

Onderzoek samenhang **Energietransitie & stikstof** **in de industrie**

Eindrapport



Colofon

Titel: Onderzoek Samenhang energietransitie & stikstof in de industrie (OSES)
Opdrachtgever: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Projectteam: Ruud Broekman, Daniël Poot, Valentin Thonen, Marieke van Helvoort
Versie: D1.0
Kenmerk: NEAA/2023/RBnohr/10
Datum: 30 oktober 2023

De essentie

Hambakenwetering 5, Toren B Etage 4, 5231 DD 's-Hertogenbosch
Tel 073 744 0182 | info@ditisdeessentie.nl | www.ditisdeessentie.nl



Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel van dit onderzoek	6
1.3	Leeswijzer	6
2	Onderzoeksoepzet en verantwoording	7
2.1	Inleiding.....	7
2.2	Aanpak in vier stappen.....	8
2.2.1	Stap 1: definiëren vermeden emissies en projecten.....	8
2.2.2	Stap 2: bepalen van stikstofemissies	10
2.2.3	Stap 3: bepalen van stikstofdeposities	16
2.2.4	Stap 4: aggregeren van stikstofdeposities	17
2.3	Scope in dit onderzoek.....	17
3	Vermeden emissies en projecten	21
3.1	Inleiding.....	21
3.2	Overzicht vermeden emissies	21
3.2.1	Geaggregeerd beeld NO _x	21
3.2.2	Geaggregeerd beeld CO ₂	24
3.2.3	Vermeden emissies cluster Chemelot.....	27
3.2.4	Vermeden emissies cluster Noord-Nederland.....	27
3.2.5	Vermeden emissies cluster Noordzeekanaalgebied	28
3.2.6	Vermeden emissies cluster Rotterdam-Moerdijk.....	29
3.2.7	Vermeden emissies cluster Schelde-DeltaRegio	30
3.2.8	Vermeden emissies cluster 6	31
3.3	Overzicht projecten	33
3.3.1	Projecten cluster Chemelot	35
3.3.2	Projecten cluster Noord-Nederland	35
3.3.3	Projecten cluster Noordzeekanaalgebied.....	36
3.3.4	Projecten cluster Rotterdam-Moerdijk	36
3.3.5	Projecten cluster Schelde-Deltaregio	37
3.3.6	Projecten clusteroverstijgend	38
4	Stikstofdeposities	39
4.1	Inleiding.....	39
4.2	Beeld per cluster	39
4.3	Landelijk beeld	58
4.4	Tijdsbeeld en balanskaarten	62



5	Conclusies en aanbevelingen	70
5.1	Inleiding.....	70
5.2	Conclusies	70
5.3	Aanbevelingen	72
5.4	Tot slot	74
Bijlage 1.	OverzichtslIJst vermeden emissies.....	75
Bijlage 2.	OverzichtslIJst projecten	78
Bijlage 3.	Overzichtskaarten locaties vermeden emissies.....	81
Bijlage 4.	Overzichtskaarten locaties projecten.....	88
Bijlage 5.	Overzicht realisatieplanning projecten	95



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

We staan voor de opgave om duurzamer te worden, zodat economie en maatschappij meer in balans komen met de ecologische waarden en natuurlijke bronnen van onze planeet en we stoppen met het verder uitputten van de aarde. Om hier in Nederland vorm aan te geven, is onder meer het Klimaatakkoord gesloten. In dit akkoord zijn overheid, bedrijven en organisaties overeengekomen om de uitstoot van broeikasgassen tegen te gaan zodat de opwarming van de aarde beperkt wordt. Het belangrijkste doel van het Klimaatakkoord is het verminderen van de CO₂-uitstoot met 49% in 2030 (vergeleken met 1990) en met 95% in 2050. Hiertoe zijn en worden afspraken voor reductie gemaakt in de sectoren elektriciteit, industrie, mobiliteit, gebouwde omgeving en landbouw en landgebruik. Ook zijn diverse cross-sectorale maatregelen vastgesteld: maatregelen die sectoroverstijgend zijn zoals de gevolgen voor de arbeidsmarkt en de financiering van verduurzamingsprojecten.

Voor de sectoren elektriciteit en industrie betekent dit vooral, dat we moeten stoppen met het gebruik van fossiele brandstoffen. Energieproductie moet op duurzame wijze gaan plaatsvinden en (onder andere) in de industrie moet worden overgestapt op duurzame energie (i.c. duurzaam opgewekte elektriciteit en duurzaam geproduceerde waterstof) in de productieprocessen.

Om invulling te geven aan deze energietransitie, worden onder meer het Programma Energiehoofdstructuur (PEH), het Programma Energie Systeem (PES), Wind op Zee, het Programma Waterstof en de Regionale Energie Strategieën (afgekort RESsen) uitgewerkt. Zo wordt integraal en gebiedsgericht gezocht naar de beste energiestrategie. Ook wordt gezocht naar een goede match in (toekomstige) vraag en aanbod in duurzame energie, met een duidelijke focus op de opwek van duurzame energie op land in de RESsen. Specifiek voor de industrie-sector zijn zes Cluster Energie Strategieën (afgekort CESSen) gemaakt. In deze CESSen geven de zes belangrijkste industrieclusters in Nederland aan hoe de energietransitie ingevuld gaat worden en wat hun plannen zijn om de uitstoot van broeikasgassen te verlagen. Naast het gezamenlijke commitment van de clusters geeft het ook inzicht in wat zij nodig hebben van de overheid en andere partijen, zoals infrastructurele voorzieningen (leidingnetten) en regelgeving. Het invullen van de energietransitie vraagt namelijk ook om aanpassingen in de bestaande energienetwerken die de industrieclusters voorzien. Denk bijvoorbeeld aan de invulling van de (fors) grotere vraag naar elektriciteit en de benodigde uitbreiding en verzwaring van het hoogspanningsnet om de (duurzaam op te wekken) elektriciteit bij de bedrijven te kunnen afleveren.

In de CESSen zijn maatregelen aangegeven die per cluster nodig zijn om de energietransitie uit te voeren. Daarnaast zijn er maatregelen nodig die de clusters overstijgen; denk bijvoorbeeld aan het aansluiten van de grote windparken op zee op het hoogspanningsnet of het realiseren van transportbuisleidingen tussen de clusters. Deze clusteroverstijgende benodigde maatregelen zijn opgenomen in het Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (MIEK). Het MIEK is een programma van energie- en grondstoffeninfrastructuurprojecten van nationaal belang die randvoorwaardelijk zijn voor de energietransitie in de industrie en andere sectoren en die het energievermogen van Nederland stimuleren.

Relatie CO₂ reducties en stikstof

Bovenstaande geeft aan dat het nodige wordt uitgedacht en uitgerold om invulling te geven aan de ambities in CO₂ reducties. Door ervoor te zorgen dat bedrijven kunnen omschakelen naar duurzame energie (en dus de randvoorwaarden zoals voldoende capaciteit voor opwek en distributie op orde te hebben) worden fossiele verbrandingsprocessen en dus CO₂ emissies uitgefaseerd. Parallel hieraan treedt een ander effect op dat voordelig is voor het ecosysteem: door de overschakeling van fossiele brandstoffen naar zon- en windenergie worden ook de nodige stikstofemissies in de industrie vermeden. De energietransitie in de industrie zorgt dus niet alleen voor reductie van CO₂ emissies (hoofddoelstelling) maar ook voor reductie van stikstofemissies. Hiermee draagt de verduurzaming van de industrie dus ook bij aan het reduceren van de stikstofconcentraties en -deposities in Nederland.

Tegelijk moeten er ook diverse projecten gerealiseerd worden om de verduurzaming van de industrie te kunnen realiseren. De omschakeling naar een duurzaam energieverbruik vraagt immers om aanpassingen bij bedrijven én in de energie-infrastructuur zodat de bedrijven voorzien kunnen worden van duurzame energie. Bij de



realisatie van deze energietransitieprojecten kunnen stikstofemissies ontstaan. Denk bijvoorbeeld aan de inzet van graafmachines en transport voor nieuwe leidingen. Ook na de aanleg kunnen er (permanente) nieuwe stikstofemissies zijn, bijvoorbeeld als CO₂ getransporteerd moet worden per schip of as van bedrijven naar CO₂-opslaglocaties of emissies door onderhoud van installaties en netwerken. Deze stikstofemissies kunnen neerslaan (depositie) op in het kader van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn aangewezen Natura 2000-gebieden. Projecten die, gelet op de instandhoudingdoelstellingen, significante gevolgen kunnen hebben voor een Natura 2000-gebied, zijn volgens artikel 2.7 lid 2 Wet natuurbescherming (Wnb) vergunningplichtig. Deze (Europese) natuurwetgeving staat in beginsel niet toe dat plannen en projecten worden uitgevoerd die een mogelijk negatief effect hebben op natuurwaarden. Deze vergunningplicht kan de realisatie van de energietransitie mogelijk belemmeren of vertragen.

1.2 Doel van dit onderzoek

Dit onderzoek dient het doel om inzichtelijk te maken welke mogelijke effecten optreden in de reductie van stikstofemissies en -deposities als gevolg van de energietransitie in de industrie, én welke mogelijke effecten optreden in (al dan niet tijdelijke) toenames in stikstofemissies en -deposities door deze transitie. De reductie-effecten treden met name op in de industriesector zelf. Toenames kunnen voortkomen door duurzamere technieken en door de realisatie van infrastructuur die benodigd is om de verduurzaming te kunnen realiseren. Dit onderzoek geeft antwoord op de volgende vragen:

- Welke reducties in stikstofemissies en bijbehorende stikstofdeposities zijn te realiseren in de industrie als gevolg van de energietransitie in de industrie?
- Welke tijdelijke en/of permanente toenames in stikstofemissies en bijbehorende deposities zijn te verwachten als gevolg van de noodzakelijke aanpassingen aan de energie-infrastructuur, zodat de industrie kan verduurzamen?
- Hoe verhouden deze reducties en toenames zich tot elkaar, in omvang, locatie en tijdsbeeld van emissies en deposities?

De antwoorden op deze vragen bieden inzicht in de stikstof-effecten van de energietransitie in de industrie, waarmee:

- Aangegeven kan worden welke bijdrage de industriesector via de energietransitie in de industrie (potentieel) kan leveren met betrekking tot de nationale stikstofreductiedoelstellingen;
- Beoordeeld kan worden hoe stikstof-knelpunten in de energietransitie in de industrie opgelost kunnen worden.

Dit inzicht draagt bij aan het in beeld krijgen van de positieve effecten op stikstof door de energietransitie in de industrie, maar laat ook zien welke mogelijke obstakels er op 'stikstofgebied' zijn om de energietransitie in de industrie te bewerkstelligen. Meer concreet wordt er inzicht gegeven in welke stikstofuitdagingen kunnen ontstaan om de noodzakelijke aanpassingen in de energie-infrastructuur te realiseren en hoe deze opgelost kunnen worden.

Met dit inzicht kunnen gerichte vervolgstappen genomen worden; enerzijds in het vaststellen van de bijdragen uit de industriesector aan de nationale stikstofreductiedoelstellingen, anderzijds in het bepalen van de koers en nodige acties om de industriële energietransitie in relatie tot stikstof succesvol te realiseren.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de verantwoording gegeven hoe dit onderzoek is uitgevoerd. De onderzoeksopzet wordt toegelicht op procesmatig en inhoudelijk vlak en de gemaakte keuzes in aanpak en scope zijn uitgelicht. Hoofdstuk 3 geeft overzicht en inzicht in welke potentie er in de industrie is om stikstofemissies te verminderen door de energietransitie in de industrie (dit noemen we **vermeden emissies/deposities**) en welke **projecten** nodig zijn om de energietransitie in de industrie te realiseren. De vermeden emissies en de projecten zijn geaggregeerd weergegeven en geanalyseerd, en vervolgens nader onderverdeeld in de verschillende industrieclusters. In hoofdstuk 4 is de vertaling gemaakt van alle emissies uit de vermeden emissies en projecten zoals omschreven in hoofdstuk 3, naar stikstofdeposities. Dit wordt gedaan in kaartbeelden en in tijdsbeelden. Hoofdstuk 5 omvat de conclusies uit het onderzoek en geeft enkele aanbevelingen.



2 Onderzoeksopzet en verantwoording

2.1 Inleiding

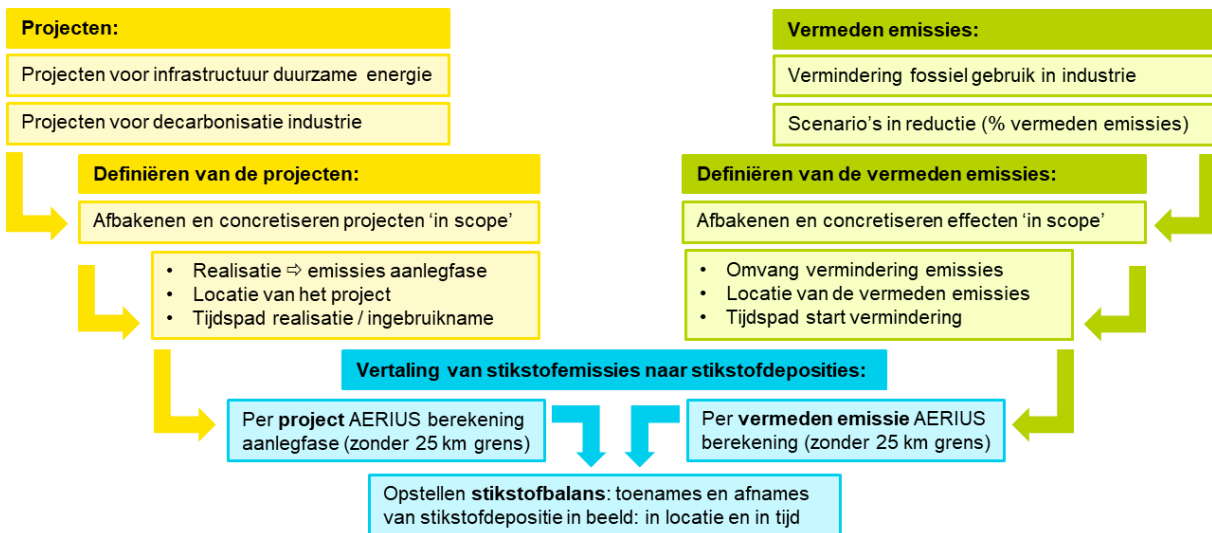
Het doel van dit onderzoek is het kwantitatief in beeld brengen van de effecten van de energietransitie in de industrie op stikstof – en dan met name de stikstofdepositie. Het onderzoek geeft inzicht in welke projecten worden uitgevoerd en welke stikstof-effecten hiermee samenhangen. Het in beeld brengen van stikstofdeposities kan alleen maar als duidelijk is welke stikstofemissies waar en wanneer plaatsvinden (of juist wegvallen). Met deze emissies kan met AERIUS Calculator worden berekend waar en wanneer welke depositie-effecten op welke Natura 2000-gebieden plaatsvinden als gevolg van deze emissies. Dit gebeurt in deze studie indicatief.

Het onderzoek is uitgevoerd in twee fasen: een eerste inventarisatie is in de 2^e helft van 2022 uitgevoerd door een projectteam van De essentie en Witteveen + Bos. Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) is opdrachtgever. Tijdens het onderzoek zijn de onderzoeksstappen en tussenresultaten met regelmaat besproken met een begeleidingsgroep, die is samengesteld uit experts vanuit het ministerie EZK, Tennet, Gasunie en RIVM. Vervolgens is in 2023 het onderzoek afgerond met actuele brondata, zijn alle depositieberekeningen uitgevoerd zonder 25 km rekgrens en is er een onderbouwde raming gemaakt van de emissiereducties in de industrie.

Om inzicht te krijgen in de stikstofeffecten¹ van de energietransitie in de industrie, is het noodzakelijk om 'de energietransitie' te duiden in concrete activiteiten, met onderscheid in:

- De vermindering van / vermeden stikstofemissies in de industrie door de verduurzaming, ofwel in deze studie de **vermeden emissies** van de energietransitie in de industrie genoemd;
- De (tijdelijke) stikstofemissies gerelateerd aan de realisatie (aanlegfase) van de **projecten** die nodig zijn voor de energietransitie in de industrie.

Dit onderscheid in projecten en vermeden emissies wordt in deze rapportage consequent gebruikt. In figuur 1 is samengevat op welke wijze inzicht is verkregen in de emissies en -deposities (toenames en afnames).



figuur 1. Schematische opzet onderzoek: stikstofgevolgen uit projecten en de potentie in reductie in de industrie.

Om op navolgbare en objectieve manier inzicht te krijgen in alle toe- en afnames van stikstofdeposities, is dit onderzoek uitgevoerd in vier achtereenvolgende stappen. In de volgende paragraaf is nader omschreven en verantwoord op welke wijze dit is uitgevoerd.

¹ Het gaat om het duiden van de stikstofdepositie-effecten. Om deze goed te kunnen bepalen, moeten de stikstofemissie-effecten helder zijn. Dit is anders dan bij CO₂-effecten, waar geen vertaling van emissie naar depositie plaats vindt.

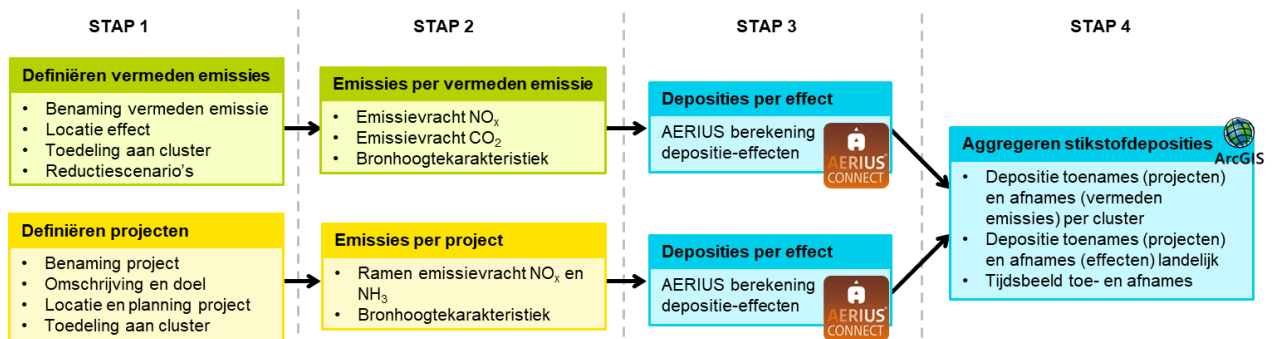


2.2 Aanpak in vier stappen

De vier onderzoeksstappen zijn kort samengevat (zie figuur 2):

- **Stap 1:** het definiëren welke vermeden emissies door deze energietransitie in de industrie plaats (kunnen) vinden en welke projecten behorend tot de energietransitie in de industrie worden meegenomen in dit onderzoek. Per project en per vermeden emissie is in beeld gebracht waar en wanneer het plaats vindt. Op basis van locatie zijn projecten en vermeden emissies zoveel mogelijk aan één van de CES-clusters toebedeeld.
- **Stap 2:** het bepalen van stikstofemissies: per vermeden emissie en per project is onderzocht welke potentiële afname van emissies (bij vermeden emissies) of toename van emissies (bij projecten) plaats vindt. Tevens is voor de vermeden emissies de potentiële CO₂-reductie in beeld gebracht. Voor de vermeden emissies zijn twee scenario's in reductie onderzocht.
- **Stap 3:** voor ieder project en vermeden emissie is met behulp van de emissieraming berekend welke stikstofdeposities plaats vinden. Dit is gedaan in AERIUS Connect om totale deposities (ook > 25 km) in beeld te hebben.
- **Stap 4:** op basis van alle stikstofdepositieberekeningen is een totaalbeeld opgesteld voor geheel Nederland en voor de industrieclusters, zodat de stikstofdeposities in ruimte en in tijd duidelijk zijn.

Navolgend is voor iedere stap nader omschreven welke activiteiten zijn uitgevoerd (en waarom).



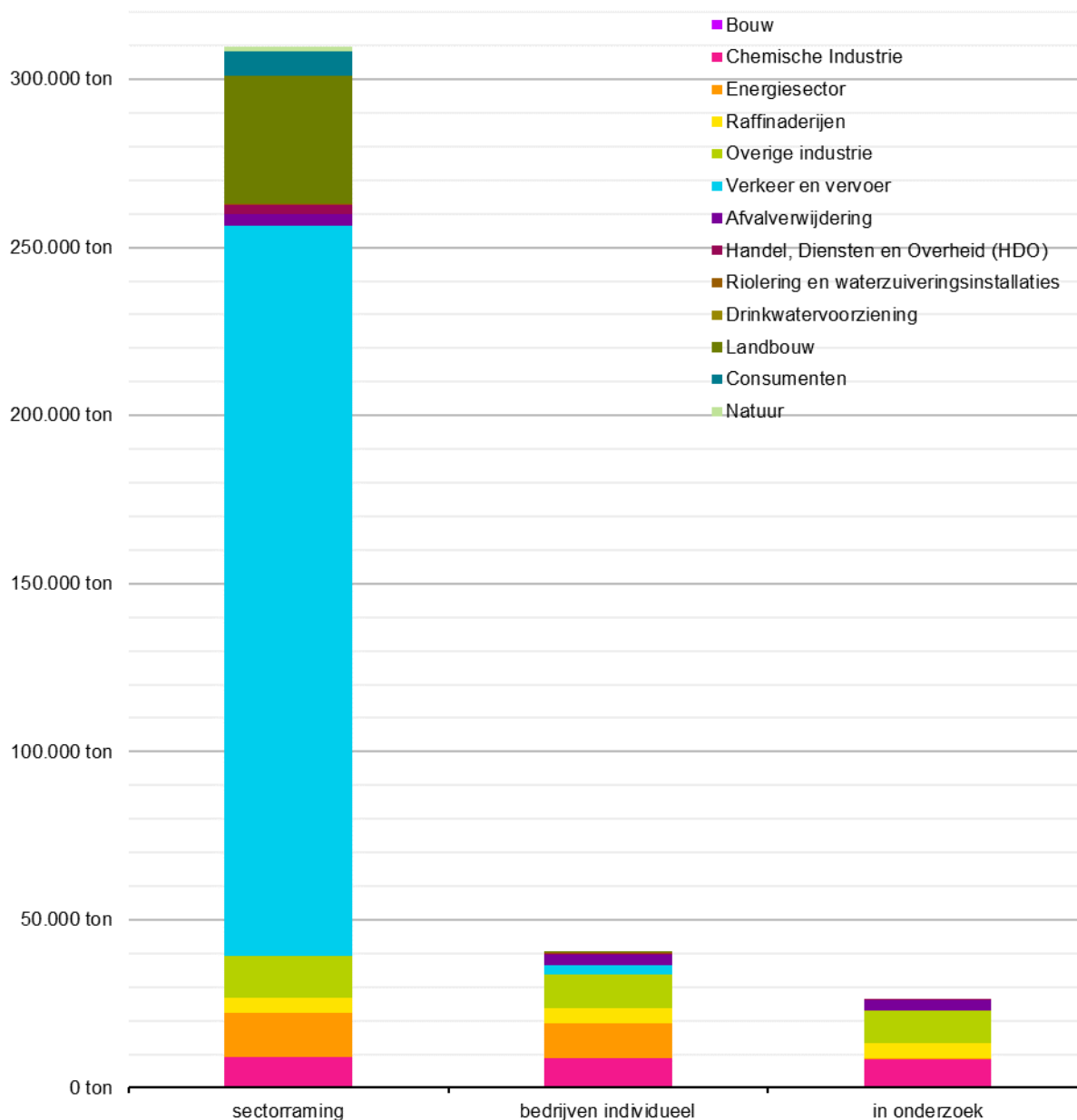
figuur 2. Overzicht van de aanpak in vier stappen.

2.2.1 STAP 1: DEFINIËREN VERMEDEN EMISSIES EN PROJECTEN

Om de **vermeden emissies** (dus de stikstofemissies die in de toekomst potentieel vermeden worden als gevolg van de energietransitie in de industrie) in beeld te krijgen, is een overzicht gemaakt van alle 911 bedrijven die op individueel niveau zijn opgenomen in de Emissieregistratie (emissieregistratie 2021). In deze lijst is een totale jaarlijkse emissie van 40,16 kiloton NO_x opgenomen, zie tabel 1. Dit is 13% van de totale emissie van ca. 310 kiloton NO_x die in de Emissieregistratie is geraamd voor geheel Nederland.

Sector	sectorraming	bedrijven	in onderzoek
1. Bouw	448 ton	355 ton	329 ton
2. Chemische Industrie	8.758 ton	8.426 ton	8.229 ton
3. Energiesector	13.220 ton	10.458 ton	394 ton
4. Raffinaderijen	4.494 ton	4.494 ton	4.494 ton
5. Overige industrie	12.284 ton	10.097 ton	9.499 ton
6. Verkeer en vervoer	217.231 ton	2.564 ton	0 ton
7. Afvalverwijdering	3.541 ton	3.321 ton	3.205 ton
8. Handel, Diensten en Overheid (HDO)	2.700 ton	213 ton	163 ton
9. Riolering en waterzuiveringsinstallaties	208 ton	208 ton	0 ton
10. Drinkwatervoorziening	3 ton	0 ton	0 ton
11. Landbouw	38.058 ton	29 ton	0 ton
12. Consumenten	7.489 ton	0 ton	0 ton
13. Natuur	1.134 ton	0 ton	0 ton
Totaal	309.566 ton	40.166 ton	26.313 ton
Aandeel industrie (2 t/m 5)	38.755 ton	33.475 ton	22.616 ton

tabel 1. Overzicht uit Emissieregistratie (jaar 2021): emissies NO_x per sector voor geheel Nederland op sectorniveau (sectorraming), de emissies geregistreerd op individueel bedrijfsniveau (bedrijven) en de emissies die zijn meegenomen in dit onderzoek. De kleuren per sector corresponderen met de grafiek in figuur 3.



figuur 3. Visueel overzicht uit Emissieregistratie (jaar 2021): emissies NO_x per sector voor geheel Nederland op sectorniveau, op individueel bedrijfsniveau (bedrijven) en emissies die zijn meegenomen in dit onderzoek.

