

Prognose populatieontwikkeling van de bever in Fryslân

A&W-rapport 23-073



in opdracht van

provinsje fryslân
provincie fryslân 



**WETTERSKIP
FRYSLÂN**

Prognose populatieontwikkeling van de bever in Fryslân

A&W-rapport 23-073

F. Seljee
S. F. Ward
I. Sijtsma
R. de Jong

Foto Voorplaat

Bever, Rechtenvrije afbeelding van pixabay

Seljee, F., Ward S. F., Sijtsma I., De Jong, R., 2023

Prognose populatieontwikkeling van de bever in Fryslân. Hoeveel bevers kunnen er op termijn in Fryslân leven?
A&W-rapport 23-073. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden

Opdrachtgevers

Provincie Fryslân

Tweebaksmarkt 52

8911 KZ LEEUWARDEN

Telefoon +31 (0) 58 292 59 25

Wetterskip Fryslan

Fryslânplein 3

8914 BZ LEEUWARDEN

Telefoon +31 (0) 58 292 2222

Uitvoerder

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv

Suderwei 2

9269 TZ Feanwâlden

Science Park 400, Matrix II, K1.05

1098 XH Amsterdam

Telefoon 0511 47 47 64

info@altwym.nl

www.altwym.nl

© Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv. Overname van gegevens uit dit rapport is toegestaan met bronvermelding.

Projectnummer

23-073

Projectleider

S. Ward

Status

Definitief

Autorisatie

M. Koopmans

Paraaf



Datum

15 december 2023

Kwaliteitscontrole

E. Schut

Paraaf



Inhoud

Samenvatting		
1 Inleiding		1
1.1 Aanleiding		1
1.2 Doel		1
1.3 Leeswijzer		2
2 Onderzoeksopzet		3
2.1 Literatuuronderzoek		3
2.2 Habitatgeschiktheidsanalyse & draagkracht		3
2.3 Expert-sessies		4
3 Theoretisch kader		6
3.1 Algemene soortinformatie		6
3.2 Onderbouwing modelleerkeuzes		10
3.3 Habitatgeschiktheid		10
3.4 Dichtheden		11
4 Habitatgeschiktheidsanalyse		13
4.1 Zonering beverhabitat		13
4.2 Bruto Foerageerhabitat		17
4.3 Uitsluiten diffuus habitat		19
4.4 Afwaarderen droge gebiedsdelen – meewegend criterium		20
4.5 Elimineren artefacten		22
4.6 Netto Beverhabitat en draagkracht		22
5 Populatieontwikkeling		24
5.1 Fase 1: Kolonisatie		24
5.2 Fase 2: Snelle Populatiegroei		26
5.3 Fase 3: Stabilisatie		26
5.4 Tijdsspanne		29
6 Conclusies, Discussie en Aanbevelingen		32
6.1 Aannames en gevoeligheid		33
6.2 Resultaten in perspectief		33
6.3 Invloed beheer en beleid		34
6.4 Aanbevelingen		35
7 Literatuur		36
<i>Bijlage 1</i>	<i>Selectie relevante beheertypen</i>	<i>40</i>
<i>Bijlage 2</i>	<i>Beslisregels Habitatkwaliteit</i>	<i>41</i>
<i>Bijlage 3</i>	<i>Gevoeligheidsanalyse</i>	<i>42</i>
<i>Bijlage 4</i>	<i>Beschrijving Bever-Voedselmodel</i>	<i>46</i>

Samenvatting

De bever (*Castor fiber*) is bezig met een sterke opmars in Nederland. Sinds de herintroductie van de soort in 1988 is de Nederlandse populatie naar schatting uitgegroeid tot zo'n 5000-6000 dieren. Ook in Friesland zijn de eerste individuele dieren inmiddels gevestigd en is de verwachting dat zich via kolonisatie vanuit omliggende provincies op termijn een populatie ontwikkelt. De provincie Fryslân en Wetterskip Fryslân hebben Altenburg en Wymenga ecologisch onderzoek (A&W) gevraagd om een prognose van deze populatieontwikkeling en van de maximale grootte die deze populatie in het huidige Friese landschap kan bereiken. Om hieraan invulling te geven zijn de volgende drie stappen uitgevoerd: 1) Een literatuurstudie om de ecologische context van de soort te begrijpen. 2) Een habitatsgeschiktheidsanalyse om de potentiële draagkracht van het landschap in te schatten. 3) Creëren van een populatieontwikkelingsmodel om te voorspellen hoe snel deze draagkracht zal worden bereikt.

De bever is het grootste knaagdier van Europa, en volwassen dieren kunnen tussen de 20 en 30 kg wegen. Het zijn sociale dieren die in familieverband leven met een dominant koppel en enkele jongen. Families leven in zelfgebouwde burchten van takken of in holen die in de oever zijn gegraven. Daarnaast zijn de dieren in staat om de bekende beverdam te bouwen om zo de omgeving naar hun eigen hand te zetten. Door hun knaag-, graaf- en bouwactiviteiten kunnen deze "Ecosystem Engineers" een positieve invloed uitoefenen op de lokale biodiversiteit, maar soms ook zorgen voor veiligheidsrisico's en/of conflicten met maatschappelijke belangen.

Bevers zijn strikt herbivoor en leven van waterplanten, kruidige vegetatie en de twijgen, bladeren en bast van bomen. Houtige vegetatie is doorgaans nodig om de winter te overleven en wordt daarom ook gezien als een belangrijke factor voor de draagkracht van een landschap om bevers te herbergen. Bevers maken gebruik van vele verschillende boomsoorten maar hebben een duidelijke voorkeur voor loofbomen boven naaldbomen. Bevers zijn gebonden aan water en foerageren meestal niet verder dan 20 meter van de waterkant.

Om inzicht te krijgen in de geschiktheid van het Friese landschap als leefgebied voor de bever is een habitatsgeschiktheidsanalyse uitgevoerd. Hierin zijn twee hoofdfactoren sturend voor het bepalen van geschikt beverhabitat; de aanwezigheid van water en het voedselaanbod. Op basis van deze factoren is middels een ruimtelijke analyse een onderverdeling gemaakt van het beverhabitat in de provincie Friesland in drie zones:

- *Core habitat*, gebied waar houtige vegetatie of ander geschikt foerageerhabitat aanwezig is binnen 20m van water.
- *Dispersion habitat*, gebied tot 300m van water, waar bevers wel kunnen voorkomen, maar wat geen noemenswaardig foerageergebied vormt.
- *'Null' habitat*, gebied verder dan 300m van water gelegen waar geen bever wordt verwacht.

In het resulterende kaartbeeld valt snel op dat *'Null' habitat* weinig voorkomt in het waterrijke Friesland, behalve in het Drents-Friese Wold, de duinen van de Waddeneilanden en enkele andere plekken. Grote concentraties *Core habitat* vallen op in waterrijke natuurgebieden zoals de Alde Feanen en de Deelen. Ook buiten natuurgebieden ligt in het relatief boomrijke oosten van de provincie in het coulisselandschap en de beekdalen relatief veel habitat. Op de meer open kleigronden in het noordwesten van de provincie is juist weinig *Core habitat* te vinden.

Om aan de hand van de analyse tot een goede bepaling van de draagkracht te komen is het *Core habitat* nader onderverdeeld op basis van de kwaliteit van het voedselaanbod. Voor het bepalen van deze kwaliteit is gebruik gemaakt van topografische bronnen, de beheertypenkaart uit het Natuurbeheerplan en een kaart met hout- en struikachtige landschapselementen. Onderbouwd vanuit de literatuur zijn alle loofbostypen beoordeeld als optimaal habitat. Naaldbos

en natuurtypen uit de beheertypenkaart die niet primair loofbos zijn, zoals bijvoorbeeld rietland, zijn beoordeeld als suboptimaal habitat. Deze categorie heeft in de habitatgeschiktheidsanalyse een weegfactor 0,5. De aanname is dat dieren hiervan twee keer zoveel oppervlakte nodig hebben om voldoende voedsel te vinden. Habitat in gebieden met hele lage gemiddelde grondwaterstanden is afgewaardeerd, omdat hier vermoedelijk in (een deel van) de watergangen niet jaarrond water staat. De weegfactor van het habitat in deze gebieden wordt gehalveerd. Hierdoor wordt optimaal habitat afgewaardeerd tot suboptimaal habitat en suboptimaal habitat tot marginaal habitat, met een weegfactor 0,25. Tot slot zijn gebieden met beverhabitat uitgesloten, indien dit habitat wijdverspreid en daarmee in onvoldoende dichtheid aanwezig is om een beverterritorium te vormen. Hiertoe is voor elke locatie in de provincie bepaald hoeveel hectare beverhabitat aanwezig is binnen een zoekcirkel van 1,5 km. Op basis hiervan is het habitat in de gebieden met een te lage dichtheid vervolgens uitgesloten.

Voor het bepalen van het aantal bevers dat kan leven in het vastgestelde habitat zijn twee variabelen belangrijk; de gemiddelde oppervlakte aan optimaal oeverhabitat van een beverterritorium en het gemiddelde aantal dieren per territorium. Binnen het verspreidingsgebied van de bever worden hier vrij grote verschillen in aangetroffen. Vanwege deze variatie is er voor gekozen om diverse scenario's door te rekenen en de uitkomst in een bandbreedte te presenteren. De voorspellingen variëren tussen een scenario met een lage dichtheid, als gevolg van grote territoria en een kleine groepsgrootte en een hoge dichtheid als gevolg van kleine territoria en een grote groepsgrootte. Via deze benadering schatten wij de draagkracht van het Friese landschap in het laagste scenario op 3.349 dieren, en in het hoogste scenario op 14.512 dieren. In het vanuit de literatuur het meest breed onderbouwde, gemiddelde scenario, schatten wij de draagkracht van het huidige landschap in Friesland op 7.070 bevers.

Hoe snel de populatie haar draagkracht bereikt is wederom onderhevig aan variabelen. Ruwweg is de ontwikkeling van een jonge populatie te verdelen in drie fasen. In de eerste fase koloniseren zwerende individuen in een willekeurig patroon onbezet gebied. Het verspreidingsgebied neemt in deze fase snel toe maar doordat de dieren moeilijk partners vinden verloopt de populatiegroei nog erg traag. Zodra echter een bepaalde dichtheid is bereikt neemt de groeisnelheid van de populatie vaak sterk toe. Vanaf dit punt kan de groeicurve gevat worden in een logistisch groeimodel, waarbij de populatie exponentieel toeneemt totdat deze in de derde fase stabiliseert rond de draagkracht. Op welk punt de tweede fase van start gaat is lastig te voorspellen omdat de eerste fase sterk afhankelijk is van kansmomenten. Wanneer de tweede fase eenmaal van start gaat kan de gemiddelde groeisnelheid variëren per gebied. Bij een groeisnelheid van 27%, zoals geschat voor de Gronings-Drentse populatie, zou het volgens een logistisch model zo'n 37 jaar duren voordat een gemiddelde draagkracht van 7.070 bevers wordt bereikt. In andere delen van Nederland werden lagere snelheden geschat van rond de 15%, waardoor de tweede fase rond de 66 jaar zou duren.

De analyses wijzen erop dat de provincie Friesland in potentie een aanzienlijke beverpopulatie kan herbergen. Het is daarom zaak om nu gerichte voorbereidingen te treffen. Bevers vervullen belangrijke rollen in het ecosysteem maar samenleven met deze soort brengt ook uitdagingen met zich mee. Het is dan ook niet haalbaar om bevers overal hun gang te laten gaan. Om deze reden is het aan te raden om risico's in kaart te brengen en voortschrijdende maatregelen te nemen om schade te beperken. Het monitoren van de ontwikkelende populatie is daarnaast van belang om grip te houden op de situatie en om conflicten tijdig te signaleren. Wij adviseren beleidsmakers in Friesland om stappen te zetten richting de realisatie van een beverbeheerplan, waarin keuzes worden gemaakt op landschapsschaal en waarmee tijdig kan worden ingegrepen wanneer de veiligheid in het geding komt. Dit vroege stadium is hét moment om keuzes te maken die het mogelijk maken om duurzaam en veilig met de bever samen te leven

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Sinds het herintroduceren van de soort in 1988, breidt de Nederlandse populatie bevers (*Castor fiber*) zich snel uit. Momenteel leven er naar schatting 5000-6000 individuen in heel Nederland. De deelpopulatie in het noordoosten van Nederland omvat naar schatting 350 individuen. Hoewel deze bevers nu nog met name in Groningen en Drenthe verblijven, breidt de populatie zich langzaam uit in de richting van Friesland. In 2014 is voor het eerst sinds de 19^e eeuw weer een bevervestiging vastgesteld in Friesland. In 2017 is de tweede gevestigde bever vastgesteld, en recent (in 2023) is het derde geval van vestiging nabij Drachten bevestigd. Daarnaast is eind 2023 een dood exemplaar gevonden in de buurt van Appelscha.

De provincie Fryslân en Wetterskip Fryslân (hierna: de opdrachtgever) willen zich graag goed voorbereiden op de komst van (meer) bevers naar Friesland. Daarvoor is behoefte aan inzicht in de omvang en ligging van voor de bever geschikt leefgebied en de maximale draagkracht hiervan. Het gaat hierbij in eerste instantie puur om de ecologische draagkracht, waarbij risico's als gevolg van de aanwezigheid van de bever vooralsnog buiten beschouwing worden gelaten. Tevens is men geïnteresseerd in een prognose van de ontwikkeling van de beverpopulatie in Friesland in een aantal geschetste scenario's.

In deze rapportage geven wij, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek (A&W), een zo goed mogelijk antwoord op bovengenoemde vragen. In paragraaf 1.2 behandelen wij de hiervoor opgestelde onderzoeksvragen en in paragraaf 1.3 wordt de bijbehorende onderzoeksopzet besproken. Gedurende dit onderzoekstraject maken wij gebruik van de expertise op het gebied van bevers van Vilmar Dijkstra van de Zoogdiervereniging en Daan Bos van Hogeschool Van Hall Larenstein.

1.2 Doel

Het hoofddoel van dit onderzoek is om een voorspelling te geven van de te verwachten ontwikkeling van de beverpopulatie in Friesland. Met behulp van een habitatgeschiktheidsanalyse, gegenereerd met geografische data, kan voorspeld worden waar in Friesland de bever zich met name zal vestigen. Vervolgens wordt met behulp van literatuur onderbouwd hoe snel de bever zich vermeerderd en verplaatst, en welke abiotische landschapkenmerken hierbij komen kijken. Met hulp van de eerdergenoemde soortenexperts zullen deze theorieën bediscussieerd worden aan de hand van eerder opgedane ervaringen elders in Nederland.

De onderzoeksvragen voor dit onderzoek zijn als volgt:

1. Wat zijn geschikte leefgebieden?
2. Wat zijn ongeschikte (leef)gebieden?
3. Wat is de maximale populatiegrootte in Fryslân op basis van het huidige landschap?
4. Hoe zal de beverpopulatie zich ontwikkelen in de tijd?

1.3 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk wordt de onderzoeksopzet besproken. In hoofdstuk 3 staat vervolgens het theoretisch kader. Hierin wordt de relevante informatie uit de literatuurstudie beschreven die het kader vormt voor de rest van het onderzoek. In hoofdstuk 4 komt de habitatgeschiktheidsanalyse aan bod, hierbij wordt de GIS analyse besproken en het oppervlakte aan geschikt leefgebied voor de bever in Friesland. In hoofdstuk 5 worden voorspellingen gedaan rondom de verspreiding en populatiegroei aan de hand van literatuur en modellen. Tot slot, in hoofdstuk 6 bediscussiëren we de bevindingen en geven we antwoord op de bovenstaande onderzoeksvragen. In dit hoofdstuk bediscussiëren wij ook hoe keuzes in beheer en beleid de populatieontwikkeling en uiteindelijke populatiegrootte beïnvloeden. Ten slotte bespreken we de implicaties van de gemaakte voorspellingen en doen we aanbevelingen voor de toekomst.

2 Onderzoekopzet

In dit hoofdstuk wordt de onderzoeksmethode beschreven. Aan de hand van een literatuuronderzoek, een Geografisch informatiesysteem (GIS) modelering en een statistische analyse in het programma R zijn de onderzoeksvragen beantwoord in H5.

2.1 Literatuuronderzoek

Voorafgaand aan het beantwoorden van de onderzoeksvragen is er eerst een beknopte literatuurstudie uitgevoerd. Het doel hiervan was om de, voor de Friese situatie, relevante beschikbare informatie op een rij te zetten. Vanuit de ecologie zijn de eisen bepaald die de bever aan zijn habitat stelt. Deze eisen vormden de basis van de habitatgeschiktheidsanalyse

2.2 Habitatgeschiktheidsanalyse & draagkracht

2.2.1 Algemeen

Voor het beantwoorden van de vragen die gesteld zijn door de opdrachtgever bouwen wij voort op de habitatschiktheidsanalyse zoals uitgevoerd voor het Beverbeheerplan Groningen-Drenthe (Bos et al., 2020). De analyse in dit rapport is grotendeels gebaseerd op de analyse van Scottish Natural Heritage (SNH), een uitgebreide GIS-analyse is uitgevoerd voor het modelleren van potentieel foerageerhabitat (Shirley et al., 2015). Habitat wordt volgens deze methode onderverdeeld in de volgende categorieën, die ook zijn aangehouden in het beverbeheerplan:

- *'Null' habitat*: dit is alle gebied verder dan 300m van water.
- *Core habitat*: dit is alle gebied, binnen 20m van permanent water inclusief dat water zelf, waarbij aannemelijk is dat de dieren er voldoende voedsel kunnen vinden.
- *Dispersal habitat*: al het overige gebied.

Deze benadering maakt het mogelijk om een provincie-dekkend beeld te creëren van de geschiktheid van het landschap voor de aanwezigheid van de bever. Om echter tot een kwantificering te komen van de potentiële draagkracht van dit landschap in aantallen bevers, zetten wij in deze studie een aantal aanvullende stappen. Om een inschatting te maken van het aantal bevers dat daadwerkelijk in het landschap zou kunnen leven, hebben wij verder ingezoomd op het *Core habitat*. Binnen deze categorie maken wij een onderverdeling gebaseerd op de kwaliteit van deze gebieden als foerageerhabitat. De onderverdeling is als volgt:

- **Optimaal Habitat**: Goed voedselaanbod, bevers kunnen hier hoge dichtheden behalen.
- **Suboptimaal Habitat**: Suboptimaal voedselaanbod, bevers hebben een grotere oppervlakte nodig om voldoende voedsel te verzamelen.
- **Marginaal Habitat**: Suboptimaal habitat waar mogelijk niet het gehele jaar voldoende water aanwezig is.

Deze onderverdeling is geïnspireerd door de Beaver Forage Index (BFI) die is gecreëerd voor het modelleren van habitatkwaliteit in het Verenigd koninkrijk (Graham et al., 2020). Deze methode kan echter niet 1:1 worden toegepast op de Friese situatie. Zowel het landschap en daarmee de hydrologische situatie als de beschikbare ruimtelijke informatiebronnen zijn niet

direct vergelijkbaar. Om deze reden hebben wij een methode ontwikkeld die aansluit bij de situatie in de provincie Friesland. Hierbij hebben wij zo veel mogelijk gebruik gemaakt van de huidige literatuur rondom bevers in het binnen- en buitenland.

