-0001, Deltares, Delft, 13 december 2022, 29 pp.
- Van den Berg & Kanning, 2024. F. van den Berg & W. Kanning, *Plan van aanpak Veiligheidsraamwerk dierlijke graverijen in waterkeringen*, rapport 11209806-001-GEO-0003, Deltares, Delft, 26 april 2024, 28 pp.
- Van den Berg & Koelewijn, 2022. F. van den Berg & A. Koelewijn, *Degradatie van dijken door dieren en droogte, uitwerking observaties graverijen en scheuren*, rapport 11208034-002-ZWS-0001, Deltares, Delft, 28 november 2022, 110 pp.
- Van den Berg & Koelewijn, 2024. F. van den Berg & A. Koelewijn, *Dierlijke graverijen in waterkeringen, Afweegkader maatregelen en invloed op veiligheid*, rapport 11210365-001-ZWS-0001, Deltares, Delft, 9 december 2024, 81 pp.
- Van den Berg & Noyons, 2024. F. van den Berg & B. Noyons, *Beaver digging during highwater with an agent based model, Case studies in Dutch river sections*, rapport 11210269-002-GEO-0001, Deltares, Delft, 17 oktober 2024, 25 pp.
- Beukema, 2024a. H. Beukema, *Eisen Berm, Kader*, rapportage, versie 10 (definitief), Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud, Utrecht, 1 juli 2024, 18 pp.
- Beukema, 2024b. H. Beukema, *Eisen Onderbouw, Kader*, rapportage, versie 10 (definitief), Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud, Utrecht, 1 juli 2024, 23 pp.
- Bij12, 2017. *Bever, Castor fiber*, Kennisdocument, versie 1.0, Bij12, Utrecht, juli 2017, 47 pp.
- De Boer e.a., 2025. B. de Boer, E. Nijhuis, M. van Dorst & S. Groot, *Factsheets dierlijke graverij; schade aan infrastructuur. Achtergrondrapportage plus factsheets*, rapport 2025-05, Stowa, Amersfoort, 2025, 58 pp.
- Boerema, 2025. L. Boerema, *Beheren in de toekomst: hoe dan?*, plenaire presentatie bij Symposium *Nederland beverland in 2050*, Kenniscentrum Bever, Driebergen-Rijsenburg, 28 oktober 2025.
- Van den Bogaert, 2025a. M. van den Bogaert, *Risicoinschatting op basis van veldkenmerken*, concept, ProRail, Utrecht, 12 mei 2025, 2 pp.

- Van den Bogaert, 2025b. M. van den Bogaert, *Risicoanalyses dierlijke graverijen*, e-mail van 14 juli 2025 15:48.
- Bos e.a., 2020. D. Bos, R. de Jong, H. van Hemert, V. Dijkstra & G. Kurstjens, *Beverbeheerplan Groningen en Drenthe 2021-2025*, rapport 19-402, Altenburg & Wymenga, Feanwâlden, 26 november 2020, 98 pp.
- Brandjes, 2024. M. Brandjes, *Risico inventarisatie traject Ede-Lunteren*, GEO 211, hm 24,6 t/m 26,4, memo, project Overlastgevende gravers Oost, projectnummer 0488010.100, Antea, Heerenveen, 20 maart 2024, 5 pp.
- Dannenberg, 2025. P. Dannenberg, *Exploring the role of beavers in enhancing river resilience*, MSc thesis, University of Twente, Enschede, 20 August 2025, 98 pp.
- De Dianous & Fiévez, 2006. V. De Dianous & C. Fiévez, *ARAMIS project: a more explicit demonstration of risk control through the use of bow-tie diagrams and the evaluation of safety barrier performance*, J. Hazard. Mater., 130(3):220-233, doi: 10.1016/j.hazmat.2005.07.010
- Dijkstra, 2016. V. Dijkstra, *Standpunt van de Zoogdierverseniging hoe om te gaan met bevers die overlast veroorzaken*, memo, Zoogdierverseniging, Nijmegen, 18 oktober 2016, 4 pp.
- Dijkstra & Van Veen, 2024. V. Dijkstra & K. van Veen, *Veldkennis bever Limburg*, Notitie van de Zoogdierverseniging, memo, Zoogdierverseniging, Nijmegen, 3 mei 2024, 12 pp.
- Van Dorst e.a., 2024. M. van Dorst, J. van der Linden & S. Groot, *Risicoanalyse en maatregelen bever en das, Rijkswaterstaat kanalen Noord-Brabant en Limburg*, rapport 059-23-BWZ, BWZ ingenieurs, Everdingen, 4 juni 2024, 94 pp.
- Van Dorst e.a., 2024. M. van Dorst, E. Nijhuis, S. Groot & M. van der Valk, *Risicoanalyse en maatregelen bever en das, Rijkswaterstaat kanalen Gelderland, Overijssel, Utrecht, Noord-Holland en Zeeland*, rapport 080-24-BWZ, BWZ ingenieurs, Everdingen, 1 september 2025, 77 pp.
- Evers, 2022. W. Evers, *persoonlijke communicatie*, Wijhe, 22 juni 2022.
- Evers, 2025. W. Evers, *Bever inspectie tijdens HW*, presentatie gehouden tijdens de “demodag ‘Opsporing van bevers en preventie tegen graverij’” georganiseerd door Stowa, Werkendam, 24 april 2025, 54 sheets.
- Evers & Cornelisse, 2021. W. Evers & W. Cornelisse, *Beverervaringen hoogwater 2021 WDOOD en WSRL*, presentatie gehouden voor het CalamiteitenTeam Waterkeringen, Zwolle en Tiel, voorjaar 2021, 32 sheets.
- Faunabeheereenheid Limburg, 2025. Faunabeheereenheid Limburg, *Faunabeheerplan Bever 2024-2030*, rapport, Faunabeheereenheid Limburg, Roermond, 30 januari 2025, 115 pp.
- Faunabeheereenheid Noord-Brabant, 2023. Faunabeheereenheid Noord-Brabant, *Fauna beheerplan Noord-Brabant 2023-2029*, rapport, Faunabeheereenheid Noord-Brabant, z.p., 2023, 512 pp.
- Faunabeheereenheid Zuid-Holland, 2023. Faunabeheereenheid Zuid-Holland, *Beverhandelingsprotocol provincie Zuid-Holland*, rapport, Faunabeheereenheid Zuid-Holland, z.p., november 2023, 14 pp.
- Franklin, 1980. I.R. Franklin, *Evolutionary changes in small populations*, in: *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*, M.E. Soulé & B.A. Wilcox (red.), Sinauer, Sunderland, 135-149.

- Gabriëls, 2022. G.J.W. Gabriëls, *Mededeling portefeuillehouder Beleidslijn Bever*, memo, Provincie Limburg, Maastricht, 15 februari 2022, 14 pp.
- De Grave, 2025. P. de Grave, *Projectplan – SITO Programmasubsidie IenW 2025, WVH 02 – Versterking onderzoek waterveiligheid*, projectnummer 11211566, Deltares, Delft, 31 maart 2025, 30 pp.
- Geerse e.a., 2007. C. Geerse, J. Stijnen & B. Kolen, *Richtlijn normering compartimenteringskeringen*, STOWA, Utrecht, december 2007, 203 pp.
- Groot-Zwaaftink e.a., 2022. M. Groot-Zwaaftink, R. Piek, R. Biemans & J. Kind, *Actualisering IPO-schadetabel regionale waterkeringen*, rapport 2022-49, Stowa, Amersfoort, 2022, 39 pp.
- Hahmann e.a., 2004. T. Hahmann, S. Möbes, J. Regiment & H-P. Trömel, *Biberbaue im Oderdeich*, Naturschutz and Landschaftspflege in Brandenburg, 13(1):22-26.
- Hölscher e.a., 2022. R. Hölscher, M. de Gruiter, W. Evers, G.J. van Dijk, *Risico inventarisatie bevers: een zoektocht naar een gewenst evenwicht*, rapport, Waterschap Drents Overijsselse Delta, Zwolle, 30 november 2022, 23 pp.
- Hoogendoorn, 2023. H. Hoogendoorn, *WSRL-Richtlijn: preventieve maatregelen tegen dierlijke graverij*, Waterschap Rivierenland, Tiel, 17 juli 2023, 18 pp.
- Hoogendoorn, 2024. H. Hoogendoorn, *Adviesvraag dierlijke graverij, Waterveiligheidsrisico van graverij in het buitentalud tijdens hoogwater*, versie 0.3 (concept), Waterschap Rivierenland, Tiel, 24 oktober 2024, 37 pp.
- Huysentruyt & Rutten, 2021. F. Huysentruyt & A. Rutten, *Een risico- en preventiekaart voor bever in Vlaanderen, ondersteuningsrapport voor de opmaak van het SBP bever 2021-2026*, Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2021 (76), Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel, 2021, 44 pp.
- Huysentruyt & Rutten, 2024. F. Huysentruyt & A. Rutten, *Combining habitat suitability with simulated movements for the predictive modelling of beaver distribution in Flanders*, European Journal of Wildlife Research, 2024:70-80, doi.org/10.1007/s10344-024-01831-1
- Huysentruyt e.a., 2025. F. Huysentruyt, A. Rutten & R. Dockx, *Modelling future beaver distribution in Flanders*, poster presentation (event unknown), Research Institute for Nature and Forest (INBO), 2025.
- Jansen, 2025. A. Jansen, *Dijk scherp: hoe gevoelig is het voor beverwerk? Kansenkaarten voor primaire en regionale waterkeringen van Waterschap Rivierenland*, BSc. thesis, Hogeschool Zeeland, Middelburg, 27 juni 2025, 41 pp.
- Jansman e.a., 2016. H. Jansman, A. de Groot, M. Broekmeyer & D. Lammertsma, *Status bever in Nederland. Kaders om te komen tot bevermanagement*. Wageningen Environmental Research (Alterra), Wageningen.
- Juch e.a., 2025. S. Juch, L. Meijer, T. Bles, M. van Marle & B. Noijons, *Handreiking klimaatbestendige vitale infrastructuur voor het bepalen van klimaatrisico's*, versie 1, Deltares, 2025. Verkregen op 14 december 2025 via <https://www.deltares.nl/nieuws/nieuwe-handreiking-helpt-vitale-aanbieders-klimaatrisicos-beter-in-kaart-te-brengen>