Voor de industrie (sector 2 t/m 5) betreft dit 33.475 ton, zijnde 86,4% van de totale emissies uit de industrie in Nederland. In deze studie zijn alle bedrijven meegenomen die individueel geregistreerd staan, (kolom 'bedrijven' in tabel 1) exclusief de sectoren Verkeer en vervoer (concreet zijn vliegvelden individueel geregistreerd), Landbouw en Riolering & waterzuivering. Ook de bedrijven die bijvoorbeeld onder de sectoren Bouw, Handel, diensten & overheid (HDO) of Afvalverwijdering vallen zijn derhalve meegenomen in dit onderzoek.

Voor alle 991 individueel geregistreerde bedrijven is bepaald of deze 1) tot een CES cluster behoren, 2) nog actief zijn en 3) een emissie hebben van > 10 ton NO_x. Dit leidt tot een lijst van 141 bedrijven, met een totale NO_x emissie van 26,3 kiloton NO_x; 65,5% van de totale NO_x emissie zoals opgenomen voor bedrijven in de Emissieregistratie is derhalve meegenomen in dit onderzoek. Deze 141 bedrijven veroorzaken in totaal 99,0% van alle geregistreerde NO_x emissie, voor zover toe te wijzen aan de zes industrieclusters (zie paragraaf 2.3 voor de afbakening van de 'meegenomen' industrie). Bijlage 1 bevat een overzichtslst van alle vermeden emissies, waarbij per vermeden emissie de naam, locatie, clustertoedeling, sectortoedeling, CO₂ en NO_x emissies en bronhoogte karakteristiek is opgenomen.



Om te bepalen welke **projecten** meegenomen worden in het onderzoek, is een analyse uitgevoerd op alle energietransitieprojecten die mogelijk een rol kunnen spelen in de industriesector. Dit zijn projecten die gepland staan en projecten die in uitvoering zijn / recent zijn gerealiseerd. Hiertoe is geïnventariseerd welke projecten zijn benoemd in het MIEK 2022, aangevuld met gegevens uit het Ontwikkelkader Wind op Zee (versie 10 juni 2022) en in de Verkenning Aanlanding Wind op Zee 2030 (VAWOZ 2030). Specifiek voor de detaillering van projectinformatie voor hoogspanningsverbindingen is gebruik gemaakt van het Ontwerp investeringsplan Net op land 2022-2031 (5 juli 2022, TenneT). Ook is gebruik gemaakt van de CESsen, te weten:

- Cluster Energie Strategie (CES) Chemelot 2030-2050 en Cluster Energie Strategie 2022 Chemelot 2030-2050;
- Cluster Energie Strategie (CES) Industrietafel Noord-Nederland (september 2021) en CES – 2022 Industrietafel Noord-Nederland (september 2022);
- Cluster Energie Strategie (CES) 1.0 Noordzeekanaalgebied (september 2021), de actualisatie van dit CES uit januari 2022 en de CES Noordzeekanaalgebied 2022 (september 2022);
- Cluster Energie Strategie (CES 2021) Industriecluster Rotterdam-Moerdijk (15 september 2021) en CES 2022 (september 2022);
- Cluster Energie Strategie (CES) Schelde-Deltaregio versie 1.0 (september 2021) en versie 2.1 (juli 2022).

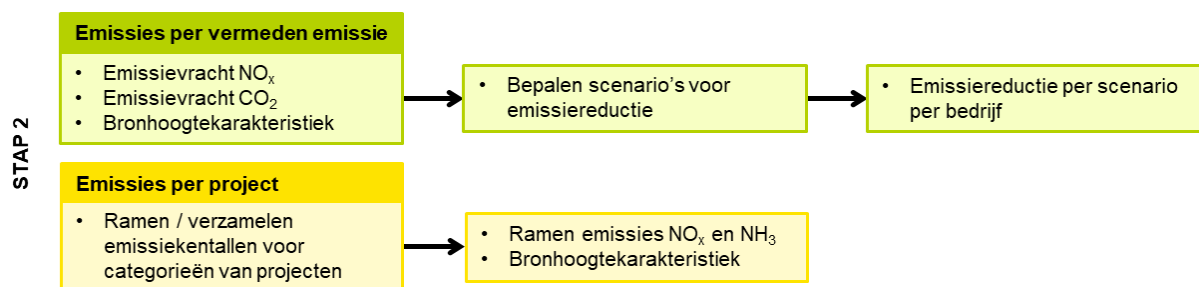
Naast bovengenoemde vijf CES is er ook een CES cluster 6. Cluster 6 is niet geografisch afgebakend, maar een meer branche- en sectorgeoriënteerd cluster. In het CES Cluster 6 wordt vooral inzicht gegeven in ambities voor de verduurzaming en de wijzen waarop dit gerealiseerd zou kunnen worden, maar er zijn geen specifieke projecten gekoppeld aan Cluster 6.

Alle projecten uit deze programma's die een potentiële relatie hebben met de energietransitie in de industrie zijn verzameld op een groslijst. Vervolgens is geanalyseerd welke projecten noodzakelijk zijn voor de energietransitie in de industrie (zo is de aanleg van warmtenetten vanuit de industrie naar woonwijken niet meegenomen; deze categorie van projecten zijn niet noodzakelijk voor de industrie maar voorzien in duurzame warmte in de gebouwde omgeving). Ook zijn projecten die dubbel zijn genoemd (i.c. in meerdere programma's voor komen) uit de lijst gehaald. Voor alle projecten is tevens gedefinieerd tot welke CES-clusters zij behoren. Dit is deels geografisch afhankelijk, maar ook de functionele relatie is hierin meegenomen. Zo is voor de Net-op-Zee projecten bepaald tot welke CES-clusters zij behoren door uit te gaan van de 'aanlandingspunten' op land.

Bijlage 2 bevat een overzichtslijst van alle projecten die uit deze analyse naar voren zijn gekomen en deel uitmaken van het onderzoek. In de lijst zijn naam, locatie, omschrijving en doel van het project omschreven. Tevens is per project aangegeven wat de verwachte realisatietermijn is. In de projectenlijst zijn de individuele projecten, die bij individuele bedrijven uitgevoerd moeten worden om het bedrijfsproces te kunnen verduurzamen i.c. gebruik te gaan maken van de aangeboden duurzame energiebronnen, niet meegenomen. Dit zijn bijvoorbeeld de projecten om een fossiel gestookte verwarmingsinstallatie aan te passen naar een waterstof- of elektrisch aangedreven verwarmingsinstallatie. Er is op dit moment geen concreet beeld van de exacte benodigde aanpassingen op bedrijfsniveau, zodat deze projecten niet onderbouwd geraamd kunnen worden. Daarnaast zijn de tijdelijke stikstofemissies als gevolg van deze projecten naar verwachting relatief beperkt.

2.2.2 STAP 2: BEPALEN VAN STIKSTOFEMISSIES

Voor ieder project én voor iedere vermeden emissie die is opgenomen op de projectenlijst c.q. lijst met vermeden emissies, is achterhaald of geraamd welke stikstofemissies toegerekend kunnen worden (zie figuur 4). Voor de vermeden emissies is dit gedaan met behulp van de gegevens voor het jaar 2021 uit de Emissieregistratie. Voor de projecten zijn kentallen en ervaringscijfers gebruikt. Navolgend is toegelicht hoe deze emissies zijn geraamd.



figuur 4. Schematische weergave stap 2.



Vermeden emissies

Voor de vermeden emissies is gekeken naar de in de Emissieregistratie geregistreerde NO_x emissies in 2021. Dit is de meest recente registratie en hiermee is er inzicht in de totale NO_x emissie per bedrijf (dus locatiegebonden). Met de publieke informatie uit de Emissieregistratie is het niet mogelijk om te achterhalen uit welke componenten de geregistreerde NO_x emissie bestaat. De Emissieregistratie maakt voor de gerapporteerde emissies geen onderscheid in de oorsprong van de emissies. Het is dus op basis van deze gegevens niet vast te stellen of de emissies zijn toe te schrijven aan de inzet van mobiele werktuigen, verwarmingsemissies of specifieke procesemissies. Deze informatie is deels opgenomen in de e-MJV's (elektronische MilieuJaarVerslagen) van de bedrijven maar betreft niet-openbare informatie; het achterhalen van een nadere uitsplitsing van de geregistreerde emissies betreft een tijdrovende klus die niet uitvoerbaar is binnen de uitvoeringsperiode van dit onderzoek.

Voor dit onderzoek is op basis van expert judgement en in overleg met het RIVM als uitgangspunt gehanteerd dat alle gerapporteerde NO_x emissies in de Emissieregistratie zijn toe te rekenen aan de verbranding van fossiele brandstoffen ten behoeve van het productieproces. Met de gerapporteerde NO_x emissies uit de Emissieregistratie wordt de daadwerkelijke emissie het meest nauwkeurig benaderd. Voor een (zeer) beperkt aantal industrietakken (zoals steen/klei/dakpannenfabricage, keramiek, kunstmestfabricage en de chemische industrie) is de NO_x uitstoot voor een deel afkomstig van de procesemissies. Omdat de doelstelling van de energietransitie voor de industrie betekent dat gestreefd wordt naar de (uiteindelijk) volledige vervanging van fossiele energie voor duurzame energie (zijnde elektriciteit en groene waterstof), is het aannemelijk dat 100% van de geregistreerde NO_x emissies in de toekomst vermeden kunnen worden.

Dit betekent, dat deze studie inzicht geeft in de potentie die bij de bedrijven aanwezig is om emissies te gaan vermijden. Dit wil niet per definitie zeggen dat al deze NO_x emissies daadwerkelijk vermeden gaan worden; uiteindelijk is dit afhankelijk van de concrete stappen in verduurzaming die de individuele bedrijven gaan nemen. Het bovenstaande geldt ook voor het moment van optreden van de vermeden emissies: in de praktijk zal het zo zijn dat dit stapsgewijs gaat gebeuren. Omdat deze informatie op bedrijfsniveau niet beschikbaar is voor deze studie, is dit niet nader uitgewerkt. In overzichtslijst van de vermeden emissies (Bijlage 1) zijn de in deze studie gebruikte NO_x emissies opgenomen. Door deze huidige geregistreerde emissies te gebruiken, wordt inzicht verkregen in de potentiële maximale vermindering van NO_x emissies. Tevens zijn in Bijlage 1 de CO₂ emissies per vermeden emissie(locatie) opgenomen. Dit zijn de CO₂ emissies zoals geregistreerd in de Emissieregistratie. Deze zijn gebruikt om de verhouding te kunnen geven van de potentiële vermindering van CO₂ emissies en NO_x emissies per vermeden emissie(locatie).

Bepalen van emissiereducties

De totale NO_x emissie per bedrijf geeft nog niet weer welke emissiereductie voorzien wordt. In de komende jaren worden stappen voor verduurzaming gezet (zoals nageschakelde technieken om NO_x af te vangen), maar dit betekent niet per definitie dat alle emissies op enig moment volledig tot 0 dalen. Er is binnen de scope en het tijdsbestek van dit onderzoek geen concreet inzicht verkregen in een onderbouwde daling van NO_x emissies per bedrijf. Daarom zijn de scenario's voor reductie onderzocht op geaggregeerd niveau (niveau van de CESSen). Op basis van de CESSen 2.0 heeft het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) een analyse opgesteld: de Reflectie op Cluster Energiestrategieën 2022 (CES 2.0) dd. 1 december 2022 (PBL-publicatienummer 4789).

In deze analyse heeft het PBL inzicht gegeven in de verwachte reductie in CO₂ emissies tot en met 2030. Deze reductie-analyse is gemaakt op zowel het clusterniveau als op de categorieën van maatregelen die doorgerekend zijn. Deze reductie is uitgedrukt in megatonnen CO₂ en geeft inzicht in de verwachte reducties t/m 2030. In tabel 2 zijn de data afkomstig van het PBL vertaald naar CO₂ reducties per type maatregel, per cluster. Het gaat hier om alleen scope-1 reducties: reducties bij de industrie zelf. Reducties (of toenames) buiten de industrie, zoals de elektriciteitsproductie (scope 2) of het transport van goederen of (duurzame) brandstoffen, productie van groene waterstof en effecten in andere sectoren (scope 3) zijn dan ook niet meegenomen. Uit de tabel blijkt dat in 2030 in totaal een CO₂ reductie van 25,58 megaton verwacht wordt. Hiervan wordt 14,94 megaton (58%) ingevuld met CCS.

De CO₂ reducties zoals opgenomen in tabel 2 geven nog geen inzicht in reducties van NO_x emissies. Wel kan worden gesteld dat de maatregelcategorieën, zoals benoemd in de tabel, leiden tot de inzet van duurzame energie en daarmee vermindering van NO_x emissies: CO₂ reductie is het gevolg van de vermindering van fossiele verbranding of het gevolg van het 'afvangen' van CO₂ bij verbranding (bij CCS en CCU). De in tabel 2 vermelde reducties in CO₂ emissies kunnen dan ook één-op-één worden gebruikt in het bepalen van NO_x reducties.



Maatregelcategorie	Chemelot	Noord-Nederland	Noordzee-kanaalgeb.	Rotterdam-Moerdijk	Schelde-Deltaregio	Cluster 6	totaal
CCS (Carbon Capture & Storage)	0,200	0,650	1,965	9,271	2,856	-	14,942
CCU (Carbon Capture & Utilization)	-	-	-	-	-	-	-
Elektrificatie	0,512	0,463	0,103	0,945	1,429	1,070	4,522
Waterstof	-	-	-	1,528	-	0,156	1,684
Energie-efficiency	0,300	0,198	0,022	0,509	0,031	1,142	2,203
Restwarmte	-	-	0,108	-	-	-	0,108
OBKG	0,900	-	-	-	0,070	-	0,970
Overig	0,600	-	-	-	0,207	-	0,807
Groene waterstofproductie	-	-	-	-	-	-	-
Circulair	0,358	-	-	-	-	-	0,358
Nieuwe bedrijven	-	-	-0,010	-	-	-	-0,010
totaal	2,870	1,311	2,189	12,253	4,593	2,368	25,584

tabel 2. Overzicht CO₂ reductie in 2030 (in megaton) per maatregelcategorie en per cluster (brondata: PBL).

Om de CO₂ reducties te kunnen vertalen in een kwantitatief beeld voor NO_x is daarom onderzocht wat de procentuele CO₂ reducties zijn. Omdat het PBL onderzoek is uitgevoerd met onder meer de data in Emissieregistratie 2021, kan met behulp van de totale CO₂ emissies in Emissieregistratie per cluster (zie Bijlage 1) worden berekend wat de procentuele afnames zijn. Daarbij is rekening gehouden met het feit dat in de CO₂ reducties zoals opgenomen in tabel 2 in de clusters Noordzeekanaalgebied en Rotterdam-Moerdijk de energiesector wel is meegenomen, in de overige clusters niet. Dit betekent dat de CO₂ reducties uit tabel 2 afgezet kunnen worden tegen het 'basisniveau aan emissies' welke zijn weergegeven in de onderstaande tabel. De kruising van tabel 2 en tabel 3 leidt tot de procentuele reductie zoals opgenomen in tabel 4.

Cluster	CO ₂ emissies in 2021
Chemelot	3,960
Noord-Nederland	1,927
Noordzeekanaalgebied (incl. energiesector)	7,651
Rotterdam-Moerdijk (incl. energiesector)	18,645
Schelde-Deltaregio	9,625
Cluster 6	8,470
totaal	50,278

tabel 3. Referentieniveau CO₂ emissies (megaton) per cluster in 2021 op basis van Emissieregistratie.

Maatregelcategorie	Chemelot	Noord-Nederland	Noordzee-kanaalgeb.	Rotterdam-Moerdijk	Schelde-Deltaregio	Cluster 6	totaal
CCS	5,05%	33,74%	25,68%	49,72%	29,68%	0,00%	29,72%
Elektrificatie	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Waterstof	12,93%	24,05%	1,35%	5,07%	14,84%	12,63%	8,99%
Energie-efficiency	0,00%	0,00%	0,00%	8,20%	0,00%	1,84%	3,35%
Restwarmte	7,58%	10,25%	0,29%	2,73%	0,32%	13,48%	4,38%
OBKG	0,00%	0,00%	1,42%	0,00%	0,00%	0,00%	0,22%
Overig	22,73%	0,00%	0,00%	0,00%	0,73%	0,00%	1,93%
Circulair	15,15%	0,00%	0,00%	0,00%	2,15%	0,00%	1,60%
Nieuwe bedrijven	0,00%	0,00%	-0,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
totaal	72,48%	68,04%	28,61%	65,72%	47,72%	27,96%	50,89%
totaal excl. CCS	67,43%	34,30%	3,06%	16,00%	18,04%	27,96%	21,19%

tabel 4. CO₂ emissiereducties procentueel uitgedrukt.



Om inzicht te geven in de potentiële emissiereducties, zijn de totale reductiepercentages zoals opgenomen in tabel 4 (met en zonder CCS) gebruikt om een inschatting te maken van de potentie in NO_x reductie in 2030. De in tabel 4 weergegeven maatregelcategorieën exclusief CCS geven inzicht in de CO₂ reductie als gevolg van het verminderen van consumptie van fossiele brandstoffen door aanpassingen in het gebruik van fossiele brandstoffen in de bedrijven. De totale reductiepercentages exclusief CCS (onderste regel in tabel 4) zijn daarmee reductiepercentages van CO₂ gebaseerd op veranderingen in bedrijven waarmee de fossiele consumptie vermindert. Door de vermindering van fossiele consumptie vermindert ook de bijbehorende NO_x emissie. Omdat voor dit onderzoek is aangenomen dat nagenoeg alle NO_x emissies samenhangen met fossiele verbranding (zie begin van deze paragraaf) geven deze percentages inzicht in de NO_x reductie die per cluster zonder toepassing van CCS bereikt kan worden.

Bij toepassing van CCS is er wél sprake van verbranding van fossiele brandstoffen, maar vindt afvang (en opslag) van CO₂ plaats. Dit betekent dat CCS niet per definitie leidt tot vermindering van fossiele consumptie en daarmee ook niet per definitie tot vermindering van NO_x emissies (uit een analyse van afgegeven SDE++ beschikkingen blijkt dat 4,80 megaton van de 5,76 megaton CO₂ afvang (83%) wordt gedaan met pre combustion). Conclusie is dat een aanzienlijk deel van de CO₂ reductie in 2030 wordt bereikt door CCS, waarmee niet per definitie ook een NO_x reductie wordt bereikt (een deel van de NO_x emissies gaan wel mee in de CO₂ afvang middels CCS). Wel kan NO_x afvang relatief eenvoudig worden bereikt, bijvoorbeeld door de CO₂ afvang t.b.v. CCS uit te breiden met filters voor NO_x afvang. Daarom is ook een emissiereductie voor NO_x bepaald met behulp van de maatregelen inclusief CCS (zie de regel 'totaal' in tabel 4).

Deze analyse heeft geleid tot twee scenario's: een laag scenario (minimale reductie) en een hoog scenario (maximale reductie) per CES-cluster. Het lage en het hoge scenario zijn gebaseerd op de emissiereducties zoals opgenomen in tabel 4 waarbij het lage scenario is gebaseerd op de emissiereducties zonder CCS en het hoge scenario op de emissiereducties mét CCS. In de onderstaande tabel zijn de reductiepercentages per cluster weergegeven. Deze reductiepercentages zijn toegepast op de NO_x emissies van de bedrijven die zijn meegenomen in het onderzoek. Ter illustratie: als bijvoorbeeld een bedrijf is gelegen in het Cluster Rotterdam-Moerdijk en een jaarlijkse emissie heeft van 25.000 kg NO_x (op basis van Emissieregistratie), dan bedraagt de geraamde emissiereductie voor dit bedrijf 15% * 25.000 = 3.750 kg NO_x per jaar in het lage scenario; in het hoge scenario bedraagt de reductiepotentie 65% * 25.000 = 16.250 kg NO_x per jaar.

Cluster	Reductiepotentie:	Laag scenario	Hoog scenario
Chemelot		65%	75%
Noord-Nederland		35%	70%
Noordzeekanaalgebied		5%	30%
Rotterdam-Moerdijk		15%	65%
Schelde-Deltaregio		20%	50%
Cluster 6		25%	35%
totaal		20%	54%

tabel 5. Gebruikte reductiepercentages per cluster, welke zijn toegepast om een inschatting te maken van de bandbreedte van NO_x reducties bij de vermeden emissies in 2030.

Ook de vermindering van andere industriële emissies (vooral ammoniak, NH₃) kunnen een impact hebben op stikstofdeposities in Nederland. Het verminderen van deze emissies kan ook een doelstelling zijn in de verduurzaming van de industriële sector. Echter, deze emissies zijn het gevolg van (chemische) productieprocessen en zijn niet direct te relateren aan de energietransitie in de industrie, ofwel het werken naar 100% schone en duurzame energiedragers. Er kan dan ook niet gesteld worden dat deze emissies per definitie (deels) voorkomen gaan worden door de energietransitie in de industrie; daarom vallen deze emissies buiten het onderzoek. Daarnaast kan het zijn dat er sprake is van emissies van gereduceerde stikstofverbindingen (NH_x) door de inzet van SCR-technologieën. Als verbrandingsemissies wegvallen doordat het gebruik van fossiele brandstoffen wegvalt door de energietransitie, dan worden ook deze emissies voor een groot deel voorkomen. Verbranding van niet-fossiele brandstoffen zoals synthetische brandstoffen en waterstof blijft echter nodig en daarmee blijven er ook in de toekomst NO_x emissies. Deze emissies zijn in dit onderzoek niet meegenomen omdat niet bekend is hoeveel emissies dit zijn en waar deze plaatsvinden; daarnaast zijn deze emissies relatief beperkt in omvang (vergeleken met de huidige emissies door gebruik van fossiele brandstoffen). Op basis van bovenstaande is de emissie van ammoniak (NH₃) en andere stikstofverbindingen zonder zuurstof niet meegenomen in dit onderzoek.



Emissies van projecten

Ook voor alle projecten zoals opgenomen in de projectenlijst (Bijlage 2) is een raming van de stikstofemissies gemaakt. Deze zijn opgenomen in de bijlagenlijst. Navolgend is voor de verschillende categorieën van projecten omschreven hoe tot deze ramingen is gekomen. In algemene zin geldt dat een project volledig is meegenomen in dit onderzoek, als het project (mede) nodig is voor de energietransitie in de industrie. Een goed voorbeeld zijn de aanpassingen in het hoogspanningsnet op het land en de Net-op-Zee projecten: de industrie is niet de enige sector die van deze projecten zal profiteren, maar de benoemde projecten zijn wél noodzakelijk voor de energietransitie in de industrie. En omdat een project niet 'half gerealiseerd kan worden', zijn alle stikstofemissies van deze projecten meegenomen in dit onderzoek.

Hoogspanningsnet

Voor de projecten die zijn gerelateerd aan het hoogspanningsnet (hoogspanningsleidingen en hoogspanningsstations) is gebruik gemaakt van de kennis en ervaring die TenneT heeft opgebouwd in bestaande projecten. Met behulp van gestandaardiseerde stikstoframingen voor projecttypen van TenneT (bijvoorbeeld NO_x emissies per strekkende kilometer hoogspanningslijn of per hoogspanningsstation) zijn deze ramingen per project opgesteld. De gestandaardiseerde ramingen voor projecten van TenneT zijn per project opgesteld en overgenomen ten behoeve van dit onderzoek. Hierbij heeft TenneT emissies van NO_x en NH₃ geraamd voor het stationswerk, lijnen en kabels, vermogenstrafo's, condensatorbanken, compensatiepoelen, amoveren en (overige) tijdelijke voorzieningen.

Voor dit onderzoek is uitgegaan van een gemiddelde inzet van STAGE IIIB-materieel. Hierdoor vindt een overschatting plaats van de projectemissies. De verwachting is dat in de toekomst gebruik gemaakt kan worden van schoner materieel, waardoor de projectemissies afnemen; dit is onder meer het gevolg van convenant Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB) dat op 30 oktober 2023 ondertekend wordt. De door TenneT aangeleverde ramingen zijn opgesteld met behulp van emissiefactoren uit AERIUS Calculator 2020. Inmiddels is er een actuelere versie van AERIUS Calculator beschikbaar (versie 2022), die voor mobiele werktuigen uitgaat van (iets) hogere emissiefactoren op basis van de AUB-methodiek van TNO (AdBlue-verbruik, Uren en Brandstofverbruik). In de begeleidingsgroep is besloten om ten behoeve van dit onderzoek uit te gaan van een ophogingsfactor van 15% op NO_x en 1,5% op NH₃ ten opzichte van de emissieramingen o.b.v. AERIUS Calculator 2020.