2.2.2 GIS methodiek

De habitatgeschiktheidsanalyse voor Friesland is uitgevoerd door middel van een zogenaamde multicriteria analyse (MCA) in een Geografisch Informatie Systeem (GIS) (Eastman, 1999). MCA is een techniek waarmee verschillende criteria kunnen worden meegewogen om tot één antwoord te komen. In een GIS betekent dit dat aan informatie vanuit verschillende databronnen (kaartlagen) een gewicht wordt toegekend om deze vervolgens op basis hiervan te combineren tot één eindbeeld (kaartlaag). De weging in een MCA biedt de mogelijkheid om naast een binaire uitkomst (ongeschikt – geschikt), de uitkomst uit te drukken op een daarvoor bedachte schaal, zoals bijvoorbeeld ‘ongeschikt / redelijk geschikt / geschikt / uitermate geschikt’.

In een MCA wordt vaak onderscheid gemaakt in twee typen criteria, namelijk *factors* en *constraints*:

- Factors zijn criteria waarvan de inhoud wordt meegewogen in het bepalen van de uitkomst, zoals in deze analyse bijvoorbeeld de geschiktheid van een type landgebruik als foerageerhabitat voor de bever.
- Constraints zijn criteria die voorwaardelijk of beperkend zijn. In een MCA betekent dit dat een geografisch gebied wordt uitgesloten indien daar niet aan een inhoudelijke of ruimtelijke voorwaarde wordt voldaan, zoals in deze analyse bijvoorbeeld dat het bever-foerageerhabitat binnen een bepaalde afstand van water dient te liggen.

Ook in de habitatgeschiktheidsanalyse voor Friesland is sprake van factors en constraints. In hoofdstuk 4 beschrijven we in detail de stappen die gezet zijn voor de habitatgeschiktheidsanalyse. Waar nodig motiveren we de inhoudelijke keuzes die hiervoor zijn gemaakt en verwijzen we indien relevant naar de literatuur (hoofdstuk 3) die hieraan ten grondslag ligt. We maken hierbij de duidelijke onderverdeling in bovengenoemde factors en constraints.

2.2.3 Modellerings Populatie-ontwikkeling

Door een combinatie van literatuuronderzoek en modellering kunnen algemene voorspellingen worden gedaan over mogelijke ontwikkelingen van de beverpopulatie. In hoofdstuk 5 worden enkele populatiemodellen gebouwd met behulp van het programma R (R Core team, 2022). Het doel van deze modellen is om te illustreren welke factoren er ten grondslag liggen aan de vorm van de populatiegroeicurve. Aan de hand van literatuur worden er met deze modellen globale voorspellingen gedaan voor de verwachte populatieontwikkeling in Friesland.

2.3 Expert-sessies

Voor dit onderzoek is er externe afstemming geweest met soortexperts, Vilmar Dijkstra (Zoogdiervereniging) en Daan Bos (Hogeschool Van Hall Larenstein). Er waren twee sessies georganiseerd op strategische momenten in het onderzoeksproces om de voortgang af te stemmen met deze soortexperts. De eerste sessie vond plaats op 15 juni 2023. De tweede sessie op 8 september 2023.

Sessie 1

Dit moment vond plaats na het afronden van het literatuuronderzoek. Tijdens deze sessie zijn de relevante parameters uit het literatuuronderzoek besproken. Hierbij is vooral aandacht besteed aan de gemiddelde groeps grootte per territorium en welke habitateisen het meest relevant zijn voor de GIS-modellerings. Daarnaast is er uitvoerig aandacht besteed aan de methodiek voor de habitatgeschiktheidsanalyse.

Sessie 2

De tweede sessie heeft plaats gevonden na het uitvoeren van de GIS analyse. In deze sessie zijn de stappen van de analyse, en de keuzes die hierin gemaakt zijn toegelicht. Ook is er een overzicht gegeven welke data gebruikt is. Daarnaast zijn de gemiddelde groeps grootte, populatie ontwikkeling en de modellering daarvan besproken. Deze vormen de basis voor de voorspelling voor de beverpopulatie in Friesland.

3 Theoretisch kader

Dit hoofdstuk bevat een uiteenzetting van beschikbare kennis rondom de ecologie van de Europese bever. Van een algemeen beeld van de levenswijze van de soort werken wij toe richting informatie die cruciaal is voor onze analyse. Centraal staan hierin de habitats- en voedsel-eisen van de soort, de groepsstructuur en dichtheden die de soort kan bereiken. Daarnaast wordt aandacht besteed aan de huidige verspreiding van de soort en de typische groeisnelheden van ontwikkelende populaties.

3.1 Algemene soortinformatie

De Europese bever (*Castor fiber*) is door zijn omvang, forse voortanden en platte geschubde staart moeilijk te verwarren met enig ander zoogdier. Met een gemiddeld gewicht van 15-20 kg en een maximaal gewicht van zo'n 40 kg is de bever het grootste inheemse knaagdier van Europa. Bevers zijn semi-aquatische dieren en hebben een groot aantal kenmerken voor het leven in water, zoals hun waterafstotende vacht en de platte staart die fungeert als peddel. Bevers bezitten daarnaast een tweede paar lippen, die ze kunnen sluiten achter de voortanden. Zo kunnen bevers zwemmend takken vervoeren en water buiten de luchtwegen houden. Takken die de dieren op deze manier vervoeren worden gebruikt voor de bouw van de bekende beverburcht. Beverburchten kunnen uitgroeien tot imposante constructies van takken welke zijn dichtgemetseld met modder. Bij de aanwezigheid van voldoende hoge oevers prefereren bevers doorgaans om een burcht te creëren in de vorm van een gegraven tunnelstelsel, al dan niet voor een deel uitgebouwd met takken (Fustec et al., 2003). De ingang van een burcht wordt gebouwd onder de waterlijn, wat de bevers beschermt tegen predatie. De wolf (*Canis lupus*) is het enige in Nederland voorkomende dier dat een bedreiging vormt voor bevers. Er zijn echter ook gevallen bekend waarbij otters (*Lutra lutra*) jonge bevers doden (Reid et al., 1994).

3.1.1 Groepsstructuur

In een burcht leven bevers in kleine families van doorgaans twee tot acht dieren. Deze families bestaan uit een monogaam paar en hun jongen, plus de jongen van het vorige jaar. 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). De oudere jongen zullen uiteindelijk het territorium van hun ouders verlaten om elders een eigen familie te stichten. Tot die tijd helpen ze met het onderhouden van de burcht, het grootbrengen van de jongere dieren en het verzamelen van voedsel. De groeps grootte per burcht is erg variabel, en is door het gedrag van de dieren moeilijk te bepalen. Bij zowel de Europese als de Amerikaanse bever blijken groepen gemiddeld groter te zijn in populaties met hoge territoriumdichtheid, dan in jongere of geëxploiteerde populaties (Campbell et al., 2005; Mctaggart & Nelson, 2003; Muller-Schwarze & Schuite, 1999; Payne, 1982). Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat jonge bevers meer moeite hebben met het vinden van geschikte territoria, en daardoor langer bij hun ouders blijven.

3.1.2 Voedsel

Bevers zijn herbivoor en leven van kruidige vegetatie, waterplanten en de bladeren, twijgen en bast van loofbomen en struiken (Krojerová-Prokesová et al., 2010). Het zoeken van voedsel gebeurt 's nachts, en bij voorkeur dicht langs de waterkant (Janiszewski et al., 2017; Svanholm Pejstrup et al., 2023). In Noordelijk en centraal Europa eten bevers voornamelijk wilgen, welke veelal in de nabijheid van water voorkomen. Een gevarieerd dieet aan loofbomen wordt echter

geprefereerd, en bevers foerageren selectief op onder andere (ratel)populieren, hazelaars en andere soorten wanneer deze beschikbaar zijn (Haarberg & Rosell, 2006; Janiszewski et al., 2017; Svanholm Pejstrup et al., 2023). Naaldbomen worden vermeden, maar worden ook gegeten wanneer andere bomen schaars zijn (Rosell & Campbell-Palmer, 2022). Bevers foerageren voornamelijk op kleine, jonge bomen met diameters van enkele centimeters, maar zijn in staat bomen met diameters tot zestig centimeter om te knagen (Wažna et al., 2018). De knaagsporen aan bomen zijn doorgaans de gemakkelijkste manier om de aanwezigheid van bevers in een gebied aan te tonen (zie afbeelding 3.1). De tandsporen op afgekloven stammen zijn onmiskenbaar en de hoeveelheid sporen geeft een indicatie voor de mate van beveractiviteit, zelfs als burchten moeilijk te vinden zijn dankzij de verstopte ingang.



Figuur 3.1 Boom omgeknaagd door bevers (foto: Rechtenvrije afbeelding)

3.1.3 Habitateisen

De belangrijkste habitateisen van bevers zijn de aanwezigheid van water en voldoende voedsel, voornamelijk in de vorm van houtige vegetatie (zie afbeelding 3.2). Vooral de aanwezigheid van voldoende wilgen als hoofdvoedselbron nabij water blijkt belangrijk te zijn voor vestigende bevers (John & Kostkan, 2009). 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. In een nieuw koloniserende populatie kunnen jonge dieren zich op tientallen kilometers van hun ouderlijke territorium vestigen (Fustec et al., 2001; Hartman, 1995). Slechts wanneer de populatie verder groeit worden suboptimale territoria tussen de oude en nieuwe territoria opgevuld (Graham et al., 2020; John et al., 2010; Ulevičius et al., 2011). Deze suboptimale territoria kunnen minder ideale vegetatiesoorten bevatten en kunnen dichter bij bebouwing, infrastructuur en wegen liggen. Territoria van initiële kolonisten zijn vaak ook groter dan later gevestigde territoria (Campbell et al., 2005).

Een andere belangrijke habitateis voor bevers is jaarrond voldoende diepgang van het water om in te kunnen zwemmen (minimaal 50cm) en om de burchtingang onder het wateroppervlak te houden. Daarnaast moeten de dieren toegang hebben tot hoger gelegen vluchtplaatsen in het geval van hoogwatersituaties (Dijkstra & Poortinga, 2016). Houtige begroeiing dicht langs de waterkant is aantrekkelijk voor bevers, maar of het een noodzakelijke voorwaarde is, is nog onduidelijk. Bevers zijn in staat om tot op meer dan 150 meter van de waterkant te foerageren voor hun favoriete boomsoorten, en vraat binnen een straal tot 50 meter kan met enige regelmaat voorkomen (Janiszewski et al., 2017). De overgrote meerderheid van hun foerageertijd besteden bevers echter binnen 20 meter van de waterkant (Janiszewski et al., 2017; Krojerová-Prokesová et al., 2010; Svanholm Pejstrup et al., 2023).



Figuur 3.2 Voorbeelden van geschikt habitat voor bevers (foto's: A&W)

De bever is uniek in de mate waarin het dier zelf invloed uitoefent op habitats, en suboptimale habitats naar zijn eigen hand kan zetten. Door de mate van invloed die het dier heeft op zijn leefomgeving wordt de bever veelal bestempeld als “ecosystem engineer”. Door het verwijderen van bepaalde boomsoorten kunnen bevers plaatselijk vegetatiesuccessie beïnvloeden en heterogeniteit in het landschap creëren (Barnes & Dibble, 1988; Remillard et al., 1987). Verder creëert het achterlaten van afgeknaagde takken in het water habitat voor aquatische fauna (Snodgrass & Meffe, 1998). Door zulke effecten gaat de aanwezigheid van bevers veelal gepaard met een stijging in biodiversiteit (Law et al., 2016; Orazi et al., 2022).

De meest bekende habitat-aanpassing die bevers kunnen doen is de beverdam (figuur 3.3). Beverdammen stuwen water op waardoor er stroomopwaarts een zogeheten “beaver-pond” ontstaat. Deze stuwmeertjes vormen waardevolle habitats, met name voor bepaalde vissoorten, amfibieën en vogels (Brazier et al., 2021; Dalbeck et al., 2020; Snodgrass & Meffe, 1998). De dammen kunnen in sommige gevallen een knelpunt vormen voor de trek van bepaalde vissoorten. Dammen worden echter lang niet in alle territoria gebouwd. De primaire functie van een dam is zorgen dat de burchtingang jaarrond onderwater blijft en de dieren hun

foerageerplekken zwemmend kunnen bereiken. Plaatsen waar bevers over kunnen gaan tot dammenbouw zijn vrij goed te voorspellen aan de hand van de breedte en vooral de diepte van een watergang (Hartman & Törnlov, 2006; Swinnen et al., 2019; Graham et al., 2020). Stromend water dat in de zomer droogvalt tot beneden 68-50 cm kan bevers er toe aanzetten om een dam te bouwen. Ook is er tot op zekere hoogte te voorspellen of bevers zullen overgaan tot de bouw van een takkenburcht of een gegraven burcht aan de hand van de omgeving (Graham et al., 2020). Hoge, steile oevers zetten vaak aan tot graven en flauwe taluds en lage oevers leiden vaker tot bouwen (Fustec et al., 2003).



Figuur 3.3 Beverdam in Canada (foto: A&W)

3.1.4 Verspreiding

De bever is in het verleden intensief vervolgd in Europa en Azië, en aan het eind van de 19^e eeuw bestond de populatie nog uit zo'n 1200 individuen (Halley et al., 2021). De laatste bevers hielden stand in kleine relictpopulaties in Frankrijk, Duitsland, Noorwegen en de voormalige Sovjet-Unie. In de 20^e eeuw begon het tij te keren voor de bever, en door beschermende maatregelen en meerdere herintroducties heeft de soort een spectaculaire comeback gemaakt. De bever komt tegenwoordig weer voor in het merendeel van zijn oorspronkelijke verspreidingsgebied, en de Europese populatie werd in 2020 geschat op ruim 1.000.000 dieren (Wróbel, 2020). Beverpopulaties kunnen snel groeien na herintroducties (Hartman, 2003; Yanuta et al., 2022). Jaarlijkse groeisnelheden tot 40% of hoger zijn geschat bij de kolonisatie van nieuwe gebieden, in uitzonderlijke gevallen (Yanuta et al., 2022). Dit onderzoek onderscheidde gebieden met "lage" jaarlijkse groei van minder dan 20%, gemiddelde groei van 20-40% en snelle groei van meer dan 40%. Landelijk zag Polen tussen 2003 en 2019 een jaarlijkse populatiegroei van 21% (Yanuta et al., 2022). Ook in Nederland heeft de herintroductie van de bever geleid tot een snelle populatieontwikkeling. Na uitzettingen in onder andere de Biesbosch, de Hunze en

de Gelderse poort heeft de bever zich snel uitgebreid naar een groot deel van het land. De Zoogdierverseniging schat het aantal bevers in Nederland in 2023 op 5000-6000 (De Zoogdierenvereniging). In 2019 werd de populatie door de Zoogdierenvereniging nog geschat op 2000-3500 dieren. Uitgaande van een gemiddelde schatting voor beide jaren komt dat landelijk neer op een gemiddelde groeisnelheid van 19% gedurende de laatste vier jaar. Gedurende de periode 2000-2004 werden door intensieve monitoring in de Gelderse Poort en Flevoland groeisnelheden vastgesteld van respectievelijk 15 -18% (Niewold, 2004).

Waarnemingen van bevers in Friesland werden voor het eerst gedaan in 2014. Tot nu toe gaat het echter om enkelingen en is van kolonisatie op grotere schaal geen sprake. Het is echter aannemelijk dat hier op termijn verandering in komt, aangezien de beverpopulatie van naburige provincies snel groeit. De populatie in Groningen en Drenthe is tussen 2008-2012 en 2020-2021 gegroeid van 28 tot een geschatte 247 dieren (de Jong-Stegink, 2021) in een periode van 9 jaar komt dat neer op een gemiddelde populatiegroei van 27% per jaar. De waterschappen schatten de populatie in 2023 op 350. Ook in Overijssel en Flevoland is de bever al vertegenwoordigd. Kolonisatie vanuit deze naburige populaties is erg waarschijnlijk.

3.2 Onderbouwing modelleerkeuzes

Voor het modelleren van de ontwikkeling van de beverpopulatie in Friesland (in H4 en 5) dienen enkele keuzes gemaakt te worden ten aanzien van de verwachte geschiktheid van verschillende habitattypen voor de bever. Dit is niet eenvoudig aangezien deze soort een groot verspreidingsgebied heeft en voorkomt in veel verschillende landschapstypen en klimaatzones. Het landschap van Friesland wordt voor het grootste deel gedomineerd door landbouwgrond en kunstmatige waterwegen, en is daarom het best te vergelijken met onderzoeken in andere antropogene landschappen. Habitatselectie en voedselkeuze van bevers in sterk aangepaste tot semi-natuurlijke landschappen is onderzocht in onder andere Denemarken (Svanholm Pejstrup et al., 2023), Litouwen (Ulevičius et al., 2011), Tsjechië (John et al., 2010; Mikulka et al., 2020), Polen (J. Romanowski et al., 2008; Zwolicki et al., 2019), Frankrijk (Fustec et al., 2001) en het Verenigd Koninkrijk (Graham et al., 2020). Met name de landschappen van westelijk Litouwen en het stroomgebied van de Vistula-rivier in Polen zijn interessant om te vergelijken met de Friese situatie. In deze gebieden zijn, net als in Friesland, grote gebieden ontwaterd en komen bevers voor in kunstmatige waterwegen (Ulevičius et al., 2011; Zwolicki et al., 2019). Daarbij moet meegenomen worden dat in sommige Europese landen al beperkt beheer van de beverpopulatie plaatsvindt, wat uiteraard invloed heeft op populatiedichtheden.

3.3 Habitatgeschiktheid

De aanwezigheid van water en voldoende voedsel zijn de belangrijkste factoren bij het bepalen van geschikt beverhabitat. Verschillende typen habitat kunnen meer of minder geschikt zijn, en kunnen daarom hogere of lagere beverdichtheden van voedsel voorzien. In Polen en Litouwen zijn beverdichtheden bijvoorbeeld veel lager in open landbouwgebieden dan in (semi-) natuurlijke gebieden (Ulevičius et al., 2011; Zwolicki et al., 2019).

Hoewel de dieren gedurende de zomermaanden kunnen foerageren op veel verschillende plantensoorten is houtige vegetatie de belangrijkste voedingsbron, zeker in de winter (Krojerová-Prokesová et al., 2010; Rosell & Campbell-Palmer, 2022). De aanwezigheid van voldoende houtige vegetatie wordt dan ook in de meerderheid van de literatuur gevonden als een belangrijke voorwaarde voor de vestiging van beverterritoria (Fustec et al., 2001; Hartman, 1996;

John et al., 2010). Aangezien loofbomen de belangrijkste vorm van houtige vegetatie zijn in het dieet van de bever (Haarberg & Rosell, 2006; Janiszewski et al., 2017; Svanholm Pejstrup et al., 2023), wordt loofbos in deze analyse aangehouden als optimaal habitat.