- Kanning & Van Dam, 2025. W. Kanning & O. van Dam, *Veiligheidsraamwerk dierlijke graverij, HWBP KIA project*, presentatie voor ENW Veiligheid & ENW Techniek, Deltares/Stowa, Utrecht, 3 juni 2025, 15 sheets.
- Kanning e.a., 2025. W. Kanning, B. van der Eijnden & E. Smyrniou, *Veiligheidsraamwerk dierlijke graverij, Bijlage WP3 bij KIA project dierlijke graverij*, conceptversie-in-opbouw, Deltares, Delft, 24 november 2025, 47 pp.
- Kapinga, 2022. S. Kapinga, *Invloed dierlijke graverijen op waterveiligheid*, presentatie op landelijke ontwerpen beoordelingsdag, Utrecht, 1 december 2022, 18 sheets.
- Kind, 2014. J.M. Kind, *Economically efficient flood protection standards for the Netherlands*, in: *Journal of Flood Risk Management*, 7(2):103-117, doi: 10.1111/jfr3.12026
- Kind, 2023. J. Kind, *Actualisatie IPO Schadetabel naar 2015 en 2022*, memo, De Waterwerkers, Hollandsche Rading, 24 oktober 2023, 4 pp.
- Klavers, 2024. H.C. Klavers, *De invloed van bevergraverij op de waterveiligheid*, Advies nummer 24-06, Expertisenetwerk waterveiligheid, Den Haag, 5 september 2024, 3 pp.
- Klerk, 2021. W.J. Klerk, *Methodiek voor risicogestuurd B&O van dijkbekledingen, groene versie*, rapport 11206820-005-GEO-0005, Deltares, Delft, 13 december 2021.
- Klerk e.a., 2021. W.J. Klerk, W. Kanning, M. Kok, J. Bronsveld & A.R.M. Wolfert, *Accuracy of visual inspection of flood defences*, Structure and Infrastructure Engineering, 26 September 2021, 15 pp., doi.org/10.1080/15732479.2021.2001543
- Koelewijn, 2023. *Invloed van dierlijke graverijen op de overstromingskans, een kwantitatieve inschatting*, rapport 11208057-050-GEO-0002, Deltares, Delft, 26 mei 2023, 49 pp.
- Kuiphof, 2025. F. Kuiphof, *Advies bever risicoanalyse waterschap Aa en Maas*, afstudeerverslag, Hogeschool Van Hall Larenstein, Leeuwarden, januari 2025, 47 pp.
- Kurstjens & Niewold, 2011. G. Kurstjens & F. Niewold, *De verwachte ontwikkelingen van de beverpopulatie in Nederland: naar een bevermanagement*, rapport 2011.01, Kurstjens Ecologisch adviesbureau & Niewold Wildlife Infocentre, Beek-Ubbergen & Doesburg, maart 2011, 70 pp.
- Lammertsma e.a. (2019). D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & G.A. de Groot, *Naar een gunstige staat van instandhouding van de (deel)populatie bevers in de provincies Groningen en Drenthe*, Wageningen Environmental Research (WENR), Wageningen.
- Larooij, 2022. A.M. Larooij, *Risicoanalyse graafschade waterkeringen door zoogdieren bij waterschap Aa en Maas, "Van Aandoenlijk tot Zorgen"*, afstudeerverslag, Hogeschool Van Hall Larenstein, Arnhem, 13 juni 2022, 66 pp.
- Van Lier, 2025. R. van Lier, *Bedrijfswaardenmatrix*, versie 2.2, Rijkswaterstaat, z.p., 1 december 2025, 1 vel.
- Muller-Schwarze & Schuite, 1999. D. Muller-Schwarze & B.A. Schuite, *Behavioral and ecological characteristics of a "climax" population of Beaver (Castor Canadensis)*, in: *Beaver protection, management, and utilization in Europe and North America*, 161-177.
- Nuus, 2025. E. Nuus, *Factoren bepalend bij het optreden van graverij door bevers*, BSc. thesis, Hogeschool Van Hall Larenstein, Leeuwarden, 17 januari 2025, 45 pp.

- Rams, 2024. M. Rams, *Risico-inventarisatie Dummy*, memo 6W5AU6VYZ6XD-818713304-491:1, Arcadis, Assen, 16 februari 2024, 4 pp.
- Rams & Souilljee, 2024. M. Rams & T. Souilljee, *Validatie deskstudie model dassen en bevers op het spoor*, rapportage, versie 0.9, Arcadis, Assen, 8 maart 2024, 78 pp.
- Samenwerkingsverband, 2020. Samenwerkingsverband van Waterschap Vallei en Veluwe, Waterschap Rijn en IJssel, Waterschap Hollandse Delta, Waterschap Rivierenland, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, Rijkswaterstaat, Faunabeheereenheid Gelderland, Faunabeheereenheid Zuid-Holland, Provincie Gelderland, Provincie Zuid-Holland, Unie van Waterschappen & Zoogdiervereniging, *Beverprotocol voor de waterbeheerders in de provincies Gelderland en Zuid-Holland*, z.p., januari 2020, 67 pp.
- Samenwerkingsverband, 2021. Samenwerkingsverband van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, Waterschap Vallei en Veluwe, Waterschap Rivierenland, Rijkswaterstaat, Unie van Waterschappen, Faunabeheereenheid Utrecht & Zoogdiervereniging, *Beverprotocol voor de waterbeheerders in de provincie Utrecht*, z.p., maart 2021, 59 pp.
- Schep & Dijkstra, 2024. K. Schep & V. Dijkstra, *Werkinstructie verwijderen hollen/burchten van bevers*, memo, MRB-Rivierenland en Zoogdiervereniging, z.p., 2024, 6 pp.
- Seljee e.a., 2023. F. Seljee, S.F. Ward, I. Sijtsma & R. de Jong, *Prognose populatieontwikkeling van de bever in Fryslân*, rapport 23-073, Altenburg & Wymenga, Feanwâlden, 15 december 2023, 49 pp.
- Stam e.a., 2025. M. Stam, D. Jacobs & W. Zwikstra, *Nationale beveraankpak*, Sweco, De Bilt, 20 februari 2025, 82 pp.
- STOWA, 2008. STOWA, *Richtlijn – normering keringen langs regionale rivieren*, rapportage ORK 2008-04, STOWA, Utrecht, 2008, 43 pp., ISBN 978-90-5773-401-4.
- Terpstra e.a., 2022. M. Terpstra, C. de Jonge-Stegink, V. Dijkstra & D. Bos, *Regionale risico-inventarisatie bevergraverij in spoortaluds*, rapport 21-348, Altenburg & Wymenga, Feanwâlden, 11 april 2022, 53 pp.
- Tielen, 2025a. G. Tielen, *Verspreidingskaart bevers in Limburg tijdens hoogwater, een weergave van de verblijfplaatsen van de bevers in Limburg tijdens hoogwater*, stageverslag, Hogeschool Van Hall Larenstein, Leeuwarden, 1 februari 2025, 42 pp.
- Tielen, 2025b. G. Tielen, *De relatie tussen het aantal bever graverijen in primaire keringen en beschikbare oeverlengte hoogwatervluchtplaatsen, Een onderzoek naar de relatie tussen het aantal graverijen van bevers in keringen en de beschikbare oeverlengte van de hoogwatervluchtplaatsen*, Plan van aanpak voor afstuderen, Hogeschool Van Hall Larenstein, Leeuwarden, maart 2025, 17 pp.
- Tielen, 2025c. G. Tielen, *Het effect van hoogwatervluchtplaatsen op bevergraverij tijdens hoogwater*, afstudeerverslag, Hogeschool Van Hall Larenstein, Leeuwarden, 17 juni 2025, 27 pp.
- Tukker e.a., 2024. S. Tukker, B. de Jong, D. Yska & G. Kurstjens, *De kans op bevergraverij in de keringen van Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard*, H2O-Online, 14 mei 2024, 10 pp.
- Van der Valk & Nijhuis, 2025. M.J.H. van der Valk & E.D.R. Nijhuis, *Risicoanalyse bever en das, primaire keringen en dammen Rijkswaterstaat*, rapport 080-24-BWZ, BWZ ingenieurs, Everdingen, 21 juli 2025, 49 pp.

- Vreugdenhil e.a., 2012. S. Vreugdenhil, J. Dekker & V. Dijkstra, *Toekomst voor de Nederlandse bevers, Natuurlijke ontwikkeling versus veiligheid, schade en overlast*, Zoogdier 23(3):5-7, herfst 2012.
- Ward & Seljee, 2024. S.F. Ward & F. Seljee, *Monitoringsadvies voor de groeiende beverpopulatie in Noord-Holland, technieken en strategieën voor het opsporen van bevers en hun holen*, rapport 23-135, Altenburg & Wymenga, Feanwâlden, 14 mei 2024, 57 pp.
- Warmer e.a., 2025. F.E.M. Warmer, S. Vellekoop, L. Biersteker, G. Duijvendijk & H.A.H. Jansman, *Monitorings- en preventiebeleid bevers en dassen*, rapport 3423, ISSN 1566-7197, Wageningen Environmental Research, Wageningen, april 2025, 76 pp.
- Wegner e.a., 2022. A. Wegner, H. Jolink, J. ter Raa & K.J. Leuvenink, *BeverDasRisicoanalyse voor onze waterkeringen*, presentatie, Waterschap Rijn en IJssel, Doetinchem, 2022, 18 sheets met aantekeningen.
- Van Wijngaarden, 1966. A. van Wijngaarden, *De bever, Castor Fiber L., in Nederland*, Lutra 8(3):34-52, december 1966.
- Wolters & Van Roij, 2023. R. Wolters & M. van Roij, *Handleiding dierlijke graverij waterkeringen Aa en Maas*, versie 1.0, voorbeeldversie voor externen, Waterschap Aa en Maas, december 2023, 26 pp.
- Wolters e.a., 2025. R. Wolters, K. Schep, V. Dijkstra & E. Polman, *Bescherm je dijk! Hoogwatervluchtplaatsen voor bevers. Een handreiking voor water- en dijkbeheerders*, Waterschap Aa & Maas, 's-Hertogenbosch, 24 maart 2025, 54 pp.
- Wong & Van Tilborg, 2024. W.H. Wong & R. van Tilborg, *Aanpak dierlijke graverij voor hoogwaterbescherming*, notitie R011.M06, projectorganisatie Meanderende Maas, 's-Hertogenbosch, 8 januari 2024, 39 pp.
- Van de Wouw, 2023. N. van de Wouw, *Risicoanalyse kwetsbaarheid van keringen voor graverij door de bever (Castor fiber) binnen de provincie Fryslân*, stageverslag, Hogeschool Van Hall Larenstein, Leeuwarden, september 2023, 28 pp.