Waterstofnetwerk

Voor de projecten betreffende het waterstofnetwerk in Nederland (o.a. HyWay27) is gebruik gemaakt van kentallen van Gasunie voor het realiseren van 24" buisleidingen (zijnde de verwachte diameter voor het waterstofnetwerk). Hiertoe is door Gasunie een representatieve standaardberekening opgesteld voor de aanleg van 10 km aan 24" buisleiding, waarbij een mix van open ontgraving en boring is toegepast. Deze kentallen heeft Gasunie gebaseerd op ervaringen in reeds uitgevoerde projecten. In de onderstaande tabel zijn de hieruit volgende emissies weergegeven. Het (landelijke) waterstofnetwerk wordt deels gerealiseerd door bestaande gastransportleidingen. Dit betekent dat niet overal nieuwe leidingen aangelegd gaan worden. Wel dienen bestaande leidingen deels aangepast te worden. Als (worst case) uitgangspunt is in deze studie ervoor gekozen om de realisatie van het waterstofnetwerk geheel als nieuw aan te leggen tracé door te rekenen.

Activiteit	Eenheid	Kental OSES NO _x	Kental OSES NH ₃
24" leiding aanleggen	10 km	1.786 kg	43,6 kg

tabel 6. Emissiefactoren voor waterstofnetwerk projecten.

Net op Zee

Voor de 'Net op zee'-projecten is voor de inschatting van de emissies uitgegaan van de uitgangspunten in de Passende Beoordeling² "Net op zee IJmuiden Ver Beta, Passende Beoordeling planMER en Inpassingsplan". De Net op zee-projecten zijn noodzakelijk voor de stroomverbinding van de diverse (toekomstige) windparken op zee met het landelijke hoogspanningsnet. Voor de vaststelling van het planMER en het inpassingsplan is een Passende Beoordeling opgesteld, waarvoor ook de effecten van stikstofdepositie zijn gekwantificeerd tijdens de aanleg- en gebruiksfase. Het project bestaat uit de volgende onderdelen:

- Een platform op zee met een converterstation voor de aansluiting en de omzetting van wisselstroom afkomstig van de windturbines naar gelijkstroom;
- Een ondergronds gebundeld kabelsysteem voor transport van gelijkstroom, zowel op land als op zee;

² ARCADIS en Pondera Consult (12 november 2021). Net op zee IJmuiden Ver Beta. Bijlage VII-A Passende Beoordeling planMER en Inpassingsplan. Definitief 2.0. In opdracht van TenneT en het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.



- Realisatie van een converterstation (bij gelijkstroomverbinding), transformatorstation (bij wisselstroomverbinding), kabelsystemen en de uitbreiding van bestaande stations met nieuwe schakelvelden.

Het in te zetten materieel bestaat vooral uit scheepvaartmaterieel (baggerschepen, kabellegschepen, ondersteuningsschepen en fall pipe vessels). In het geval van dit specifieke project is voor de realisatie van de 'onshore converterstations' sprake van de inzet van mobiele werktuigen, gerelateerd aan de bouw, bestaande uit: personen- en vrachttransport, hijskranen, hijsstellingen, (rups)graafmachines en betonstorters. Uit de vastgestelde Passende Beoordeling zijn kengetallen voor emissies onttrokken op basis van eenheden (units of afstanden). Deze aanpak heeft geleid tot het tot stand komen van de emissiefactoren voor toekomstige Net-op-Zee projecten voor het onderzoek. In tabel 7 zijn deze emissiefactoren weergegeven.

Activiteit	Eenheid	Kental OSES NO _x	Kental OSES NH ₃
Installatie platform offshore	platform	47.653 kg	-
Transformator-/converterstation	station	1.878 kg	4,18 kg
Aanlanding	km	101.066 kg	-
Offshore dredging	km	10.503 kg	-
Offshore kabelinstallatie	km	2.086 kg	-
Kabeltracé offshore	km	8.100 kg	-
Kabeltracé onshore	km	57 kg	0,01 kg

tabel 7. Emissiefactoren voor Net op zee-projecten (aanlegfase).

Delta Corridor

In het najaar van 2022 heeft TAUW advies- en ingenieursbureau in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat de mogelijke stikstofdeposities voor de Delta Corridor onderzocht. De conceptberekeningen welke TAUW tijdens de eerste fase van dit onderzoek (najaar 2022) beschikbaar had, zijn in dit onderzoek gebruikt. Hierin zijn de mogelijke deposities als gevolg van de aanleg van de Delta Corridor geraamd, waarbij een breedte van verwachte minimale en maximale emissies is geraamd. Deze conceptberekeningen zijn in 2022 gedeeld voor onderhavig onderzoek. Deze indicatieve berekeningen voor de maximale emissies zijn gebruikt in onderhavige studie.

CCS / CCU (CO₂ opslag)

Voor alle CO₂-opslag (CCS) projecten is voor de inschatting van de emissies uitgegaan van de AERIUS berekening voor de aanlegfase van Porthos. Deze berekening is gebruikt voor de aanvullende ecologische beoordeling voor het Porthos-project. Porthos bevat de projectdoelstelling om CO₂ afkomstig uit het havengebied van Rotterdam te transporteren en op te slaan in de diepe ondergrond in reservoirs in de Noordzee waarin oorspronkelijk aardgas heeft gezeten. Het project omvat de volgende activiteiten:

- Realisatie van een CO₂-transportleiding door het havengebied, waarop leveranciers CO₂ kunnen aansluiten;
- Een compressorstation, waar CO₂ op hogere druk wordt gebracht voor verder transport en opslag;
- Een transportleiding van voornoemde compressorstation via de zeebodem naar het injectieplatform op ca. 20 km afstand uit de kust;
- De realisatie van een platform met injectieputten dat CO₂ in de diepe ondergrond brengt.

Voor de werkzaamheden tijdens de aanlegfase wordt met name gebruik gemaakt van scheepvaart. Daarnaast vinden onshore ook activiteiten van mobiele werktuigen en wegverkeer plaats. Porthos gaat ca. 37 Mton CO₂ opslaan, ongeveer 2,5 Mton gedurende 15 jaar op een afstand van ca. 20 km uit de kust en ruim 3 km onder de Noordzee. Op basis van de emissieberekeningen die uitgevoerd zijn voor dit project zijn kengetallen voor emissies onttrokken op basis van eenheden (units of afstanden). Deze aanpak heeft geleid tot het tot stand komen van de emissiefactoren voor toekomstige CO₂-opslag projecten voor het onderzoek. In tabel 8 zijn deze emissiefactoren opgenomen.

Activiteit	Eenheid	Kental OSES NO _x	Kental OSES NH ₃
onshore werkzaamheden	Mton opslag/jaar	2.800 kg	28 kg
offshore werkzaamheden	Mton opslag/jaar	22.312 kg	223,12 kg
trenching	Mton opslag/jaar	7.329 kg	73,29 kg

tabel 8. Emissiefactoren voor CCS-projecten (aanlegfase).



Elektrolyzers

Voor de waterstofproductieprojecten (elektrolyzers) is voor de inschatting van de emissies uitgegaan van 'expert judgement', aangezien er geen recente referentieprojecten beschikbaar zijn. Een mogelijke oorzaak is de partiële vrijstelling voor de bouwsector die van 1 juli 2021 tot 2 november 2022 van toepassing was. Hierdoor bestond voor (kleinere) projecten geen noodzaak om inzicht in deze tijdelijke effecten tijdens de bouw te krijgen. Voor de realisatie van een waterstoffabriek is daarom uitgegaan van een fabriekshal, inclusief leidingwerk voor de aanlevering van elektriciteit. Voor de werkzaamheden tijdens de aanlegfase worden met name mobiele werktuigen ingezet op land voor de realisatie van de fabriekshal. Daarnaast wordt rekening gehouden met de inzet van mobiele werktuigen voor de bekabeling op land en (indien relevant) de inzet van scheepvaart voor de bekabeling op de zee. Deze aanpak heeft geleid tot het tot stand komen van de emissiefactoren voor toekomstige waterstofprojecten voor het onderzoek.

Activiteit	Eenheid	Kental OSES NO _x	Kental OSES NH ₃
fabriekshal	MW	15 kg	0,15 kg
kabels en leidingen	km	2.245 kg	22,45 kg

tabel 9. Emissiefactoren voor elektrolyzer-projecten.

Terminals (CO₂- en waterstofterminals)

Voor de terminals voor aan- en afvoer van CO₂ zijn emissies inschattingen o.b.v. de voorziene terminals. Deze kentallen zijn ook gebruikt om een inschatting te maken voor de waterstof-importterminals.

2.2.3 STAP 3: BEPALEN VAN STIKSTOFDEPOSITIES

Met de informatie zoals opgenomen in de projectenlijst, is per project en per vermeden emissie een stikstofdepositieberekening uitgevoerd in AERIUS Connect 2022 (versie 2022.2). AERIUS is het wettelijk verplichte rekeninstrument voor stikstof bij vergunningverlening maar berekent ook de meest concrete stikstofdeposities op een wetenschappelijk verantwoorde wijze. Op deze manier is per project en per vermeden emissie berekend welke stikstofdeposities waar plaatsvindt; in geval van projecten zijn dit (tijdelijke) toenames in depositie en in geval van de vermeden emissies zijn dit de potentiële jaarlijks terugkerende afnames in deposities.

Naast de emissievracht (NO_x) - en in het geval van projecten ook beperkt NH₃ - is ook de bronhoogte karakteristiek van belang om een goede depositieberekening te kunnen maken. Deze zijn voor zowel de projecten als de vermeden emissies dan ook opgenomen in de factsheets.

In AERIUS Calculator 2021 in januari 2022 is het kabinetsbesluit³ verwerkt voor de invoer van een maximale rekenafstand van 25 km voor alle emissiebronnen. Door dit besluit worden resultaten tot maximaal 25 km vanaf de bron weergegeven. Dit betekent dat de AERIUS-berekeningen normaliter geen inzicht geven in mogelijke deposities op grotere afstand dan 25 km. Bij tussenuitspraak in de ViA15 zaak heeft de Raad van State op 5 april 2023 besloten dat de maximale rekenafstand van 25 km toegepast kan worden bij de beoordeling van individuele projecten (ECLI:NL:RVS:2023:1299).

Voor de vermeden emissie leidt de maximale rekenafstand tot een onderschatting van de gevolgen op de stikstofdepositie door heel Nederland, omdat veel industriële emissies door een relatief hooggelegen uitstoot verreikende effecten kunnen hebben. Anderzijds worden eventuele deposities op Natura 2000-gebieden op land ten gevolge van de aanlegfase van energietransitieprojecten op zee slechts deels inzichtelijk gemaakt. Om wel een goed totaalbeeld en cumulatief beeld te kunnen geven van de depositie-effecten van zowel vermeden emissies als de projecten, is in dit onderzoek gerekend zonder maximale rekenafstand van 25 km. Dit betekent dat de uitgevoerde berekeningen inzicht geven in de totale depositie-effecten, ook op grotere afstand.

De depositieberekeningen zijn uitgevoerd op alle hexagonen waarbinnen stikstofgevoelig habitat is gekarteerd. Er is geen rekening gehouden met het al dan niet (naderend) overbelast zijn van deze habitats, zodat eventuele herzieningen in achtergronddeposities geen invloed hebben op de rekenresultaten.

³ Schouten, C.J. (9 juli 2021). Vervolgacties naar aanleiding van het eindrapport van het Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof (Kamerbrief DGS / 21173346). Geraadpleegd op 8 juni 2022 via: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/07/09/kamerbrief-vervolgacties-naar-aanleiding-van-het-eindrapport-van-het-adviescollege-meten-en-berekenen-stikstof>



2.2.4 STAP 4: AGGREGEREN VAN STIKSTOFDEPOSITIES

De in stap 3 opgestelde AERIUS berekeningen zijn gebruikt om depositiekaarten te maken in ArcGIS. Dit is gedaan voor Nederland als geheel en voor de vijf betrokken industriële clusters. Deze kaarten geven een goed beeld van de omvang van de toe- en afnames in stikstofdepositie. Voor zowel Nederland-breed als voor de clusters zijn kaarten opgesteld van alle deposities (cumulatief) inzake:

- Alle positieve depositie-effecten (d.w.z. verlaging van deposities) als gevolg van de berekende vermeden emissies;
- Alle negatieve depositie-effecten (d.w.z. verhoging van deposities) als gevolg van de berekende projecten;
- Een balans van alle positieve en negatieve depositie-effecten, waaruit blijkt in hoeverre de (tijdelijke) project-deposities gemitigeerd kunnen worden door de depositieverminderingen door vermeden emissies.

Ook het tijdsbeeld is van belang om goed inzicht te krijgen. De reductie in stikstofdeposities als gevolg van de energietransitie in de industrie (=vermeden emissies) kan pas plaatsvinden als de randvoorwaarden voor duurzaam energiegebruik (=projecten) zijn gerealiseerd. Dit betekent dat in de tijd gezien, eerst tijdelijke toenames van emissies (deposities) plaatsvinden voordat een potentiële emissiereductie (de potentiële depositiereductie) kan gaan plaatsvinden. Om hier inzicht in te krijgen, is voor alle projecten in beeld gebracht wat de verwachte realisatieperiode is. Op basis hiervan is op geaggregeerd niveau (de vijf industrieclusters) een 'overall realisatieplanning' opgesteld, op basis waarvan één of meerdere maatgevende jaren zijn bepaald. Voor deze maatgevende jaren is berekend welke deposities als gevolg van de realisatie van de projecten kunnen plaats vinden. De vermeden emissies kunnen pas plaatsvinden op het moment dat de randvoorwaardelijke projecten zijn uitgevoerd.

2.3 Scope in dit onderzoek

In de voorgaande paragraaf is op diverse plekken een korte toelichting gegeven over de keuzes die in dit onderzoek zijn gemaakt voor het wel of niet meenemen van projecten en vermeden emissies, voor het ramen van emissies of voor andere uitgangspunten. Deze keuzes zijn belangrijk: met een juiste scope-afbakening wordt de optimale balans gevonden tussen enerzijds compleetheid en detailniveau van het onderzoek en anderzijds de inzet en doorlooptijd van het onderzoek. De scope-afbakening is gemaakt om binnen de beschikbare tijd zo goed en concreet mogelijk de onderzoeksvragen te beantwoorden, zodat het doel van het onderzoek wordt bereikt (zie ook paragraaf 1.2).

Om een compleet en duidelijk beeld te geven van de scope van dit onderzoek, is in deze paragraaf geëxpliciteerd wat binnen en wat buiten de scope van dit onderzoek viel en welke overwegingen ten grondslag liggen aan deze keuzes.

Scope-afbakening lijst met vermeden emissies

De vermeden emissies (de in de toekomst potentieel vermeden emissies) die in het onderzoek zijn meegenomen, zijn bepaald op de emissies van bedrijven van stikstofoxiden (NO_x) zoals opgenomen in de Emissieregistratie (jaar 2021). Hiertoe zijn uit de in totaal 911 bedrijven die in de Emissieregistratie zijn opgenomen, de bedrijven geselecteerd die:

- Toebehoren aan de industriële sector: bedrijven in de sectoren Vliegvelden, Riolering en waterzuivering en Landbouw zijn niet meegenomen;
- Geografisch en met benoeming in een CES zijn te relateren aan één van de zes CES clusters en daardoor aanwijsbaar in de energietransitie in de industrie meegaan. Hierbij is maximaal aangesloten op de toewijzing / aanduiding van bedrijven in CES-clusters die door EZK in andere studies wordt gebruikt;
- Een emissie hebben van minimaal 10.000 kg NO_x (gebaseerd op Emissieregistratie voor het jaar 2021, zijnde het meest recente jaar waar gegevens voor bekend zijn). Hiermee is 26,31 van de 26,58 kiloton NO_x emissies (99%) van alle bedrijven gerelateerd aan de zes clusters meegenomen.

Bedrijven in de energiesector zijn grotendeels niet meegenomen in het onderzoek. Met een totale geregistreerde emissie van 10,46 kiloton van de 40,17 kiloton is dit een significant aandeel. Echter, deze energie producerende bedrijven zijn niet direct gekoppeld aan de CES-clusters. Daarnaast is het zo dat deze bedrijven energie produceren voor de industrie maar ook voor overige sectoren in Nederland. Het afschalen van de energieproductie met behulp van fossiele brandstoffen wordt daarmee een gevolg van verduurzaming in de industrie én in overige sectoren in Nederland, waarbij ook de internationale energiemarkt een rol speelt. Ook is onbekend wat de toekomstige exacte vraag naar elektriciteit is en hoe deze exact wordt ingevuld; het is daarom niet in te schatten welke



centrales op welk volume blijven opereren tot 2030. Aangezien stikstof een sterk ruimtelijke component heeft, maakt het wezenlijk uit waar de emissiebronnen staan. Omdat als gevolg van vorenstaande niet geconcretiseerd kan worden welke energie producerende bedrijven als gevolg van specifiek de energietransitie in de industrie volledig afschalen, zijn deze bedrijven grotendeels niet meegenomen. Bedrijven in de energiesector die specifiek wél zijn benoemd in de CESSen, zijn wel meegenomen.

Bedrijven die niet aanwijsbaar toebehoren aan CES cluster 1 t/m 6 zijn niet meegenomen in de lijst met vermeden emissies. Deze bedrijven kunnen op individuele basis ook potentieel bijdragen aan de vermindering van emissies, maar deze potentie voor emissiereductie is niet direct te relateren van de MIEK en de programma's/plannen voor CES cluster 1 t/m 6.

Scope-afbakening projectenlijst

De projecten die in het onderzoek zijn meegenomen, zijn de projecten die worden uitgevoerd ten behoeve van de energietransitie én die noodzakelijk zijn voor het bewerkstelligen van de energietransitie in de industrie. Hiertoe zijn de projecten geïdentificeerd die zijn opgenomen in het MIEK overzicht 2022, gekoppeld aan en aangevuld met de doelstellingen zoals benoemd in de zes CESSen (zie paragraaf 2.2.1). Concreet zijn dit:

- De projecten (zoals benoemd in MIEK en CESSen) voor de verzwaring van het hoogspanningsnet op het land, zodat de industrie de benodigde duurzaam opgewekte elektriciteit geleverd kan krijgen;
- De projecten voor het transport van energie van windparken op zee naar het land, bedoeld voor de industrie-sector. Dit zijn de te realiseren aanlandingen van windparken op zee, waarvan het opwekvermogen geheel of gedeeltelijk is bedoeld ter invulling van de toekomstige duurzame energiebehoefte in de industrie;
- De projecten (zoals benoemd in MIEK en CESSen) voor de realisatie van het landelijke waterstoftransportnetwerk (HyWay27), de productie van waterstof (H-vision, elektrolyzers) en waterstof-importterminals;
- De projecten (zoals benoemd in MIEK en CESSen) voor de afvang, het transport en evt. hergebruik van CO₂ (CCS en CCU);
- De realisatie van buisleidingen voor het transport van (grond)stoffen tussen industrieclusters projecten (zoals benoemd in MIEK en CESSen), zoals de Delta Corridor.

De volgende (categorieën van) projecten zijn niet meegenomen in de projectenlijst:

- Projecten voor de realisatie van Wind-op-Zee. De realisatie van de windparken zelf is niet onderzocht omdat dit geen projecten zijn voor de distributie, maar voor de opwek van duurzame energie. De opwek van duurzame energie op het land of op zee, via zon of via wind vervangt de opwek van 'fossiele' energie. De verduurzaming van de industrie vraagt om meer elektriciteit en daarvoor dient de infrastructuur aangepast te worden, maar dit betekent niet per definitie dat de duurzame opwek (zoals bij Wind-op-Zee) specifiek voor de industrie randvoorwaardelijk is.
- Projecten voor de aanleg (en uitrol) van warmtenetten vanuit de industrieclusters. Deze warmtenetten zijn benoemd in de CESSen maar dienen ertoe om de gebouwde omgeving in de nabijheid van de industrieclusters te kunnen voorzien in warmte. De industrie-sector heeft voor haar eigen verduurzaming (reductie in fossiel brandstofgebruik) geen direct voordeel van deze warmtenetten; in deze studie is aangenomen dat het voordeel volledig toevalt aan de warmteontvangers alwaar warmtenetten warmte kunnen leveren zonder dat hiervoor fossiel verbruik nodig is;
- Projecten bij individuele bedrijven voor de invulling van de energietransitie. Denk bijvoorbeeld aan het aanpassen of installeren van nieuwe installaties voor de omschakeling van fossiele brandstoffen naar duurzame energie. Deze projecten zijn zeer divers, het betreft vaak bedrijfsgevoelige en niet-publieke informatie en het is binnen de doorlooptijd van dit onderzoek niet mogelijk om hier een compleet beeld van te krijgen. Daarnaast is het de verwachting dat de omvang van deze projecten op individueel niveau beperkt zal zijn.

Eén project, opgenomen in de geanalyseerde documenten, is niet meegenomen in dit onderzoek. Dit is de realisatie van CO₂-infrastructuur (t.b.v. CCU / CCS) in Noord-Nederland. Door verschillende bedrijven in Noord-Nederland worden opties overwogen, maar het is niet duidelijk welke infrastructuur hiervoor waar gerealiseerd gaat worden.

Tot slot zijn de projecten afgebakend op specifieke benoeming in de geanalyseerde plannen (zie paragraaf 2.2.1). Het betreft dus een momentopname, die in de toekomst naar verwachting zal wijzigen doordat er projecten bij gaan komen en er wellicht ook projecten alsnog niet gerealiseerd gaan worden.



Scope-afbakening emissieraming voor vermeden emissies

Voor de bepaling van de potentie in vermeden emissies (de effecten) voor de lijst met vermeden emissies, is gebruik gemaakt van de NO_x emissies zoals opgenomen in de Emissieregistratie:

- 100% van de NO_x emissies is meegenomen in de analyses. Vervolgens zijn de reductiepercentages per cluster zoals gedefinieerd in tabel 5, gebruikt om te komen tot minimale en maximale reducties per bedrijf. Uitgangspunt hiervoor is dat NO_x emissies nagenoeg geheel zijn te koppelen aan verbrandingsprocessen, die (nagenoeg) niet meer voor komen als de industrie uiteindelijk is omgeschakeld naar toepassing van duurzame energiebronnen; de raming van PBL in CO₂ reducties is het best bruikbare en meest concrete aanknopingspunt om een inschatting van reductiepercentages te maken. Bedrijfsspecifiek kan er soms sprake zijn van andere procesemissies (dus geen verbrandingsproces) maar hier is geen concreet inzicht in. Ook kan de industrie duurzame energiebronnen, zoals groene waterstof (H₂) gaan verbranden, waarbij (meer) NO_x emissies kunnen vrijkomen. Het is nog niet in te schatten hoeveel dit gaat gebeuren en hoeveel emissies hierbij vrij kunnen komen. Bovenstaande betekent dat het deel van de totale NO_x emissies dat aan procesemissies is toe te schrijven, niet generiek bepaald kan worden. Datzelfde geldt voor 'nieuwe' NO_x emissies die in de toekomst gaan plaatsvinden. Het aandeel van deze beide emissies wordt als beperkt ingeschat;
- De meest recente definitief in emissieregistratie (emissieregistratie.nl) vastgestelde emissiegegevens voor 2021 zijn meegenomen;
- Voor de bedrijven is een gestandaardiseerde emissiebronhoogte per inrichting aangehouden van 5 m, 10 m, 15 m, 17 m of 22 m (afhankelijk van het bedrijf) waarmee 'hoge en lage' emissiepunten zijn gemiddeld.

Daarnaast zijn een aantal aspecten niet meegenomen in de bepaling van de toekomstige vermeden emissies en eventuele toename van emissies:

- Bedrijven gaan deels gebruik maken van groene waterstof als duurzame energiedrager. Uitgangspunt is dat de inzet van waterstof voornamelijk via brandstofcellen verloopt en er geen traditionele verbranding van waterstof plaats vindt. Traditionele verbranding zal, als dit wordt toegepast, naar verwachting slechts een klein deel van het totale waterstofverbruik zijn, mede omdat de inzet van waterstof voor traditionele verbranding minder energie-efficiënt en in veel gevallen niet rendabel is. Dit betekent dat er geen rekening is gehouden met mogelijke toekomstige NO_x emissies als gevolg van verbranding van groene waterstof;
- Er is geen rekening gehouden met een (potentiële) vermindering van NH₃ emissies. De NH₃ emissies zijn grotendeels het gevolg van procesemissies, niet direct gekoppeld aan de energietransitie en daarmee niet als direct (potentieel) effect toe te rekenen. Daarnaast zijn er beperkte NH₃ emissies door toepassing van SCR in verbrandingsprocessen; deze emissies vallen door het wegnemen van fossiele verbranding grotendeels ook weg. Er is echter onvoldoende bekend welke verbrandingsprocessen per inrichting SCR toepassen, waardoor dit niet ingeschat kan worden. Door het beperkte aandeel heeft dit geen significante invloed heeft op de onderzoeksresultaten;
- Er is geen rekening gehouden met autonoom beleid en autonome ontwikkeling (buiten de energietransitie) op het schoner worden van de industrie. Met andere woorden: de emissies 2021 zoals opgenomen in de Emissieregistratie zijn één-op-één gebruikt om de toekomstige (potentieel) vermeden emissies te ramen;
- Secundaire effecten, zoals het vermijden van emissies door transport over land, lucht en water door het gebruik van buisleidingen (zoals de Delta corridor) zijn niet meegenomen als vermeden emissies; deze zijn te divers om in het kader van deze studie mee te nemen.