Bevers zijn echter wel vrij generalistisch en bij hoge dichtheden zullen ook minder favoriete voedselbronnen gegeten worden. Naaldbomen worden grotendeels vermeden, maar deze worden ook gegeten wanneer er een gebrek is aan loofbomen (Rosell & Campbell-Palmer, 2022). In Noorwegen en Zweden komen bevers voor in naaldbossen met <15% aandeel loofbomen (Haarberg & Rosell, 2006; Hartman, 1995). Hier foerageren ze bij voorkeur op loofboomsoorten die veelal langs de oever voorkomen. Ook in de Gronings-Drentse populatie zijn meerdere burchten te vinden in naaldbos. Naaldbos wordt in de analyse in H4 daarom gerekend als suboptimaal habitat, en dus niet uitgesloten zoals in het beverbeheerplan (Bos et al., 2020).

Daarnaast kunnen bevers leven van (moeras)vegetaties en kruiden en kunnen ze de wortels van rietstengels verorberen (Rosell & Campbell-Palmer, 2022). Verschillende natuurtypen zoals veenmoeras, gemaaid rietland en andere beheertypen worden daarom meegenomen in de analyse als suboptimaal habitat. Bevers kunnen zich verder voeden met landbouwgewassen (Lodberg-Holm et al., 2022; Mikulka et al., 2020), maar deze zijn wisselend en niet het hele jaar aanwezig en ook niet alle gewassen worden gegeten. Gezien de mate van onvoorspelbaarheid en onzekerheid zijn akkers in de analyse niet meegenomen als potentieel habitat.

Geschikte voedselbronnen dienen dicht bij water te liggen om interessant te zijn voor de bever. Zoals eerder besproken foerageren bevers voornamelijk binnen 20 meter van de waterkant (Janiszewski et al., 2017; Krojerová-Prokesová et al., 2010; Svanholm Pejstrup et al., 2023). Voor het identificeren van geschikt foerageerhabitat van bevers in een GIS wordt daarom een zone van 20 meter vanuit de oeverlijn gehanteerd. Alle habitat buiten deze zone wordt in de analyse (H4) buiten beschouwing gelaten voor de kwantificering van geschikt bever leefgebied en de draagkracht hiervan.

3.4 Dichtheden

Dichtheden van bevers kunnen erg verschillen tussen populaties. De gemiddelde territoriumgrootte en het aantal bevers per territorium loopt sterk uiteen binnen het omvangrijke verspreidingsgebied van de Europese bever. Om te kunnen omgaan met de onzekerheden rondom deze parameters rekenen we met 3 scenario's: een hoge dichtheid, een gemiddelde dichtheid en een lage dichtheid.

De territoriumgrootte van bevers wordt in de literatuur veelal uitgedrukt in kilometers oeverlengte. Voor het bepalen van de hoeveelheid geschikt habitat in H4 rekenen wij echter met hectares. Hiermee wijken wij af van andere analyses zoals die van Graham (2022). De afwijkende hydrologie van Friesland ligt ten grondslag aan deze keuze. Voor de analyse van Graham (2022) werd rivierhabitat opgedeeld in lijnvormige stukken op basis van een hydrologisch hoogtemodel. Van deze stukken werd vervolgens de oeverlengte genomen. Dit type hoogtemodel is voor de Friese hydrologie niet toepasbaar, aangezien deze bestaat uit een groot netwerk van doorkruisende watergangen. Qua data zorgt dit voor een onverwerkbaar grote dataset aan lijnvormige stukjes. Daarnaast bestaat door dit dichte netwerk het gevaar dat de hoeveelheid habitat wordt overschat als er gerekend wordt met oeverlengtes in plaats van hectares. Neem als voorbeeld een petgatengebied als de Deelen. Een smalle beboste strook land van 20 meter breed en 500 meter lang heeft een oppervlakte van 1 hectare maar heeft een oeverlengte van

een kilometer. Omdat de hoeveelheid houtige vegetatie op deze strook niet verdubbelt door de extra oeverlengte is het ecologisch relevanter om te werken met oppervlaktes habitat.

Gebaseerd op een literatuurreview wordt de grootte van een gemiddeld beverterritorium geschat op ongeveer 3 km aan oeverlengte (Rosell & Campbell-Palmer, 2022). Aangezien het door ons ontwikkelde model werkt met een zone van 20 meter langs oevers gaan we er voor deze analyse vanuit dat een beverterritorium minstens 6 hectare aan *Core habitat* moet bevatten.

Territoriumgrootte is echter zeer variabel en lijkt af te hangen van de productiviteit van de omgeving. Zo wordt in Noorwegen de gemiddelde territoriumgrootte geschat op 4 km (8 ha) oever (Pinto et al., 2009; Rosell & Campbell-Palmer, 2022), en wordt door andere onderzoeken in centraal Europa 2 km (4 ha) aangehouden als het gemiddelde (Fustec et al., 2001; Hartman, 1996; Zwolicki et al., 2019).

De gemiddelde groepsgrootte van de Europese bever wordt geschat op 3,8 individuen per familie (Rosell & Campbell-Palmer, 2022). Dit aantal is ook aangehouden bij het schatten van de grootte van de huidige beverpopulatie in Groningen/Drenthe. (de Jong-Stegink, 2021). Dit aantal is gebaseerd op een literatuurreview van 13 onderzoeken naar de Europese bever (Rosell & Campbell-Palmer, 2022). Een mean range van 2,4-5,5 individuen per familie werd voor deze soort gevonden. De Amerikaanse bever is beter onderzocht en hier werd (gebaseerd op 52 onderzoeken) een gemiddelde gevonden van 5,2 individuen.

Voor het berekenen van de scenario's maken we gebruik van de volgende uitgangswaarden:

	Laag	Gemiddeld	Hoog
Territoriumgrootte	8 ha	6 ha	4 ha
Groepsgrootte	2,4	3,8	5,2

4 Habitatgeschiktheidsanalyse

In dit hoofdstuk behandelen we de stappen die ondernomen zijn in de habitatsgeschiktheidsanalyse. Hierbij maken we een overzicht van waar geschikt habitat voor de bever zich bevindt binnen Friesland, en komen wij tot een inschatting van het aantal dieren dat dit habitat kan ondersteunen. Hier maken wij ook inzichtelijk welke keuzes er tijdens dit proces zijn gemaakt om tot deze inschattingen te komen.

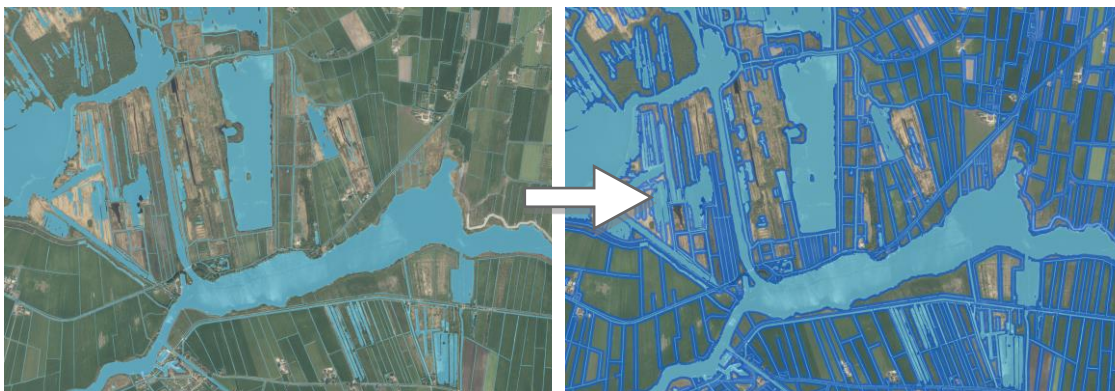
4.1 Zonering beverhabitat

De eerste stap is om beverhabitat in te delen aan de hand van de methode van Shirley (2015). De categorieën, zoals eerder genoemd, zijn als volgt:

- *'Null' habitat*: alle gebied verder dan 300m van water.
- *Core habitat*: alle gebied, binnen 20m van permanentwater inclusief dat water zelf, waarbij aannemelijk is dat de dieren er voldoende voedsel kunnen vinden.
- *Dispersal habitat*: al het overige gebied

Hierbij is water sturend als basis. Alle landoppervlakte op meer dan 300 meter van water zal geen deel uitmaken van het habitat van de dieren. Open water, op meer dan 20 meter vanuit de oeverlijn wordt in deze studie ook beschouwd als *"Null" habitat*. Dit betekent niet dat de dieren zich niet over open water zullen bewegen, maar dat wordt aangenomen dat hier geen noemenswaardig foerageergebied ligt voor de dieren. De zonering van het beverhabitat kan beschouwd worden als een beperkend criterium.

Voor het vaststellen van de ligging van water is gekozen om gebruik te maken van de water elementen uit de Basisregistratie Grootchalige Topografie (BGT). Dit is de meest gedetailleerde digitale topografische kaart die voor Nederland beschikbaar is en heeft daardoor als groot voordeel dat alle waterlichamen als vlakken (polygonen) beschikbaar zijn. De overgang van water naar land is daarmee gedetailleerd beschikbaar, waardoor de zone waar zich het *Core habitat* bevindt nauwkeurig kan worden geanalyseerd. Er zijn geen eisen gesteld ten aanzien van de breedte van de watergang, wel is water met de classificatie 'greppel, droge sloot' en 'zee' buiten beschouwing gelaten. Alle resterende waterlichamen zijn gebufferd met een afstand van 20 meter om zo tot de zone te komen waarin het *Core habitat* gelegen kan zijn (figuur 4.1).



Figuur 4.1 a) Ligging relevante waterlichamen BGT. b) Zone voor potentieel Core habitat (water fig. links + 20m buffer).

Of dit *Core habitat* daadwerkelijk aanwezig is, wordt bepaald door de aanwezigheid van voldoende geschikt voedselaanbod. De aanwezigheid van dit 'foerageerhabitat' is bepaald aan de hand van drie verschillende bronnen:

- relevante landschapselementtypen (L-typen) en natuurtypen (N-typen) uit het natuurbeheerplan van de provincie Fryslân voor 2023 (*NBP*);
- bosvormige elementen uit de Basisregistratie Topografie (BRT; *TOP10NL*) uit 2023;
- houtige landschapselementen, oftewel "Small Woody Features" uit 2018 (*SWF2018*) van Copernicus Land Monitoring Service (CLMS), het aardobservatie programma van de Europese Unie (EU).

Brondata Foerageerhabitat

Natuurbeheerplan

Het Natuurbeheerplan (NBP) is een databron die zich goed leent voor het identificeren van geschikt beverleefgebied op een wat groter schaalniveau (primair) binnen natuurgebieden (het Natuurnetwerk Nederland). Door dit schaalniveau zijn beheertypenvlakken lang niet altijd homogeen, maar beschrijven ze vaak goed een bepaalde leefomgeving (habitat). Een voorbeeld is het natuurtype moeras dat bijvoorbeeld kan bestaan uit een combinatie van open water, rietvegetaties en opslag van houtige gewassen (zie ook figuur 4.2a). Natuurbeheertypen bevinden zich in de grotere robuustere (natuur)gebieden die daardoor, mits van het juiste type, een prima basis vormen voor bever foerageerhabitat. De basis voor de selectie van relevante natuurbeheertypen is gegeven in hoofdstuk 3.3 en de volledige lijst is opgenomen in Bijlage 1.

Hierin maken we een onderverdeling in drie categorieën (loofbos typen, overige typen en droog productiebos) om enerzijds onderscheid te kunnen maken in de kwaliteit van beverhabitat en anderzijds te kunnen kwantificeren wat de impact is van het meewegen van bepaalde typen.

TOP10NL

De TOP10NL is een topografische kaart die een zo goed mogelijk beeld geeft van het landgebruik op ongeveer een schaal 1:10.000. Hierdoor is deze bron voor het identificeren van bosvormige elementen zowel inhoudelijk als ruimtelijk nauwkeuriger dan het NBP (zie figuur 4.2a). Bovendien is deze informatie provincie dekkend, en dus ook buiten natuurgebieden (NNN), beschikbaar. Anderzijds is deze bron door deze strakkere inhoudelijke (topografische) afbakening wel minder robuust als het gaat om het definiëren van een leefomgeving (habitat) waarin ook enige variatie zit met aanbod van andere voedselbronnen. De bosvormige elementen die in deze studie vanuit de TOP10NL worden meegewogen als foerageerhabitat zijn onderverdeeld in 'Loofbos' en 'Naaldbos'. Zo kan onderscheid gemaakt worden in de kwaliteit van beverhabitat en tevens inzicht worden gegeven in het relatieve aandeel van beide typen bos. Loofbos bestaat uit de objectklassen 'Loofbos', 'Gemengd bos', 'Griend' en 'Populieren', terwijl naaldbos uitsluitend uit de klasse 'Naaldbos' bestaat.

Small Woody Features

De databron SWF2018 (Small Woody Features) bevat een verzameling van hout-/struikachtige landschapselementen, zoals heggen, struiken en kleine groepjes bomen. Het betreft lijnvormige elementen van minder dan 30 meter breed, maar langer dan 30 meter en patchvormige structuren tussen 200 m² en 5.000 m². De dataset is specifiek gemaakt omdat dit type elementen vaak over het hoofd worden gezien of bewust weg worden gelaten bij het maken van kaarten van het landgebruik.

De objecten zijn afgeleid uit verschillende spectrale banden van hoge resolutie satellietbeelden, waardoor de inhoudelijke afbakening beperkt is en een inhoudelijke onderverdeling of informatie over soorten(samenstelling) bijvoorbeeld ontbreekt. Hoewel de databron uit 2018 dateert en daarmee op detailniveau hier en daar kan afwijken, is dit op provinciale schaal toch een zeer welkome aanvulling om op uniforme wijze de waarde van landschapselementen als bron van potentieel foerageerhabitat mee te kunnen wegen. Een bijkomend voordeel is dat op basis van de satellietbeelden de omvang van de elementen ('footprint') als vlak vrij goed lijkt te zijn bepaald. Waar in andere bronnen landschapselementen nog vaak als lijn en/ of puntobjecten worden gepresenteerd.



Figuur 4.2 a) Voorbeeld van verschil in ruimtelijk schaal- en detailniveau van de drie bronnen voor foerageerhabitat: in oranje beheertypen uit het NBP, in groen bos uit de TOP10NL en in geel houtige landschapselementen uit SWF2018. b) De figuur rechts toont de samenvoeging en daarmee het volledige gebied (in het groen) waar zich op basis van één of een combinatie van de drie bronnen, het 'Core habitat' kan bevinden.

De drie bronnen voor foerageerhabitat worden samengevoegd tot één bestand, waarbij de herleidbaarheid van de bron(nen) waardoor het gebied kwalificeert beschikbaar blijft (zie figuur 4.2 b). Het foerageerhabitat (figuur 4.2 b) wordt gecombineerd met het de zone voor potentieel *Core habitat* (zie figuur 4.1b) om zo tot het Bruto *Core habitat* te komen (figuur 4.3a).

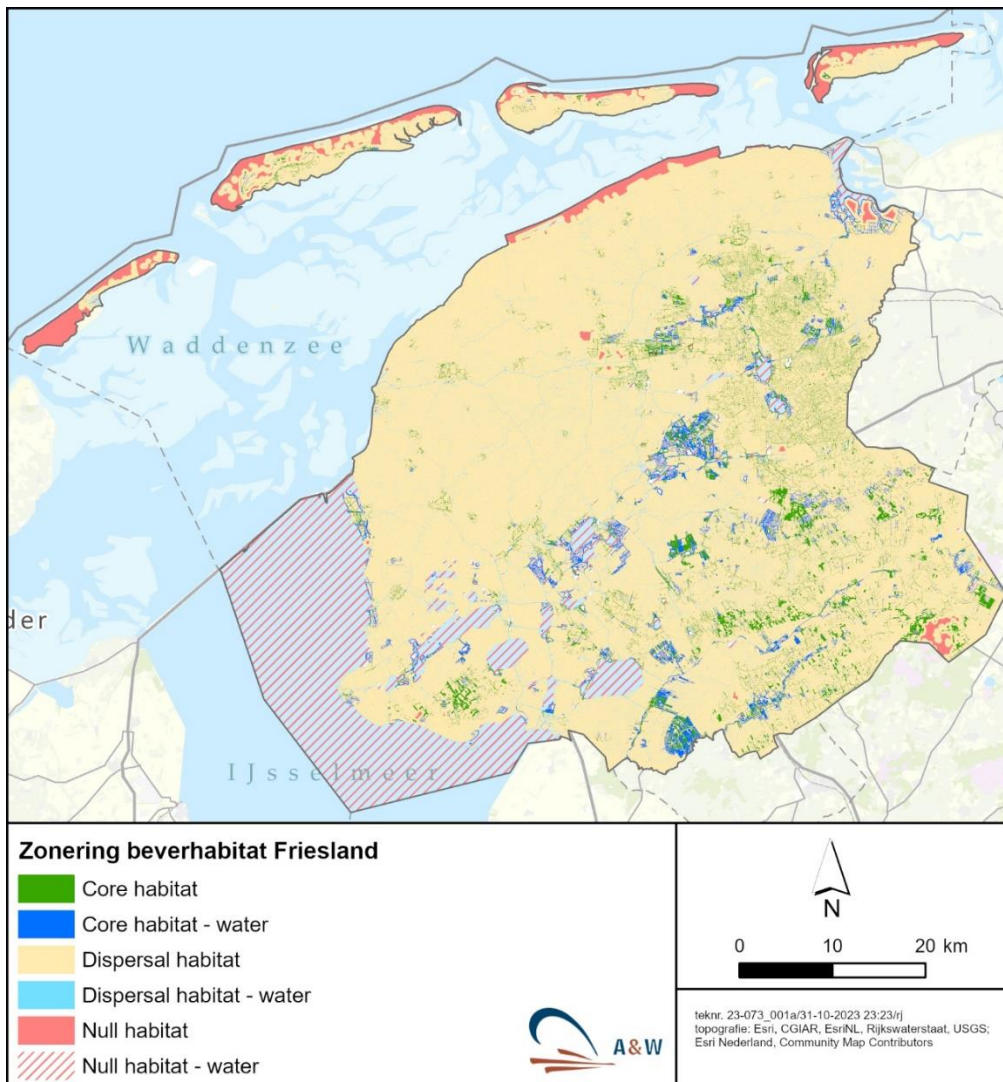


Figuur 4.3 a) Bruto Core beverhabitat – als resultaat van het combineren van foerageerhabitat met de zone op land tot en met 20 meter uit de oeverlijn. b) Core beverhabitat onderverdeeld in de land- en waterzone (samen oeverzone) – als resultaat van het verwijderen van water dat verder is gelegen dan 20 meter van de oeverlijn.