A Motivering verwaarlozing van nat- en vraatschade door bevers

Deze rapportage beperkt zich tot de kansen op en de (negatieve) gevolgen van alleen graverijen door bevers op waterkeringen, spoorwegen en wegen. Naast de positieve effecten van de aanwezigheid van bevers, vooral op ecologisch vlak (zie bijvoorbeeld Bos e.a., 2020:16-18 en de daar vermelde bronnen), betreffen de negatieve effecten voor de maatschappij de mogelijke gevolgen van niet alleen graverijen, maar ook dammenbouw en vraat (Bos e.a., 2020:18-23; Gabriëls, 2022:5-6).

Dammenbouw vindt alleen plaats in kleinschalige watersystemen zoals beken. Naast de positieve effecten van het vasthouden van water in droge periodes leidt dit ook tot natschade, meestal voor de landbouw ter plaatse. De schadebedragen zouden kunnen oplopen tot k€ 10 voor één beverdam, zoals geïllustreerd voor een hypothetische situatie in Limburg (Faunabeheereenheid Limburg, 2025:61-67).

De uitgekeerde bedragen voor vraatschade bedroegen van 1996 tot en met 2015 meestal minder dan 1000 euro per jaar en waren altijd minder dan 10.000 euro per jaar. Van 2016 tot en met 2019 bedroegen deze enkele tienduizenden euro's per jaar, waarvan het grootste deel in Limburg (Bos e.a., 2020:20). Tot en met 2023 is dit in Limburg jaarlijks onder de k€ 50 gebleven (Faunabeheereenheid Limburg, 2025:13), van de rest van het land is dit niet bekend. Ter relativering: Vreugdenhil e.a. (2012:7) vergelijken dit met de vergoede schade door mezen in de fruitteelt, die in 2011 1,1 miljoen euro bedroeg.

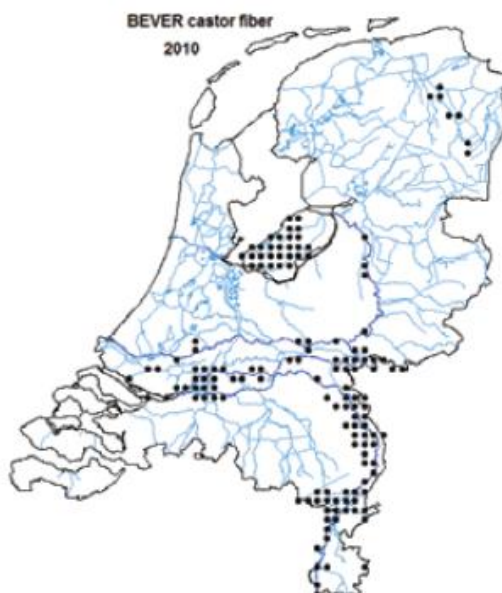
Bovenstaande bedragen vallen in het niet bij de kosten die de waterschappen maken in verband met bevers, en dan in toenemende mate in verband met bevergraverijen. Hoewel Vreugdenhil e.a. in 2012 voor herstelwerkzaamheden en preventieve maatregelen in alleen het rivierengebied een bedrag noemen van 200.000 tot 300.000 euro tot aan 2025 (Vreugdenhil e.a., 2012:7), zijn de werkelijke bedragen hiervoor een stuk hoger, met al 2,4 miljoen euro in totaal in 2024, zie Tabel A.1. Met de groei van het aantal bevers en de verdere verspreiding zullen de kosten voor herstelwerkzaamheden voorsnog naar verwachting verder toenemen, evenals de kosten van preventieve maatregelen. De kosten van een dijkdoorbraak, met name bij de primaire waterkeringen, zullen echter al snel groter zijn dan de hier genoemde bedragen, nog afgezien van de immateriële schade wanneer er slachtoffers bij vallen.

Tabel A.1 Totale uitgaven aan schade door bevers voor alle Nederlandse waterschappen in 2019-2024
(bron: waves.databank.nl).

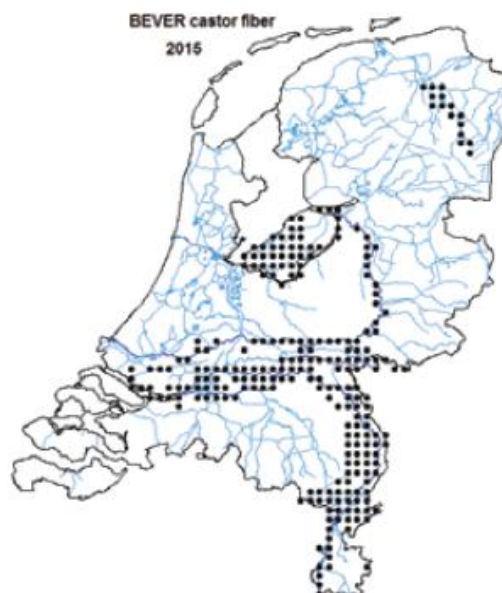
[bevuittot] Totale uitgaven aan schade door bevers ([euro] 						
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Aa en Maas	90.000	88.500	63.000	465.000	380.000	284.100
Amstel, Gooi en Vecht	-	0	0	0	-	0
Brabantse Delta	110.000	47.500	210.000	1.000	107.900	55.000
De Dommel	13.000	2.000	15.000	35.000	24.500	262.500
De Stichtse Rijnlanden	-	0	0	0	2.000	3.000
Delfland	-	0	0	0	0	0
Drents Overijsselse Delta	0	6.115	0	16.888	36	21.017
Fryslân	0	0	0	0	35.000	28.000
Hollands Noorderkwartier	-	0	0	0	0	0
Hollandse Delta	0	0	290.000	290.000	241.600	80.000
Hunze en Aa's	117.000	230.000	1.025.000	282.800	357.100	880.900
Limburg	160.000	450.000	520.000	320.701	127.558	171.277
Noorderzijlvest	7.500	0	0	0	0	0
Rijn en IJssel	6.000	6.000	6.000	6.000	1.000	30.000
Rijnland	0	0	-	-	0	-
Rivierenland	29.500	23.600	74.160	195.900	47.100	383.750
Scheldestromen	-	0	0	0	0	-
Schieland en de Krimpenerwaa...	0	0	0	0	15.000	15.000
Vallei en Veluwe	-	21.200	21.971	20.500	212.295	180.000
Vechtstromen	3.000	0	0	0	0	0
Zuiderzeeland	0	-	500	1.900	-	0
Totaal	536.000	874.915	2.225.631	1.635.689	1.551.089	2.394.544

B Verspreidingskaarten voor de bever

In deze bijlage zijn diverse kaarten opgenomen die een indicatie geven van de (mogelijke) verspreiding van de bever binnen Nederland.



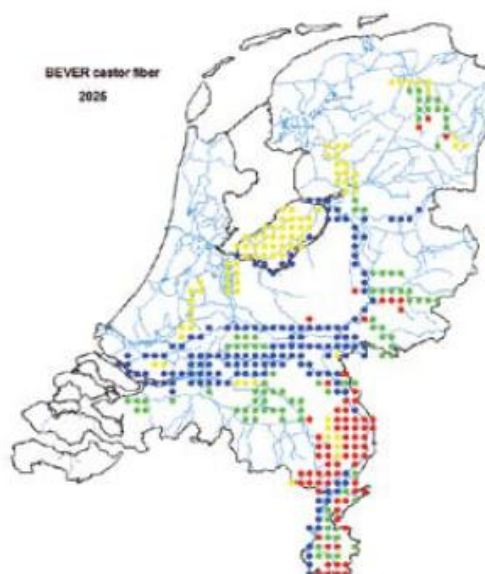
Figuur 4. Verspreidingskaart van de bever in 2010 (Niewold, 2010).



Figuur 5. Verwachte verspreiding van de bever in 2015.