Scope-afbakening emissieraming voor projecten

Voor het bepalen van de emissies vanuit de projecten is de aanlegfase voor alle projecten berekend. Als bronhoogtekenmerk is uitgegaan van mobiele werktuigen (projecten op land) en scheepvaartmaterieel (projecten op zee).

Voor de projecten is alleen de aanlegfase in beeld gebracht. De gebruiksfase is buiten beschouwing gelaten, omdat de gebruiksfase, zijnde beheer en onderhoud, van dusdanig beperkte omvang is dat dit geen significante invloed heeft op dit onderzoek. Het gaat hierbij met name om de geringe inzet van verkeer of mobiele werktuigen.

Scope-afbakening depositieberekeningen

Alle depositieberekeningen, zowel voor de projecten als de vermeden emissies, zijn uitgevoerd met de meest recente AERIUS Calculator / Connect 2022 tijdens dit onderzoek, concreet versie 2022.2. De emissies zoals geraamd voor de projecten en vermeden emissies zijn hiertoe ingevoerd en doorgerekend op deposities. Er is expliciet gekozen om geen maximale rekenafstand van 25 km te hanteren in de depositieberekeningen, zodat het totale overzicht landsbreed gegeven kan worden.



Scope-afbakening aggregatie

De aggregatie van deposities (zowel depositietoenames door projecten als depositieafnames door vermeden emissies) is gericht op het in beeld brengen van plekken waar deposities (al dan niet tijdelijk) toenemen en (uiteindelijk) afnemen. Om dit in beeld te brengen, zijn de depositiekaarten in omvang afgebakend tot:

- Alle totale depositie-effecten door projecten, zowel landelijk als per cluster (inclusief clusteroverstijgende projecten), waarbij geen rekening is gehouden met de tijdelijkheid (d.w.z. hoeveel deposities per jaar) van vermeden emissies;
- Alle totale depositie-effecten door vermeden emissies, zowel landelijk als per cluster, waarbij geen rekening is gehouden met tijdsaccumulatie van effecten doordat depositieafnames vanaf enig moment permanent zijn: in basis wordt inzicht gegeven in de depositie-effecten die jaarlijks gaan plaatsvinden door de vermeden emissies, verdeeld in een minimum en een maximum scenario;
- Balanskaarten waarin de totale deposities van project en vermeden emissies tegen elkaar zijn afgezet. Deze balanskaarten zijn voor het landelijke beeld opgesteld en er zijn enkele maatgevende jaren gekozen om de cumulatieve effecten van jaarlijks vermeden emissies af te zetten tegen de totale deposities. Deze balanskaarten geven inzicht in de plekken waar deposities door projecten plaatsvinden.

Daarnaast is een tijdsbeeld geschetst, waarin de jaarlijkse eenmalige (maximale) depositietoenames door projecten zijn weergegeven en waar op enig moment de depositieafnames door de vermeden emissies plaatsvinden.

Bij het bepalen van het tijdsbeeld zijn de totale deposities door projecten in één jaar ingevoerd, zijnde het gemiddelde jaar gedurende de looptijd van een project. Er is geen rekening gehouden met het feit dat projecten soms meerdere jaren plaatsvinden, waarbij de emissies (en bijbehorende deposities) zijn 'uitgesmeerd' over meerdere jaren. Het is op voorhand niet in te schatten welke verdeling over de jaren gemaakt kan worden. De precieze verdeling in de tijd is echter niet relevant, het gaat om de eenmalige totale bijdrage (en de vraag of en wanneer die door de jaarlijkse vermeden emissies wordt gesaldeerd).



3 Vermeden emissies en projecten

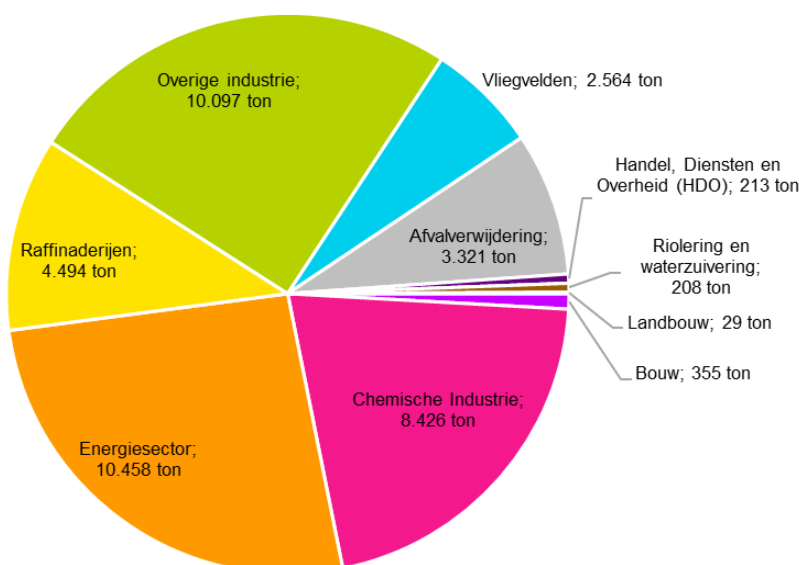
3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is weergegeven welke projecten en welke (potentieel) vermeden emissies zijn meegenomen. Alle vermeden emissies en alle projecten zijn benoemd en er is weergegeven met welke emissieomvang is gerekend voor al deze vermeden emissies en projecten. Dit hoofdstuk presenteert de resultaten van stap 1 en stap 2 uit dit onderzoek (zie ook figuur 2 op pagina 8). In de volgende paragraaf zijn de vermeden emissies weergegeven, ofwel de toekomstige potentie in vermeden emissies in de CES-clusters als gevolg van de energietransitie in de industrie. De paragraaf bevat een overzicht van de totale industriële emissies aan NO_x in Nederland, zoals opgenomen in de Emissieregistratie (jaar 2021). In dit overzicht is een verdeling gemaakt in de verschillende industriële sectoren. Ook is weergegeven welk deel van deze emissies is meegenomen in dit onderzoek: er is aangegeven welke totale NO_x emissies de onderzochte bedrijven hebben en er is aangegeven welke emissiereductie verwacht wordt, op basis van het lage en hoge scenario voor emissiereductie dat is aangegeven in tabel 5 (pagina 13). Naast het inzicht in NO_x is ook het inzicht in CO₂ op geaggregeerd niveau weergegeven. Vervolgens is per industrieel cluster weergegeven welke bedrijven als (potentieel) vermeden emissie zijn meegenomen en wat de verwachte emissiereductie in het lage en hoge scenario is (zie ook Bijlage 1). In paragraaf 3.3 zijn de projecten opgenomen die gerealiseerd moeten worden om de energietransitie in de industrie vorm te geven. Ook deze paragraaf start met een overzicht, waarna per cluster een concrete lijst is weergegeven. Naast de vijf industriële clusters is een subparagraaf gewijd aan 'clusteroverstijgende projecten'. Dit zijn de projecten die vanwege ligging en benutting niet duidelijk aan één industrieel cluster toegewezen kunnen worden. Bijlage 2 bevat de overzichtslijst van alle projecten.

3.2 Overzicht vermeden emissies

3.2.1 GEAGGREGEERD BEELD NO_x

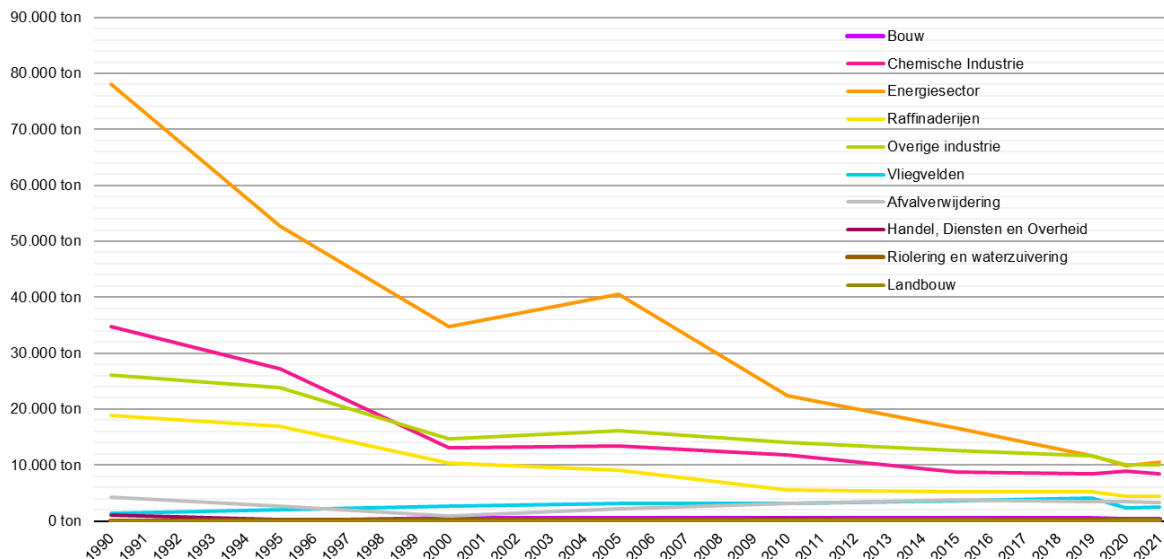
De totale bedrijvigheid in Nederland zoals opgenomen in de Emissieregistratie op bedrijfsniveau, kent een gezamenlijke jaarlijkse NO_x emissie van 40.166 ton (o.b.v. Emissieregistratie jaar 2021); dit is 13% van de totale NO_x emissie in Nederland (309.566 ton NO_x) die in de Emissieregistratie in 2021 is geraamd (zie tabel 1 en figuur 3). Deze emissies zijn verdeeld over verschillende sectoren; in figuur 5 is de verdeling in sectoren weergegeven.



figuur 5. Verdeling NO_x emissies in Nederland over de verschillende sectoren o.b.v. Emissieregistratie 2021. In figuur 3 op pagina 9 is reeds de verhouding tussen deze 40.166 ton en de 309.566 ton NO_x totale emissie gegeven.

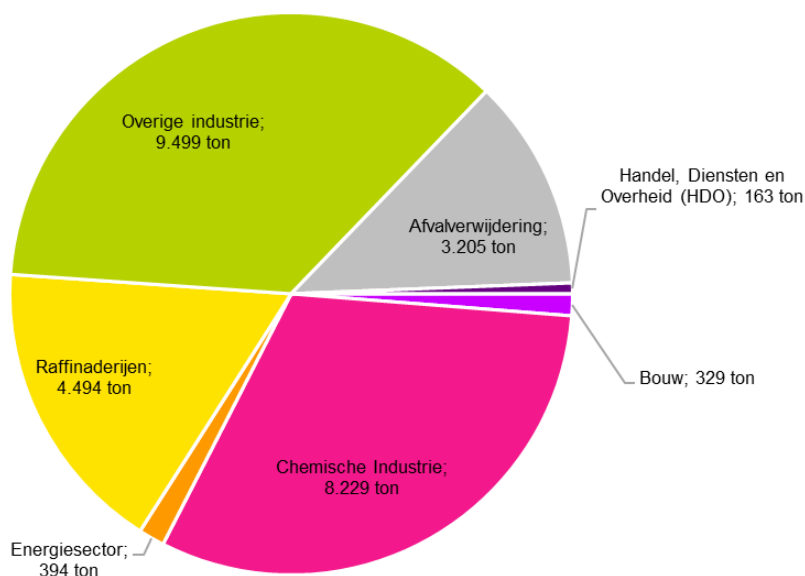


In de afgelopen 30 jaar zijn de totale emissies NO_x fors gedaald. Daar waar in 2021 nog een totaal van 40,16 kiloton NO_x is geregistreerd, was dit in 1990 164,8 kiloton. In figuur 6 is de historische ontwikkeling 1990-2021 per sector weergegeven. Hieruit blijkt dat met name de NO_x emissies in de energiesector fors zijn gedaald (vermindering van 87%). Ook de chemische industrie, raffinaderijen en overige industrie kennen een aanzienlijke daling met respectievelijk 74%, 76% en 61%. De ontwikkelingen in de overige sectoren zijn minder fors in omvang (en bepalen ook een minder groot deel van de totale emissies).

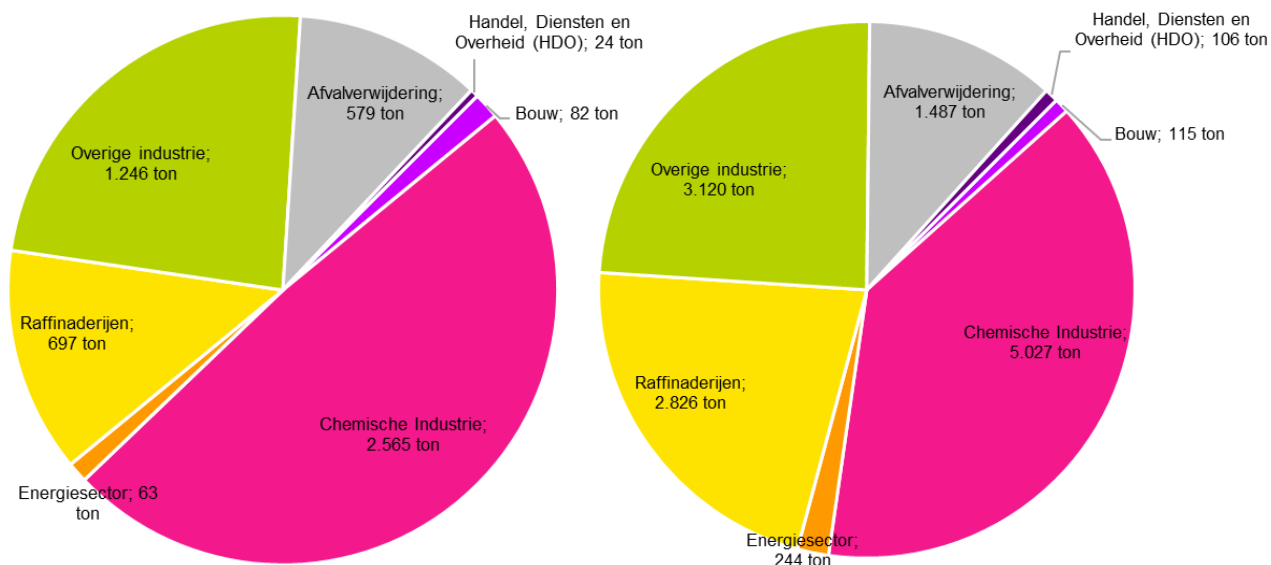


figuur 6. Ontwikkeling 1990-2021 van de verdeling NO_x emissies in Nederland over de verschillende sectoren in de industrie o.b.v. Emissieregistratie (informatie 1990-2018 per 5 jaar, 2019-2021 jaarlijks).

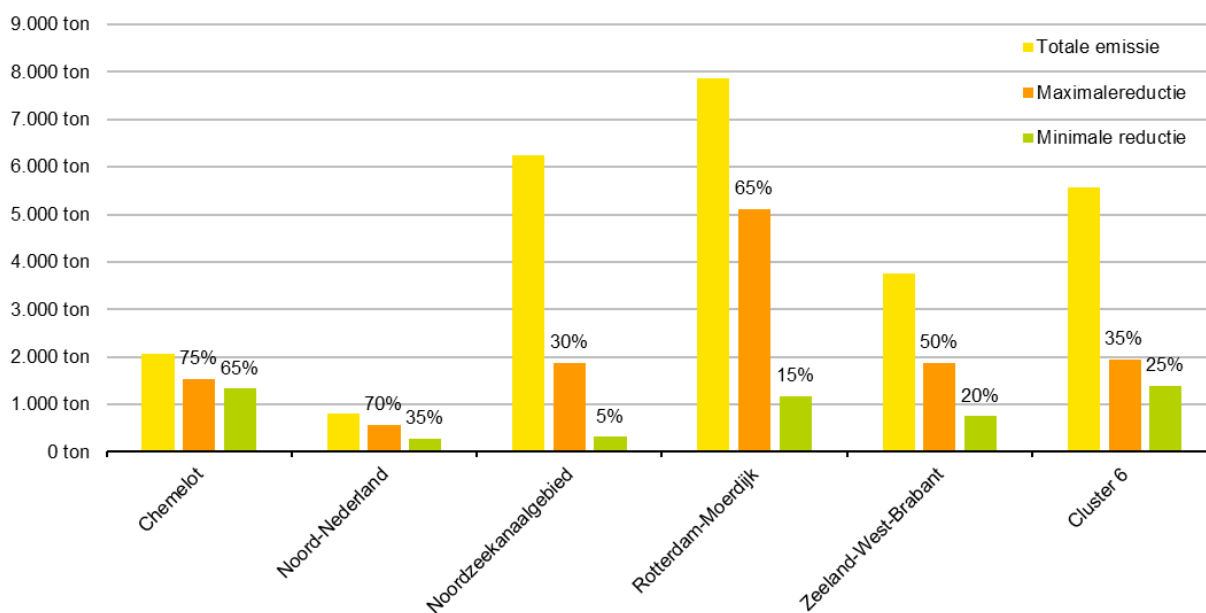
De sectoren Vliegvelden (Verkeer en vervoer), Riolering en waterzuiveringsinstallaties en Landbouw komen niet terug in dit onderzoek; overige sectoren wel. In figuur 7 is de verdeling over sectoren weergegeven van de bedrijven (vermeden emissies) die zijn meegenomen in dit onderzoek. Vanuit deze totale emissies is bepaald welke emissies meegenomen worden in het lage (minimale) en het hoge (maximale) scenario voor emissiereductie, dus welke reducties minimaal en maximaal bereikt worden (zie paragraaf 2.2.2 voor een toelichting op het bepalen van het lage en het hoge scenario). In figuur 8 is weergegeven welke emissiereducties in het minimale en maximale scenario voor deze sectoren zijn bepaald. In figuur 9 is dit weergegeven per cluster.



figuur 7. Verdeling NO_x emissies in Nederland over de verschillende sectoren in de industrie o.b.v. Emissieregistratie 2021, die zijn meegenomen als vermeden emissies in dit onderzoek waarop de reductiepotentie is berekend. In figuur 3 op pagina 9 is reeds de verhouding tussen deze 26.313 ton en de 309.566 ton NO_x totale emissie gegeven.

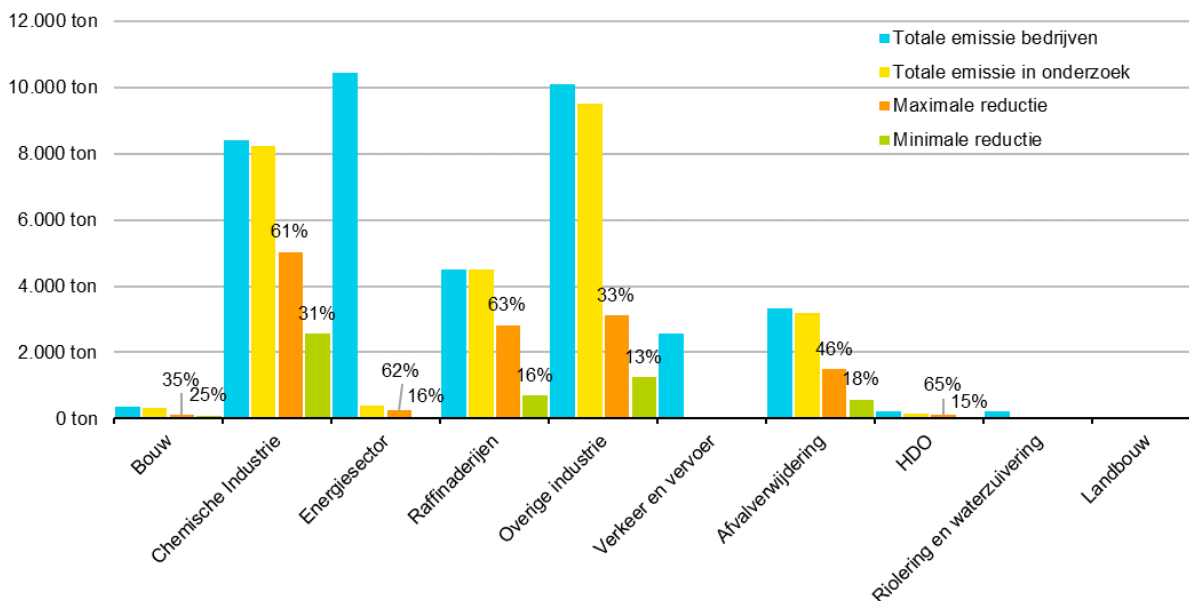


figuur 8. Verdeling reducties NO_x emissies in Nederland over de verschillende sectoren in de industrie: links het lage (minimale scenario) voor emissiereducties, rechts het hoge (maximale) scenario.



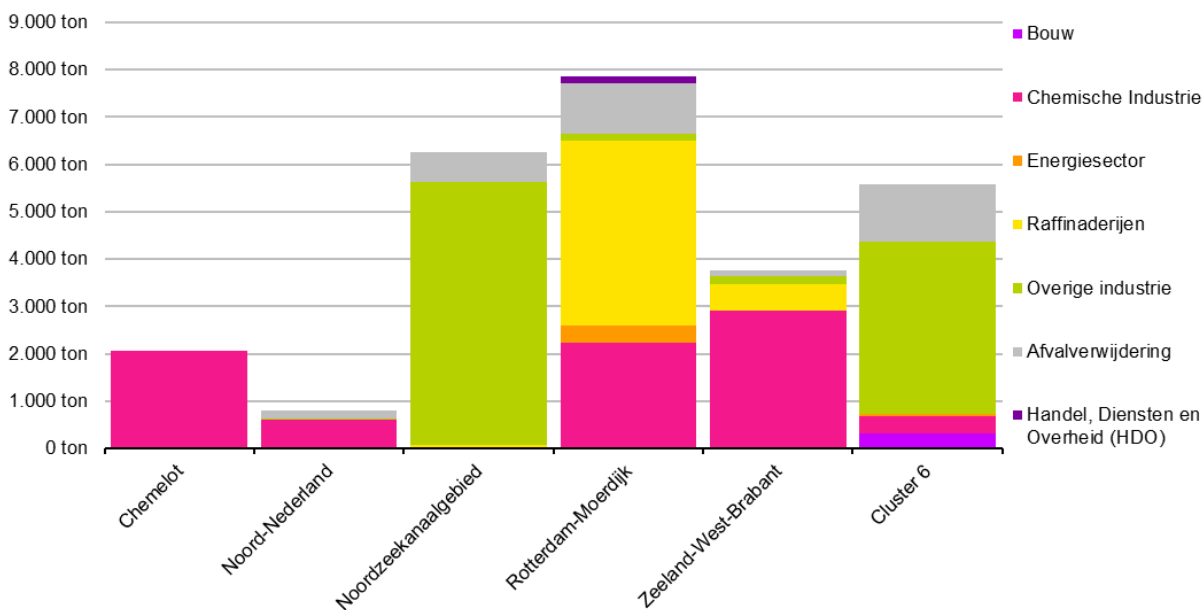
figuur 9. Totale emissie NO_x, minimale reductie en maximale reductie per cluster. De percentages in deze figuur komen overeen met de percentages voor emissiereductie in het lage (minimale) en het hoge (maximale) scenario zoals weergegeven in tabel 5 op pagina 13.

Uit figuur 7 blijkt dat de meegenomen bedrijven (vermeden emissies) voornamelijk in de sectoren Chemische industrie, Raffinaderijen en Overige industrie liggen, gevolg door Afvalverwijdering. Ook in de sectoren Bouw en Handel, dienstverlening en overheid (HDO) is een relatief groot deel van de totale NO_x emissie meegenomen; de omvang van deze sectoren is echter relatief beperkt. In de energiesector (ook onderdeel van de sector industrie) is slechts een beperkt deel meegenomen in dit onderzoek: 394 ton van de in totaal 10.458 ton. Het merendeel (ruim 10 kiloton) van de emissies in de energiesector betreft emissies uit elektriciteitscentrales; deze zijn niet meegenomen in dit onderzoek (zie paragraaf 2.3 voor de onderbouwing). Wordt deze informatie gecombineerd, dan resulteert de grafiek zoals weergegeven in figuur 10. Hierin is per sector aangegeven welke totale emissie vanuit bedrijven is geregistreerd, welk deel is meegenomen in het onderzoek en welke minimale en maximale reducties hieruit volgen.



figuur 10. *NO_x emissies totaal Nederland (geregistreerd op bedrijfsniveau) en NO_x emissies die zijn meegenomen in dit onderzoek, verdeeld per sector. Ook is het lage (minimale) en hoge (maximale) reductiescenario weergegeven, vertaald naar sectoren. De percentages geven weer welk relatief deel van de totale NO_x emissie zoals onderzocht (gele kolom) aan reductie berekend zijn in het lage en hoge reductiescenario.*

De totale emissievracht van 26,3 kiloton NO_x die als vermeden emissies zijn meegenomen in het onderzoek is ook nader in te delen naar de vijf CES-clusters. In figuur 11 is per sector aangegeven welke emissies 'toebehoren' aan welk cluster; deze grafiek is een nadere verfijning op clusterniveau van de totalen in figuur 10.