Voor waterlopen met foerageerhabitat binnen 20 meter is het logisch om de gehele oeverzone, dus zowel de landzone, als de hieraan gelegen waterzone als *Core habitat* te beschouwen. Indien we echter naar grote waterlichamen als meren kijken, achten we het niet reëel om dit voor het gehele vlakvormige water te doen. Daartoe is besloten om voor het waterdeel van het *Core habitat* de oeverzone aan te houden, met ook hier een maximale afstand van 20 meter uit de

oeverlijn. Hierdoor worden lijnvormige waterlichamen (meren en kanalen met een breedte tot 40 meter) tot het *Core habitat* gerekend op die plekken waar ze aan beide zijden grenzen aan *Core habitat* in de landzone. In het geval van bredere vlakvormige wateren bestaat het *Core habitat* uit de zone van maximaal 20 meter vanuit de oeverlijn (figuur 4.3b). Al het overige water beschouwen we "*Null habitat*".

Figuur 4.4 toont de zonerings van het beverhabitat in de provincie Friesland. Op de kaart valt direct op dat "*Null habitat*" op land in Friesland slechts op een beperkt aantal plekken voorkomt, zoals het Drents-Friese Wold, het buitendijkse kweldergebied en in de duingebieden op de eilanden. Gebieden met veel *Core habitat* springen eruit op plekken als De Deelen en Nationaal Park de Alde Feanen. In het Westen van Friesland, ondanks de aanwezigheid van voldoende water, komt weinig *Core habitat* naar voren vergeleken met het Oosten en Zuiden van de provincie. Dit is niet verrassend gezien het westen van de provincie voornamelijk bestaat uit open intensief grasland met weinig opgaande begroeiing.



Figuur 4.4. Kaart van beverhabitat in Friesland volgens de methode van Shirley (2015). Alle groene en donkerblauwe habitat is "Core Habitat" waar foerageergebied binnen 20 meter van water ligt. Rood is "Null" habitat wat verder dan 300m van zoet water ligt. Gele gebieden zijn "Dispersal Habitat" waar de bever zich mogelijk doorheen kan begeven maar waar geen noemenswaardig foerageergebied ligt. Opvallend is het 'Null' habitat in het Lauwersmeergebied, waar verder veel geschikt habitat ligt. Op de grotere landplaten zijn geen noemenswaardige watervoerende waterlopen aanwezig. Wel kunnen hier plaatselijk (kleine) waterlopen/greppels aanwezig zijn die tijdelijk een watervoerende functie kunnen hebben en waar bevers dan mogelijk gebruik van kunnen maken. Deze zijn niet meegenomen in de analyse.

4.2 Bruto Foerageerhabitat

Nadat is vastgesteld waar het *Core habitat* zich bevindt, is een verfijning (onderverdeling) gemaakt in de kwaliteit van dit habitat, om zo te komen tot een "Bruto Foerageerhabitat"¹. Het wegen van de kwaliteit betreft een meewegend criterium.

Zoals besproken in hoofdstuk 3 wordt de aanwezigheid van loofbomen in de literatuur doorgaans aangehouden als sturende factor voor het bepalen van beverhabitat. Om deze redenen houden

¹ In par 4.6 zullen we een schatting geven van 'Netto Beverhabitat', door diffuus leefgebied, artefacten en zeer ontwaterde gebieden te voorzien van een filter.

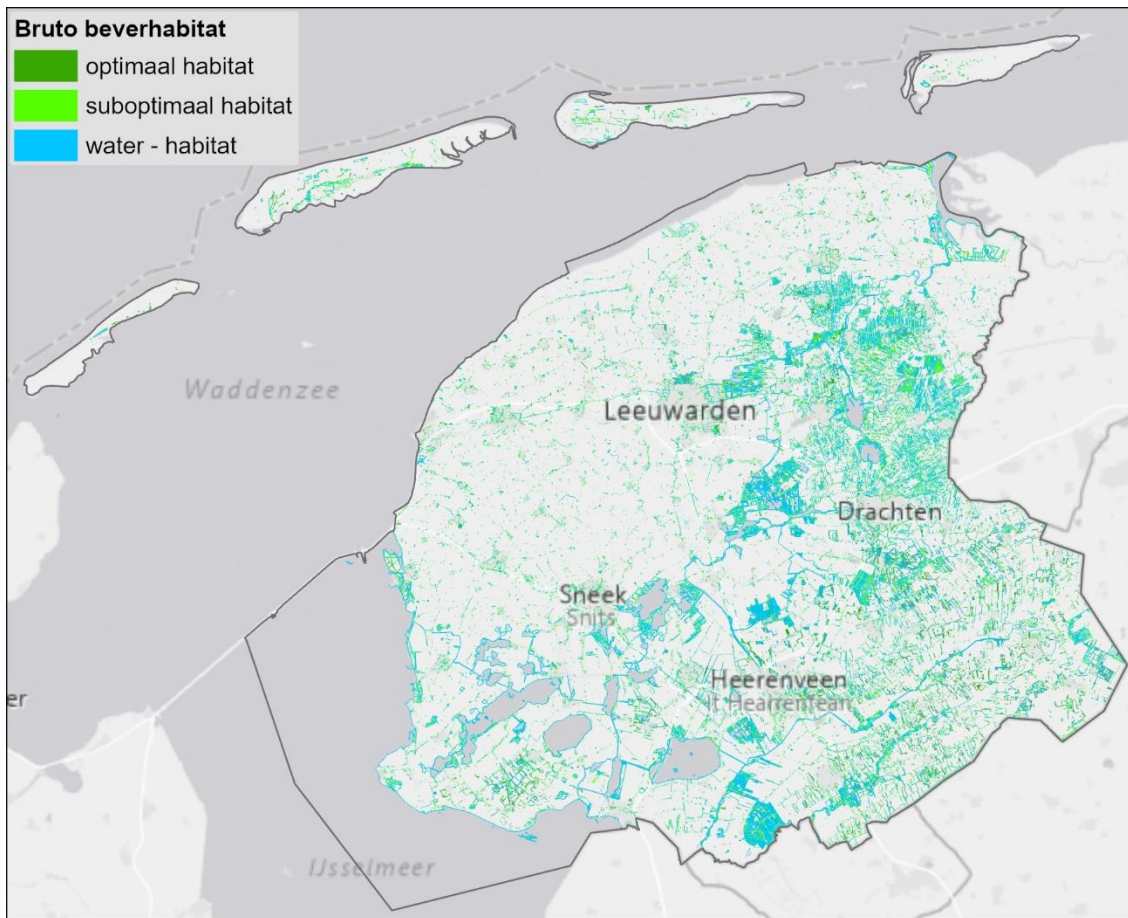
we loofbos binnen 20 meter van water aan als optimaal habitat. Hiervoor valt de categorie loofbos (bestaande uit o.a. loofbos en gemend bos) uit de topografische kaart (TOP10NL) en alle beheertypen met loofbos uit het natuurbeheerplan (NBP).

Bevers leven echter niet alleen van loofbomen maar kunnen zich ook voeden met andere plantensoorten. Daarnaast kunnen ze zich ook handhaven in gebieden met voornamelijk naaldbos (hoofdstuk 3.3). Na een analyse van de locaties van beverburchten in de Gronings-Drentse populatie kwam dan ook naar voren dat deze niet exclusief in loofbostypen voorkwamen. Ook in type “droog bos met productie” (overwegend naaldbos) en andere natuurbeheertypen liggen hier burchten (Bijlage 1, kolom E).

“Droog bos met productie” (N16.03) en de ‘Overige typen’, zoals bijvoorbeeld gemaaid rietland en veenmoeras worden in deze analyse meegerekend als suboptimaal habitat. Hiervan zullen we bij de berekening in paragraaf 4.6 aannemen dat bevers er twee keer zo veel van nodig hebben om zich er in te handhaven. Het oppervlak van de gebieden waar deze typen voorkomen wordt bij de berekening van de draagkracht in paragraaf 4.6 dus meegenomen met een factor 0,5. Een uiteenzetting van de beheertypen en de onderverdeling in de 3 onderscheiden categorieën is opgenomen in Bijlage 1, kolom D. E en aanvullend argument om beheertypen van de categorie ‘overige typen’ voor 50% mee te rekenen ligt in hun ruimtelijk detailniveau en interne variatie zoals toegelicht in paragraaf 4.1. De 3 gebruikte bronnen voor foerageerhabitat zijn provincie dekkend en overlappen elkaar derhalve. Zo zullen de substantiële bosdelen binnen een ‘overig beheertype’ ook aanwezig zijn in de bron TOP10NL en/of SWF2018. Indien dit het geval is wordt voor dit overlappende deel de kwaliteit aangehouden van bijvoorbeeld het deel loofbos (optimaal) dat binnen het grotere beheertype vlak valt. Het overige deel behoudt dan de suboptimale kwaliteit.

De databron Small Woody Features 2018 is zoals gezegd een interessante aanvullende toevoeging om mee te werken. Aan de ene kant blijkt dat bevers zeker gebruikmaken van losse bomen en struwelen als voedselbron. Aan de andere kant is de data niet specifiek genoeg om te bepalen om wat voor begroeiing het precies gaat. Het kan hier gaan om (voor een bever) smakelijke wilgen, maar ook om een oninteressante haag. Gezien deze onzekerheid waarderen we het foerageerhabitat uit de SWF2018 als suboptimaal (en zullen we in paragraaf 4.6 er een factor 0,5 aan toekennen bij de berekening van mogelijke aantallen).

Een volledig overzicht van de beslisregels voor het bepalen van de habitatkwaliteit (Optimaal en Suboptimaal habitat) is opgenomen in Bijlage 2. Hierin valt ook af te leiden hoe de verschillende combinaties van bronnen voor het foerageerhabitat in relatie tot elkaar zijn gewogen. Door het toepassen van deze regels op het Core beverhabitat kan daarin onderscheid naar kwaliteit worden gemaakt. Figuur 4.5 toont een kaart waarin deze kwaliteit binnen het *Core habitat* wordt onderscheiden. De toekenning van “Marginaal’ habitat wordt besproken in paragraaf 4.4.



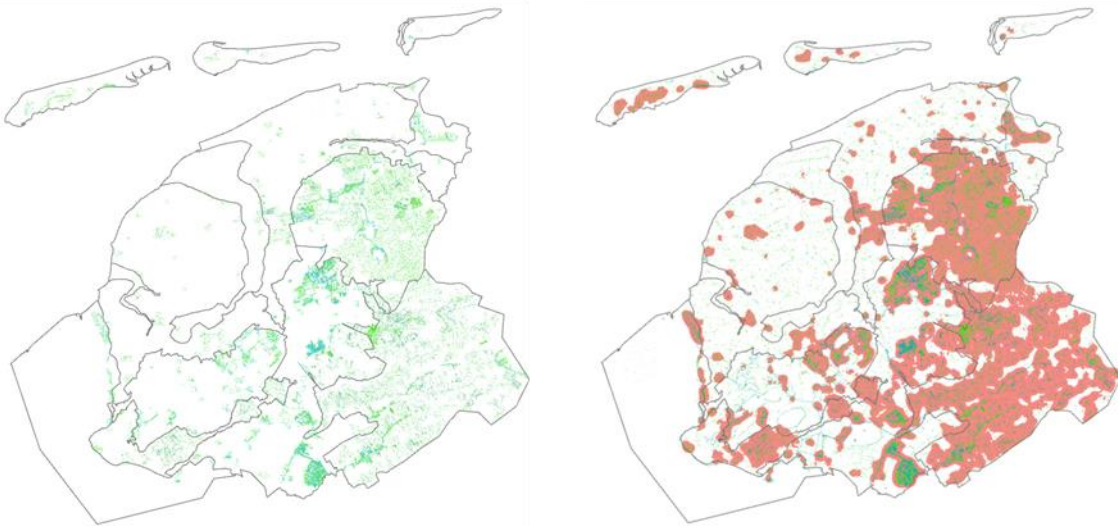
Figuur 4.5. Kaartbeeld waarin het Core Habitat wordt onderverdeeld in optimaal habitat in donkergroen, en suboptimaal habitat in lichtgroen.

4.3 Uitsluiten diffuus habitat

Het uitsluiten van diffuus habitat betreft een beperkend criterium. Hoewel bevers gebruik kunnen maken van kleine patches habitat als voedselbron en zich hier tussen kunnen verplaatsen, is het niet realistisch om sterk geïsoleerde stukjes habitat mee te rekenen voor het eindtotaal. Een klein groepje bomen omringd door kilometers aan intensief grasland zal geen noemenswaardig deel uitmaken van het territorium van een bever. Hierom is besloten om een filter toe te passen op diffuse stukjes habitat. Hiervoor is voor heel Friesland voor elke locatie in de provincie (rastercel met resolutie 2x2m) bepaald hoeveel hectare beverhabitat er is gelegen binnen een bepaalde radius. In deze berekening is de kwaliteit van het beschikbare habitat (weegfactor) meegenomen, dus van suboptimaal habitat is slechts de helft van het oppervlak meegeteld. Voor elke locatie (rastercel met resolutie 2x2m) is de uitkomst opgeslagen. Vervolgens is deze laag met dichtheden aan beverhabitat vertaald naar een beperkend criterium door een ondergrens te stellen.

Hiervoor is het uitgangspunt gekozen dat er minimaal 6 ha beverhabitat aanwezig dient te zijn binnen zoekcirkel met een diameter van 1,5 km. De zoekcirkel van 1,5 km is bepaald aan de hand van de gemiddelde territoriumgrootte van een bever (hoofdstuk 3.4).

Conform de keuzes in paragraaf 4.2 wordt het oppervlak van optimaal habitat volledig meegerekend en dat van suboptimaal habitat voor 50%. Van uitsluitend suboptimaal habitat dient dus ruimtelijk gezien minimaal 12 ha aanwezig te zijn binnen resp. 1,5 km om te kwalificeren tot foerageerhabitat. In het resulterende kaartbeeld vallen losse landschapselementen in voornamelijk het westen en noorden van de provincie af (figuur 4.6).



Figuur 4.6 Kaartbeeld van het beschikbare habitat in Friesland ongefilterd (a) en gefilterd (b). In het rood afgebeelde gebied is binnen een zoekcirkel met een diameter van 1,5 km minimaal 6 ha beverhabitat aanwezig. Buiten dit gebied gelegen habitat valt af en wordt niet meegeteld in de berekening van de draagkracht.

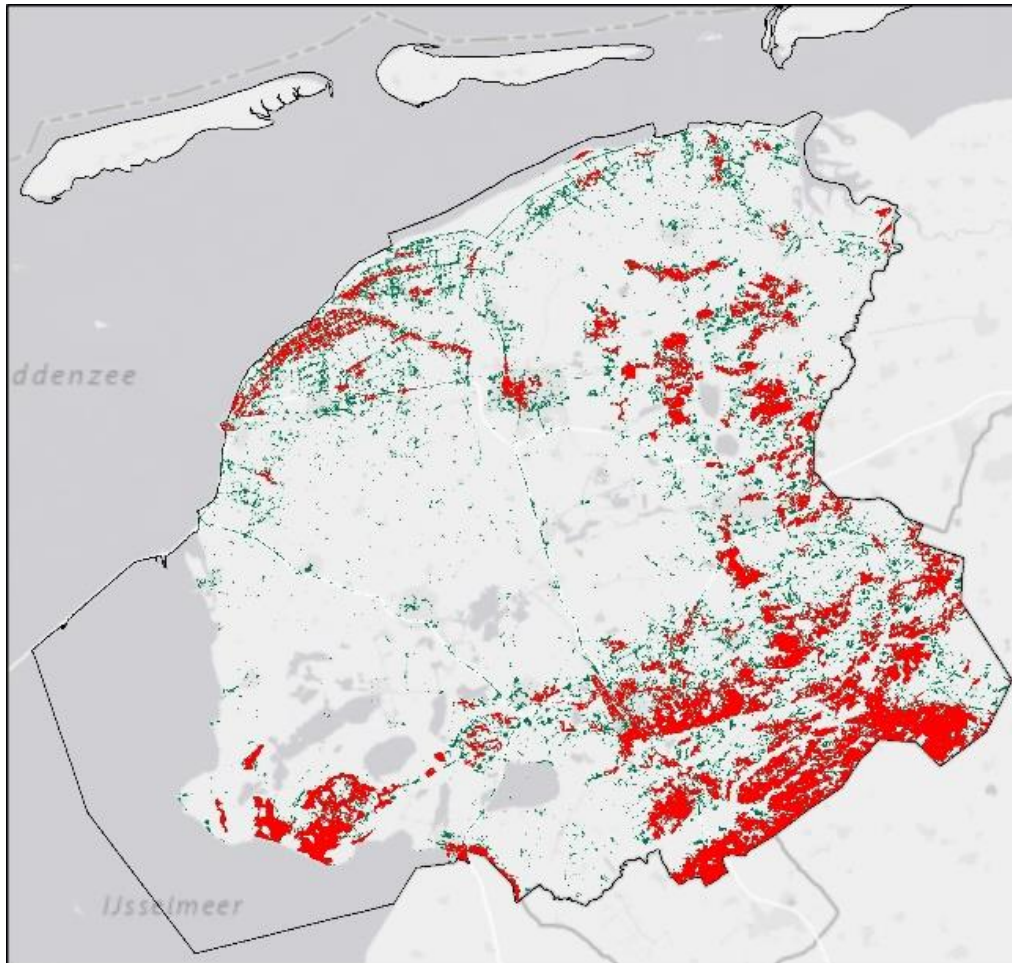
4.4 Afwaarderen droge gebiedsdelen – meewegend criterium

Het afwaarderen van droge gebiedsdelen betreft een meewegend criterium. Beverhabitat wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van permanent watervoerende waterlopen. Hoewel bij de selectie van waterlopen (in paragraaf 4.1) de categorie 'greppel, droge sloot' is uitgesloten, is voor de beoordeling hiervan een aanvullend criterium gehanteerd. De gestructureerde documentatie van de watervoerendheid in de daar benoemde bron (Basisregistratie Grootschalige Topografie, BGT) is twijfelachtig en daarnaast kent de provincie vrij-afstromende gebieden, zoals de hoger gelegen zandgronden in het zuiden en zuidoosten en de hoger gelegen delen van de kleigronden in het noorden. In lijn met de analyse die is uitgevoerd voor Groningen en Noord-Drenthe, zijn daarom op basis van de grondwatertrappenkaart alle echt droge delen, de gebieden met grondwatertrap (GWT) VII en VIII² geïdentificeerd.

De grondwatertrappenkaart (bron provincie Fryslân) betreft een rasterbestand, waaruit de rastercellen met GWT VII en VIII zijn gefilterd. Deze gebieden zijn omgezet naar een vlakkenbestand (vector) waarbij de gebiedsgrenzen zijn gegeneraliseerd omdat dit beter overeenkomt met de werkelijkheid, dan de (technische) rasterstructuur. Deze gebieden zijn in figuur 4.7 in het groen en rood afgebeeld.

Omdat we geïnteresseerd zijn in de grotere gebiedsdelen waar zich drogere gronden bevinden zijn uitsluitend aaneengesloten vlakken met een minimaal oppervlak van 25 hectare (500 bij 500 m) meegenomen. Deze gebieden zijn in figuur 4.7 in het rood afgebeeld.