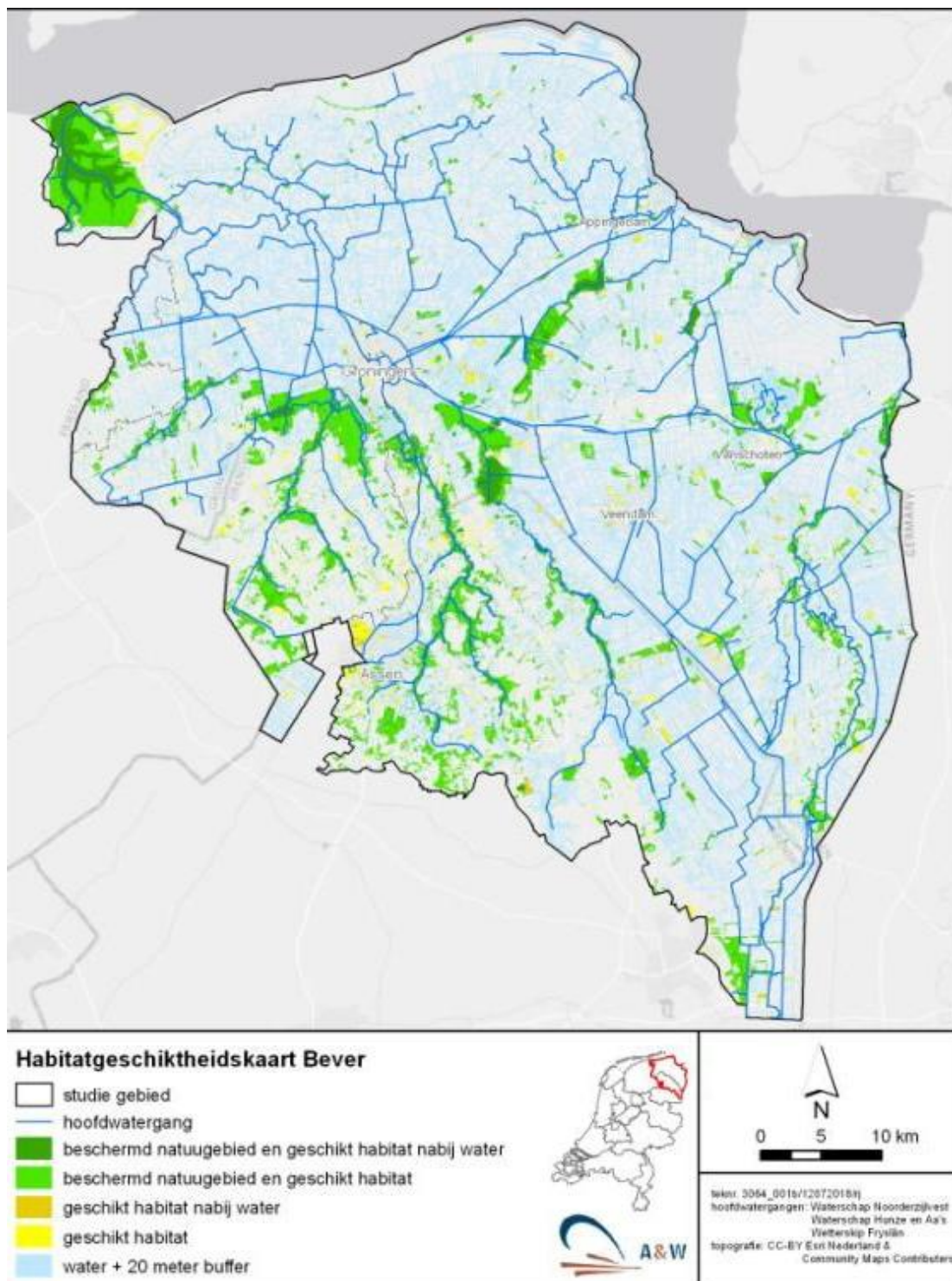


Figuur 6. Verwachte verspreiding van de bever in 2025.

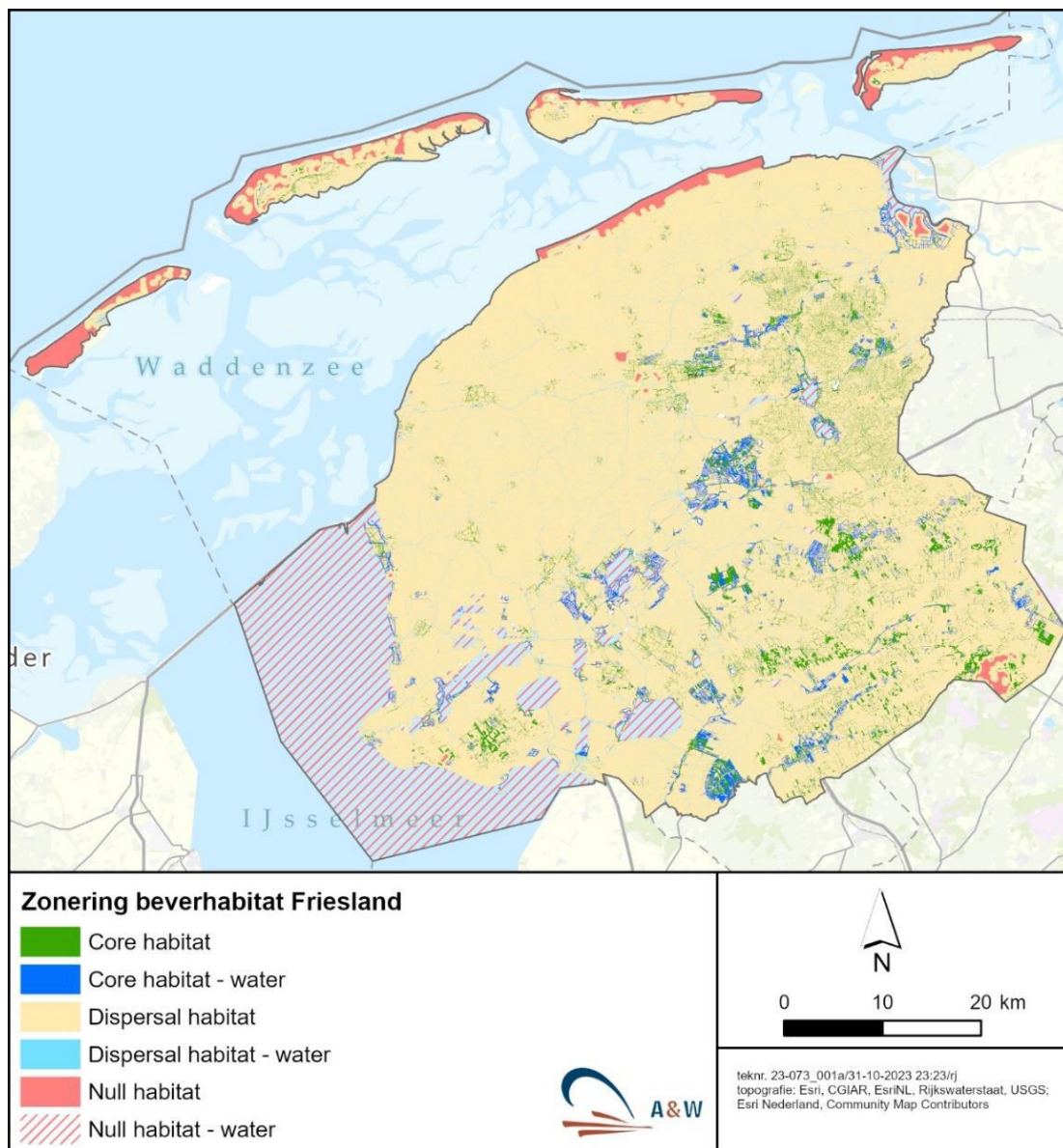


Figuur 7. Verspreiding rond 2025 verdeeld over biotooptypen.
Rood = beken, Groen = brede beken, Blauw = rivieren, Geel = rest.

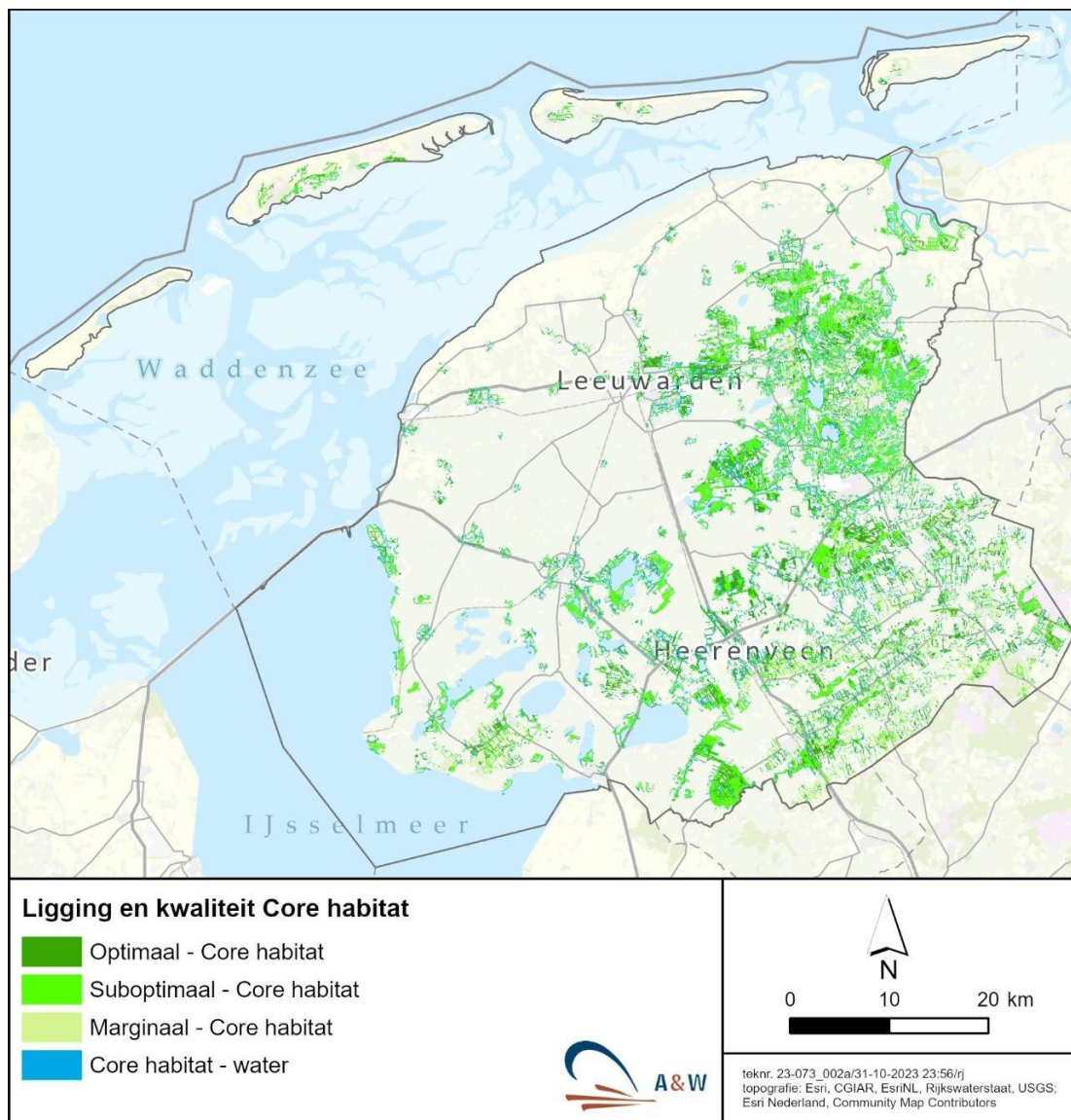
Figuur B.1 Verspreiding van de bever in 2010 en verwachte verspreiding in 2015 en 2025 (Kurstjens & Niewold, 2011:21).