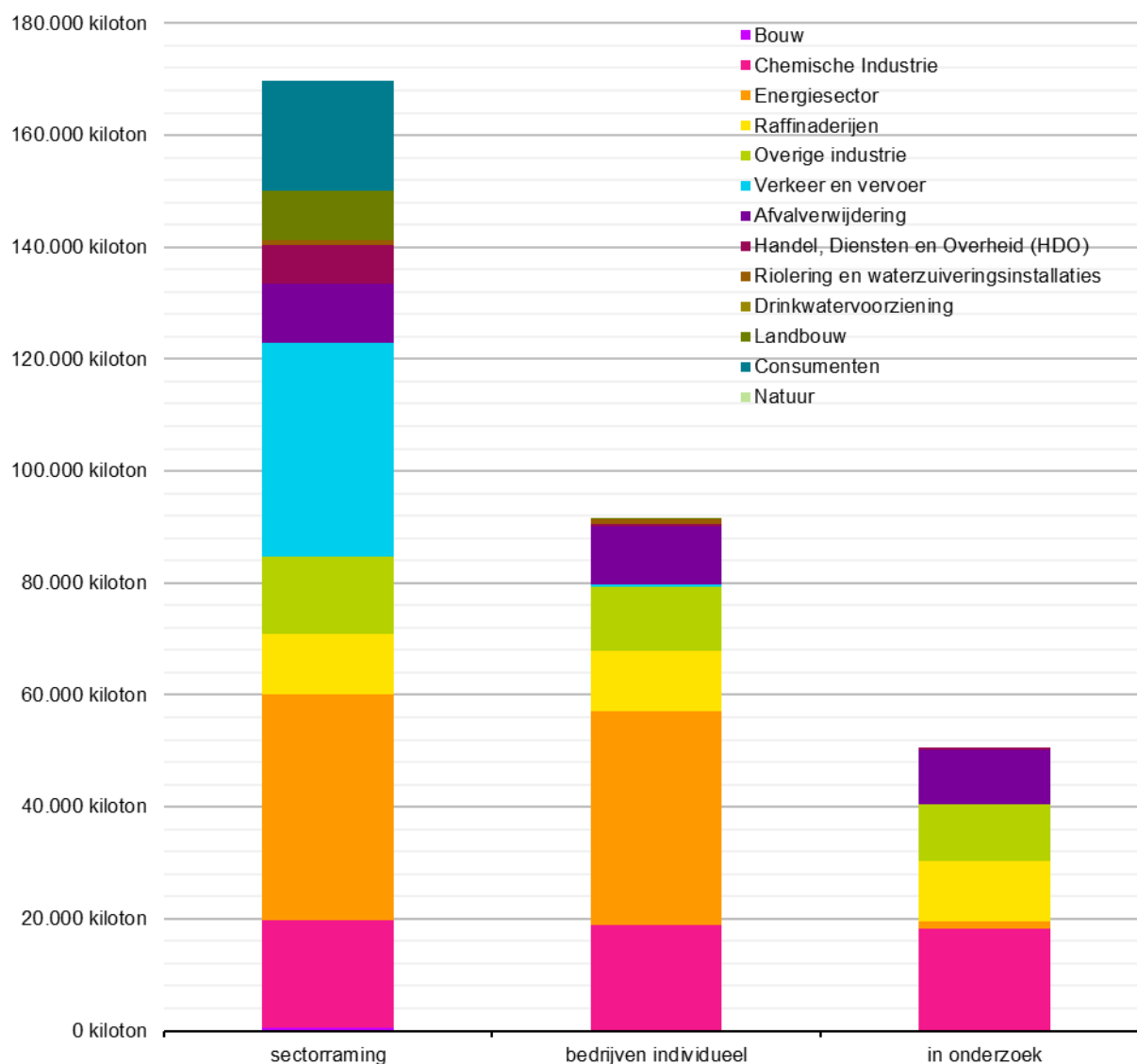
figuur 11. *NO_x emissies die zijn meegenomen in dit onderzoek, verdeeld per sector en per CES cluster.*

3.2.2 GEAGGREGEERD BEELD CO₂

Analoog aan het geaggregeerde beeld van de potentieel vermeden NO_x emissies, zijn CO₂ emissies zoals opgenomen in de Emissieregistratie ook onderzocht. De industrie in Nederland kent een CO₂ emissie van 91.467 kiloton o.b.v. individuele bedrijven in Emissieregistratie jaar 2021. De totale CO₂ emissie op sectorniveau is in de Emissieregistratie geraamd op 169.641 kiloton. De individuele bedrijven hebben hiermee een aandeel van 54% in de totale CO₂ emissie in Nederland; dit is significant hoger dan het aandeel van 13% in de NO_x emissies. De CO₂ emissies zijn verdeeld over verschillende sectoren; in figuur 12 is de verdeling van de emissies in verschillende



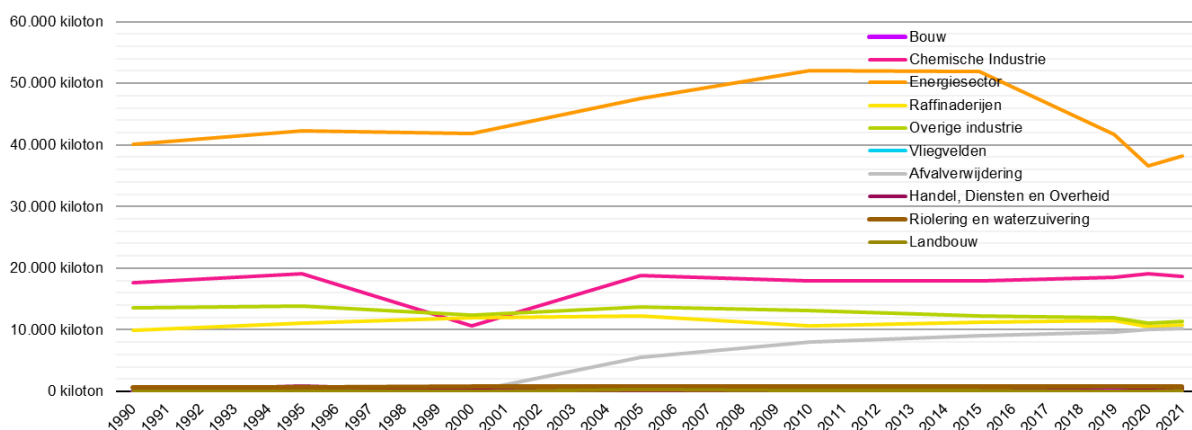
sectoren weergegeven voor zowel de individueel geregistreerde bedrijven als de totale CO₂ emissies in Nederland. Ook zijn de CO₂ emissies weergegeven van de bedrijven die zijn meegenomen in dit onderzoek. Als figuur 12 wordt vergeleken met figuur 3 (NO_x emissies voor geheel Nederland, de emissies voor alle in de Emissieregistratie individueel geregistreerde bedrijven en de bedrijven die in dit onderzoek zijn meegenomen) dan blijkt duidelijk dat de impact op CO₂ vanuit de onderzochte bedrijven relatief groter is dan de impact op NO_x.



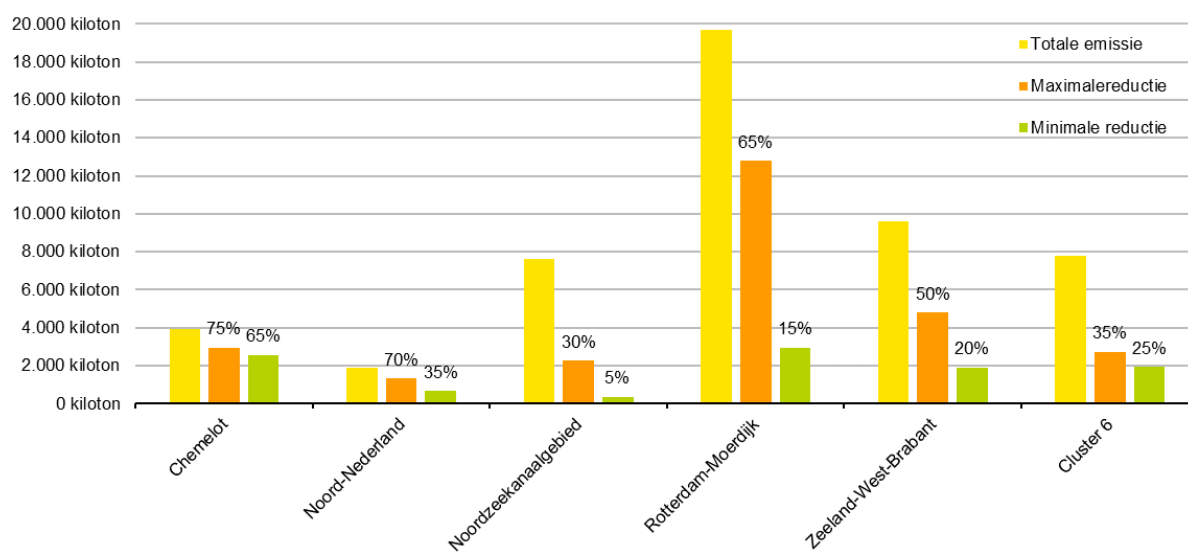
figuur 12. Visueel overzicht uit Emissieregistratie (jaar 2021): emissies CO₂ per sector voor geheel Nederland op sectorniveau, op individueel bedrijfsniveau (bedrijven) en emissies die zijn meegenomen in dit onderzoek.

In tegenstelling tot het beeld in NO_x emissies, is er in CO₂ emissies geen duidelijke daling te zien in de afgelopen 30 jaar. Het historische beeld verschilt iets per sector in de industrie, maar al met al is er een redelijk continu beeld, met een duidelijke stijging vanaf 2000 in de sector afvalverwijdering. Als wordt gekeken naar de CO₂ emissies (jaar 2021) bij de bedrijven die zijn meegenomen in dit onderzoek, dan blijkt dat 50.537 kiloton CO₂ ofwel 55% van de totale emissie is toe te rekenen aan de bedrijven binnen de scope van dit onderzoek, zie ook de rechter kolom in figuur 12. In figuur 14 en figuur 15 is respectievelijk per cluster en per sector weergegeven welk deel van de emissies is meegenomen. In grote lijnen is deze verdeling evenredig aan het aandeel meegenomen NO_x emissies (de vergelijking is te maken met figuur 9 op pagina 23 en figuur 10 op pagina 24).

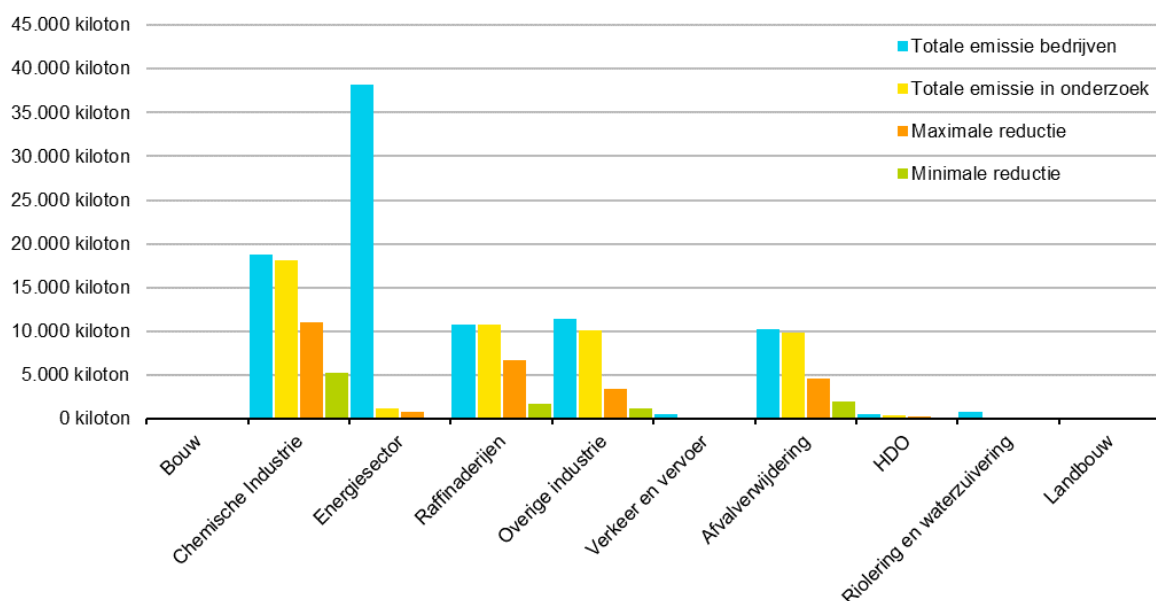
Na de grafieken op de volgende pagina is per cluster nader toegelicht welke vermeden emissies zijn meegenomen in het onderzoek. Per cluster is onder meer aangegeven welke bedrijven zijn meegenomen en welke emissies NO_x en CO₂ zijn opgenomen in de Emissieregistratie.



figuur 13. Ontwikkeling 1990-2021 van de verdeling CO₂ emissies in Nederland over de verschillende sectoren in de industrie o.b.v. Emissieregistratie (informatie 1990-2018 per 5 jaar, 2019-2021 jaarlijks).



figuur 14. Totale emissie CO₂, minimale reductie en maximale reductie per cluster.



figuur 15. CO₂ emissies totaal Nederland en CO₂ emissie die zijn meegenomen in dit onderzoek (incl. minimaal en maximaal reductiescenario), verdeeld per sector.

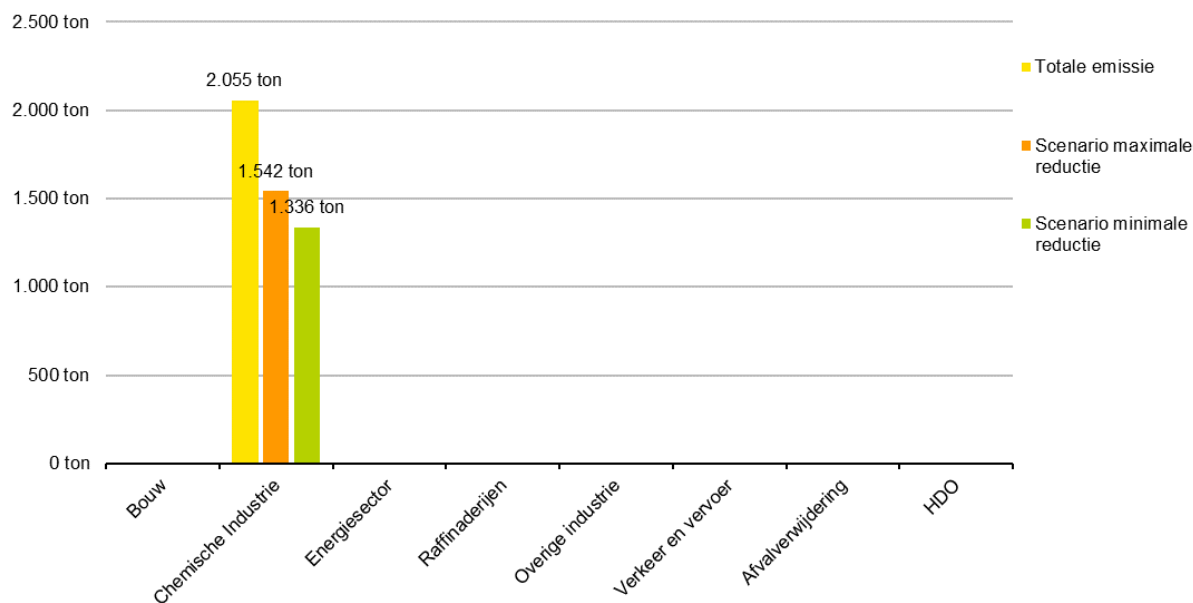


3.2.3 VERMEDEN EMISSIES CLUSTER CHEMELOT

In het cluster Chemelot is één bedrijf meegenomen in het onderzoek, dat is de Chemelot Site Permit voor het cluster. In tabel 10 zijn de gegevens hiervan weergegeven. Bijlage 3 bevat een overzichtskaart (A3) met de locatie van dit bedrijf. Voor het cluster Chemelot is bepaald dat de potentiële reductie in NO_x emissies 65% (minimaal scenario) tot 75% (maximaal scenario) bedraagt.

NIC	Bedrijfsnaam	CO ₂ emissie (%)	NO _x emissie (%)	NO _x min	NO _x max		
62	Chemelot Site Permit BV	3.960 kton	100%	2.055 ton	100%	1.336 ton	1.542 ton
Totaal:		3.960 kton	2.055 ton	1.336 ton	1.542 ton		

tabel 10. Overzicht meegenomen vermeden emissies cluster Chemelot: bedrijven (NIC Emissieregistratie), emissie CO₂ (kiloton/jaar en relatieve aandeel), emissie NO_x (ton/jaar en relatieve aandeel), NO_x reductie in het minimale en maximale scenario.



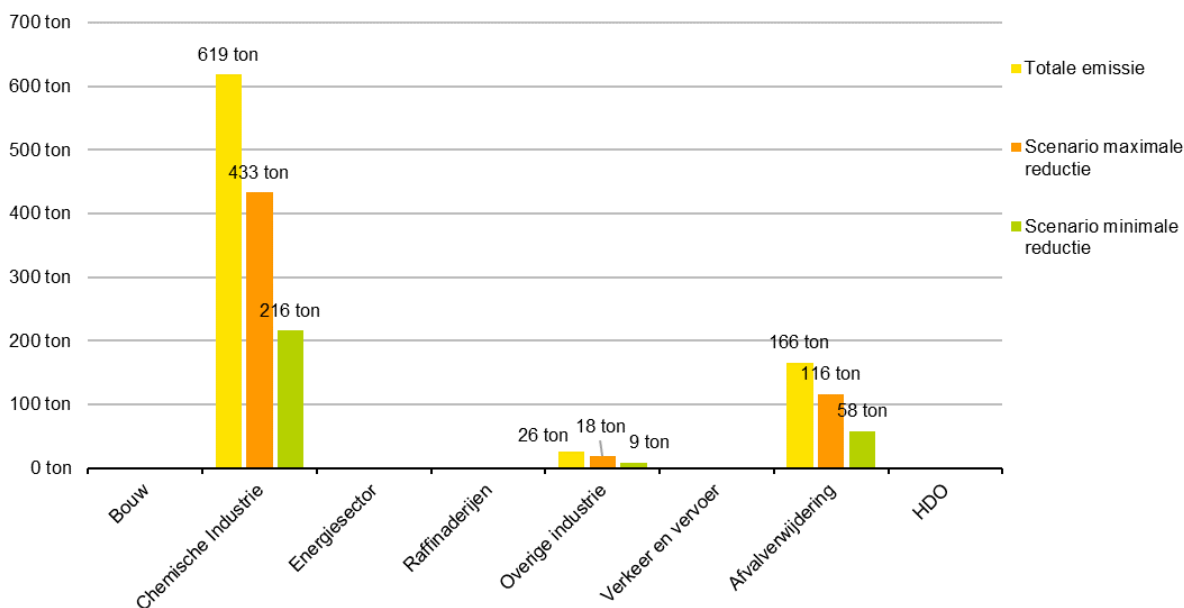
figuur 16. Verdeling meegenomen NO_x emissies in het CES cluster Chemelot over de verschillende sectoren in de industrie.

3.2.4 VERMEDEN EMISSIES CLUSTER NOORD-NEDERLAND

In het cluster Noord-Nederland zijn 8 bedrijven meegenomen in het onderzoek, zie tabel 11. Het cluster Noord-Nederland kent in dat opzicht een meer divers beeld dan het cluster Chemelot. Dit is ook terug te zien in de indeling van de bedrijven per sector (zie figuur 17). Bijlage 3 bevat een overzichtskaart (A3) met de locaties van deze bedrijven. Voor het cluster Noord-Nederland is bepaald dat de potentiële reductie in NO_x emissies 35% (minimaal scenario) tot 70% (maximaal scenario) bedraagt.

NIC	Bedrijfsnaam	CO ₂ emissie (%)	NO _x emissie (%)	NO _x min	NO _x max		
101103	Bio Methanol Chemie Nederland	234 kton	12%	183 ton	23%	64 ton	128 ton
101108	PPG Industries Chemicals BV	53 kton	3%	28 ton	3%	10 ton	20 ton
103010	Klesch Aluminium Delfzijl	82 kton	4%	26 ton	3%	9 ton	18 ton
104003	Delesto BV	420 kton	22%	210 ton	26%	74 ton	147 ton
104710	ESD-SIC BV	106 kton	6%	25 ton	3%	9 ton	17 ton
200606	Theo Pouw Secundaire Bouwstoffen	20 kton	1%	21 ton	3%	7 ton	14 ton
201241	Emmtec Services BV	150 kton	8%	172 ton	21%	60 ton	120 ton
203220	EEW Energy from Waste Delfzijl B.V.	829 kton	44%	145 ton	18%	51 ton	102 ton
Totaal:		1.894 kton	811 ton	284 ton	568 ton		

tabel 11. Overzicht meegenomen vermeden emissies cluster Noord-Nederland: bedrijven (NIC Emissieregistratie), emissie CO₂ (kiloton/jaar en relatieve aandeel), emissie NO_x (ton/jaar en relatieve aandeel), NO_x reductie in het minimale en maximale scenario).



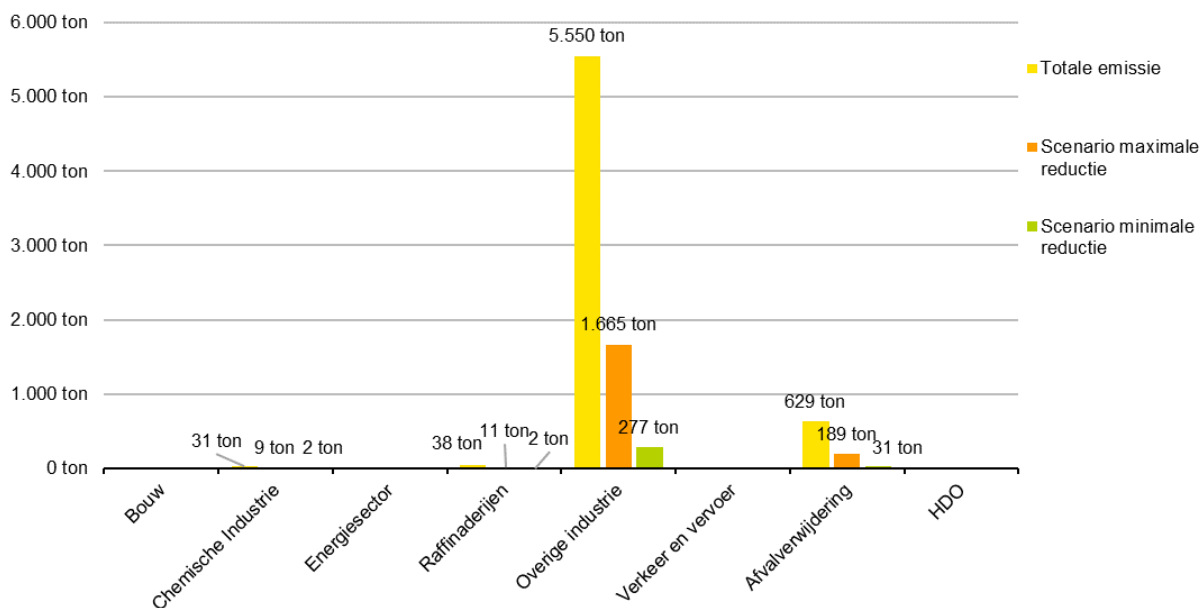
figuur 17. Verdeling meegenomen NO_x emissies in het CES cluster Noord-Nederland over de verschillende sectoren in de industrie.

3.2.5 VERMEDEN EMISSIES CLUSTER NOORDZEEKANAALGEBIED

In het cluster Noordzeekanaalgebied zijn 9 bedrijven meegenomen in het onderzoek, zie tabel 12. Tata Steel, met een aandeel van 86% in de NO_x emissies en 9578 in de CO₂ emissies, is verreweg het meest bijdragende bedrijf. In figuur 18 is de verdeling van deze bedrijven over de industriële sectoren weergegeven. Bijlage 3 bevat een overzichtkaart (A3) met de locaties van deze bedrijven. Voor het cluster Noordzeekanaalgebied is bepaald dat de potentiële reductie in NO_x emissies 5% (minimaal scenario) tot 30% (maximaal scenario) bedraagt.

NIC	Bedrijfsnaam	CO ₂ emissie (%)	NO _x emissie (%)	NO _x min	NO _x max		
21010	Sonneborn Refined Products BV (Amsterdam)	14 kton	0%	11 ton	0%	1 ton	3 ton
21101	Albemarle Catalysts Company B.V.	60 kton	1%	31 ton	0%	2 ton	9 ton
22602	Tate & Lyle Netherlands BV	74 kton	1%	51 ton	1%	3 ton	15 ton
22617	Bunge Netherlands BV (Soja)	60 kton	1%	36 ton	1%	2 ton	11 ton
22626	Cargill BV (Multiseed)	28 kton	0%	25 ton	0%	1 ton	8 ton
23301	Tata Steel IJmuiden BV	5.957 kton	78%	5.349 ton	86%	267 ton	1.605 ton
24302	Crown van Gelder N.V.	128 kton	2%	88 ton	1%	4 ton	26 ton
28085	Afval Energie Bedrijf (Amsterdam)	1.251 kton	16%	629 ton	10%	31 ton	189 ton
202746	Simadan	26 kton	0%	28 ton	0%	1 ton	8 ton
Totaal:		7.598 kton		6.248 ton		312 ton	1.874 ton

tabel 12. Overzicht meegenomen vermeden emissies cluster Noordzeekanaalgebied: bedrijven (NIC Emissieregistratie), emissie CO₂ (kiloton/jaar en relatieve aandeel), emissie NO_x (ton/jaar en relatieve aandeel), NO_x reductie in het minimale en maximale scenario).