² GWT VII; Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) tussen 80 en 140 cm onder maaiveld, Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) meer dan 120 cm onder maaiveld. GWT VIII; GHG en GLG meer dan 140 cm onder maaiveld.

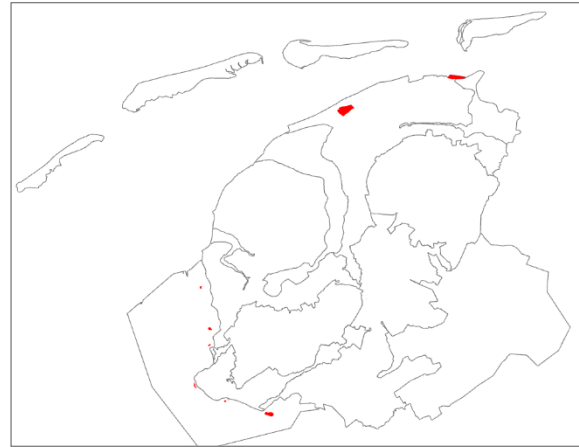


Figuur 4.7 Kaart waarin de drogere delen van Friesland worden aangegeven. Rode vlakken hebben grondwatertrappen van VII tot VIII.

Hoewel voor de vastgestelde gebieden de kans op aanwezigheid van geschikt beverhabitat lager is, mag verwacht worden dat ook hier een deel van de waterlopen (de primaire) permanent watervoerend zijn. Daarnaast zijn bevers, na vestiging in staat om de hydrologische situatie lokaal naar hun hand te zetten. Daarom is besloten om het criterium “droge delen volgens de grondwatertrappen kaart” als een meewegend criterium te hanteren en voor deze droge gebiedsdelen (GWT VII en VIII) het beverhabitat met 50% af te waarderen. Optimaal beverhabitat (100% v/h oppervlakte-aandeel) wordt daardoor Suboptimaal habitat (50% v/h oppervlakte-aandeel) en Suboptimaal habitat wordt Marginaal habitat (25% v/h oppervlakte-aandeel). Zie Bijlage 2 voor een gedetailleerd overzicht van de vertaalsleutel voor habitatkwaliteit.

4.5 Elimineren artefacten

Het elimineren van artefacten betreft een beperkend criterium. Deze laatste stap betreft een visuele controle op hoofdlijnen met behulp van luchtfoto's voor het verwijderen van onterecht geïdentificeerd habitat. Artefacten zoals vermeend geschikt beverhabitat in buitendijkse zoute gebieden zijn verwijderd. In totaal zijn op deze wijze 9 locaties geïdentificeerd. Hiervoor is een filter opgesteld, dat in de afbeelding rechts (figuur 4.7) in rood is afgebeeld. Op basis van dit filter is het onterecht geïdentificeerd habitat geëlimineerd.



Figuur 4.8 Overzicht van elementen die verwijderd zijn op basis van stap 4.5

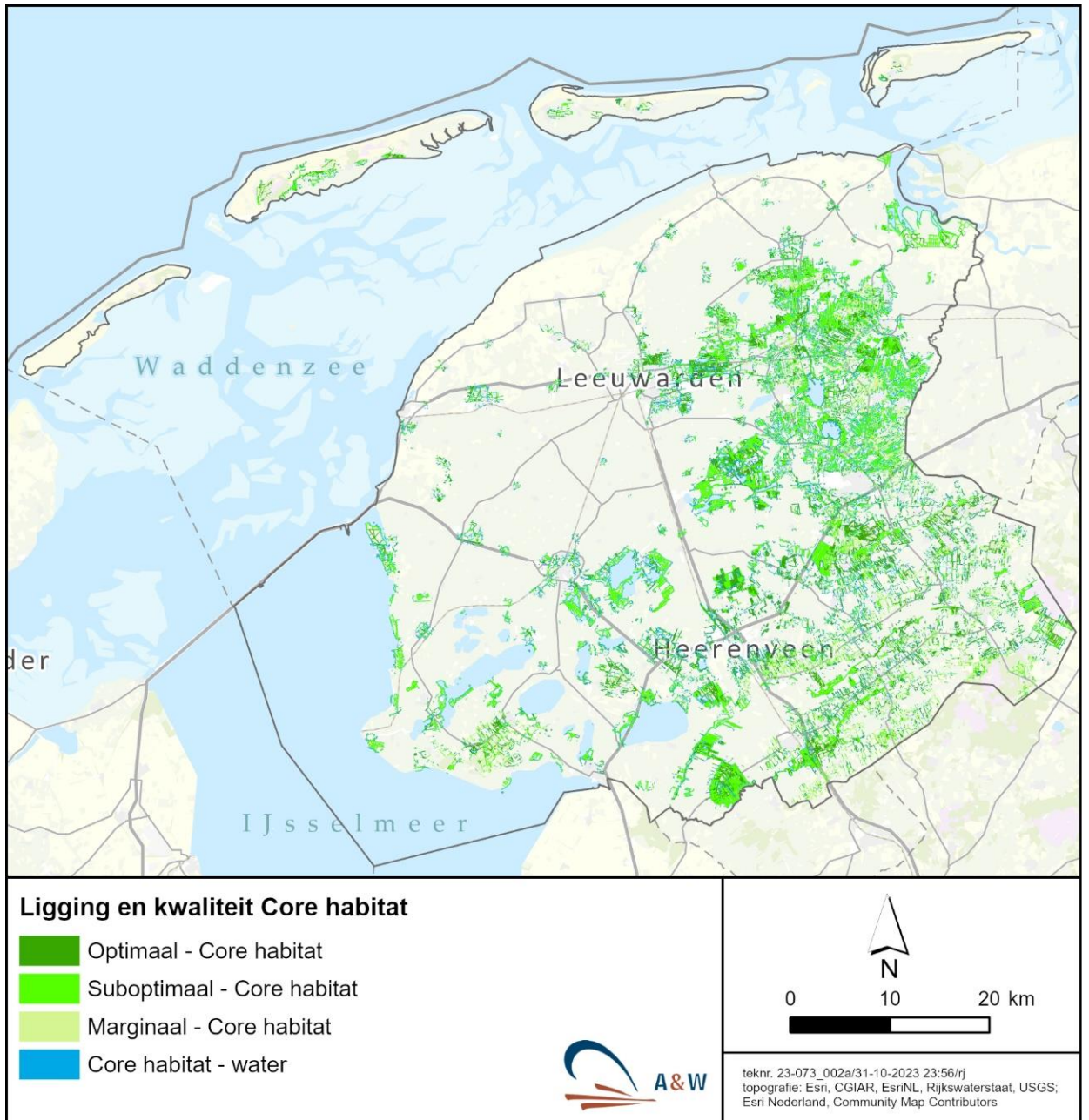
4.6 Netto Beverhabitat en draagkracht

Gebaseerd op deze besliscriteria komen we op een schatting van een Netto Beverhabitat. Dit Netto Beverhabitat rekenen we in deze paragraaf door naar een uiteindelijke voorspelling voor de draagkracht onder onze drie scenario's: een lage, gemiddelde en hoge dichtheid aan bevers. Hiervoor telt optimaal habitat mee voor 100%, suboptimaal habitat voor 50% en marginaal habitat voor 25%.

De resultaten zijn samengevat in de onderstaande tabel (tabel 4.1). De uitkomst van de populatiegrootte bij draagkracht hangt, naast een schatting van de oppervlakte, af van de minimum territoriumgrootte en de gemiddelde groepsgrootte zoals besproken in hoofdstuk 3. De resultaten zijn weergegeven als een matrix waarin de voorspelling varieert tussen een extreem lage dichtheid (kleine groepsgrootte, hoge minimum territoriumgrootte) en een extreem hoge dichtheid met een grote groepsgrootte en kleine territoria. In een gemiddeld scenario resulteert dit in een populatieschatting van 7.070 dieren.

Tabel 4.1 Voorspelling draagkracht van bevers in Friesland op basis van groepsgrootte en territorium

GROOTTE		TERRITORIUM		
		laag - 8 ha	gemiddeld - 6 ha	hoog - 4 ha
GROEP	laag - 2,4	3.349	4.465	6.698
	gemiddeld - 3,8	5.302	7.070	10.605
	hoog - 5,2	7.256	9.675	14.512



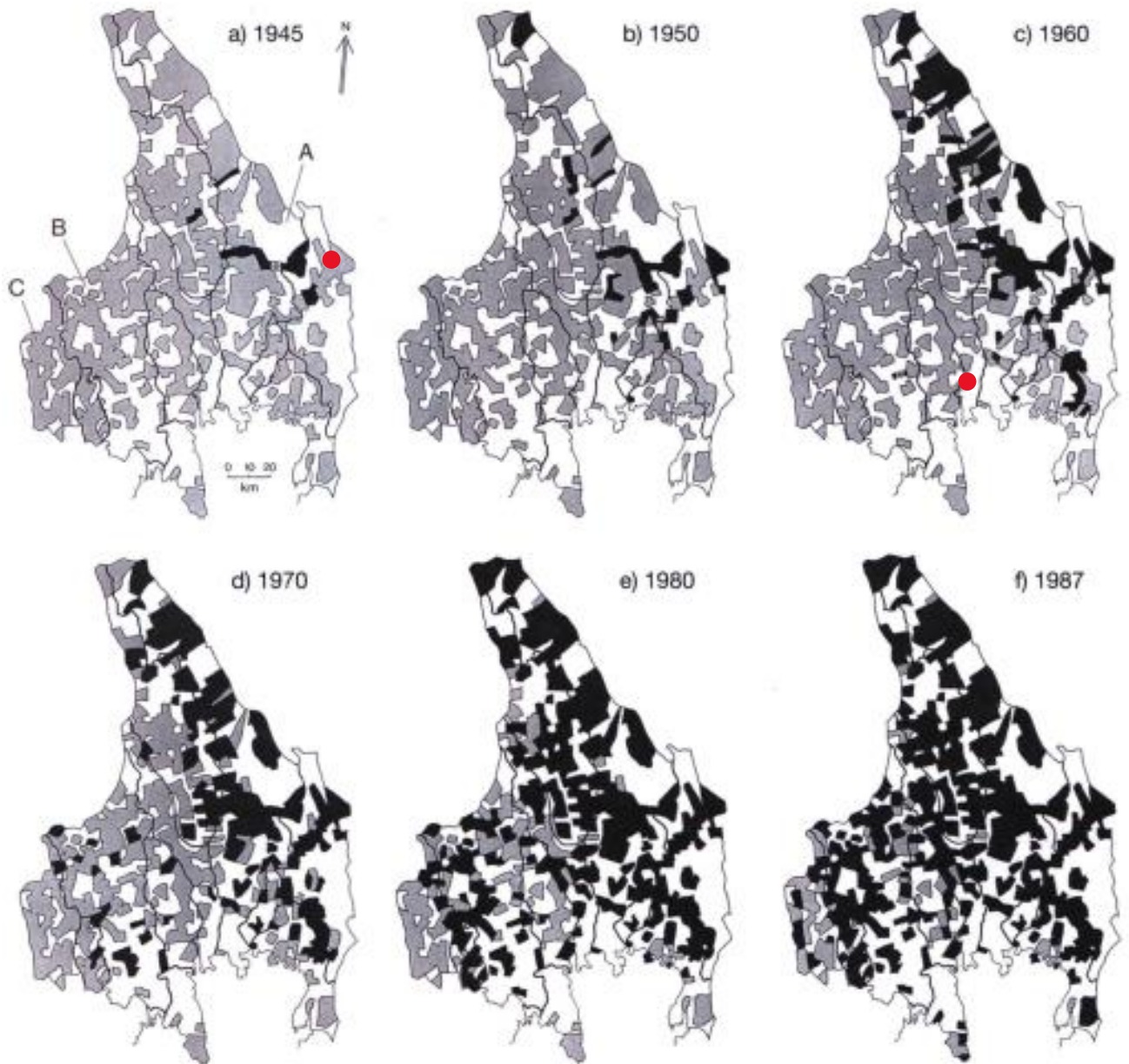
Figuur 4.9 Overzicht van het Netto-Beverhabitat. De draagkracht voor bevers is berekend aan de hand van de afgebeelde oppervlaktes.

5 Populatieontwikkeling

De ontwikkeling van een jonge beverpopulatie is afhankelijk van meerdere factoren, waaronder jacht, predatiedruk en met name habitatkwaliteit (Šimůnková & Vorel, 2015; Yanuta et al., 2022). Informatie m.b.t. de ontwikkeling van geïntroduceerde beverpopulaties in Europa en Noord-Amerika laat echter wel bepaalde algemene patronen zien. Doorgaans kan de populatieontwikkeling van de bever worden opgedeeld in drie verschillende fases.

5.1 Fase 1: Kolonisatie

Fase 1 is een situatie met lage beverdichtheden. De aanwezige populatie bestaat uit enkele geïsoleerde individuen en/of koppels. De huidige situatie in Friesland kan worden gekarakteriseerd als een vroeg stadium van deze fase, met slechts enkele geïsoleerde individuen. Wanneer er op een gegeven moment wel voortplanting plaatsvindt is de populatiegroei bij lage dichtheden langzaam. Dit is het gevolg van het dispersiegedrag van de jongen wanneer deze hun ouderlijk territorium verlaten. Jonge bevers kunnen tientallen kilometers afleggen in hun zoektocht naar een partner en een eigen territorium. Als er nog veel onbezette ruimte is zorgt dit voor een fragmentarische verspreiding van individuen met een kleine kans op het vinden van een partner (Hartman, 1995; Rosell & Campbell-Palmer, 2022) (figuur 5.1). In grotere watersystemen kan deze periode lang duren omdat er veel ruimte is om naar uit te wijken (Šimůnková & Vorel, 2015). Friesland beschikt over een enorm netwerk aan aaneengesloten waterwegen die het makkelijk maken voor jonge bevers om zich snel en wijd te verspreiden over de provincie. Het is dus de verwachting dat bevers zich gedurende deze fase zullen verspreiden over een groot deel van de provincie, maar dat dichtheden aanvankelijk laag blijven (c.f. Halley & Rosell, 2002). Door het onregelmatige vestigingspatroon is de tijdsspanne van deze fase niet betekenisvol te voorspellen. In de Zweedse provincie Värmland duurde het zo'n 20 tot 25 jaar voordat exponentiele groei van de populatie van start ging (Hartman, 1995).



Figuur 5.1. Ontwikkeling van de beverpopulatie in de provincie Värmland, Zweden. Grijze vlakken geven ongekoloniseerd habitat aan en zwarte vlakken geven gekoloniseerde gebieden aan, rode punten geven uitzetlocaties aan, en zwarte lijnen geven scheidingen tussen stroomgebieden aan. Hier is twee keer het typische verspreidingspatroon van de bever te zien, waarbij de soort zich eerst fragmentarisch over een gebied verspreidt alvorens tussenliggend gebied op te vullen. De in 1925 uitgezette subpopulatie verspreidt over een periode van circa 30 jaar over een groot deel van de oostelijke stroomgebieden. Vervolgens worden de westelijke stroomgebieden op een soortgelijke manier gekoloniseerd. Bron: Hartman, 1995.

5.2 Fase 2: Snelle Populatiegroei

Wanneer er een bepaalde dichtheid is bereikt neemt de kans toe dat een jonge bever een partner tegen zal komen, op het moment dat deze vertrekt uit het ouderlijk territorium. Op dit punt gaat de populatie-ontwikkeling over in de tweede fase, die wordt gekarakteriseerd door sterke populatiegroei (Halley & Rosell, 2002; Hartman, 2003). Als er voldoende geschikt habitat aanwezig is kunnen groeisnelheden van 20-40% zich voordoen (Yanuta et al., 2022). Optimaal habitat wordt snel gekoloniseerd en het suboptimale habitat dat tussen deze gebieden ligt wordt vervolgens opgevuld (Nolet & Rosell, 1994). Door toegenomen concurrentie wordt de gemiddelde territoriumgrootte kleiner en de gemiddelde groepsgrootte neemt toe omdat jongen er vaker voor kiezen langer bij hun ouders te blijven (Rosell & Campbell-Palmer, 2022). Wanneer het meest geschikte habitat grotendeels bezet is, worden marginale habitats ook bezet. De populatiegroei begint af te nemen totdat deze uiteindelijk piekt.

5.3 Fase 3: Stabilisatie

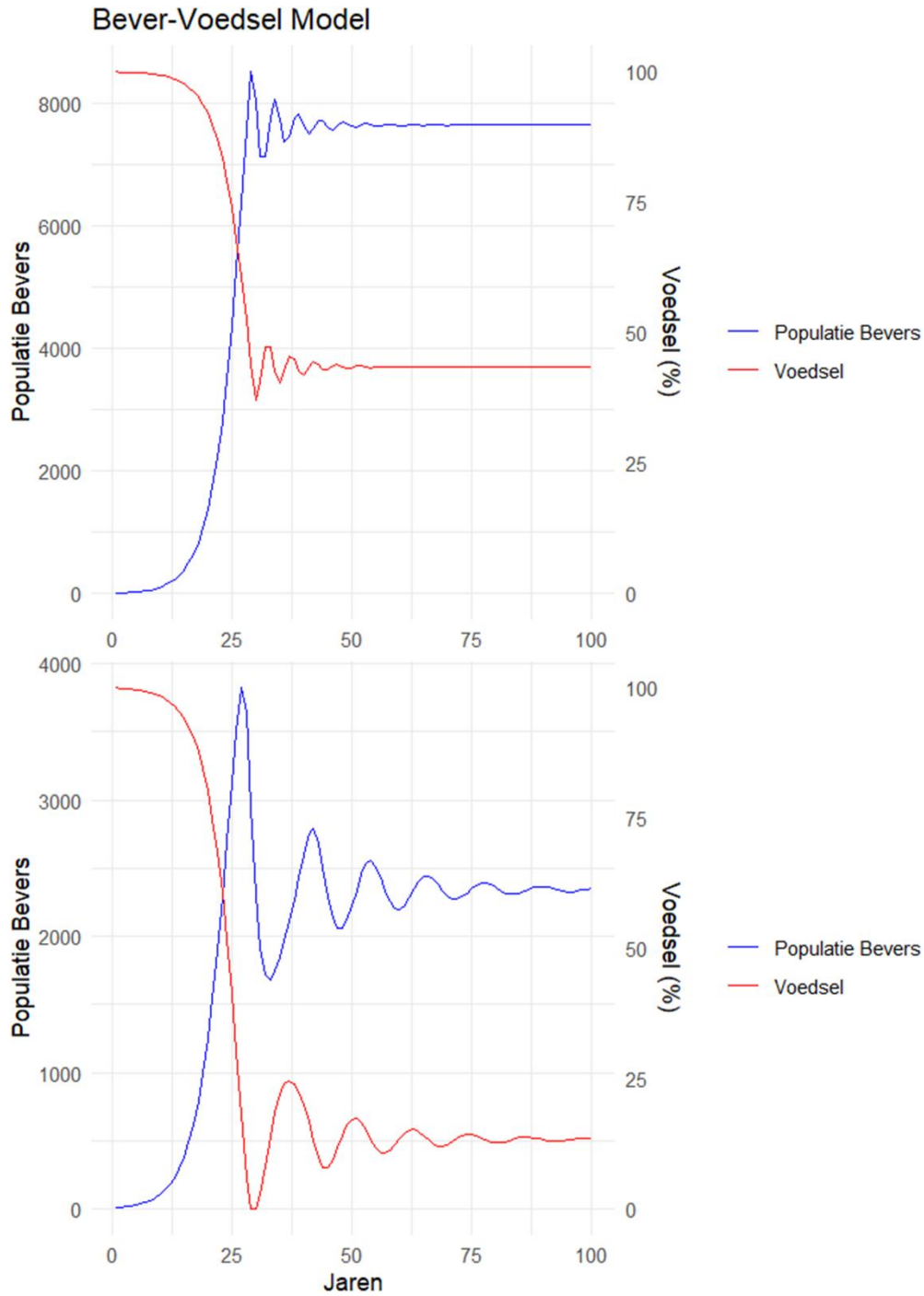
De exponentiële vorm van de tweede fase is relatief goed onderbouwd door monitoring van herintroducties in verschillende Europese landen (Halley & Rosell, 2002; Rosell & Campbell-Palmer, 2022). Hoe de populatie zich gedurende de fase hierna ontwikkelt, is minder eenduidig. Doorgaans wordt er, zoals bij sommige andere grote herbivoren, een piek waargenomen wanneer de populatie de draagkracht van het gebied overstijgt (Rosell & Campbell-Palmer, 2022). Op dit punt worden voedselbronnen uitgeput door hoge beverdichtheden en vindt er een daling van de populatie plaats totdat deze stabiliseert rond de draagkracht. Hoe heftig deze daling is ten opzichte van de initiële piek wisselt sterk tussen gebieden. In noordelijkere gebieden wordt doorgaans een sterkere daling gevonden dan in meer gematigd klimaat (Hartman, 2003; Petrosyan et al., 2016). Dit wordt veroorzaakt door een verschil in productiviteit van (houtige) vegetatie. Dit kan worden geïllustreerd via een model waarin de groeisnelheid en mortaliteit van bevers afhankelijk is van de beschikbaarheid van voedsel, en waarin de regeneratietijd van voedsel kan worden aangepast (figuur 5.2). Bij langzamere vegetatieregeneratie stabiliseert de populatie op een niveau dat significant lager ligt dan de initiële piek, wat lijkt op de situatie in Zweden en Russisch Lapland (Hartman, 2003; Petrosyan et al., 2016).