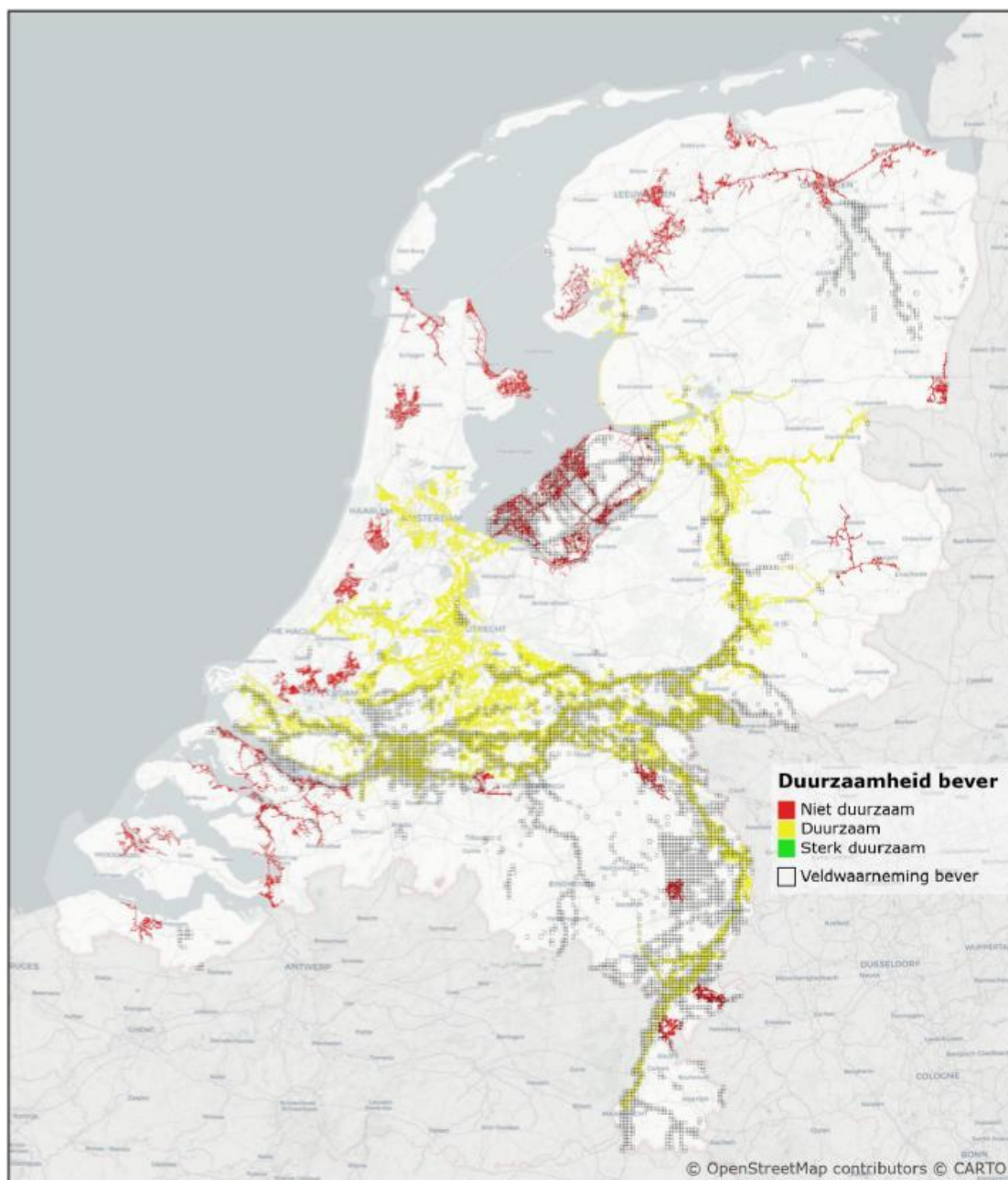
Figuur B.2 Habitatgeschiktheidskaart voor de bever in Groningen en delen van Drenthe en Friesland (Bos e.a., 2020:11).



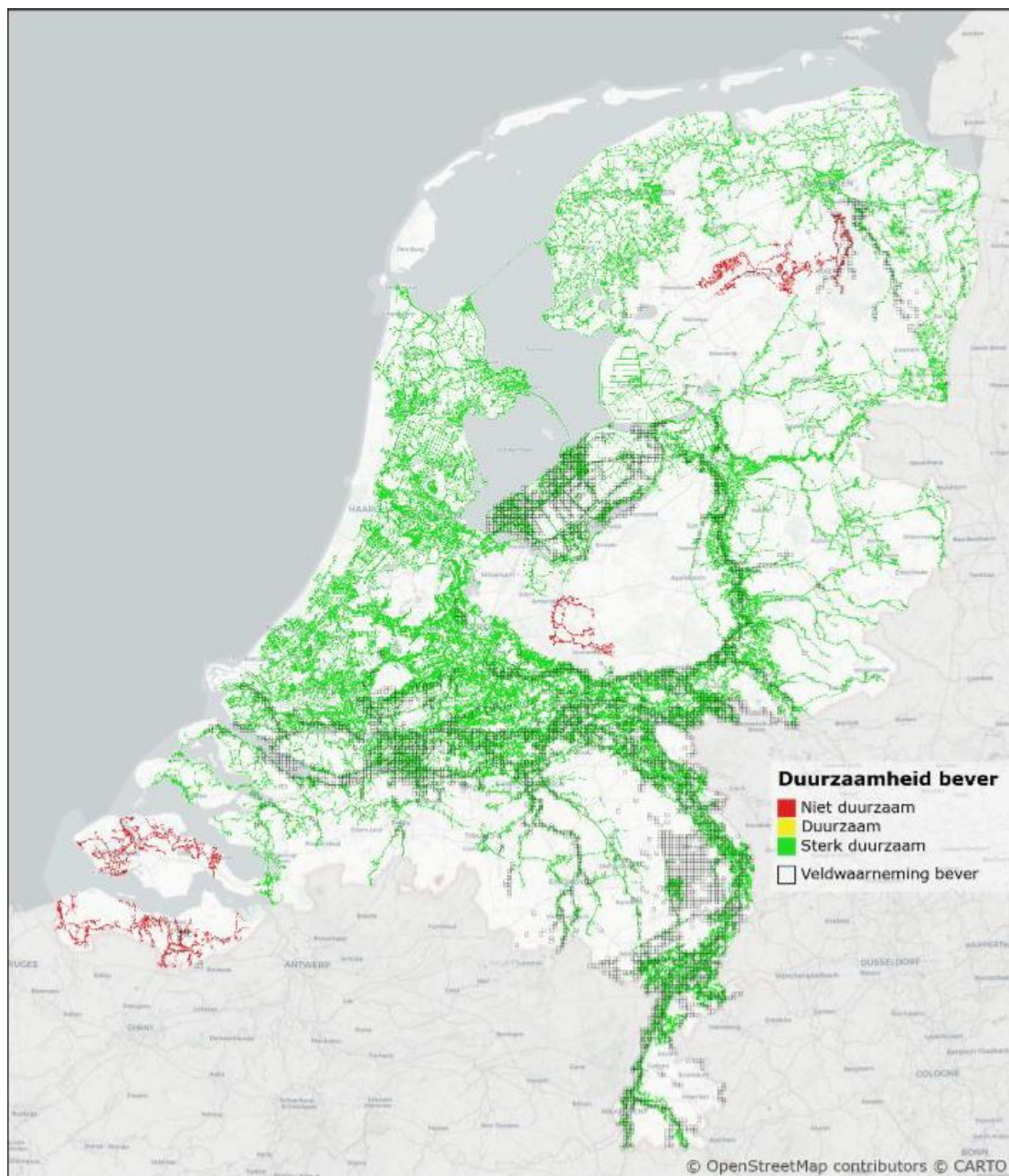
Figuur B.3 Beverhabitat Friesland (Seljee e.a., 2023:17).