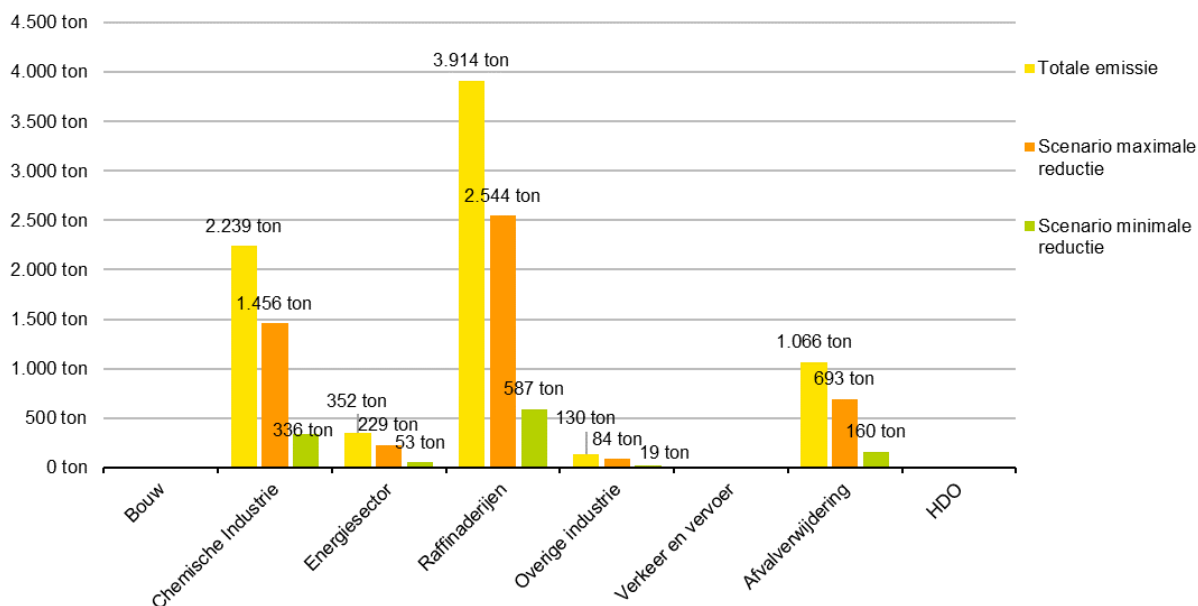
figuur 18. Verdeling meegenomen NO_x emissies in het CES cluster Noordzeekanaalgebied over de verschillende sectoren in de industrie.

3.2.6 VERMEDEN EMISSIES CLUSTER ROTTERDAM-MOERDIJK

In het cluster Rotterdam-Moerdijk zijn 9 bedrijven meegenomen: 33 stuks (zie tabel 13). Het cluster Rotterdam-Moerdijk kent een redelijk diverse verdeling over bedrijfssectoren, met een relatief groot aandeel raffinaderijen en chemische industrie (figuur 19). Bijlage 3 bevat een overzichtskaart (A3) met de locaties van deze bedrijven. Voor het cluster Rotterdam-Moerdijk is bepaald dat de potentiële reductie in NO_x emissies 15% (minimaal scenario) tot 65% (maximaal scenario) bedraagt.

NIC	Bedrijfsnaam	CO ₂ emissie (%)	NO _x emissie (%)	NO _x min	NO _x max		
41003	Shell Nederland Chemie BV (Moerdijk)	2.652 kton	13%	1.304 ton	17%	196 ton	847 ton
41521	Afvalstoffen Terminal Moerdijk (ATM)	160 kton	1%	81 ton	1%	12 ton	52 ton
44009	Attero BV (Moerdijk)	945 kton	5%	435 ton	6%	65 ton	282 ton
47001	Slibverwerking Noord-Brabant	142 kton	1%	36 ton	0%	5 ton	23 ton
49013	Ardagh Glass Moerdijk	55 kton	0%	78 ton	1%	12 ton	51 ton
202990	Alco Energy Rotterdam	357 kton	2%	163 ton	2%	24 ton	106 ton
202992	Biopetrol Rotterdam BV	33 kton	0%	11 ton	0%	2 ton	7 ton
203411	Air Liquide Pergen VOF	1.209 kton	6%	352 ton	4%	53 ton	229 ton
204851	Air Products Nederland BV (Pernis)	738 kton	4%	28 ton	0%	4 ton	18 ton
Totaal:		19.665 kton		7.865 ton		1.180 ton	5.112 ton

tabel 13. Overzicht meegenomen vermeden emissies cluster Rotterdam-Moerdijk: bedrijven (NIC Emissieregistratie), emissie CO₂ (kiloton/jaar en relatieve aandeel), emissie NO_x (ton/jaar en relatieve aandeel), NO_x reductie in het minimale en maximale scenario).



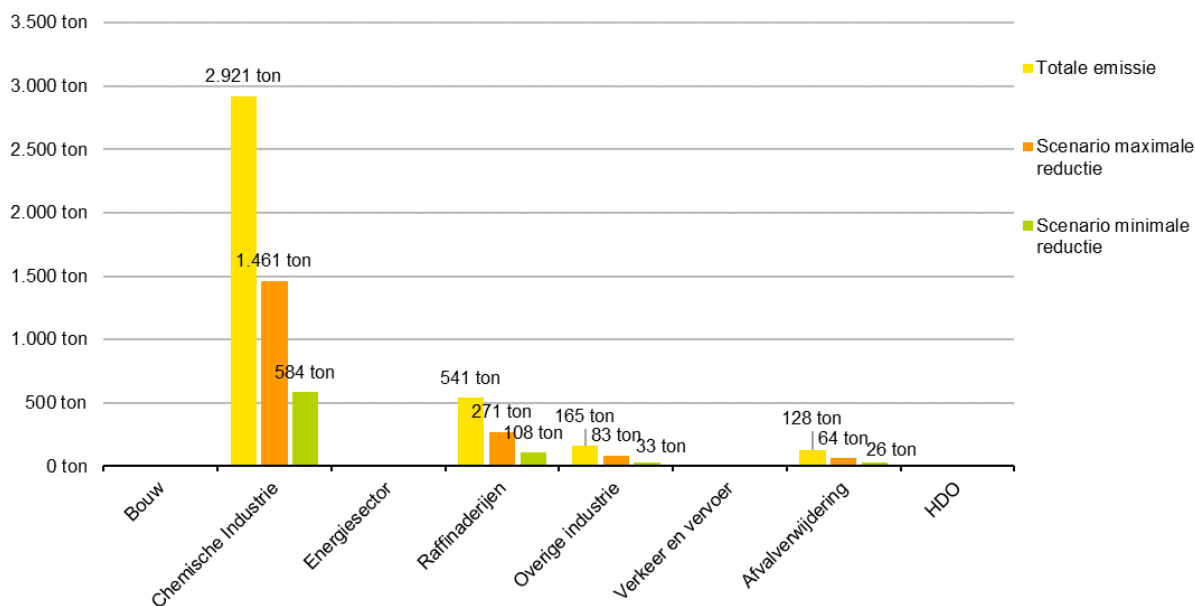
figuur 19. Verdeling meegenomen NO_x emissies in het CES cluster Rotterdam-Moerdijk over de verschillende sectoren in de industrie.

3.2.7 VERMEDEN EMISSIES CLUSTER SCHELDE-DELTAREGIO

In het cluster Schelde-Deltaregio zijn in totaal 11 bedrijven meegenomen (zie tabel 14); de drie meest bijdragende bedrijven verzorgen 88% van de NO_x emissie en van de CO₂ emissie. Het betreft hier met name chemische industrie (zie figuur 20). Bijlage 3 bevat een overzichtskaart (A3) met de locaties van deze bedrijven. Voor het cluster Noordzeekanaalgebied is bepaald dat de potentiële reductie in NO_x emissies 20% (minimaal scenario) tot 50% (maximaal scenario) bedraagt.

NIC	Bedrijfsnaam	CO ₂ emissie (%)	NO _x emissie (%)	NO _x min	NO _x max		
41101	SABIC Innovative Plastics BV	309 kton	3%	112 ton	3%	22 ton	56 ton
42310	Suiker Unie (Dinteloord)	130 kton	1%	40 ton	1%	8 ton	20 ton
42629	Cargill BV	53 kton	1%	19 ton	1%	4 ton	10 ton
44007	SUEZ ReEnergy Roosendaal	343 kton	4%	128 ton	3%	26 ton	64 ton
51101	Eastman Chemical Middelburg BV	59 kton	1%	22 ton	1%	4 ton	11 ton
51102	Rosier Nederland B.V.	17 kton	0%	17 ton	0%	3 ton	9 ton
51104	Dow Benelux BV (Hoek)	3.911 kton	41%	1.984 ton	53%	397 ton	992 ton
51105	YARA Sluiskil BV	3.052 kton	32%	786 ton	21%	157 ton	393 ton
51501	Zeeland Refinery N.V.	1.470 kton	15%	541 ton	14%	108 ton	271 ton
52612	Cargill Benelux BV	262 kton	3%	87 ton	2%	17 ton	43 ton
53504	Zalco B.V.	19 kton	0%	20 ton	1%	4 ton	10 ton
Totaal:		9.625 kton		3.756 ton		751 ton	1.878 ton

tabel 14. Overzicht meegenomen vermeden emissies cluster Schelde-Deltaregio: bedrijven (NIC Emissieregistratie), emissie CO₂ (kiloton/jaar en relatieve aandeel), emissie NO_x (ton/jaar en relatieve aandeel), NO_x reductie in het minimale en maximale scenario).



figuur 20. Verdeling meegenomen NO_x emissies in het CES cluster Schelde-Deltaregio over de verschillende sectoren in de industrie.

3.2.8 VERMEDEEN EMISSIES CLUSTER 6

In cluster 6 zijn in totaal 86 bedrijven meegenomen (zie tabel 15). Het betreft hier diverse sectoren met een relatief groot aandeel overige industrie (zie figuur 21). Bijlage 3 bevat een overzichtskaart (A3) met de locaties van deze bedrijven. Voor cluster 6 is bepaald dat de potentiële reductie in NO_x emissies 25% (minimaal scenario) tot 35% (maximaal scenario) bedraagt.

NIC	Bedrijfsnaam	CO ₂ emissie (%)	NO _x emissie (%)	NO _x min	NO _x max		
60	Sappi Maastricht BV	169 kton	2%	170 ton	3%	43 ton	60 ton
94	Steenfabriek Gebroeders Klinkers BV	9 kton	0%	30 ton	1%	7 ton	10 ton
95	Kleiwarenfabriek Façade Beek BV	9 kton	0%	11 ton	0%	3 ton	4 ton
113	VDL Nedcar BV	22 kton	0%	23 ton	0%	6 ton	8 ton
151	O-I Manufacturing Netherlands BV (Maastricht)	93 kton	1%	314 ton	6%	78 ton	110 ton
159	Johnson Matthey BV	3 kton	0%	27 ton	0%	7 ton	10 ton
326	Wienerberger Steenfabriek Poriso	25 kton	0%	49 ton	1%	12 ton	17 ton
4301	Smurfit Kappa Roermond Papier BV	174 kton	2%	121 ton	2%	30 ton	42 ton
4709	Kleiwarenfabriek Joosten Kessel BV	8 kton	0%	21 ton	0%	5 ton	7 ton
4711	Wienerberger Steenfabriek Thorn	14 kton	0%	11 ton	0%	3 ton	4 ton
4753	Rockwool B.V.	144 kton	2%	181 ton	3%	45 ton	63 ton
5739	E-max Remelt	17 kton	0%	18 ton	0%	5 ton	6 ton
10076	HVC Afvalcentrale Dordrecht	319 kton	4%	114 ton	2%	29 ton	40 ton
10079	Chemours Netherlands BV	40 kton	1%	17 ton	0%	4 ton	6 ton
10097	Sime Darby Unimills B.V.	48 kton	1%	36 ton	1%	9 ton	13 ton
10687	DSM Delft Permit BV	83 kton	1%	23 ton	0%	6 ton	8 ton
10698	Croda	38 kton	0%	11 ton	0%	3 ton	4 ton
10723	O-I Manufacturing Netherlands BV (Leerdam)	101 kton	1%	297 ton	5%	74 ton	104 ton
11105	Heineken Nederland BV (Zoeterwoude)	74 kton	1%	19 ton	0%	5 ton	7 ton
11658	Farm Frites BV	36 kton	0%	20 ton	0%	5 ton	7 ton
12158	DRSH Zuiveringsslib N.V.	126 kton	2%	46 ton	1%	11 ton	16 ton
12172	Promelca B.V. (Gorinchem)	53 kton	1%	22 ton	0%	5 ton	8 ton
21528	Gasunie (Wieringermeer)	23 kton	0%	15 ton	0%	4 ton	5 ton
28091	HVC (Alkmaar)	1.029 kton	13%	303 ton	5%	76 ton	106 ton

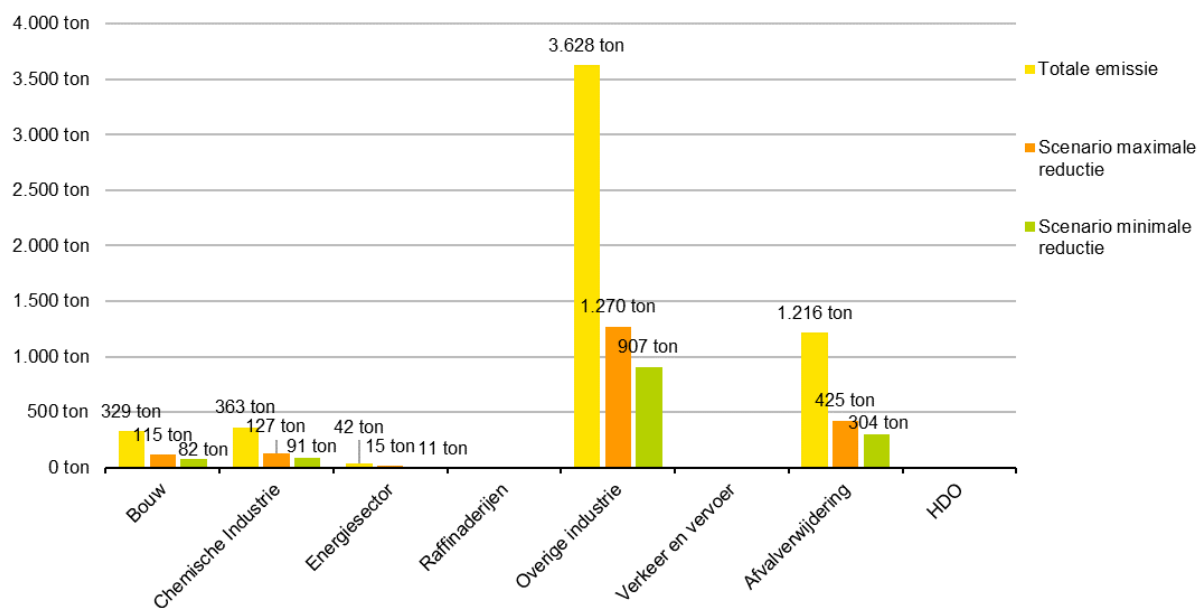


NIC	Bedrijfsnaam	CO ₂ emissie (%)	NO _x emissie (%)	NO _x min	NO _x max		
42034	FrieslandCampina Veghel (DMV International)	86 kton	1%	35 ton	1%	9 ton	12 ton
42834	Rendac Son BV	75 kton	1%	63 ton	1%	16 ton	22 ton
43013	Nyrstar Budel BV	24 kton	0%	47 ton	1%	12 ton	16 ton
43403	DAF Trucks N.V.	28 kton	0%	38 ton	1%	10 ton	13 ton
44772	Ardagh Glass Dongen BV	67 kton	1%	399 ton	7%	100 ton	140 ton
44773	Saint Gobain Construction Products	46 kton	1%	148 ton	3%	37 ton	52 ton
48018	FUJIFILM Manufacturing Europe BV	24 kton	0%	18 ton	0%	5 ton	6 ton
61411	Sonac Vuren BV	34 kton	0%	16 ton	0%	4 ton	6 ton
62025	FrieslandCampina Domo (Borculo)	62 kton	1%	67 ton	1%	17 ton	24 ton
62925	Aviko BV	63 kton	1%	23 ton	0%	6 ton	8 ton
64004	AVR Afvalverwerking BV (Duiven)	500 kton	6%	128 ton	2%	32 ton	45 ton
64005	ARN B.V.	362 kton	5%	130 ton	2%	33 ton	46 ton
64335	DS Smith Paper De Hoop Mill	182 kton	2%	126 ton	2%	31 ton	44 ton
64345	Mayr-Melnhof Eerbeek BV	72 kton	1%	21 ton	0%	5 ton	7 ton
64360	Parengo B.V.	237 kton	3%	132 ton	2%	33 ton	46 ton
64701	Steenfabriek De Rijswaard BV	33 kton	0%	40 ton	1%	10 ton	14 ton
64703	B.V. Steenfabriek Huissenswaard	25 kton	0%	21 ton	0%	5 ton	7 ton
64713	Wienerberger Steenfabriek Schipperswaard	10 kton	0%	20 ton	0%	5 ton	7 ton
64715	Wienerberger Steenfabriek Erlecom	13 kton	0%	19 ton	0%	5 ton	7 ton
64718	Rodruza Steenfabriek de Zandberg	15 kton	0%	74 ton	1%	18 ton	26 ton
64719	Wienerberger Steenfabriek Haaften	15 kton	0%	20 ton	0%	5 ton	7 ton
64725	Wienerberger Steenfabriek Heteren	9 kton	0%	17 ton	0%	4 ton	6 ton
64741	Wienerberger Steenfabriek Kijfwaard Oost	13 kton	0%	13 ton	0%	3 ton	4 ton
64744	Rodruza Steenfabriek Rossum BV	18 kton	0%	21 ton	0%	5 ton	7 ton
64748	Steenfabriek Spijk BV	27 kton	0%	12 ton	0%	3 ton	4 ton
64749	Waalsteenfabriek De Bylandt BV	29 kton	0%	57 ton	1%	14 ton	20 ton
64759	Wienerberger Steenfabriek Zennewijnen	15 kton	0%	13 ton	0%	3 ton	4 ton
65777	Wienerberger Steenfabriek Kijfwaard West	24 kton	0%	39 ton	1%	10 ton	14 ton
66224	Wienerberger Dakpannenfabriek Narvik Deest	9 kton	0%	14 ton	0%	4 ton	5 ton
71105	Nobian Chemicals BV (Hengelo)	240 kton	3%	226 ton	4%	56 ton	79 ton
71514	Gasunie Vilsteren/Ommen	7 kton	0%	13 ton	0%	3 ton	5 ton
75305	Twence BV Boeldershoek	901 kton	12%	204 ton	4%	51 ton	71 ton
81103	Cabot Norit Activated Carbon (Klazieneveen)	0 kton	0%	64 ton	1%	16 ton	22 ton
82002	FrieslandCampina Domo (Beilen)	42 kton	1%	19 ton	0%	5 ton	7 ton
82603	Avebe u.a. (Gasselternijveen)	100 kton	1%	84 ton	2%	21 ton	29 ton
85002	Attero Noord BV	595 kton	8%	157 ton	3%	39 ton	55 ton
92012	FrieslandCampina (Leeuwarden)	68 kton	1%	34 ton	1%	9 ton	12 ton
92615	Sonac Burgum BV	39 kton	1%	11 ton	0%	3 ton	4 ton
95007	Frisia Zout	8 kton	0%	22 ton	0%	5 ton	8 ton
101405	Electric Glass Fiber NL BV	26 kton	0%	47 ton	1%	12 ton	16 ton
101408	Nedmag BV	79 kton	1%	308 ton	6%	77 ton	108 ton
101515	Gasunie (Spijk)	4 kton	0%	15 ton	0%	4 ton	5 ton
102302	Suiker Unie Vierverlaten	151 kton	2%	43 ton	1%	11 ton	15 ton
102620	Avebe u.a. (Ter Apelkanaal)	98 kton	1%	66 ton	1%	16 ton	23 ton
104304	ESKA Graphic Board BV (Hoogezand)	52 kton	1%	51 ton	1%	13 ton	18 ton
104305	ESKA Graphic Board BV (Sappemeer)	36 kton	0%	13 ton	0%	3 ton	5 ton
104307	Solidus Solutions (Bad Nieuweschans)	43 kton	1%	41 ton	1%	10 ton	14 ton



NIC	Bedrijfsnaam	CO ₂ emissie (%)	NO _x emissie (%)	NO _x min	NO _x max		
114709	McCain Foods Holland BV (Lelystad)	27 kton	0%	21 ton	0%	5 ton	8 ton
115066	Trespa International BV	24 kton	0%	11 ton	0%	3 ton	4 ton
115185	DOC Kaas (Zuivelpark)	45 kton	1%	25 ton	0%	6 ton	9 ton
200141	BV Steenfabriek Hedikhuizen	17 kton	0%	15 ton	0%	4 ton	5 ton
200228	Gouda Refractories BV	11 kton	0%	121 ton	2%	30 ton	42 ton
200286	Steenfabriek De Nijverheid BV	17 kton	0%	45 ton	1%	11 ton	16 ton
200287	Steenfabriek Engels Helden BV	20 kton	0%	21 ton	0%	5 ton	7 ton
200312	Vloertegelfabriek Koninklijke Mosa BV	11 kton	0%	13 ton	0%	3 ton	5 ton
200333	Wienerberger Steenfabriek Bemmelen	5 kton	0%	12 ton	0%	3 ton	4 ton
200355	Wienerberger Dakpannenfabriek Narvik Tegelen	9 kton	0%	16 ton	0%	4 ton	6 ton
200376	Wienerberger Dakpanfabriek Janssen-Dings	11 kton	0%	22 ton	0%	6 ton	8 ton
200377	Monier BV (Tegelen)	13 kton	0%	19 ton	0%	5 ton	7 ton
200781	FNSteel BV	20 kton	0%	28 ton	0%	7 ton	10 ton
202903	Groen-Recycling Twente BV	0 kton	0%	18 ton	0%	4 ton	6 ton
203496	Reststoffen Energie Centrale (REC)	303 kton	4%	104 ton	2%	26 ton	36 ton
Totaal:		7.795 kton		5.578 ton		1.394 ton	1.952 ton

tabel 15. Overzicht meegenomen vermeden emissies cluster 6: bedrijven (NIC Emissieregistratie), emissie CO₂ (kiloton/jaar en relatieve aandeel), emissie NO_x (ton/jaar en relatieve aandeel), NO_x reductie (in het minimale en maximale scenario).



figuur 21. Verdeling meegenomen NO_x emissies in het CES cluster 6 over de verschillende sectoren in de industrie.

3.3 Overzicht projecten

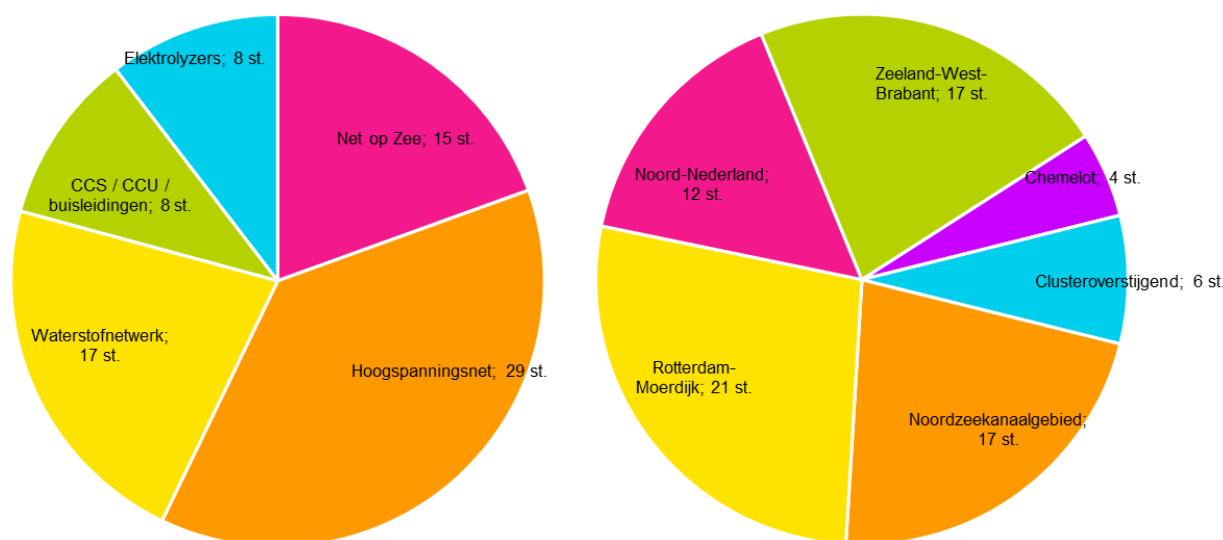
In dit onderzoek zijn 77 projecten gedefinieerd als infrastructuurprojecten die noodzakelijk zijn om de energietransitie in de industrie te realiseren. Dit zijn alle relevante projecten die in de MIEK 2022 en bijbehorende documenten zijn achterhaald; deze projecten zijn concreet gepland voor realisatie en deels reeds vergund, in uitvoering en/of gerealiseerd. Deze projecten leiden tot stikstofemissies (en daarmee stikstofdeposities) in de aanlegfase. Deze projecten zijn ingedeeld in enkele categorieën:

- **Hoogspanningsnet:** projecten die bedoeld zijn om het hoogspanningsnet in Nederland te verzwaren, zodat er voldoende transportcapaciteit is naar de verschillende industrieën;
- **Waterstofnetwerk:** de realisatie van de landelijke waterstof-backbone (HyWay27), regionale leidingnetten voor waterstof t.b.v. de industrie en waterstofimportterminals;



- **Net op Zee:** de realisatie van het hoogspanningsnet waarmee de op zee opgewekte elektriciteit naar het vasteland wordt getransporteerd;
- **CCS/CCU/buisleidingen:** projecten bedoeld voor het transport van CO₂ t.b.v. Carbon Capture and Storage (CCS) en Carbon Capture and Utilization (CCU) en het leidingnetwerk vanuit Rotterdam naar Chemelot en het Duitse Rijnland (Delta Corridor);
- **Elektrolyzers:** de realisatie van elektrolyzer installaties voor de productie van groene waterstof;
- **Delta Corridor:** het leidingnetwerk vanuit Rotterdam naar Chemelot en het Duitse Rijnland. Hierin wordt onder meer een CO₂ leiding gerealiseerd (dit kan onder CCS vallen), maar omdat ook een LPG-leiding, een propeenleiding, een waterstofleiding, een circulaire grondstoffen / ammoniakleiding en een gelijkstroomverbinding in dit project valt, is de Delta Corridor separaat gecategoriseerd.