In een systeem met snelle vegetatie-regeneratie lijkt de groeicurve sterk op een klassiek logistisch groeimodel, met een minimale daling na de initiële piek en snelle stabilisatie. Dit lijkt meer op de situatie in Polen en in meer gematigde streken van Rusland (Petrosyan et al., 2016; Wróbel & Kryztofiak-Kaniewska, 2020).

In laagproductieve systemen wordt houtige vegetatie sneller geconsumeerd door bevers dan dat deze terug kan groeien, waardoor de bestaande houtige vegetatie voorafgaand aan introductie een vertekend beeld geeft van de uiteindelijke draagkracht. Als bevers in een jaar meer consumeren dan hun territorium weer aan kan vullen, worden territoria binnen een aantal jaar leeggegeten en moeten bevers vertrekken. In Finland en Litouwen werd vastgesteld/geconstateerd dat een beverterritorium gemiddeld slechts drie jaar aaneensluitend wordt gebruikt voordat bevers verhuizen naar een andere plek (Bluzma, 2003; Hyvönen & Nummi, 2008). Productiviteit van houtige vegetatie ligt hoger in meer gematigde streken zoals Polen en zuidwestelijk Rusland, en uitputting van territoria is hier minder aan de orde. Dit lijkt meer representatief voor de situatie in Nederland.

In de provincies waar al langer bevers aanwezig zijn, monitort de Zoogdierenvereniging meerdere territoria die al enkele tientallen jaren ononderbroken in gebruik zijn. Data over

veranderingen in vegetatiedichtheid over tijd in beverterritoria ontbreekt, zowel in Nederland als in directe buurlanden. Verschillen in productiviteit zijn te verwachten tussen verschillende bodemtypen in Friesland, maar het is niet bekend of dit verschil groot genoeg is om te leiden tot territoriumuitputting in de minder rijke zones/gebieden. Iets grotere territoria zijn daar misschien wel te verwachten. Daarnaast zijn secundaire voedselbronnen doorgaans in ruime mate aanwezig in de Nederlandse context. Nederlandse wateren zijn veelal rijk aan waterplanten, en bevers kunnen zich ook voeden met landbouwgewassen zoals mais en bieten (Lodberg-Holm et al., 2022; Mikulka et al., 2020). Bij hoge dichtheden zullen bevers deze voedselbronnen waarschijnlijk extra aanspreken in jaren waarin andere voedselbronnen schaars zijn.



Figuur 5.2. Illustratief model van de samenhang tussen de ontwikkeling van beverpopulaties en de productiviteit van de vegetatie. Enkel de regeneratietijd van voedsel is aangepast. In de bovenste situatie staat de regeneratietijd op 1, terwijl deze in de onderste situatie op 0,2 is gesteld. De onderste situatie is typisch voor laagproductieve (boreale) systemen, waar eerst een piek en vervolgens een daling van 50-70% wordt waargenomen. De bovenste situatie is naar verwachting meer representatief voor meer productieve West-Europese systemen. Een beschrijving van dit model is te vinden in Bijlage 4.

5.4 Tijdsspanne

Hoe lang het duurt voordat de populatie de uiteindelijke draagkracht bereikt hangt af van meerdere factoren. De belangrijkste hiervan zijn de maximale groeisnelheid van de populatie en de startpopulatie bevers. Hiermee hangt deze tijdsduur af van beleidskeuzes. Als de bever op geheel natuurlijke wijze de provincie koloniseert, kan de populatie-ontwikkeling tot enkele tientallen jaren blijven steken in fase 1. Populatie-ontwikkeling van de soort komt doorgaans sneller op gang wanneer er sprake is van gerichte herintroductie met grotere aantallen van 40+ individuen (Rosell & Campbell-Palmer, 2022). Bij het uitzetten van grotere aantallen wordt de langzame en onzekere eerste fase als het ware overgeslagen.

Met de beschikbare kennis uit Nederland en andere gematigde Europese landen lijkt het onwaarschijnlijk dat een initiële populatiepiek gevolgd zal worden door een significante negatieve trend voordat de populatie stabiliseert. Een scenario met hoge vegetatie-regeneratie, zoals afgebeeld in figuur 5.2, lijkt eerder te verwachten in Friesland. Als we deze omstandigheden aan kunnen nemen, is het geoorloofd om een simpeler logistisch model te gebruiken voor het maken van modelmatige voorspellingen. Logistische groeimodellen worden doorgaans veel gebruikt bij het voorspellen van populatieontwikkelingen. Zo ook (al dan niet met aanpassingen) bij het modelleren van beverpopulaties (Petrosyan, 2016). Een logistisch groeimodel kan worden gevangen in de volgende formule:

$$\frac{dP}{dt} = rP \cdot \left(1 - \frac{P}{K}\right)$$

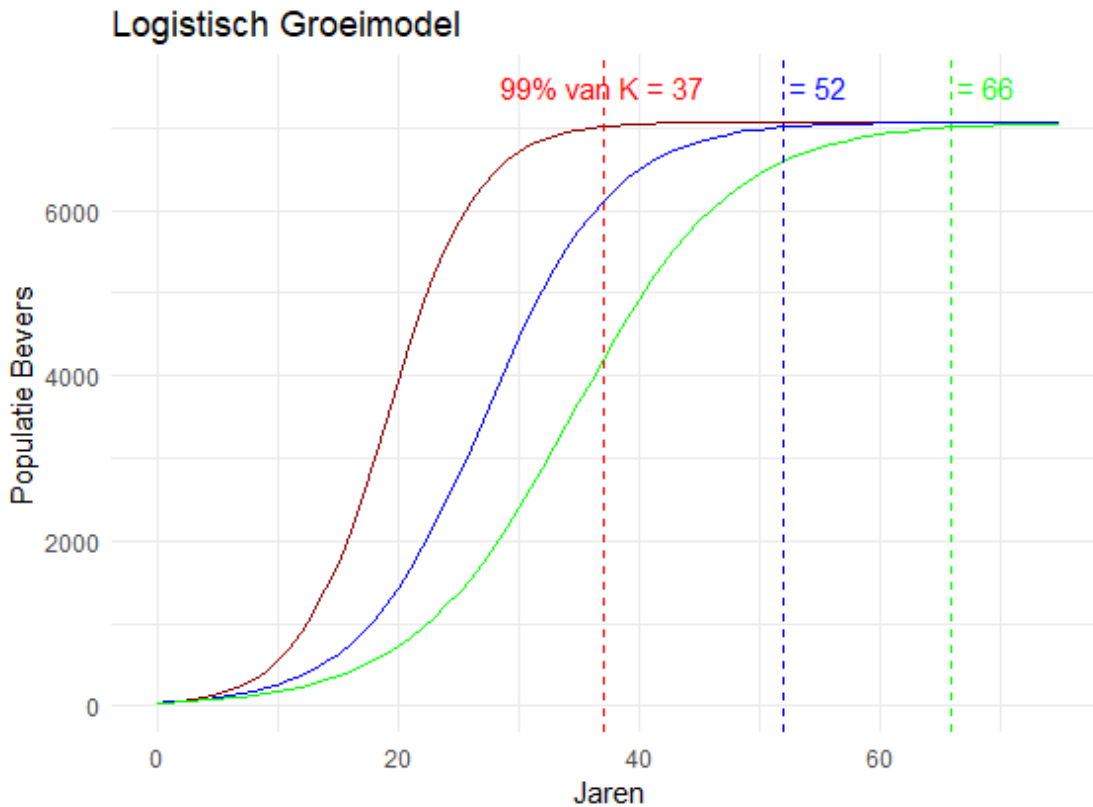
Hierbij geldt:

P : De populatiegrootte

t : De tijd in jaren

r : De maximale groeisnelheid

K : De draagkracht



Figuur 5.3. Logistisch populatiemodel van de Populatie met een K van 7.070 dieren en een maximum groeisnelheid van 27% (rood), 19% (blauw) en 15% (Groen). Doordat een logistisch groeimodel nooit K bereikt, wordt 99% van K aangehouden als een bereikte draagkracht.

Voor waarde K gebruiken we hier de draagkracht van het gemiddelde scenario (een waarde van 7.070 bevers), zoals berekend in de draagkrachtanalyse. Voor waarde r onderscheiden we 3 scenario's, gebaseerd op verschillende situaties in Nederland zoals beschreven in hoofdstuk 3.1.4. Voor scenario 1 gebruiken we een maximale groeisnelheid van 27%, zoals geschat voor de Gronings-Drentse populatie. In scenario 2 gebruiken we een r van 19% gebaseerd op de geschatte landelijke groei van de afgelopen vier jaar. In scenario 3 gebruiken we een lagere r van 15%, gebaseerd op de groei in Gelderse poort tussen 2000 en 2004 (Niewold, 2004). We nemen in dit geval aan dat de logistische groeicurve van start gaat bij een voortplantende populatie van 40 bevers. Deze populatiegrootte kan via natuurlijke kolonisatie zijn bereikt of het gevolg zijn van een gerichte herintroductie.

Uit het model blijkt dat het aantal jaar tot het bereiken van de draagkracht sterk afhankelijk is van de maximale groeisnelheid (figuur 5.3). Met deze parameters voorspelt dit model dat de draagkracht in het snelste scenario bereikt wordt binnen 37 jaar. Hoewel het hier gaat om een simpele modelmatige benadering sluit dit vrij goed aan bij kennis van ontwikkelde populaties in Zweden. Bij gemonitorde deelpopulaties in Zweden duurde het gemiddeld 34 jaar na kolonisatie voordat de populatie piekte (Halley & Rosell, 2002; Hartman, 1995). Het startpunt van 40 bevers is echter een aanname en het hangt af van de verspreiding van deze dieren. Een populatie van 40 dieren die op strategische plaatsen zijn uitgezet zal zich waarschijnlijk sneller ontwikkelen dan 40 diffuus verspreide kolonisten. Bij een scenario met enkel natuurlijke kolonisatie is een tijdsspanne van meerdere decennia mogelijk voordat een logistisch groeimodel van toepassing is. Daarnaast is het in de praktijk onwaarschijnlijk dat de populatie-ontwikkeling volledig volgens de

modelverwachtingen zal verlopen. Onvoorziene omstandigheden en beheersmaatregelen als gevolg van mens-dierconflicten zullen waarschijnlijk een sterk effect hebben op de ontwikkeling. Deze voorspellingen kunnen worden gezien als een maximale snelheid van de populatieontwikkeling onder ideale omstandigheden.

6 Conclusies, Discussie en Aanbevelingen

De Europese bever is nog altijd bezig met een opmars, en de ervaring vanuit Nederland en het buitenland leert dat deze soort zich goed kan aanpassen en kan floreren in zeer gevarieerde landschapstypen (Halley & Rosell, 2002; Rosell & Campbell-Palmer, 2022). De landschappen van Friesland zullen hier op termijn naar verwachting geen uitzondering op zijn. Uit onze analyse blijkt dat Friesland, ondanks haar sterk antropogene landschap, een groot oppervlak aan potentieel leefgebied biedt voor deze soort. Voor een groot deel lijkt dit te verklaren door de hoge dichtheid aan waterwegen in Friesland. De aanwezigheid van water is een primaire habitateis van de bever en in Friesland is daardoor een groot deel van het beschikbare voedselaanbod binnen bereik voor de soort.

Wel zijn er binnen de provincie verschillen zichtbaar wat betreft het aanbod aan habitat. In grote delen van het noordwesten van de provincie zijn stukjes habitat erg fragmentarisch, terwijl het boomrijke oosten en de grotere moerasgebieden juist grote geschikte gebieden beschikbaar zijn. Dit betekent dat dichtheden van bevers potentieel sterk zullen verschillen tussen delen van het Friese landschap, wat aansluit bij bevindingen in het buitenland (Ulevičius et al., 2011; Zwolicki et al., 2019). Dit hoeft niet te betekenen dat de bever niet kan voorkomen in de gebieden die buiten het *Core habitat* vallen. De verwachting is wel dat dieren in deze gebieden geen permanente territoria zullen handhaven, of ongewoon grote territoria zullen stichten om jaarrond genoeg voedsel te kunnen vinden.

Bebouwing en bevolkingsdichtheden zijn niet meegenomen als een factor in onze analyse. De ervaring in Nederland en andere Europese landen leert dat de bever zich zeker niet alleen vestigt in natuur- en landbouwgebieden, maar zelfs in grote steden kan voorkomen (W. Romanowski & Winkzek, 2018; Rosell & Campbell-Palmer, 2022). In sommige delen van Nederland, bijvoorbeeld in Flevoland en Limburg, is het voor stadsbewoners al niet meer bijzonder om bevers tegen te komen. De meest dichtbevolkte gebieden van de provincie zijn dus zeker niet uit te sluiten als habitat, mits er voldoende voedsel te vinden is. Ook de Waddeneilanden herbergen stukken geschikt habitat. Hoewel zout water geen geschikt habitat is voor de bever, is het niet uitgesloten dat de dieren op termijn de Waddenzee kunnen oversteken. Aangezien de Muskusrat in het verleden succesvol de eilanden heeft gekoloniseerd (Bos & Gronouwe, 2018) is er alle reden om aan te nemen dat de bever hier ook toe in staat is.

De conclusies van deze analyse wijzen erop dat de bever in potentie een erg algemene soort kan worden in de provincie Friesland. Door het grote aanbod aan aaneengesloten waterwegen zullen de dieren zich relatief gemakkelijk door de gehele provincie kunnen verspreiden en door hoge vegetatie-productiviteit is de verwachting dat de soort een relatief hoge populatiedichtheid kan handhaven. Hoewel de ontwikkeling van de populatie nog onderhevig is aan kans-elementen en beleidskeuzes is de kolonisatie van geschikte gebieden binnen Friesland een kwestie van tijd.

6.1 Aannames en gevoeligheid

Om te komen tot modelmatige voorspellingen dienen aannames te worden gemaakt met betrekking tot de ecologie van de bever. Parameters hebben wij zo veel mogelijk gebaseerd op literatuur, en waar mogelijk vooral reviews van meerdere onderzoeken. Toch blijft er onzekerheid, wanneer we cijfers vanuit de literatuur projecteren op een nieuwe situatie. Deels zijn wij met deze onzekerheid omgegaan door het schetsen van de drie dichtheidsscenario's, waarbij de meest waarschijnlijke 'ware' draagkracht ergens binnen de range van geschetste mogelijkheden kan vallen. Territoriumgrootte en aantal bevers per territorium zijn echter niet de enige variabelen waar aannames over zijn gemaakt.

Belangrijke aannames zijn bijvoorbeeld gemaakt bij de keuzes t.a.v. geschikt habitat. Hoewel in de literatuur consensus bestaat dat loofbos geldt als optimaal habitat, is de beschikbare informatie over de waarde van overige habitattypen minder duidelijk. Zo komen bevers in vrij grote aantallen voor in het Hunzedal, terwijl dit niet bijzonder bosrijk is. Hoewel anekdotisch is vastgesteld dat territoria in dit gebied vaak ook verlaten worden na een aantal jaar (de Jong-Stegink, 2021), is moeilijk te kwantificeren hoe suboptimaal habitat zich verhoudt tot optimaal habitat. De factor die we ter correctie op sub-optimaal en marginaal habitat hebben toegepast, is dus een enigszins ruwe benadering. Vergelijkende cijfers van dichtheden tussen bevers in loofbossen en overwegend naaldbos of andere typen zijn niet makkelijk voorhanden.

In Bijlage 3 is een overzicht opgesteld van het relatieve aandeel van enkele onzekere bronnen in de uiteindelijke voorspellingen, uitgaande van het "gemiddelde" scenario. Dit geeft een overzicht van de gevoeligheid van de analyses voor bepaalde aannames en gebruikte bronnen. Opvallend is bijvoorbeeld dat de bron "Small Woody Features 2018" ruwweg 50% van de draagkracht verklaart. Hoewel deze bron deels overlapt met andere natuurbeheertypen, impliceert dit dat de beverpopulatie in Friesland zich voor een significant deel zou kunnen voeden met vegetatie buiten natuurgebieden.