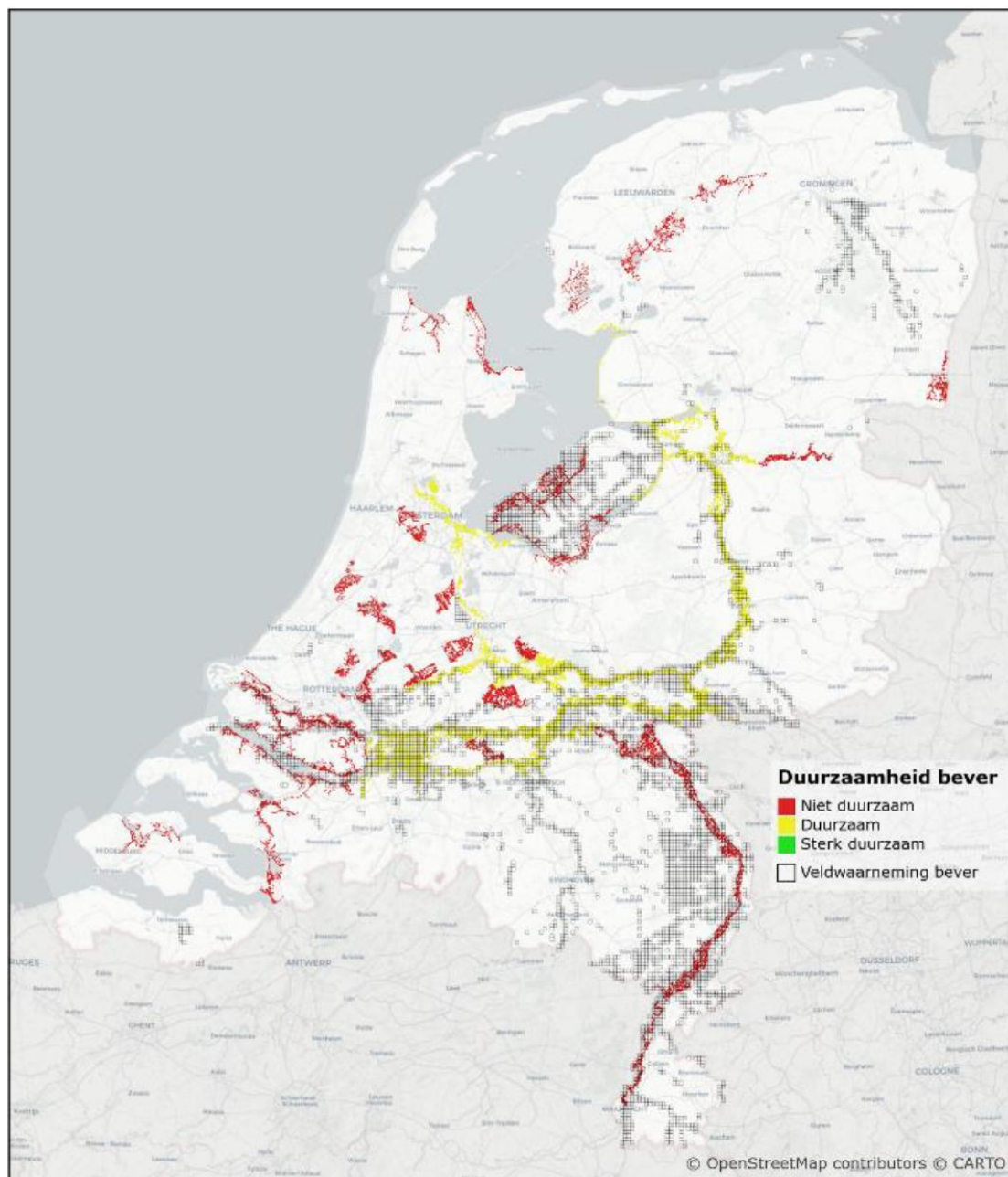
Figuur B.4 Netto-beverhabitat Friesland (Seljee e.a., 2023:23).



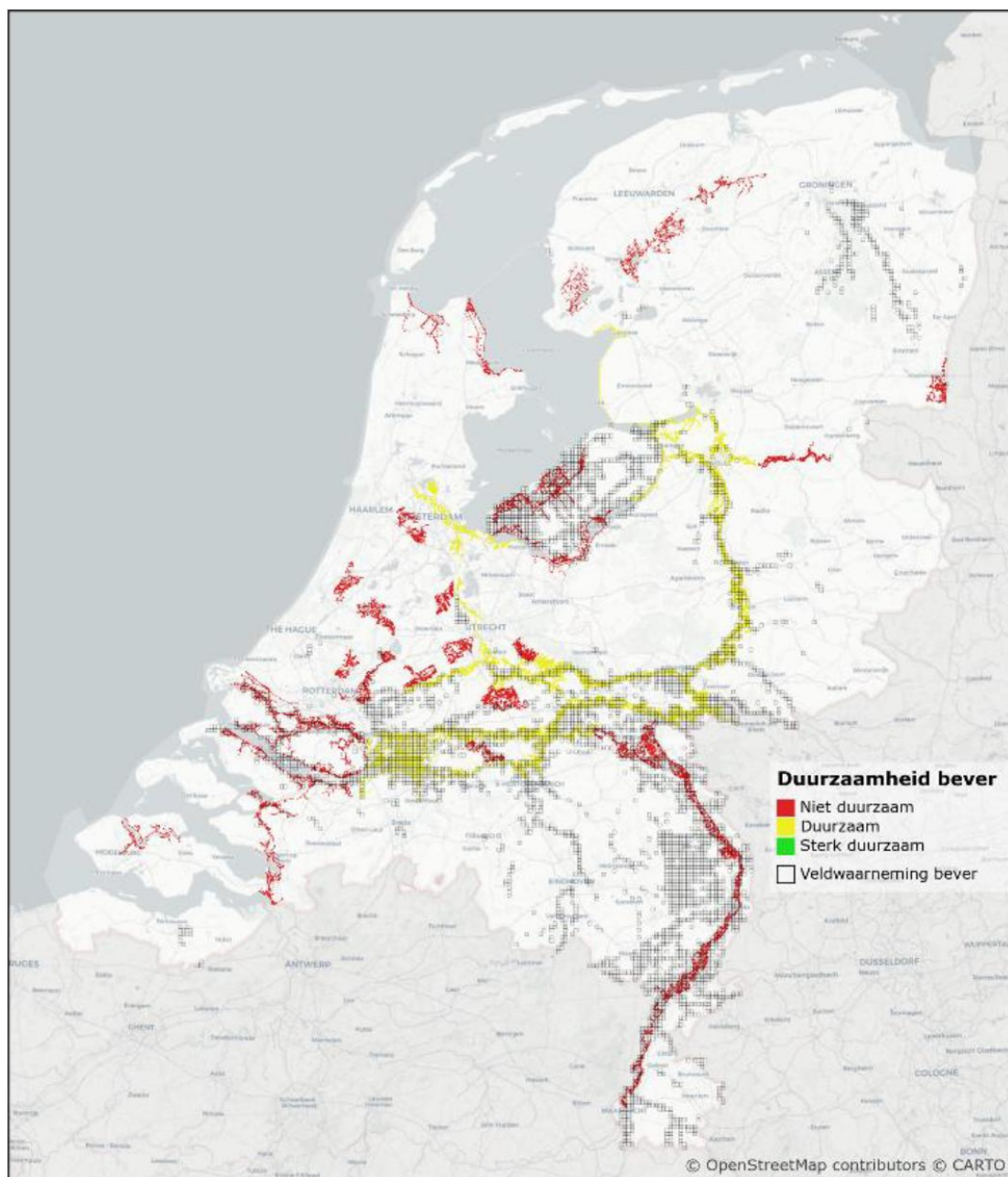
Figuur B.5 Duurzaamheid van de metapopulaties bever bij lage weerstand. Aanvulling bij de legenda: voor 'duurzaam' (geel) dat de kans op uitsterven binnen 100 jaar kleiner is dan 5%, maar groter dan 1% (Warmer e.a., 2025:35).



Figuur B.6 Duurzaamheid van de metapopulaties bever bij geen weerstand. Aanvulling bij de legenda: voor 'duurzaam' (geel) dat de kans op uitsterven binnen 100 jaar kleiner is dan 5%, maar groter dan 1% (Warmer e.a., 2025:31).



Figuur B.7 Duurzaamheid van de metapopulaties bever bij hoge weerstand. Aanvulling bij de legenda: voor 'duurzaam' (geel) dat de kans op uitsterven binnen 100 jaar kleiner is dan 5%, maar groter dan 1% (Warmer e.a., 2025:31).



Figuur B.8 Duurzaamheid van de metapopulaties bever bij volledige weerstand. Aanvulling bij de legenda: voor 'duurzaam' (geel) dat de kans op uitsterven binnen 100 jaar kleiner is dan 5%, maar groter dan 1% (Warmer e.a., 2025:31).

C Wet- en regelgeving ten aanzien van bevers

Deze bijlage is in belangrijke mate geschreven door mr.dr. W. van Doorn – Hoekveld (Deltares).

C.1 Inleiding

De bever is opgenomen in Bijlage II en IV van de Habitatrichtlijn (richtlijn 92/43/EEG) en Bijlage III bij de Conventie van Bern. Dit betekent dat in het kader van de wet- en regelgeving de Europese regels van toepassing zijn in Nederland, als het gaat om het nemen van maatregelen tegen bevergraverijen. Europese richtlijnen moeten worden omgezet naar Nederlandse wet- en regelgeving. Deze paragraaf zal eerst ingaan op het Europese recht, waarna de nationale wet- en regelgeving aan bod komt en tenslotte worden provinciale Faunabeheerplannen besproken.

C.2 Europees recht

Op het moment dat een diersoort is opgenomen in Bijlage II van de Habitatrichtlijn, betekent dit dat, indien dit dier in een gebied in meer dan onbeduidende mate voorkomt, er beschermde gebieden (Natura 2000 gebieden) voor moeten worden aangewezen met inachtneming van de criteria die Bijlage III van de Habitatrichtlijn daaraan stelt. In deze gebieden moeten dan vervolgens instandhoudingsdoelstellingen worden geformuleerd. Als een diersoort, zoals in dit geval de bever, is opgenomen in Bijlage IV van de Habitatrichtlijn, geldt dit als een 'strikt beschermde soort'. Hiervoor geldt het beschermingsregime, zoals opgenomen in artikelen 12 en 16 Habitatrichtlijn.

Kort gezegd houdt dit beschermingsregime in artikel 12 Habitatrichtlijn een verbod in om de soort opzettelijk te vangen of doden (lid 1), het opzettelijk verstoren en dan met name tijdens het voortplantingsseizoen (lid 2) en de beschadiging van de voortplantings- en rustplaatsen (lid 3). In artikel 16 zijn dan vervolgens de uitzonderingen opgenomen. Op het moment dat er 'geen andere bevredigende oplossing bestaat en op de voorwaarde dat de afwijking geen afbreuk doet aan het streven de populaties van de betrokken soort in hun natuurlijke verspreidingsgebied in een gunstige staat van instandhouding te laten voortbestaan' mag afgeweken worden van de verbodsbepaling onder de (in dit verband relevante) voorwaarde, dat het afwijken van het verbod plaatsvindt vanwege (in dit verband relevant) 'de volksgezondheid en de openbare veiligheid, of om andere dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard, en voor het milieu wezenlijke gunstige effecten' (lid 1 onder e).