In figuur 22 is visueel een overzicht gegeven van de aantallen projecten, waarbij een indeling is gemaakt in de categorisering van projecten en een indeling waarbij de projecten geografisch zijn toebedeeld aan de CES-clusters danwel clusteroverstijgend. De clusteroverstijgende projecten betreffen concreet de waterstofhoofdtransportleidingen tussen de clusters en de Delta Corridor (zie ook paragraaf 3.3.6). Bijlage 4 bevat A3 kaarten waarop alle projecten per cluster zijn weergegeven.



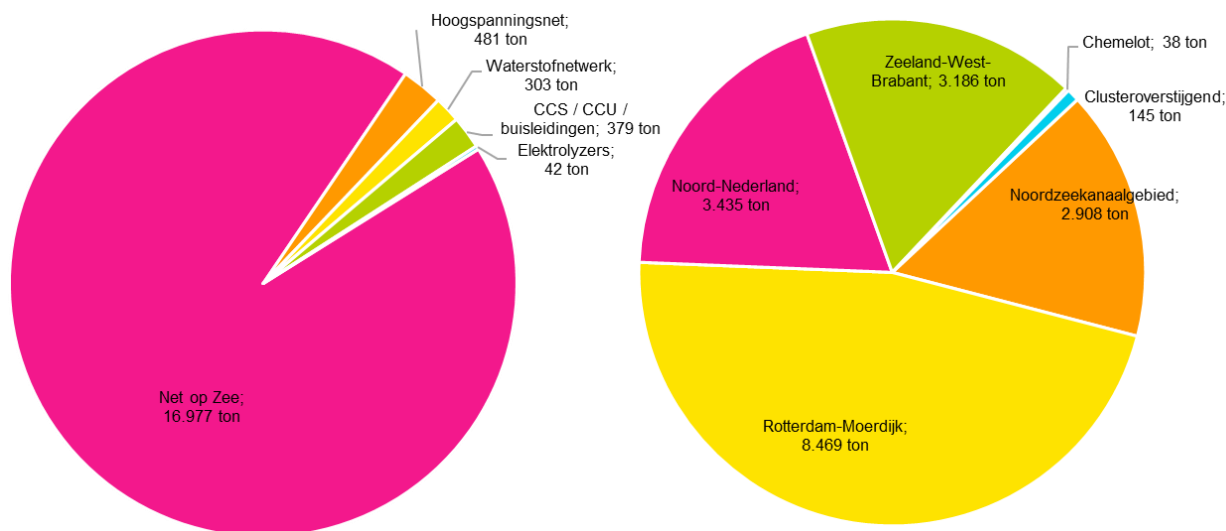
figuur 22. Aantallen projecten, ingedeeld naar projectcategorieën (links) en locatie van het project (rechts).

Uit de bovenstaande figuur blijkt, dat projecten voor elektriciteit (hoogspanningsnet op land en Net op Zee) iets meer dan de helft (57%) van het totaal aantal projecten betreft. In geografisch opzicht liggen de meeste projecten in het CES-cluster Rotterdam-Moerdijk.

Als wordt gekeken naar de geraamde en berekende emissies, dan blijkt dat het overgrote deel van de project-emissies wordt veroorzaakt door de aanleg van Net op Zee projecten (ruim 90%), zie figuur 23 links. Dit is te verklaren doordat deze offshore projecten:

- een relatief grote omvang hebben (bijv. de lengte van Net-op-Zee projecten vergeleken met onshore projecten);
- worden uitgevoerd met materieel dat grootschalig en specialistisch is. Hierdoor is de cyclus voor vervanging en vernieuwing lang en is de beschikbaarheid van nieuw materieel (zuiniger en minder emitterend) beperkt.

Als de emissies per cluster worden beschouwd (zie figuur 23 rechts), dan komt deze verdeling terug: de clusters met de meeste offshore projecten hebben het grootste aandeel in de totale emissies - zo heeft Chemelot geen offshore projecten en zodoende een relatief zeer beperkte bijdrage in de totale emissies.



figuur 23. Overzicht geraamde emissies voor alle projecten, ingedeeld in categorieën projecten (links) en naar locatie / CES-cluster (rechts).

In de navolgende subparagrafen is aangegeven welke projecten per cluster zijn meegenomen in dit onderzoek. Voor ieder project is ook de projectcode weergegeven die in dit onderzoek is gebruikt en die correspondeert met de projectcodes zoals opgenomen in Bijlage 2. Daarnaast is de geplande start- en einddatum van het project aangegeven, evenals de geraamde totale emissievracht (in ton NO_x; in Bijlage 2 is, indien relevant, ook de beperktere emissie aan NH₃ weergegeven).

3.3.1 PROJECTEN CLUSTER CHEMELOT

In het cluster Chemelot zijn vier projecten gedefinieerd: drie projecten voor de versterking van het hoogspanningsnet en één waterstof-infraproject.

Code	Naam	Categorie	Start	Eind	NO _x
P009	Nieuw 380kV-station Graetheide	Hoogspanningsnet	2028	2030	11 ton
P010	Opwaarderen 150 kV Maasbracht - Graetheide naar 280 kV	Hoogspanningsnet	2028	2030	18 ton
P011	Aansluiten nieuw 380kV-station Graetheide en 380kV-station Maasbracht.	Hoogspanningsnet	2028	2030	4 ton
P032	Regionale backbone Chemelot	Waterstofnetwerk	2026	2027	4 ton
Totaal					38 ton

tabel 16. Overzicht meegenomen projecten cluster Chemelot: projecten met projectcode in dit onderzoek, categorisering, geplande startdatum en einddatum van het project en geraamde emissie NO_x (in ton = 1.000 kg).

3.3.2 PROJECTEN CLUSTER NOORD-NEDERLAND

In het cluster Noord-Nederland zijn in totaal 12 projecten gedefinieerd: 5 projecten voor de versterking van het hoogspanningsnet, 3 projecten voor het waterstofnetwerk, 3 Net op Zee projecten en de realisatie van 1 elektrolyzer.

Code	Naam	Categorie	Start	Eind	NO _x
P012	Nieuw 110kV-station in Delfzijl (Farmsum)	Hoogspanningsnet	2025	2026	6 ton
P013	Nieuw 110kV-station in de Oostpolder (Eemshaven)	Hoogspanningsnet	2026	2027	9 ton
P014	Nieuw 220kV-station in regio Delfzijl (Farmsum), incl. inlusing op bestaande 220kV-lijn	Hoogspanningsnet	2030	2039	10 ton
P015	Opwaarderen 220kV-lijn Robbenplaat – Weiwerd – Meeden	Hoogspanningsnet	2039	2050	33 ton
P016	Nieuw 380 kV-station in de Oostpolder (Eemshaven), incl. inlusing op NW380-lijn	Hoogspanningsnet	2030	2039	22 ton
P031	Regionale backbone Noord-Nederland	Waterstofnetwerk	2024	2025	9 ton



Code	Naam	Categorie	Start	Eind	NO _x
P033	Opslag-infrastructuur Zuidwending	Waterstofnetwerk	2024	2026	25 ton
P065	Aanlanding Doordewind I (2 GW)	Net op Zee	2029	2031	1.184 ton
P066	Aanlanding Doordewind II (2 GW)	Net op Zee	2029	2031	1.160 ton
P082	Elektrolyzer VoltH2 (Delfzijl)	Elektrolyzers	2024	2025	5 ton
P092	Aanlanding Ten noorden van de Waddeneilanden kavel I (0,7 GW)	Net op Zee	2026	2027	952 ton
P100	Waterstof importterminal Eemshaven	Waterstofnetwerk	2024	2024	20 ton
Totaal					3.435 ton

tabel 17. Overzicht meegenomen projecten cluster Noord-Nederland: projecten met projectcode in dit onderzoek, categorisering, geplande startdatum en einddatum van het project en geraamde emissie NO_x.

3.3.3 PROJECTEN CLUSTER NOORDZEEKANAALGEBIED

In het cluster Noordzeekanaalgebied zijn 17 projecten gedefinieerd: 9 projecten voor de versterking van het hoogspanningsnet, 4 projecten voor het waterstofnetwerk en 4 Net op Zee projecten.

Code	Naam	Categorie	Start	Eind	NO _x
P001	Nieuw 380/150kV-station tussen Beverwijk en Vijfhuisen	Hoogspanningsnet	2029	2031	22 ton
P002	Twee nieuwe 150kV-stations Ruigoord/Basisweg	Hoogspanningsnet	2028	2030	26 ton
P003	Vervanging & realisatie 150kV onderstation Hemweg	Hoogspanningsnet	2027	2029	14 ton
P004	Uitbreiding 380kV station Oostzaan en verzoeken 150kV Hemweg - Oostzaan	Hoogspanningsnet	2029	2031	2 ton
P006	Nieuwe 380kV-stations Beverwijk-Diemen-Middenmeer	Hoogspanningsnet	2030	2040	40 ton
P007	Nieuw 150 kV-station Oostzaan	Hoogspanningsnet	2023	2024	9 ton
P008	Nieuw 150kV station Beverwijk en verbinding Beverwijk-Oterleek	Hoogspanningsnet	2023	2024	18 ton
P028	Regionale backbone Noordzeekanaalgebied	Waterstofnetwerk	2025	2025	5 ton
P072	Realisatie 150kV station Velsen	Hoogspanningsnet	2030	2040	12 ton
P073	Studie naar 380kV uitbreiding in kop van NH	Hoogspanningsnet	2030	2031	54 ton
P074	Aansluiting (RIB) op de regionale waterstof backbone	Waterstofnetwerk	2029	2030	6 ton
P075	Lokaal waterstof netwerk aangesloten op RIB netwerk	Waterstofnetwerk	2028	2030	2 ton
P084	Aanlanding Hollandse Kust noord kavel V (0,76 GW)	Net op Zee	2021	2023	484 ton
P085	Aanlanding Hollandse Kust west kavel VI (0,7 GW)	Net op Zee	2023	2025	749 ton
P086	Aanlanding Hollandse Kust west kavel VII (0,7 GW)	Net op Zee	2023	2025	711 ton
P087	Aanlanding Hollandse Kust west kavel VIII (0,7 GW)	Net op Zee	2024	2026	734 ton
P099	Waterstof importterminal Amsterdam	Waterstofnetwerk	2026	2027	20 ton
Totaal					2.908 ton

tabel 18. Overzicht meegenomen projecten cluster Noordzeekanaalgebied: projecten met projectcode in dit onderzoek, categorisering, geplande startdatum en einddatum van het project en geraamde emissie NO_x.

3.3.4 PROJECTEN CLUSTER ROTTERDAM-MOERDIJK

In het cluster Rotterdam-Moerdijk zijn 21 projecten gedefinieerd: 9 projecten voor de versterking van het hoogspanningsnet, 2 projecten voor het waterstofnetwerk, 6 Net op Zee projecten en 4 CCS projecten.

Code	Naam	Categorie	Start	Eind	NO _x
P005	Aanlanding Hollandse Kust zuid kavel I en II (0,76 GW)	Net op Zee	2021	2023	671 ton
P017	Nieuw 380kV-station op de Maasvlakte (380kV-station Amaliahaven)	Hoogspanningsnet	2025	2026	12 ton
P018	Uitbreiding 380kV-installatie van station Simonshaven	Hoogspanningsnet	2025	2027	4 ton
P019	Uitbreiding 380kV-station Simonshaven en de aanleg twee 150kV-circuits	Hoogspanningsnet	2026	2028	11 ton
P020	Nieuw 380kV-station Europoort	Hoogspanningsnet	2030	2031	15 ton



Code	Naam	Categorie	Start	Eind	NO _x
P021	Vervanging en uitbreiding bestaande 150kV-station Europoort	Hoogspanningsnet	2025	2025	10 ton
P022	Nieuw 150kV-station Rotterdam Petroleumweg	Hoogspanningsnet	2024	2025	10 ton
P023	Uitbreiding 150kV-station Geervliet Noorddijk verzwaren 150kV-transportcapaciteit	Hoogspanningsnet	2026	2028	11 ton
P024	Nieuw 150kV-station Merwedeweg en het verzwaren 150kV-transportcapaciteit	Hoogspanningsnet	2026	2027	13 ton
P025	Realisatie gecombineerd 380/150kV-station Moerdijk	Hoogspanningsnet	2026	2030	22 ton
P029	Regionale backbone HyTransPort.RTM	Waterstofnetwerk	2024	2025	6 ton
P035	Offloading-terminal in Rotterdam CO2NNECT	CCS / buisleidingen	2026	2027	30 ton
P036	Aramis	CCS / buisleidingen	2025	2026	56 ton
P037	Porthos	CCS / buisleidingen	2023	2024	89 ton
P057	H-vision	CCS / buisleidingen	2028	2028	34 ton
P063	Aanlanding IJmuiden Ver Beta (2 GW)	Net op Zee	2026	2028	1.434 ton
P083	Aanlanding Hollandse Kust zuid kavels III en IV (0,76 GW)	Net op Zee	2021	2023	626 ton
P088	Aanlanding IJmuiden Ver noord kavel V en VI (2x1 GW)	Net op Zee	2027	2029	1.331 ton
P090	Aanlanding Nederwiek noord kavel II (2 GW)	Net op Zee	2028	2030	1.520 ton
P091	Aanlanding Nederwiek noord kavel III (2 GW)	Net op Zee	2029	2031	2.514 ton
P098	Waterstof importterminal (5x) Rotterdam	Waterstofnetwerk	2024	2024	50 ton
Totaal					8.469 ton

tabel 19. Overzicht meegenomen projecten cluster Rotterdam-Moerdijk: projecten met projectcode in dit onderzoek, categorisering, geplande startdatum en einddatum van het project en geraamde emissie NO_x.

3.3.5 PROJECTEN CLUSTER SCHELDE-DELTAREGIO

In het cluster Schelde-Deltaregio zijn in totaal 17 projecten gedefinieerd: 3 projecten voor de versterking van het hoogspanningsnet, 2 projecten voor het waterstofnetwerk, 2 Net op Zee projecten, 3 CCS projecten en de realisatie van 7 elektrolyzers.

Code	Naam	Categorie	Start	Eind	NO _x
P026	Hoogspanningsverbinding Zuid-West 380 kV	Hoogspanningsnet	2030	2031	16 ton
P027	Uitbreiding 380kV-net Zeeuws-Vlaanderen	Hoogspanningsnet	2030	2035	43 ton
P030	Regionale backbone Schelde-Deltaregio	Waterstofnetwerk	2026	2027	11 ton
P058	Groene waterstof fabriek Zeeland Refinery (H2ero)	Elektrolyzers	2024	2026	8 ton
P059	100 MW Elektrolyzer Yara - Ørsted (Haddock)	Elektrolyzers	2023	2024	7 ton
P060	1 GW Elektrolyzer Ørsted (SeaH2Land)	Elektrolyzers	2024	2025	3 ton
P061	Air Liquide (ELYGator)	Elektrolyzers	2024	2025	3 ton
P062	Dow (Hy2Zer0)	Elektrolyzers	2029	2030	6 ton
P064	Aanlanding IJmuiden Ver Alpha (2 GW)	Net op Zee	2028	2029	1.369 ton
P067	Carbon Connect Delta (Terminal Dow Terneuzen)	CCS / buisleidingen	2027	2028	50 ton
P068	Carbon Connect Delta (Terminal Yara Sluiskil)	CCS / buisleidingen	2027	2028	50 ton
P069	Carbon Connect Delta (Zeeland Refinery)	CCS / buisleidingen	2027	2028	50 ton
P070	380/150kV station Halsteren	Hoogspanningsnet	2026	2027	1 ton
P071	Elektrolyzer VoltH2 (Vlissingen)	Elektrolyzers	2024	2025	5 ton
P081	Elektrolyzer VoltH2 (Terneuzen)	Elektrolyzers	2024	2025	5 ton
P089	Aanlanding Nederwiek zuid kavel I (2 GW)	Net op Zee	2028	2030	1.539 ton
P097	Waterstof importterminal Vlissingen	Waterstofnetwerk	2024	2024	20 ton
Totaal					3.186 ton

tabel 20. Overzicht meegenomen projecten cluster Schelde-Deltaregio: projecten met projectcode in dit onderzoek, categorisering, geplande startdatum en einddatum van het project en geraamde emissie NO_x.



3.3.6 PROJECTEN CLUSTEROVERSTIJGEND

Tot slot zijn er zes projecten welke clusteroverstijgend zijn. Dit betreft de realisatie van de landelijke verbindingen in het waterstofnetwerk (HyWay27) tussen de industriële clusters. Ook de Delta Corridor is in deze categorie opgenomen; de Delta Corridor zorgt voor een verbinding tussen Rotterdam-Moerdijk, Chemelot en Duitsland waardoor ook dit project clusteroverstijgend is.

Code	Naam	Categorie	Start	Eind	NO _x
P034	Delta Corridor	CCS / buisleidingen	2024	2026	21 ton
P076	Verbinding Noord-Nederland - NZKG (HyWay27)	Waterstofnetwerk	2025	2026	32 ton
P077	Verbinding NZKG - Rotterdam/Moerdijk (HyWay27)	Waterstofnetwerk	2025	2026	11 ton
P078	Verbinding Rotterdam/Moerdijk - Zeeland (HyWay27)	Waterstofnetwerk	2026	2027	12 ton
P079	Verbinding Noord-Nederland - Chemelot (HyWay27)	Waterstofnetwerk	2026	2027	52 ton
P080	Verbinding Zeeland - Chemelot (HyWay27)	Waterstofnetwerk	2029	2030	18 ton
Totaal					145 ton

tabel 21. Overzicht meegenomen clusteroverstijgende projecten: projecten met projectcode in dit onderzoek, categorisering, geplande startdatum en einddatum van het project en geraamde emissie NO_x.



4 Stikstofdeposities

4.1 Inleiding

Voor alle vermeden emissies en projecten die zijn benoemd (zie paragraaf 3.2 respectievelijk 3.3) is in AERIUS Connect berekend welke deposities plaatsvinden vanuit de geraamde emissies – de berekeningen zijn uitgevoerd zonder maximale rekenafstand van 25 km. De AERIUS calculaties zijn vervolgens geaggregeerd om op landelijk niveau en op clusterniveau inzicht te geven in de deposities.

Bij de beoordeling van stikstofdeposities gaat het om de hoogte van de deposities die als gevolg van bepaalde emissies berekend worden, maar bovenal om de locaties waar deze deposities plaatsvinden. Daarom zijn de deposities gepresenteerd in kaartbeelden.

In paragraaf 4.2 de beelden zijn de kaartbeelden per cluster weergegeven, waarna vervolgens in paragraaf 4.3 het depositiebeeld op landelijk niveau inzichtelijk is gemaakt. Ook is een tijdsbeeld opgesteld: wanneer vinden (globaal) welke stikstofafnames en -toenames plaats? En is er gekeken naar de balansen: hoe verhouden projectdeposities en vermeden emissie zich? In paragraaf 4.4 is de nodige informatie over dit tijdsbeeld en de balansen opgenomen.

4.2 Beeld per cluster

Op de navolgende pagina's is in A3 kaarten het depositiebeeld per cluster gegeven: de clusters Chemelot, Noord-Nederland, Noordzeekanaalgebied, Rotterdam-Moerdijk, Schelde-Deltaregio en Cluster 6 komen achtereenvolgens aan bod. Voor de gepresenteerde beelden is een gestandaardiseerde volgorde aangehouden:

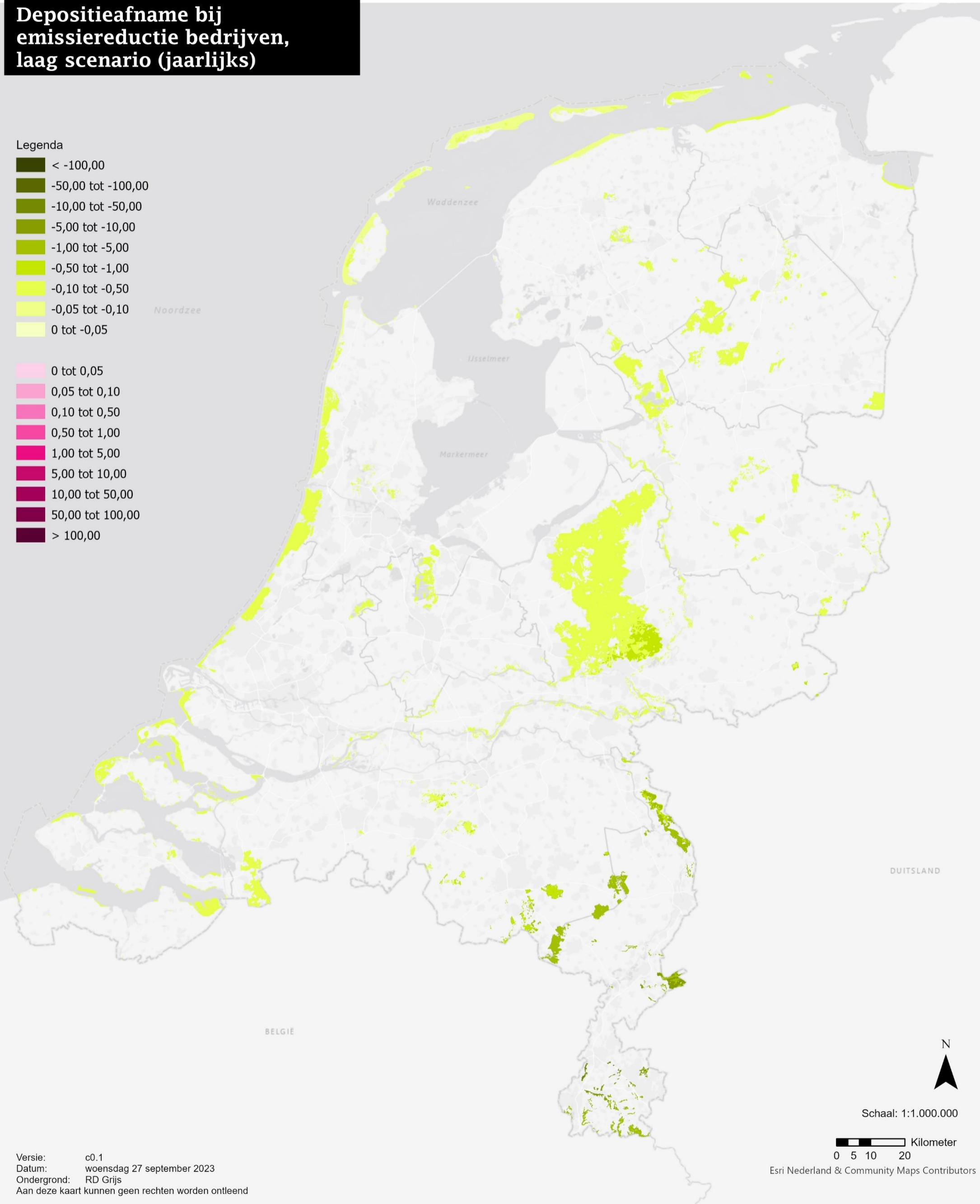
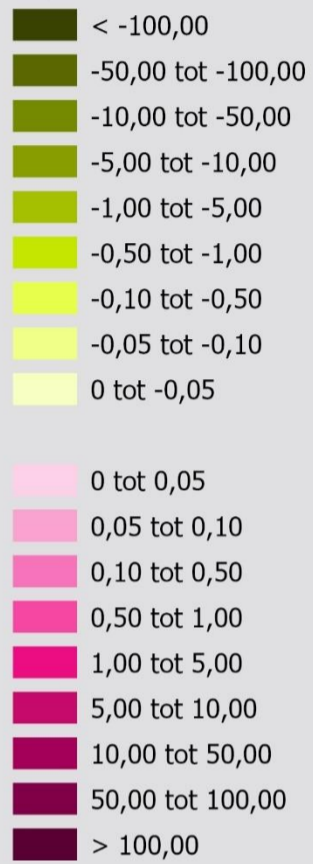
- De eerste twee kaarten geven de jaarlijkse depositieafnames per cluster weer, uitgaande van de emissiereductie zoals opgenomen in figuur 9 (pagina 23 van dit rapport). De eerste kaart betreft de depositiereducties voor het lage scenario (minimale reducties), de tweede kaart geeft inzicht in het hoge scenario (maximale reducties). Hiermee geven deze kaarten de bandbreedte weer in de jaarlijks terugkerende depositiereducties vanuit de clusters.
- De derde kaart geeft inzicht in de totale (cumulatieve) deposities als gevolg van de realisatie van alle projecten per cluster, zoals opgenomen in paragraaf 3.3. Deze deposities vinden tijdelijk plaats en zijn niet permanent (jaarlijks terugkerend); waarbij de totale depositievracht op kaart is aangegeven.