6.2 Resultaten in perspectief

Als gevolg van deze analyse concluderen we dat Friesland in potentie een zeer beverrijke provincie kan worden. De draagkrachtschatting in het "gemiddelde" scenario van 7.070 dieren ligt hoger dan het totale aantal dieren in Nederland op het moment. Met een landoppervlak van 3.335 km² komt dat neer op zo'n 2,1 bevers per km². Dit is een hogere dichtheid dan bekend is uit andere provincies binnen Nederland. De Limburgse populatie wordt momenteel geschat op 1.500 dieren, wat neerkomt op een dichtheid van 0,68 dieren per km². In deze provincie wordt aangenomen dat de beverpopulatie in de buurt van de lokale draagkracht ligt, en er nog beperkte ruimte voor groei aanwezig is. Aannemende dat deze populatie daadwerkelijk haar draagkracht heeft bereikt ligt de maximale dichtheid hier ruwweg op een derde van de voorspelde dichtheid in Friesland. De twee provincies zijn echter moeilijk te vergelijken door grote verschillen in landschap en vooral door de veel hogere dichtheid aan watergangen in Friesland. De provincie Friesland heeft zo'n 36.385 km aan waterwegen, en de provincie Limburg bezit ruwweg 7.900 km. Uitgaande van deze cijfers, komen we voor zowel de Limburgse populatie als de gemiddelde schatting voor Friesland uit op een dichtheid van 0,19 dieren per kilometer watergang.

De situatie in Friesland is mogelijk beter te vergelijken met een land als Litouwen, met overwegend vlakke landschappen en een dicht netwerk aan rivieren, meren en moerassen. Door experts wordt de populatie van dit land geschat op maximaal zo'n 120.000 bevers, ondanks dat er ieder jaar tussen de 15.000 en 20.000 dieren worden gedood door jagers (Belova et al., 2017).

Met een landoppervlak van zo'n 63.000 km² komt dat neer op een dichtheid van 1,9 bevers per km², en op lokale schaal worden soms nog veel hogere dichtheden gevonden (Bluzma, 2003).

Wanneer we de dichtheid vanuit ons gemiddelde scenario uitdrukken in aantal families per vierkante kilometer komt dit uit op een dichtheid van 0,55 families per km². Dergelijke dichtheden zijn voor de soort niet ongewoon (Rosell & Campbell-Palmer, 2022). In gebieden in Noord-Amerika worden zelfs dichtheden tot boven de drie families per km² aangetroffen (Bloomquist & Nielsen, 2010; Rosell & Campbell-Palmer, 2022).

6.3 Invloed beheer en beleid

De voorspelde draagkracht en ontwikkeling van de populatie gaan uit van een situatie waarin geen enkele vorm van beheer plaatsvindt en de dieren volledige toegang hebben tot de beschikbare voedselbronnen. De praktijk ligt ingewikkelder. Hoe de populatie zich ontwikkelt, en op welke dichtheid deze stabiliseert is onderhevig aan beleidskeuzes en (onvoorziene) beheersmaatregelen. Daarnaast is de ontwikkeling van de Friese populatie afhankelijk van de ontwikkelingen in naburige provincies.

Aangezien in Friesland bestuurlijk is besloten dat bevers niet actief zullen worden geïntroduceerd, zal kolonisatie waarschijnlijk plaatsvinden vanuit de dichtstbijzijnde subpopulaties. De dichtstbijzijnde gebieden waar bevers zich hebben gevestigd zijn Nationaal park Weerribben-Wieden in Overijssel en de Onlanden in Drenthe. Vanuit de Onlanden kunnen bevers via het Peizerdiepsysteem ook redelijk makkelijk het Fochteloërveen bereiken. Deze gebieden zijn daarmee de meest waarschijnlijke brongebieden voor natuurlijke verspreiding richting Friesland. In beide gebieden zijn bevers nog niet in hoge dichtheden aanwezig en voortplanting is in beide gebieden nog niet vastgesteld. Door het eerder besproken verspreidingsgedrag van jonge bevers is het mogelijk dat jongen die worden geboren in deze gebieden relatief snel hun weg richting Friesland weten te vinden. Echter, dit zal initieel gaan om enkelingen die een kleine kans hebben om een partner te vinden in Friesland. Pas als deze gebieden een volgroeide subpopulatie herbergen kan gestage verspreiding vanuit deze gebieden worden verwacht.

Volgend op het Beverbeheerplan (incl. -protocol) Groningen-Drenthe (Bos et al., 2020) worden bevers die worden gevangen op ongewenste plaatsen herplaatst in nog niet gekoloniseerde gebieden, binnen de grenzen van de waterschappen H&A en NZV. Hiervoor is een werkwijze opgesteld in het beverbeheerplan (Bos et al 2020), welke nader is gestroomlijnd in 2022 (Bos et al., 2022). Beoogde herplaatsingsgebieden beginnen op te raken, en het is niet waarschijnlijk dat nieuwe gebieden nog worden aangewezen (Bos et al 2022, recent persbericht 8 nov 2023 NOS). Theoretisch denkbare, en voor de provincie Friesland relevante locaties, zijn met name het Lauwersmeer en het Fochteloërveen. Het Fochteloërveen is al te bereiken voor bevers vanuit de Onlanden, maar zoals eerder genoemd zijn de Onlanden zelf nog maar recent gekoloniseerd. Uitzettingen in dit gebied zouden naar verwachting versnellend werken op de kolonisatie van het grensgebied tussen Drenthe en Friesland. Het Lauwersmeer is voor dieren vanuit de Gronings-Drentse populatie lastiger natuurlijk te koloniseren, omdat ze hiervoor de nulstandzone moeten oversteken. Vanuit het Lauwersmeer kunnen bevers theoretisch relatief makkelijk de Friese Boezem bereiken. Dit hoeft nog niet tot een snelle populatiegroei in Friesland te leiden. Zoals besproken in hoofdstuk 5 is het erg waarschijnlijk dat de bevers zich vanuit deze gebieden eerst erg diffuus zullen verspreiden. Waar de eerste bevers zich zullen vestigen is niet betekenisvol te voorspellen, ongeacht de hoek waaruit deze binnenkomen. Wel is de kans dat bevers elkaar

tegen komen om zich voort te planten groter als de provincie vanuit meerdere bronnen gekoloniseerd wordt.

6.4 Aanbevelingen

De bever is een soort die doorgaans gepaard gaat met voordelen voor de lokale biodiversiteit. Het is echter niet te ontkennen dat de aanwezigheid van de bever in Nederland ook gepaard gaat met risico's. In dat kader stellen experts (Bos et al. 2023) dat het niet verstandig is om de ontwikkeling van de populatie overal op zijn beloop te laten, zeker niet in de lage delen van Nederland. Het is volgens hen aan te bevelen om door een slimme inrichting van het landschap en een adequaat beheer, de populatieontwikkeling richting te geven.

Wij concluderen aan de hand van onze analyse dat de provincie Friesland op termijn een aanzienlijke populatie bevers kan verwachten. Het advies aan de opdrachtgever is dan ook om zich als vervolg op deze voorspellingen voor te bereiden op significante kolonisatie door de bever. De ervaring leert dat bevers op termijn moeilijk weg te houden zijn op plaatsen waar ze ongewenst zijn (Rosell & Campbell-Palmer, 2022), daarom is het belangrijk dat kwetsbare landschapselementen in kaart worden gebracht. Een risico-inventarisatie kan gebruikt worden als basis van een monitoringsplan, waarbij een prioritering kan worden gemaakt in monitoringsintensiteit. Monitoring kan, waar mogelijk, worden gezien als een tijdelijke maatregel tot kwetsbare elementen "bever-proof" kunnen worden gemaakt.

Wij adviseren de opdrachtgever om naar aanleiding van de voorspellingen in dit rapport voortgang te maken met het werken aan een beverbeleid (Kurstjens & Niewold 2011). Duurzaam samenleven met bevers gaat niet vanzelf. Het is onafwendbaar dat er inspanningen nodig zijn om de veiligheid te blijven waarborgen en de kosten niet onnodig te laten stijgen. Door goede keuzes op landschapsschaal kan de bever zijn rol in het ecosysteem zo veel mogelijk vervullen terwijl conflicten onder controle blijven (Bos et al. 2023). Gedegen beleid kan voorkomen dat er op een ad-hoc basis moet worden omgegaan met eventuele risicovolle situaties die zowel de veiligheid als het maatschappelijk draagvlak voor de bever in gevaar brengen.

7 Literatuur

- Barnes, W. J., & Dibble, E. (1988). The effects of beaver in riverbank forest succession. *Canadian Journal of Botany*, 66, 40–44. www.nrcresearchpress.com
- Belova, O., Ulevičius, A., Lode, E., Piirainen, S., Wróbel, M., Čiuldienė, D., Lībiete, Z., & Wrobel@ibles, M. W. (2017). *Beaver Population Management in the Baltic Sea Region Countries-A Review of Current Knowledge, Methods and Areas for Development*. <http://www.gf.vu.lt>
- Bloomquist, C. K., & Nielsen, C. K. (2010). Demography of Unexploited Beavers in Southern Illinois. *Journal of Wildlife Management*, 74(2), 228–235. <https://doi.org/10.2193/2008-456>
- Bluzma, P. (2003). Beaver Abundance and Beaver Site Use in a Hilly Landscape (Eastern Lithuania). *Acta Zoologica Lituanica*, 13(1), 8–14. <https://doi.org/10.1080/13921657.2003.10512537>
- Bos, D., De, R., Van Hemert, J. H., & Kurstjens, G. (2020). *Beverbeheerplan Groningen en Drenthe*. www.altwym.nl
- Bos, D., & Gronouwe, J. (2018). Toekomst van het muskusrattenbeheer in Nederland De mogelijkheden onderzocht. *A&W-Rapport*. www.dospisos.nl
- Bos, D., Ward, S. F., & Dijkstra, V. (2022). A&W-Rapport: Begeleide Ontwikkeling van de regionale Beverpopulatie in Groningen en Drenthe.
- Bos, D., van Zelst, B., & Dijkstra, V. (2023). Onderschat de bever niet. *Vakblad Voor Natuur Bos En Landschap*, #195, 22–23.
- Brazier, R. E., Puttock, A., Graham, H. A., Auster, R. E., Davies, K. H., & Brown, C. M. L. (2021). Beaver: Nature's ecosystem engineers. In *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water* (Vol. 8, Issue 1). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/wat2.1494>
- Campbell, R. D., Rosell, F., Nolet, B. A., & Dijkstra, V. A. A. (2005). Territory and group sizes in Eurasian beavers (*Castor fiber*): Echoes of settlement and reproduction? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 58(6), 597–607. <https://doi.org/10.1007/s00265-005-0942-6>
- Dalbeck, L., Hachtel, M., & Campbell-Palmer, R. (2020). A review of the influence of beaver *castor fiber* on amphibian assemblages in the floodplains of European temperate streams and rivers. *Herpetological Journal*, 30(3), 135–146. <https://doi.org/10.33256/HJ30.3.135146>
- de Jong-Stegink, C. (2021). Huidige verspreiding beverpopulatie Groningen en Drenthe 2020-2021. *Bureau Biota*.
- Dijkstra, V., & Poortinga, M. (2016). De bever in het rivierengebied.
- Eastman, J. R. (1999). Multi-criteria evaluation and GIS. *Geographical Information Systems*, 1(1), 493–502.
- Fustec, J., Cormier, J. P., & Lodé, T. (2003). Beaver lodge location on the upstream Loire River. *Comptes Rendus - Biologies*, 326(SUPPL. 1). [https://doi.org/10.1016/s1631-0691\(03\)00057-x](https://doi.org/10.1016/s1631-0691(03)00057-x)
- Fustec, J., Lode, T., Le Jacques², D., & Cormier, J. P. (2001). Colonization, riparian habitat selection and home range size in a reintroduced population of European beavers in the Loire. *Freshwater Biology*, 46, 1361–1371.
- Graham, H. A., Puttock, A., Macfarlane, W. W., Wheaton, J. M., Gilbert, J. T., Campbell-Palmer, R., Elliott, M., Gaywood, M. J., Anderson, K., & Brazier, R. E. (2020). Modelling Eurasian beaver foraging habitat and dam suitability, for predicting the location and number of dams throughout catchments in Great Britain. *European Journal of Wildlife Research*, 66(3). <https://doi.org/10.1007/s10344-020-01379-w>

- Haarberg, O., & Rosell, F. (2006). Selective foraging on woody plant species by the Eurasian beaver (*Castor fiber*) in Telemark, Norway. *Journal of Zoology*, 270(2), 201–208. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00142.x>
- Halley, D. J., & Rosell, F. (2002). The beaver's reconquest of Eurasia: status, population development and management of a conservation success. *Mammal Review*, 32, 153–178.
- Halley, D. J., Saveljev, A. P., & Rosell, F. (2021). Population and distribution of beavers *Castor fiber* and *Castor canadensis* in Eurasia. In *Mammal Review* (Vol. 51, Issue 1, pp. 1–24). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/mam.12216>
- Hartman, G. (1995). Patterns of spread of a reintroduced beaver *Castor fiber* population in Sweden. *Wildlife Biology*, 1(2), 97–103. <https://doi.org/10.2981/wlb.1995.0015>
- Hartman, G. (1996). Habitat selection by European beaver (*Castor fiber*) colonizing a boreal landscape. In *J. Zool., Lontl* (Vol. 240).
- Hartman, G. (2003). Irruptive population development of European beaver (*Castor fiber*) in southwest Sweden. *Lutra*, 46, 103–108.
- Hartman, G., & Törnlov, S. (2006). Influence of watercourse depth and width on dam-building behaviour by Eurasian beaver (*Castor fiber*). *Journal of Zoology*, 268(2), 127–131. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2005.00025.x>
- Hyvönen, T., & Nummi, P. (2008). Habitat dynamics of beaver *Castor canadensis* at two spatial scales. *Wildlife Biology*, 14(3), 302–308. [https://doi.org/10.2981/0909-6396\(2008\)14\[302:HDOBCC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2981/0909-6396(2008)14[302:HDOBCC]2.0.CO;2)
- Janiszewski, P., Kolasa, S. Z., & Strychalski, J. (2017). The preferences of the european beaver *castor fiber* for trees and shrubs in riparian zones. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15(4), 313–327. https://doi.org/10.15666/aeer/1504_313327
- John, F., Baker, S., & Kostkan, V. (2010). Habitat selection of an expanding beaver (*Castor fiber*) population in central and upper Morava River basin. *European Journal of Wildlife Research*, 56(4), 663–671. <https://doi.org/10.1007/s10344-009-0361-5>
- Krojerová-Prokesová, J., Barančková, M., Hamšíková, L., & Vorel, A. (2010). Feeding habits of reintroduced Eurasian beaver: Spatial and seasonal variation in the use of food resources. *Journal of Zoology*, 281(3), 183–193. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2010.00695.x>
- Kurstjens, G., & Niewold, F. (2011). De verwachte ontwikkelingen van de beverpopulatie in Nederland: naar een bevermanagement. *Kurstjens ecologisch adviesbureau/Niewold Wildlife Infocentre*.
- Law, A., Mclean, F., & Willby, N. J. (2016). Habitat engineering by beaver benefits aquatic biodiversity and ecosystem processes in agricultural streams. *Freshwater Biology*, 61(4), 486–499. <https://doi.org/10.1111/fwb.12721>
- Lodberg-Holm, H. K., Garvik, E. S., Fountain, M. S., Reinhardt, S., & Rosell, F. (2022). Crop circles revealed spatio-temporal patterns of beaver foraging on cereal fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 337. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108066>
- Mctaggart, S. T., & Nelson, T. A. (2003). Composition and Demographics of Beaver (*Castor canadensis*) Colonies in Central Illinois. *Source: American Midland Naturalist*, 150(1), 139–150. <http://www.jstor.orgURL:http://www.jstor.org/stable/3566601>
- Mikulka, O., Homolka, M., Drimaj, J., & Kamler, J. (2020). European beaver (*Castor fiber*) in open agricultural landscapes: crop grazing and the potential for economic damage. *European Journal of Wildlife Research*, 66(6). <https://doi.org/10.1007/s10344-020-01442-6>
- Muller-Schwarze, D., & Schuite, B. A. (1999). Behavioral and Ecological Characteristics of A "Climax" Population of Beaver (*Castor Canadensis*). *Beaver PProtectionion, Management, and Utilization in Europe and North America*, 161–177.
- Nolet, B. A., & Rosell, F. (1994). Territoriality and time budgets in beavers during sequential settlement. *Canadian Journal of Zoology*, 72(7), 1227–1237. www.nrcresearchpress.com

- Niewold, F.J.J. 2004. Ontwikkeling van de beverpopulaties in Nederland van 2000-2004. Wageningen, Alterra, Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 982. 62 blz.. 6 fig.; 11 tab.; 34 ref
- Orazi, V.; Hagge, J.; Gossner, M. M.; Müller, J.; & Heurich, M. (2022). Rights / license: Creative Commons Attribution 4.0 International. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000551519>
- Payne, N. F. (1982). Colony Size, Age, and Sex Structure of Newfoundland Beaver. *The Journal of Wildlife Management*, 46(3), 655–661.
- Petrosyan, V. G., Golubkov, V. V., Zavyalov, N. A., Goryainova, Z. I., Dergunova, N. N., Omelchenko, A. V., Bessonov, S. A., Albov, S. A., Marchenko, N. F., & Khlyap, L. A. (2016). Patterns of population dynamics of Eurasian beaver (*Castor fiber* L.) after reintroduction into nature reserves of the European part of Russia. *Russian Journal of Biological Invasions*, 7(4), 355–373. <https://doi.org/10.1134/S2075111716040068>
- Pinto, B., Santos, M. J., & Rosell, F. (2009). Habitat selection of the Eurasian beaver (*Castor fiber*) near its carrying capacity: an example from Norway. *Canadian Journal of Zoology*, 87(4), 317–325. <https://doi.org/10.1139/Z09-015>
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing.
- Reid, D., Code, T., Reid, A., & Herrero, S. (1994). Food habits of the river otter in a boreal ecosystem. *Canadian Journal of Zoology*, 72, 1306–1313. www.nrcresearchpress.com
- Remillard, M. M., Gruending, G. K., & Bogucki, D. J. (1987). Disturbance by Beaver (*Castor canadensis* Kuhl) and Increased Landscape Heterogeneity. In *Landscape Heterogeneity* (pp. 103–122).
- Romanowski, J., Kowalczyk, K., & Rau, K. (2008). Population viability modelling and potential threats to the beaver in the Vistula River valley, Poland. *Ann. Zool. Fennici*, 45, 323–328.
- Romanowski, W., & Winkzek, M. (2018). Urban Beavers *Castor fiber* L., 1758 (Rodentia: Castoridae) in Warsaw, Central Poland. *ACTA ZOOLOGICA BULGARICA*, 12, 109–111.
- Rosell, F., & Campbell-Palmer, R. (2022). *Beavers: ecology, behaviour, conservation, and management*. Oxford University Press.
- Shirley, M. D. F., Harrington, L. A., & Mill, A. C. (2015). *SNH Commissioned Report 814: A model simulating potential colonisation by Eurasian beaver (Castor fiber) following reintroduction to Scotland*.
- Šimůnková, K., & Vorel, A. (2015). Spatial and temporal circumstances affecting the population growth of beavers. *Mammalian Biology*, 80(6), 468–476. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2015.07.008>
- Snodgrass, J. W., & Meffe, G. K. (1998). Influence of beavers on stream fish assemblages: effects of pond age and watershed position. In *Ecology* (Vol. 79, Issue 3).
- Svanholm Pejstrup, M., Andersen, J. R., & Mayer, M. (2023). Beaver foraging patterns in a human-dominated landscape: Effects on woody vegetation and mammals. *Forest Ecology and Management*, 528. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120645>
- Swinnen, K. R. R., Rutten, A., Nyssen, J., & Leirs, H. (2019). Environmental factors influencing beaver dam locations. *Journal of Wildlife Management*, 83(2), 356–364. <https://doi.org/10.1002/jwmg.21601>
- Ulevičius, A., Kisielytė, N., & Jasiulionis, M. (2011). Habitat use and selectivity by beavers (*Castor fiber*) in anthropogenic landscape. *EKOLOGIJA*, 57(2), 47–54. <http://www.stat.gov.lt/>
- Wróbel, M. (2020). Population of Eurasian beaver (*Castor fiber*) in Europe. *Global Ecology and Conservation*, 23. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01046>
- Wróbel, M., & Krysztofiak-Kaniewska, A. (2020). Long-term dynamics of and potential management strategies for the beaver (*Castor fiber*) population in Poland. In *European Zoological Journal* (Vol. 87, Issue 1, pp. 116–121). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/24750263.2020.1727969>