Het Europese Hof van Justitie heeft meerdere arresten gewezen die betrekking hebben op de uitzonderingsmogelijkheden. Uit deze arresten blijkt dat voor het terecht kunnen beroepen op een uitzondering er een daadkrachtige motivering vereist is.

C.3 Nationale wet- en regelgeving

De Habitatrichtlijn is in Nederland geïmplementeerd in de Omgevingswet, het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) en het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl). Op grond van artikel 11.46 Bal, bestaat er een vergunningplicht voor handelingen die schadelijk zijn voor de bever.²⁹ Deze vergunningplicht komt in de plaats van de oude ontheffing van de Wet natuurbescherming, waarbij dezelfde strenge beoordelingsregels gelden (het toetsingskader uit artikel 16 Habitatrichtlijn). Er kan een keuze gemaakt worden om een bepaalde schadelijke handeling vrij te stellen van de vergunningsplicht in een provinciale

²⁹ Dit wordt een 'flora- en fauna-activiteit' genoemd.

omgevingsverordening (artikel 11.50 Bal) of voor de handeling kan in een individueel geval een vergunning worden verleend. Daarnaast kan een vergunning worden verleend voor populatiebeheer.³⁰

Een omgevingsvergunning kan worden verleend indien:

1. Er geen andere bevredigende oplossing bestaat dan het verrichten van de activiteit.
2. De activiteit nodig is voor de belangen (in dit geval: volksgezondheid of openbare veiligheid).
3. Er geen afbreuk wordt gedaan aan het streven de populaties van de (i.c.) bever in hun natuurlijke verspreidingsgebied in een gunstige staat van instandhouding te laten voortbestaan.

De beoordeling van deze criteria volgt het (strengere) toetsingskader van de Habitatrichtlijn (zie hierboven, bij Europees recht).

Op grond van de artikelen 11.49, 11.50 en 11.51 Bal kunnen ook gevallen worden aangewezen, die vrijgesteld worden van de vergunningplicht van artikel 11.46 Bal in een programma, omgevingsverordening of een ministriële regeling. Hiervoor geldt dan dat hetzelfde beoordelingskader als voor het verlenen van een omgevingsvergunning moet worden doorlopen (*i.e.* het strenge beoordelingskader van de Habitatrichtlijn) (artikel 11.52 lid 1 Bal jo. art. 8.74k, lid 1 Bkl). Hierbij zij de opmerking herhaald dat hoe ingrijpender de maatregel, des te zwaarder de motiveringsplicht en voor het vrijstellen van een categorie aan gevallen zal die motivering eveneens zwaarder zijn, omdat de motivering casuïstisch van aard is.

C.4 Regionale Faunabeheerplannen en Nationale Beveraanpak

Provinciale faunabeheereenheden zijn verantwoordelijk voor het opstellen van de faunabeheerplannen binnen hun werkgebied. In deze plannen, die moeten worden goedgekeurd door Gedeputeerde Staten van de provincie, worden in ieder geval passende en doeltreffende maatregelen opgenomen ter voorkoming en bestrijding van schade aangericht door in het wild levende dieren (artikel 6.2, lid 1 Omgevingsbesluit). Het treffen maatregelen ter voorkoming of bestrijding van schade als gevolg van bevergraverijen, moeten worden uitgevoerd volgens het faunabeheerplan. Een omgevingsvergunning daarvoor kan worden verleend aan de faunabeheereenheid.

Op 20 februari is een Nationale beveraanpak gepubliceerd. Hierin wordt geschetst hoe om te gaan met de bever. In de Nationale Beveraanpak is een Nationaal beverprotocol geïntroduceerd, dit protocol is gebaseerd op het Bever(handelings)protocol Zuid-Holland (Nationale Beveraanpak, 2025:56). Deze aanpak is echter niet juridisch bindend en zal – indien deze gevolgd wordt – een plaats moeten krijgen in de faunabeheerplannen.

Gebieden waar al geruime tijd veel bevers aanwezig zijn, zoals de provincie Limburg, tonen aan dat steeds meer maatregelen nodig zijn om de veiligheid van waterkeringen te waarborgen. Van 2017 tot 2023 is het aantal acties met betrekking tot de bever waarvoor een ontheffing was vereist sterk gegroeid, zoals Tabel 7.3 laat zien. Naast de ingrepen met betrekking tot dammen, valt met name de groei in het aantal gedode bevers daarin op.

³⁰ Hiervoor is geen vrijstelling van de vergunningplicht mogelijk in een omgevingsverordening (art. 11.52, lid 6 Bal).

Tabel 7.3 Overzicht aantal acties die op grond van de ontheffing van de bever zijn uitgevoerd in Limburg (Faunabeheereenheid Limburg, 2025:23).

Aantal acties uitgevoerd met ontheffing Bever	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Verlagen / verwijderen dammen ^a	86	59	118	349	325	224	256
Verstoren leefomgeving / burcht / oeverholten	9	13 ^a	12 ^a	37 ^a	55 ^a	105	85
Gevangen en verplaatst (buiten een omheining) ^b	1	0	11	7	1	1	18
Gedood	0	19	19	29	81	107	144

^a Aantal geregistreerde werkorders door Waterschap Limburg. ^b Al dan niet in combinatie met het verstoren van de leefomgeving.

In de Nationale Beveraanpak wordt onderscheid gemaakt tussen 1) schadeherstel aan Rijksinfrastructuur, 2) Schadeherstel aan niet-Rijksinfrastructuur en Beheer en schadebestrijding, en 3) Zonering.

Voor schadeherstel in het kader van beheer en onderhoud en voor schadebestrijding in het kader van populatiebeheer en schadebestrijding is de omgevingsvergunning het meest geeignende instrument, gezien de strikt beschermde status van de bever. Aanbevolen wordt dat elke provincie een faunabeheerplan vaststelt, waarin de werkwijze en uitgangspunten op elkaar aansluiten. Daarnaast wordt aanbevolen te onderzoeken of er gebruik gemaakt kan worden van de vrijstellingen van de vergunningplicht in programma's, omevingsverordeningen of ministeriële regelingen.

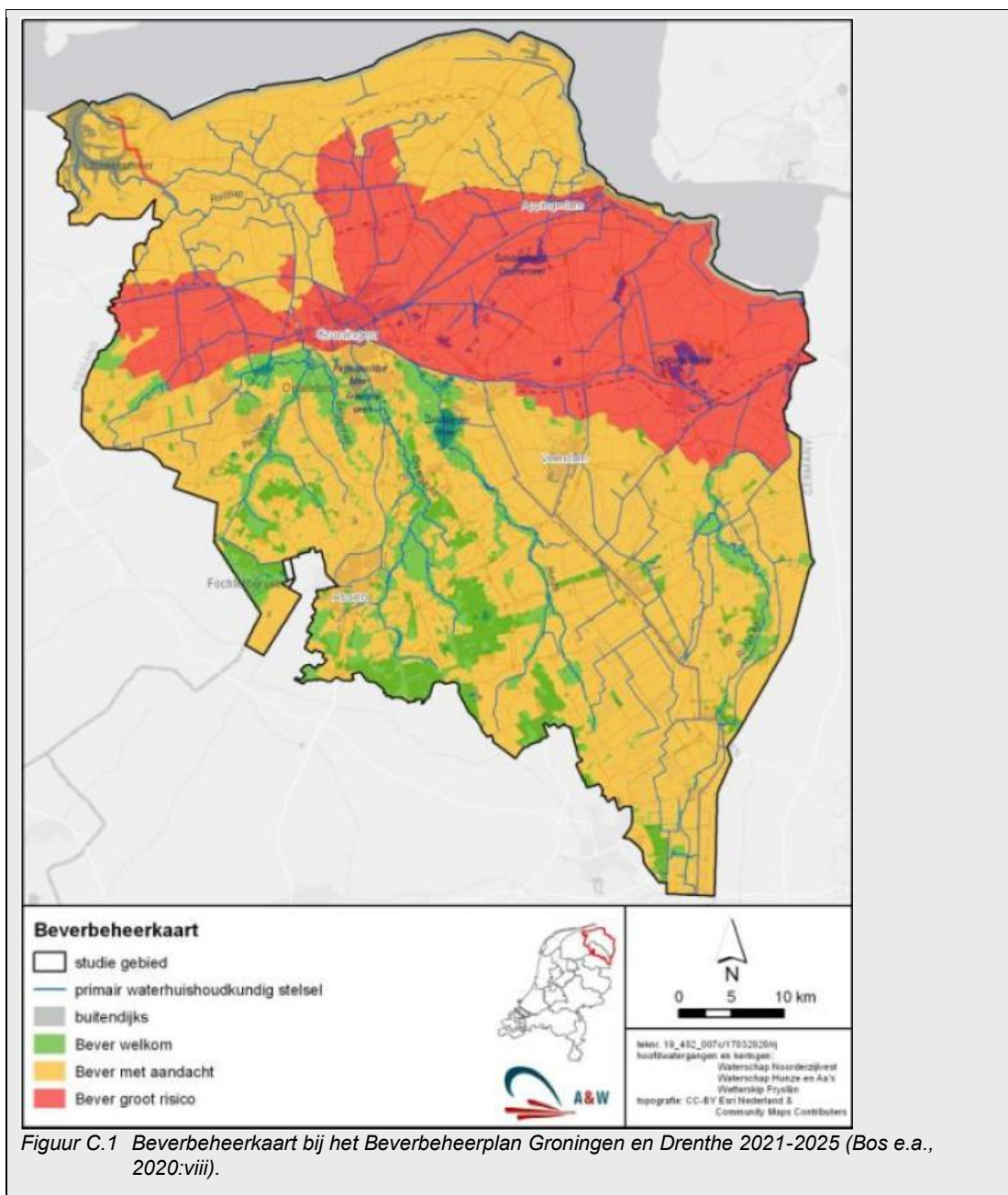
Voor de zonering wordt in de Nationale Beveraanpak gekeken naar reeds bestaande zonering. Ook al was er interesse in het aanwijzen van zogenaamde nulstandsgebieden of nulvestigingsgebieden, is daar in het Limburgse Faunabeheerplan van afgezien, vanwege de beoordeling dat er alternatieve oplossingsrichtingen voorhanden zijn. Maatregelen als nulstandsgebieden en populatiebeheer zijn immers verdergaande maatregelen dan de schadegestuurde aanpak en vergen om die reden een zwaardere motivering. Omdat de huidige schadegestuurde aanpak nog voldoende ruimte biedt en omdat de schadegestuurde aanpak nog maar kort van kracht is, is (nog) niet te onderbouwen dat deze maatregelen ontoereikend zijn en overgegaan moet worden op nulvestigingsgebieden en/of populatiebeheer.

Mede op basis van het voorgaande is door de provincie Limburg gekozen voor een indeling in drie gebieden (Faunabeheereenheid Limburg, 2025:25-26):

- **Bevergebied, hier heeft het belang van de bever prioriteit, tenzij er sprake is van ernstige risico's, zoals een dreigende dijkdoorbraak. Het doel is om plaats te bieden aan voldoende bevers om de staat van instandhouding in voldoende onderling verbonden leefgebieden te waarborgen (minimaal 500 bevers). Alleen bij acuut gevaar, zoals een (dreigende) dijkdoorbraak, waarbij er geen andere mogelijkheid is om dit af te wenden dan door het vangen of doden van bevers, mag deze stap hier worden genomen.**
- **Overige gebieden, hier zijn bevers ook welkom. Hier kan bij schade aan wettelijke belangen worden ingegrepen en "worden gehandeld nadat preventieve maatregelen gericht substantieel zijn ingezet dan wel niet (meer) in redelijkheid in te zetten zijn of niet effectief genoeg zijn."**
- **Risicolocaties, dit "betreft enkel specifieke locaties waarbij op voorhand duidelijk is dat de bever voor een zodanige gevaarzetting of schade zorgt, die disproportioneel hoge kosten met zich meebrengt, dat het handhaven van een nulvestiging op die locatie nodig is. Te denken valt daarbij aan infrastructuur zoals dijken, wegen en spoorrails. Hier zal niet eerst de escalatieladder doorlopen hoeven te worden, maar kunnen bevers direct verwijderd worden."**

Ook Gabriëls (2022:4) geeft aan dat de strenge bescherming vanuit de Europese Habitatrichtlijn verplicht dat voor de specifieke situatie een afweging wordt gemaakt.

De in Limburg gehanteerde indeling lijkt in eerste instantie op de driedeling die eerder voor Groningen en een deel van Drenthe is ingesteld (Bos e.a., 2020), maar daar betreft de laatste categorie grotendeels één groot, aaneengesloten gebied, zie Figuur C.1. Daarbij is aangegeven "Zonder buitenproportionele investeringen kan aanwezigheid van de bever hier, in ieder geval in de voorliggende beheerperiode van vijf jaar, niet worden geaccepteerd. Door het handhaven van ecologische barrières voor de bever en het gericht wegvangen en verplaatsen van individuen wordt enerzijds vestiging voorkomen en anderzijds bijgedragen aan het verbinden van de noordelijke deelpopulatie met de centraal zuidelijke populatie in Nederland. In de wat verdere toekomst zal mogelijk populatiebeheer door doding aan de orde zijn, als herplaatsing niet meer mogelijk is." (Bos e.a., 2020:ix).



Figuur C.1 Beverbeheerkaart bij het Beverbeheerplan Groningen en Drenthe 2021-2025 (Bos e.a., 2020:viii).

In de Nationale Beveeraanpak wordt aanbevolen om de zonering landelijk op te pakken, aan de hand van drie categorieën:

1. De bever is welkom en zijn aanwezigheid wordt gestimuleerd (ja)
2. De bever is welkom, mits aan bepaalde voorwaarden wordt voldaan (ja, mits)
3. De bever is niet welkom, tenzij er aan bepaalde voorwaarden wordt voldaan (nee, tenzij).

De uitwerking van de zonering moet dan in nauwe samenhang met de preventieve maatregelen. Omdat deze maatregelen in de meeste gevallen raken aan de bescherming van de bever op grond van artikel 11.46 BaI (verbod om de bever opzettelijk te doden of te vangen, of te verstoren, of het beschadigen of vernielen van hun voortplantings- of rustplaatsen), betekent dit dat wederom het strenge beoordelingskader van de Habitatrichtlijn om van dit verbod af te wijken, doorlopen moet worden en er veel gevraagd wordt van de motivering.

Voor ongewenste beveractiviteiten (ongeacht of er over is gegaan tot zonering), is in de Nationale Beveraanpak het Beverprotocol opgenomen in paragraaf 6.2. Dit bestaat uit een stroomschema waarbij elke trede een meer ingrijpende maatregel behelst. Dit protocol is gebaseerd op bestaande escalatieladders uit de Faunabeheerplannen van Limburg, Noord-Brabant, Groningen en Drenthe en Zuid-Holland. Ook al kan het Beverprotocol voor alle ongewenste beveractiviteiten worden toegepast, het zal meer waarschijnlijk zijn dat er behoefte aan is in gebieden waar de bever welkom is onder voorwaarden of waar zijn aanwezigheid ongewenst is in verband met de risico's, bijvoorbeeld voor de waterveiligheid.

In de huidige Faunabeheerplannen wordt ook duidelijk dat in risicogebieden meer ingrijpende maatregelen worden voorgesteld. Zo staat in het Beverbeheerplan Groningen en Drenthe: "In veel van de onder NAP gelegen delen van het beheersgebied zijn de investeringen om beveraanwezigheid veilig te kunnen tolereren, groot in verhouding tot de hoeveelheid leefgebied die er daar door bevers bevolkt kan worden. Deze investeringen en de benodigde inspanningen zijn ook te hoog om op korte termijn te kunnen realiseren. Om die reden wordt ervoor gekozen om gedurende de beheerperiode (2021-2025) geen beveraanwezigheid toe te staan in duidelijk omgrensde en logisch samenhangende gebieden onder NAP. Door in voorkomende gevallen bevers daar weg te vangen en te verplaatsen naar strategische locaties wordt de aansluiting met de meta populatie versneld." (Bos e.a., 2020:49).

Eerder geven zij al aan: "Het meest pragmatische is om het leefgebied dusdanig onaantrekkelijk te maken waardoor ze wegtrekken naar geschiktere gebieden. Dit heeft de voorkeur boven vangen en herplaatsen" (Bos e.a., 2020:29). Deze zogenoemde passieve verplaatsing wordt ook al aanbevolen in het Kennisdocument Bever en daar nader uitgewerkt. De hele procedure neemt tenminste een maand in beslag (Bij12, 2017:34). Daarbij wordt ook aangegeven: "Verjagen of wegvangen van bevers van plekken waar ze bijvoorbeeld om (water)veiligheidsredenen niet gewenst zijn, is slechts zinvol als het hooguit suboptimaal habitat betreft. Bij wel geschikt habitat zullen bevers weer spoedig terugkeren. Het actief wegvangen om vervolgens de bevers direct te verplaatsen naar een gebied in de directe omgeving wordt afgeraden, omdat de dieren weer terug zullen proberen te keren naar het oorspronkelijke gebied" (Bij12, 2017:35).

Dijkstra & Van Veen geven in deze context aan dat er aanwijzingen zijn dat bevers in de initiële fase van vestiging gevoeliger zijn voor verstoring, met andere woorden: dan zijn ze nog relatief makkelijk te verjagen (Dijkstra & Van Veen, 2024:5).

Warmer e.a. benadrukken dat het belangrijk is om reactieve maatregelen, zoals passief verplaatsen, te combineren met andere (preventieve) maatregelen om de effectiviteit op de lange termijn te vergroten (Warmer e.a., 2025:42).

Het faunabeheerplan Noord-Brabant stelt: "Opzettelijk verontrusten of het weren van soorten heeft de voorkeur boven doden. Pas als blijkt dat verontrusten onvoldoende effect heeft, wordt het wegvangen of doden van dieren overwogen. De gunstige staat van instandhouding van de dieren moet gegarandeerd zijn. Als de gunstige staat van instandhouding in het geding is, moeten maatregelen worden getroffen om verdere verslechtering tegen te gaan." (Faunabeheereenheid Noord-Brabant, 2023:28) In het specifieke hoofdstuk over de bever wordt onder meer aangegeven: "In de ontheffing voor doden wordt altijd de voorwaarde opgelegd om ter plaatste en per direct preventieve maatregelen aan te leggen. Hiermee moet voorkomen worden dat andere bevers de vrijgekomen plek weer innemen." (Faunabeheereenheid Noord-Brabant, 2023:385).

C.5 Conclusie

De bever is een beschermde diersoort op grond van de Habitatrictlijn. Dit betekent dat schadelijke handelingen ten aanzien van de bever in beginsel verboden zijn. De Habitatrictlijn (en in navolging daarvan de Nederlandse wet- en regelgeving) heeft ook voorzien in de mogelijkheid van het verbod af te wijken. Op het moment dat sprake is van een reden, zoals gevaar voor de volksgezondheid of openbare veiligheid, kan afgeweken worden, mits is voldaan aan een aantal strikte voorwaarden, waarvoor een zware motiveringslicht geldt. Hoe ingrijpender de handeling, des te meer wordt gevraagd van de motivering, waarom juist deze ingreep noodzakelijk is om de doelstelling te bereiken. De risicoanalyse van bevergraverijen in waterkeringen kan hier als input voor dienen.

Deltares is an independent institute for applied research in the field of water and subsurface. Throughout the world, we work on smart solutions for people, environment and society.

Deltares

www.deltares.nl