- Yanuta, G., Wróbel, M., Klich, D., Haidt, A., Drobik-Czwarno, W., Balcerak, M., & Mitrenkov, A. (2022). How should we manage a strong Eurasian Beaver population? A comparison of population trends in Poland and Belarus. *Journal of Environmental Management*, 318. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115608>
- Zwolicki, A., Pudelko, R., Moskal, K., Świdarska, J., Saath, S., & Weydmann, A. (2019). The importance of spatial scale in habitat selection by European beaver. *Ecography*, 42(1), 187–200. <https://doi.org/10.1111/ecog.03621>

Bijlage 1 Selectie relevante beheertypen

A - ID	B - Code	C - Omschrijving	D - Foerageerhabitat	E – Burcht / Hol* Gron-Dr
1	L01.01	Poel en klein historisch water		
2	L01.02	Houtwal en houtsingel	Bos typen	
3	L01.03	Elzensingel	Bos typen	
4	L01.05	Knip-of scheerheg		
5	L01.06	Struweelhaag		
6	L01.07	Laan		
7	L01.08	Knotboom		
8	L01.09	Hoogstamboomgaard		
9	L01.16	Bossingel	Bos typen	
10	L02.01	Fortterrein		
11	L02.02	Historisch bouwwerk en erf		
12	L02.03	Historische tuin		
13	N01.01	Zee en wad		
14	N01.02	Duin-en kwelderlandschap		
15	N03.01	Beek en bron	Overige typen	15
16	N04.02	Zoete plas	Overige typen	12
17	N04.03	Brak water	Overige typen	
18	N04.04	Afgesloten zeearm	Overige typen	
19	N05.02	Gemaaid rietland	Overige typen	5
20	N05.03	Veenmoeras	Overige typen	
21	N05.04	Dynamisch Moeras	Overige typen	9
22	N06.01	Veenmosrietland en	Overige typen	
23	N06.02	Trilveen	Overige typen	
24	N06.03	Hoogveen		
25	N06.04	Vochtige heide		
26	N06.05	Zwakgebufferd ven	Overige typen	
27	N06.06	Zuur ven of hoogveenven	Overige typen	
28	N07.01	Droge heide		
29	N07.02	Zandverstuiving		
30	N08.01	Strand en embryonaal duin		
31	N08.02	Open duin		
32	N08.03	Vochtige duinvallei		
33	N08.04	Duinheide		
34	N09.01	Schor of kwelder		
35	N10.01	Nat schraalland	Overige typen	12
36	N10.02	Vochtig hooiland	Overige typen	10
37	N11.01	Droog schraalland		
38	N12.01	Bloemdijk		
39	N12.02	Kruiden-en faunarijk grasland	Overige typen	41
40	N12.03	Glanshaverhooiland	Overige typen	
41	N12.04	Zilt-en overstromingsgrasland	Overige typen	1
42	N12.05	Kruiden-en faunarijke akker		
43	N12.06	Ruigteveld	Overige typen	1
44	N13.01	Vochtig weidevogelgrasland		
45	N13.02	Wintergastenweide		
46	N14.01	Rivier-en beekbegeleidend bos	Bos typen	10
47	N14.02	Hoog-en laagveenbos	Bos typen	15
48	N14.03	Haagbeuken-en essenbos	Bos typen	1
49	N15.01	Duinbos		
50	N15.02	Dennen-, eiken-, en beukenbos	Bos typen	1
51	N16.03	Droog bos met productie	Droog productiebos	6
52	N16.04	Vochtig bos met productie	Bos typen	
53	N17.02	Droog hakhout		
54	N17.03	Park-en stinzenbos	Bos typen	
55	N17.04	Eendenkooi	Bos typen	
56	N17.06	Vochtig en hellinghakhout	Bos typen	

* Aantal burchten/holen van de Gronings-Drentse populatie met status: Voortplanting bekend / bekend / mogelijk / voormalig

Bijlage 2 Beslisregels Habitatkwaliteit

Nr.	Oeverzone (=20m)	Nbp - Looftbos typen	Nbp - Overige typen	Nbp - Droog prod. bos	TOP10NL - Looftbos	TOP10NL - Naaldbos	SWF 2018	GWT I t/m VI	GWT VII en VIII	Habitatkwaliteit
1	✓	✓						✓		Optimaal
2	✓		✓					✓		Suboptimaal
3	✓			✓				✓		Suboptimaal
4	✓				✓			✓		Optimaal
5	✓					✓		✓		Suboptimaal
6	✓						✓	✓		Suboptimaal
7	✓	✓			✓			✓		Optimaal
8	✓		✓		✓			✓		Optimaal
9	✓			✓	✓			✓		Optimaal
10	✓	✓				✓		✓		Suboptimaal *
11	✓		✓			✓		✓		Suboptimaal
12	✓			✓		✓		✓		Suboptimaal
13	✓	✓					✓	✓		Optimaal
14	✓		✓				✓	✓		Optimaal **
15	✓			✓			✓	✓		Suboptimaal
16	✓				✓		✓	✓		Optimaal
17	✓					✓	✓	✓		Suboptimaal
18	✓	✓			✓		✓	✓		Optimaal
19	✓		✓		✓		✓	✓		Optimaal
20	✓			✓	✓		✓	✓		Optimaal
21	✓	✓				✓	✓	✓		Suboptimaal *
22	✓		✓			✓	✓	✓		Suboptimaal
23	✓			✓		✓	✓	✓		Suboptimaal
24	✓	✓							✓	Suboptimaal
25	✓		✓						✓	Marginaal
26	✓			✓					✓	Marginaal
27	✓				✓				✓	Suboptimaal
28	✓					✓			✓	Marginaal
29	✓						✓		✓	Marginaal
30	✓	✓			✓				✓	Suboptimaal
31	✓		✓		✓				✓	Suboptimaal
32	✓			✓	✓				✓	Suboptimaal
33	✓	✓				✓			✓	Marginaal *
34	✓		✓			✓			✓	Marginaal
35	✓			✓		✓			✓	Marginaal
36	✓	✓					✓		✓	Suboptimaal
37	✓		✓				✓		✓	Suboptimaal **
38	✓			✓			✓		✓	Marginaal
39	✓				✓		✓		✓	Suboptimaal
40	✓					✓	✓		✓	Marginaal
41	✓	✓			✓		✓		✓	Suboptimaal
42	✓		✓		✓		✓		✓	Suboptimaal
43	✓			✓	✓		✓		✓	Suboptimaal
44	✓	✓				✓	✓		✓	Marginaal *
45	✓		✓			✓	✓		✓	Marginaal
46	✓			✓		✓	✓		✓	Marginaal

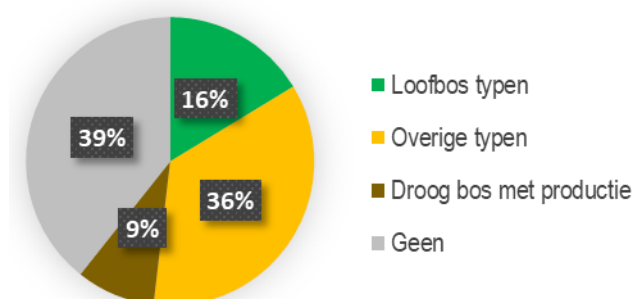
* Indien uit de topografische kaart (bron TOP10NL) blijkt dat er naaldbos is gelegen binnen een 'looftbos beheertype' (bron Nbp), bepaalt dit naaldbos voor deze combinatie de kwaliteit (in principe 'Suboptimaal').

** Indien er binnen een 'overig beheertype' (bron Nbp) kleine houtige elementen zijn gelegen (bron SWF2018) is er vanuitgegaan dat dit loofhout betreft en krijgt deze combinatie de bijbehorende kwaliteit (in principe 'Optimaal').

Bijlage 3 Gevoeligheidsanalyse

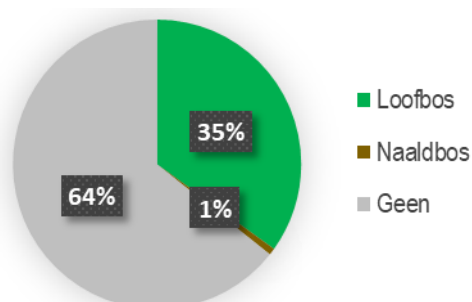
Bijlage 3.1 Foerageerhabitat – Beheertypen Natuurbeheerplan Fryslân 2023

Beheertypen - Nbp	aandeel in %	Habitat (ha)	Aantal bevers
Loofbos typen	16%	1822	1154
Overige typen	36%	3966	2512
Droog bos met productie	9%	989	627
Geen	39%	4387	2778
Totaal	100%	11163	7070



Bijlage 3.2 Foerageerhabitat – Bos Topografische kaart 1:10.000 – TOP10NL

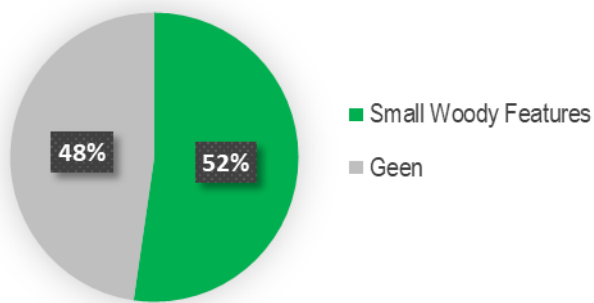
Type bos - TOP10NL	aandeel in %	Habitat (ha)	Aantal bevers
Loofbos	35%	3901	2471
Naaldbos	1%	85	54
Geen	64%	7178	4546
Totaal	100%	11163	7070



Bijlage 3.3 Foerageerhabitat – Houtige landschapselementen – SWF 2018

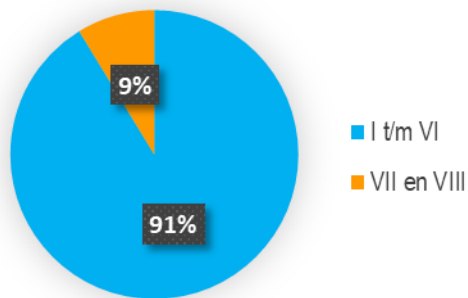
Houtig landschapselement	aandeel in %	Habitat (ha)	Aantal bevers
Small Woody Features	52%	5838	3697
Geen	48%	5325	3373

Totaal	100%	11163	7070
---------------	-------------	--------------	-------------



Bijlage 3.4 Grondwatertrappen

Grondwatertrappen	aandeel in %	Habitat (ha)	Aantal bevers
I t/m VI	91%	10189	6453
VII en VIII	9%	974	617
Totaal	100%	11163	7070



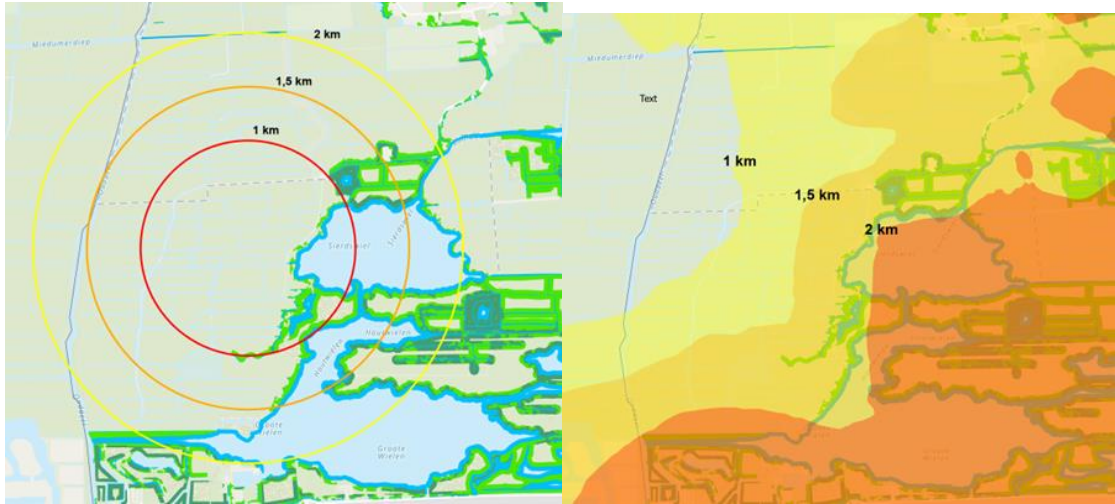
Bijlage 3.5 Overzicht aandeel Habitattypen

Beheertypen - Nbp	Type bos - TOP10NL	Small Woody Features	Habitat (ha)	Som van %	Aant bevers
Loofbos typen	Loofbos	Houtig landschapselement	488	4,4%	309
Loofbos typen	Loofbos		856	7,7%	542
Loofbos typen	Naaldbos	Houtig landschapselement	1	0,0%	1
Loofbos typen	Naaldbos		30	0,3%	19
Loofbos typen		Houtig landschapselement	146	1,3%	92
Loofbos typen			301	2,7%	191
Overige typen	Loofbos	Houtig landschapselement	91	0,8%	58
Overige typen	Loofbos		165	1,5%	105
Overige typen		Houtig landschapselement	674	6,0%	427
Overige typen			3.035	27,2%	1.922
Droog bos met productie	Loofbos	Houtig landschapselement	380	3,4%	241
Droog bos met productie	Loofbos		468	4,2%	297
Droog bos met productie	Naaldbos	Houtig landschapselement	2	0,0%	1
Droog bos met productie	Naaldbos		41	0,4%	26
Droog bos met productie		Houtig landschapselement	40	0,4%	25
Droog bos met productie			58	0,5%	37
	Loofbos	Houtig landschapselement	1.089	9,8%	690
	Loofbos		363	3,2%	230
	Naaldbos	Houtig landschapselement	3	0,0%	2
	Naaldbos		8	0,1%	5
		Houtig landschapselement	2.924	26,2%	1.852
Eindtotaal			11.163	100%	7.070

Bijlage 3.6 Invloed Zoekcirkel (Hoofdstuk 4.3)

Kwaliteit & GWT	Beverhabitat	Factor (opp)	Min 6 ha habitat binnen:		
			1000 m	1500 m	2000 m
Optimaal - I t/m VI	Optimaal habitat	1	3.326	4.424	4.821
Optimaal - VII en VIII	Suboptimaal habitat	0,5	882	1.195	1.249
Suboptimaal - I t/m VI	Suboptimaal habitat	0,5	7.673	11.530	13.207
Suboptimaal - VII en VIII	Marginaal habitat	0,25	833	1.506	1.643
Totaal oppervlak habitat (ha)			7.812	11.163	12.460
Aantal territoria			1.304	1.861	2.077
Aantal bevers			4.947	7.070	7.891

* uitgaande van een gemiddelde territoriumgrootte van 6 ha en een gemiddelde gezinsgrootte van 3,8 bever per territoria



Bijlage 4 Beschrijving Bever-Voedselmodel

Het illustratieve model, zoals gepresenteerd in hoofdstuk 5, is gebaseerd op het klassieke Lotka-Volterra model. Een Lotka-Volterra-model wordt doorgaans gebruikt voor het modelleren van de dynamiek tussen predator- en prooipopulaties. In dit geval is voedsel in de vorm van vegetatie de "prooi". Teruggroeiende vegetatie gedraagt zich echter anders dan voortplantende prooidieren, in de zin dat herstellende vegetatie niet voort hoeft te komen uit de overgebleven vegetatie. In dit model is de "restoration rate" van vegetatie de mate waarin de jaarlijkse plantengroei de jaarlijkse vraat van bevers binnen een territorium kan bijbenen. Bij een restoration rate van 1 groeit er binnen een voedsel- "patch" jaarlijks evenveel vegetatie terug als dat er wordt weggegeten. Bij een rate van 0,2 groeit jaarlijks slechts 20% van gegeten vegetatie terug. In dit model zit de aanname dat voedsel nooit verder toeneemt dan 100%. Een aanname in dit model is dus dat er nooit meer voedsel is dan in de startsituatie.

In dit model eet iedere bever een vaste hoeveelheid voedsel ieder jaar, en de populatiegroei van een jaar is afhankelijk van de hoeveelheid voedsel die aanwezig is in het jaar ervoor. Als de hoeveelheid beschikbaar voedsel lager is dan benodigd is voor het voeden van de beverpopulatie, treedt er mortaliteit op. Dit model neemt aan dat er geen mortaliteit vanuit andere bronnen optreedt.

Het model werkt via een simulatieloop in het statistisch programma R. De benodigde parameters en functies zijn hieronder gegeven.

Hierbij gelden de volgende symbolen:

P: De populatie Bever

F: Het percentage voedsel

r: De groeisnelheid van de populatie

r_{max}: De maximum groeisnelheid van de populatie

PG: De jaarlijkse populatiegroei

C: De consumptie van *F* van één bever.

C_t: De totale jaarlijkse consumptie

FG: De "restoration rate" van gegeten voedsel.

FG_t: De totale jaarlijkse teruggroei van voedsel

M: De voedsel-gedreven mortaliteit

Startparameters:

De startparameters kunnen worden aangepast om te variëren in de uitkomst.

$$P = 10$$

$$F = 100$$

$$r_{max} = 0,3$$

$$C = 0,0074$$

$$FG = 1$$

Simulatie:

De simulatie van *P* en *F* loopt volgens de volgende formules:

$$r = r_{max} * (F[t - 1] / 100)$$

$$Ct = P[t - 1] * C$$

$$M_{(max\ 1,0)} = -((F[t - 1] - Ct) / 100)$$

$$PG = (r - M) * P[t - 1]$$

$$FGt = FG * (100 - F[t - 1])$$

$$P[t] <- P[t - 1] + PG$$

$$F[t]_{(max\ 100, 0)} <- F[t - 1] + FGt - Ct$$



Adres

Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden
Telefoon 0511 47 47 64
info@altwym.nl

www.altwym.nl

Adres Amsterdam

Gebouw Matrix II,
Science Park 400/K1.08/1.09
1098 XH Amsterdam