Voor Cluster 6 is alleen inzicht gegeven in de jaarlijkse depositie-afnames (minimaal en maximaal scenario) want er zijn geen projecten toegekend aan Cluster 6. De laatste kaart betreft de totale (cumulatieve) deposities van clusteroverstijgende projecten.

In de kaarten met totale (cumulatieve) deposities als gevolg van de projecten valt op dat de deposities in het cluster Chemelot en de deposities vanuit de clusteroverstijgende projecten tot significant minder depositie leiden dan de projecten in de clusters Noord-Nederland, Noordzeekanaalgebied, Rotterdam-Moerdijk en Schelde-Deltaregio. Dit komt doordat de Net-op-Zee-projecten (verantwoordelijk voor 93% van de totale projectdeposities, zie figuur 23) zijn toebedeeld aan deze vier aan het water gelegen clusters (zijnde de clusters waar de Net-op-Zee-projecten aanlanden).

Depositieafname bij emissiereductie bedrijven, laag scenario (jaarlijks)

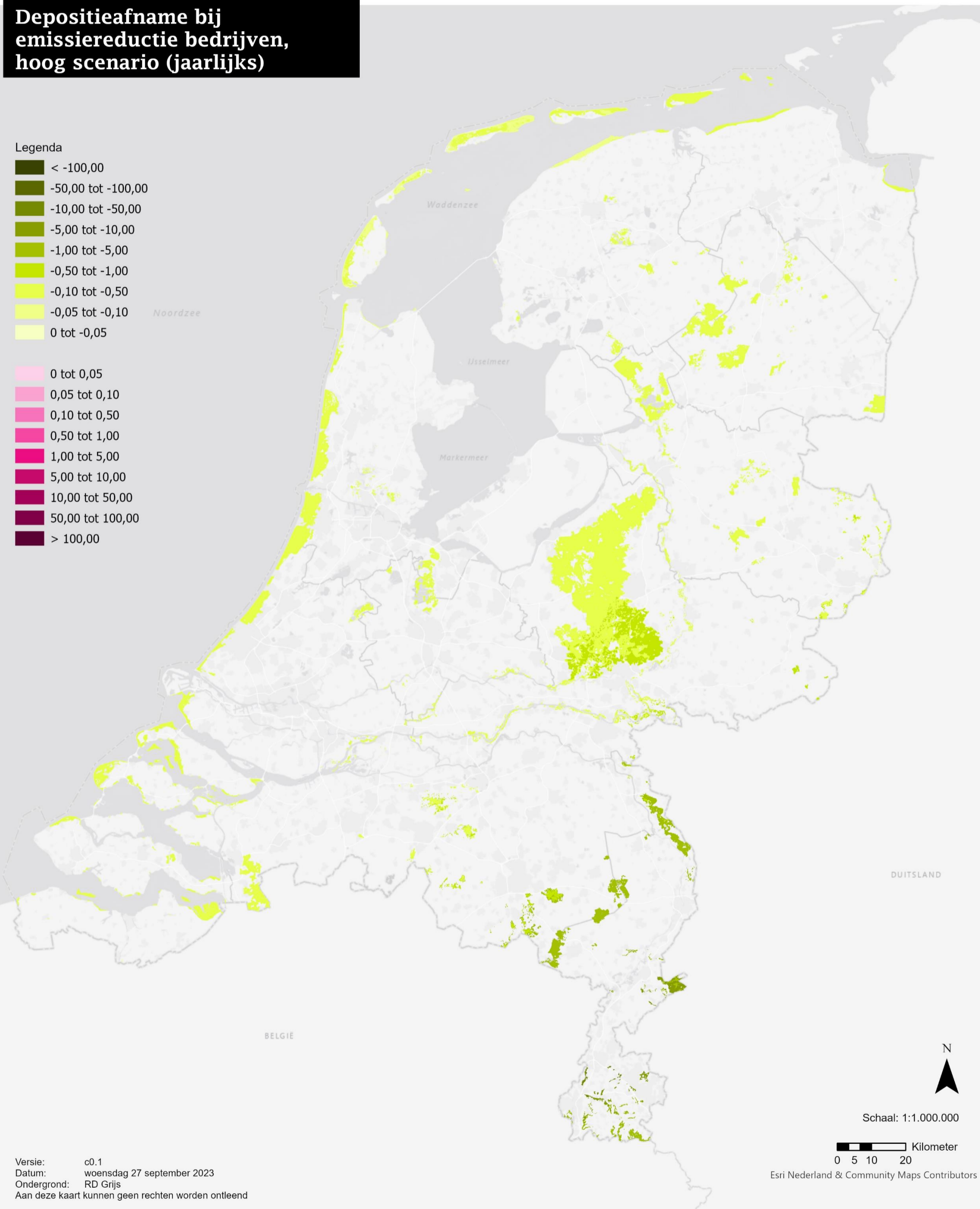
Legenda



Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Depositieafname bij emissiereductie bedrijven, hoog scenario (jaarlijks)

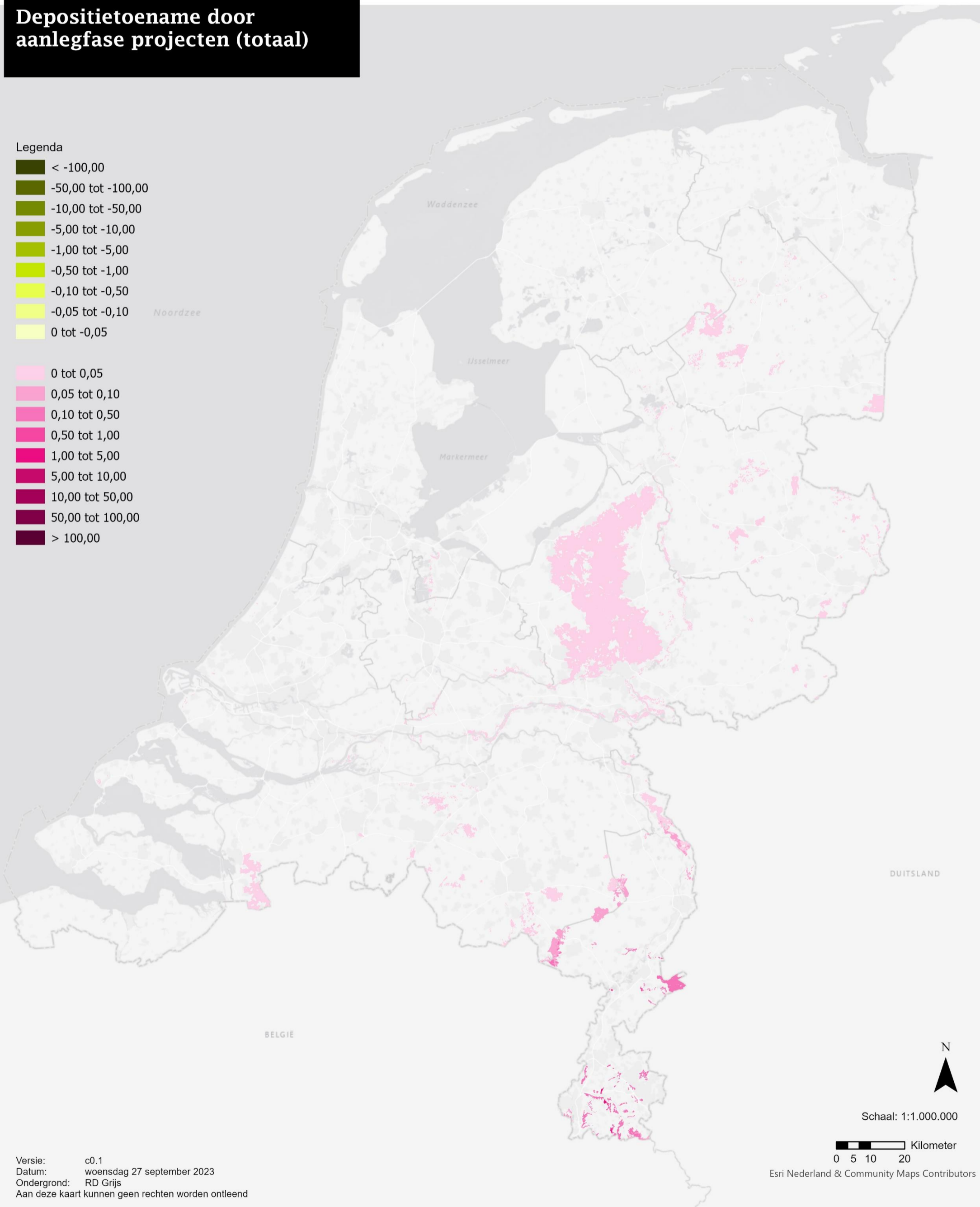
Legenda



Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Depositietoename door aanlegfase projecten (totaal)

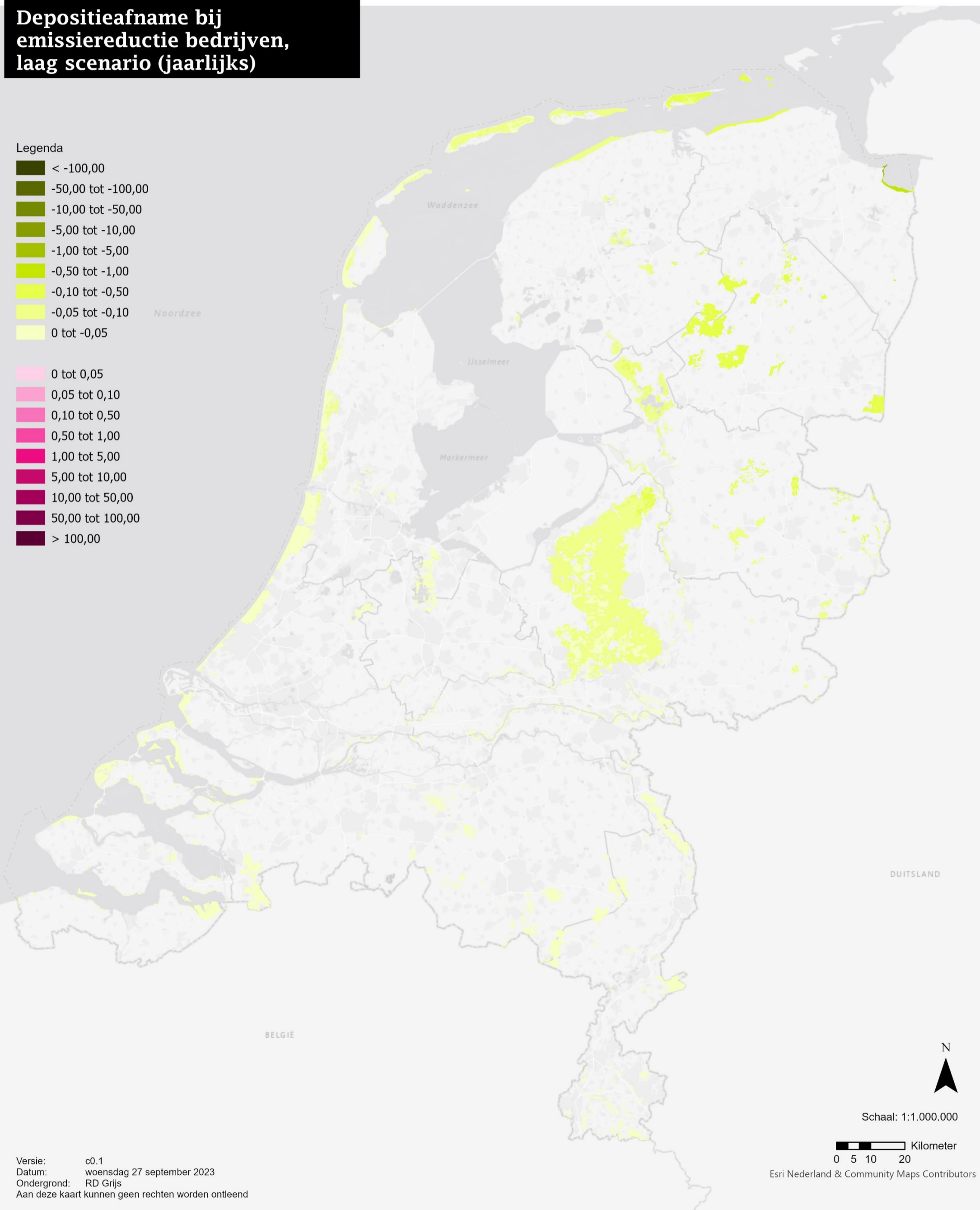
Legenda



Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Depositieafname bij emissiereductie bedrijven, laag scenario (jaarlijks)

Legenda



Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

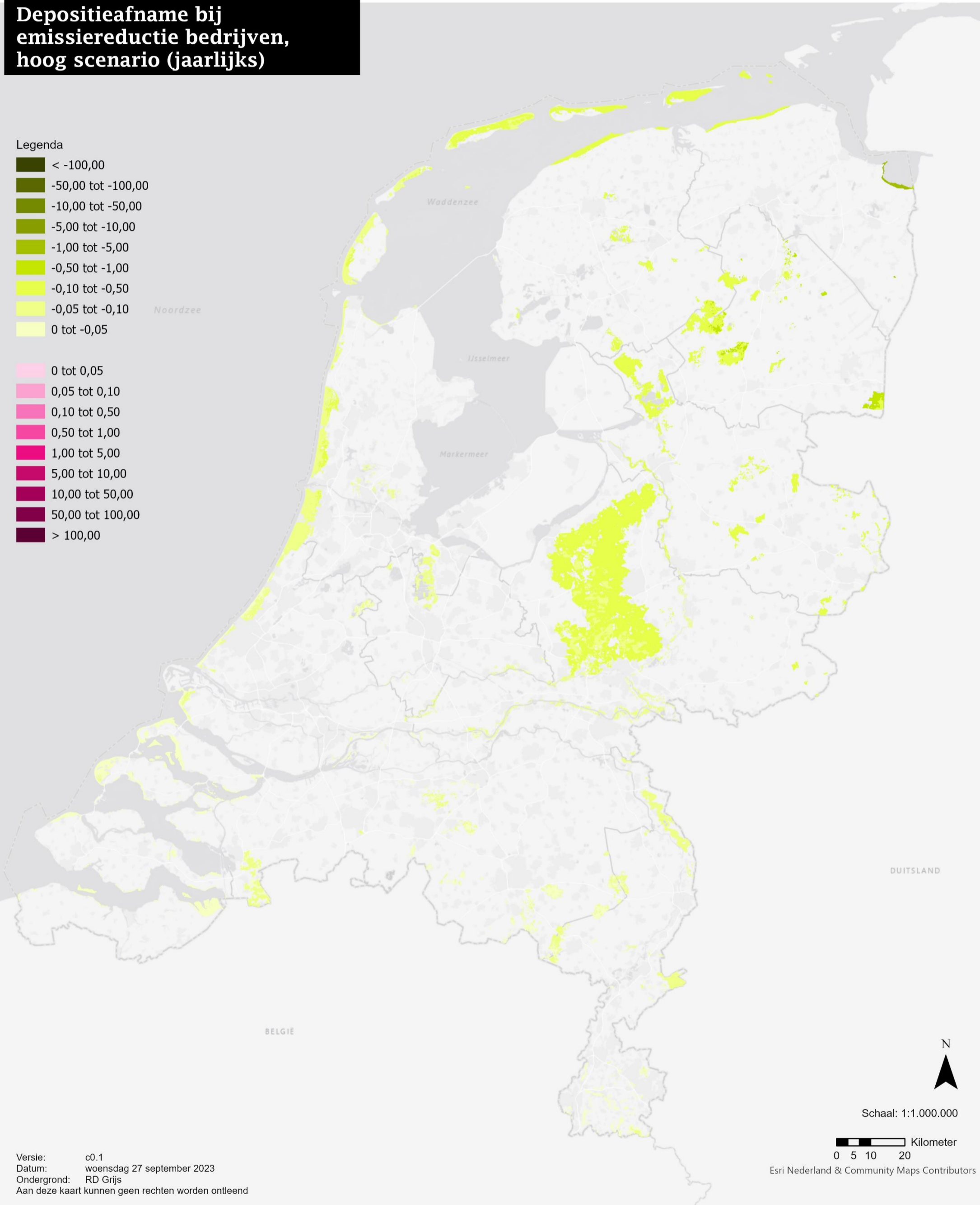
Schaal: 1:1.000.000

0 5 10 20 Kilometer

Esri Nederland & Community Maps Contributors

Depositieafname bij emissiereductie bedrijven, hoog scenario (jaarlijks)

Legenda

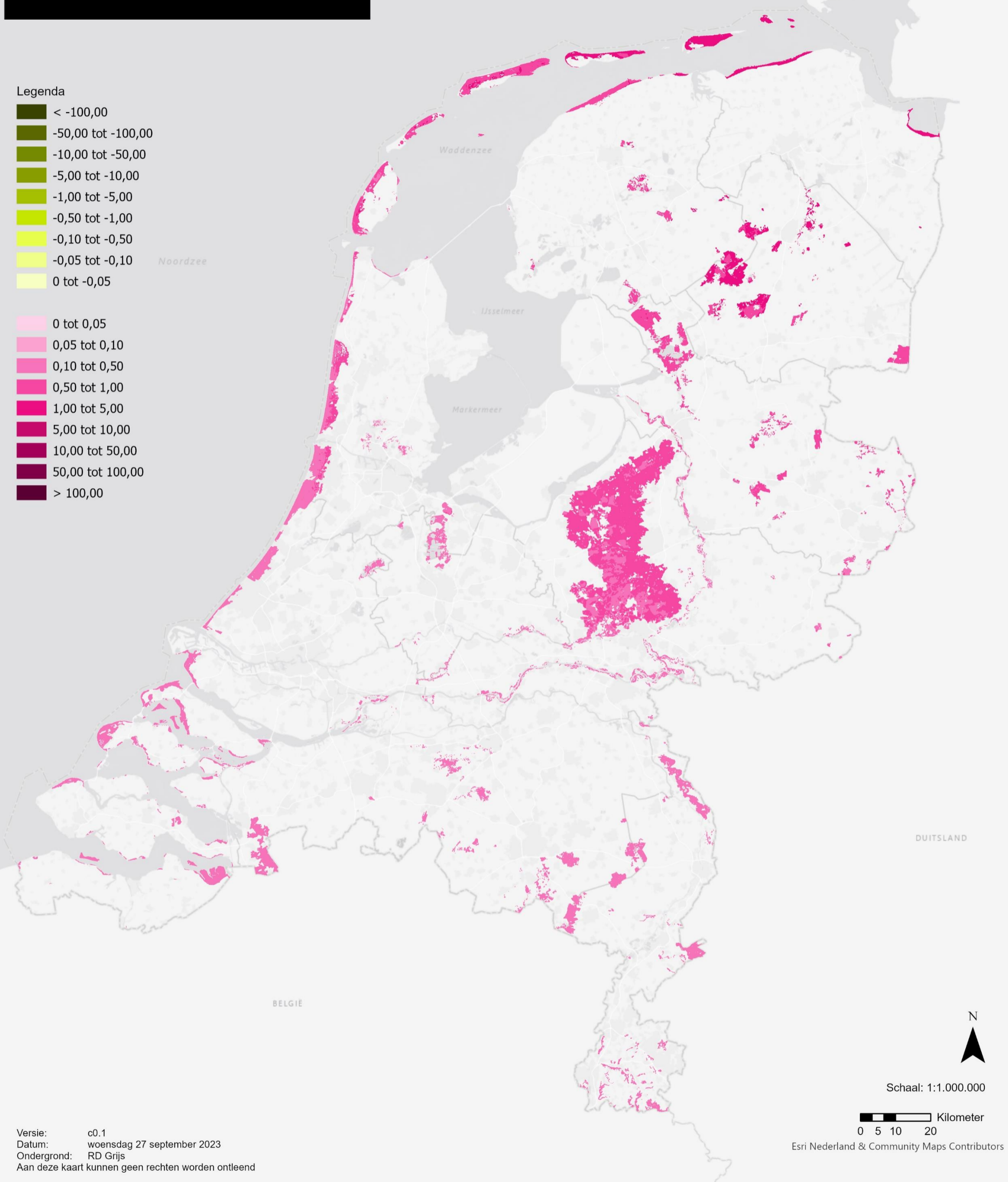


Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Noord-Nederland

Depositietoename door aanlegfase projecten (totaal)

Legenda

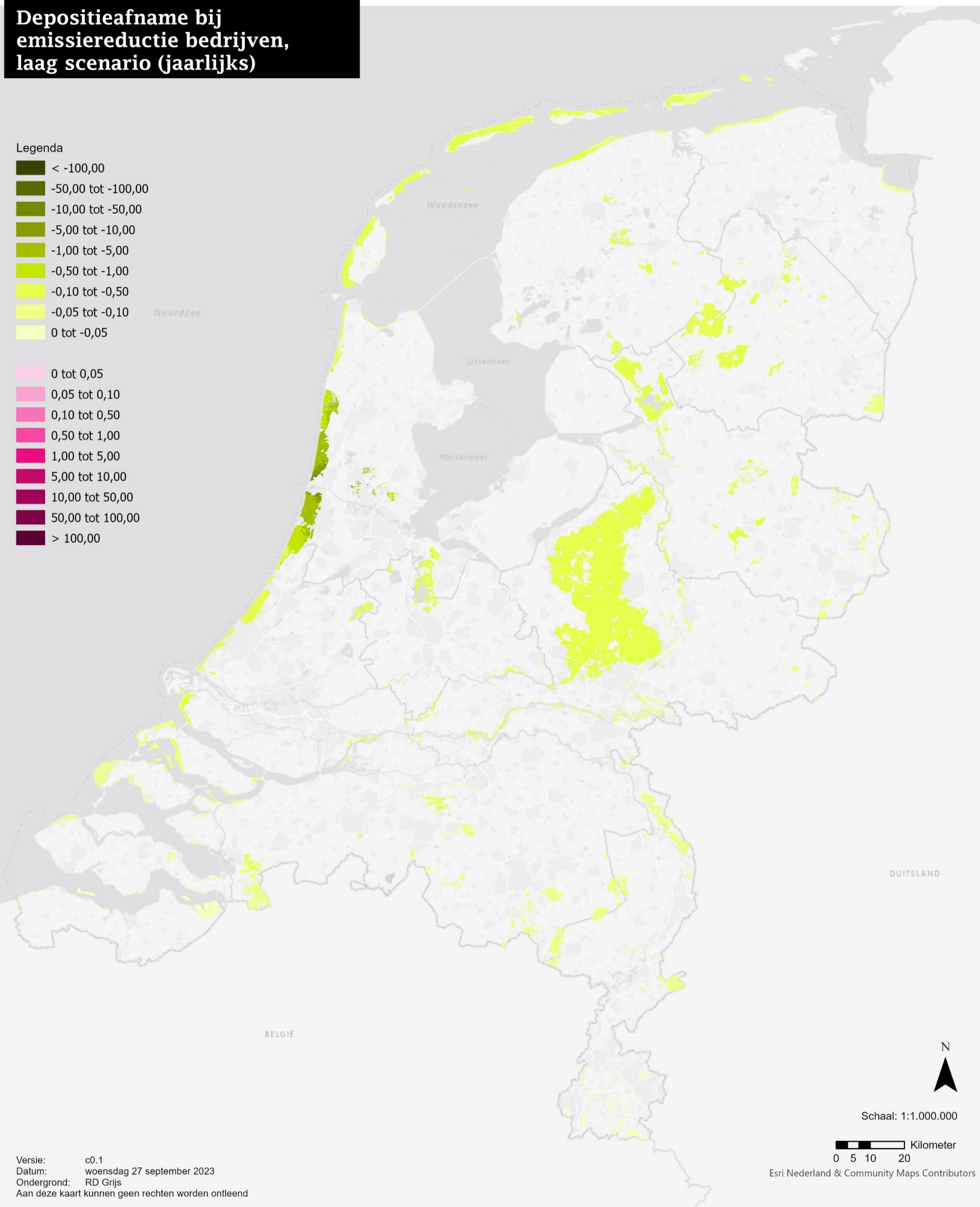


Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Noordzeekanaal-gebied

Depositieafname bij emissiereductie bedrijven, laag scenario (jaarlijks)

Legenda

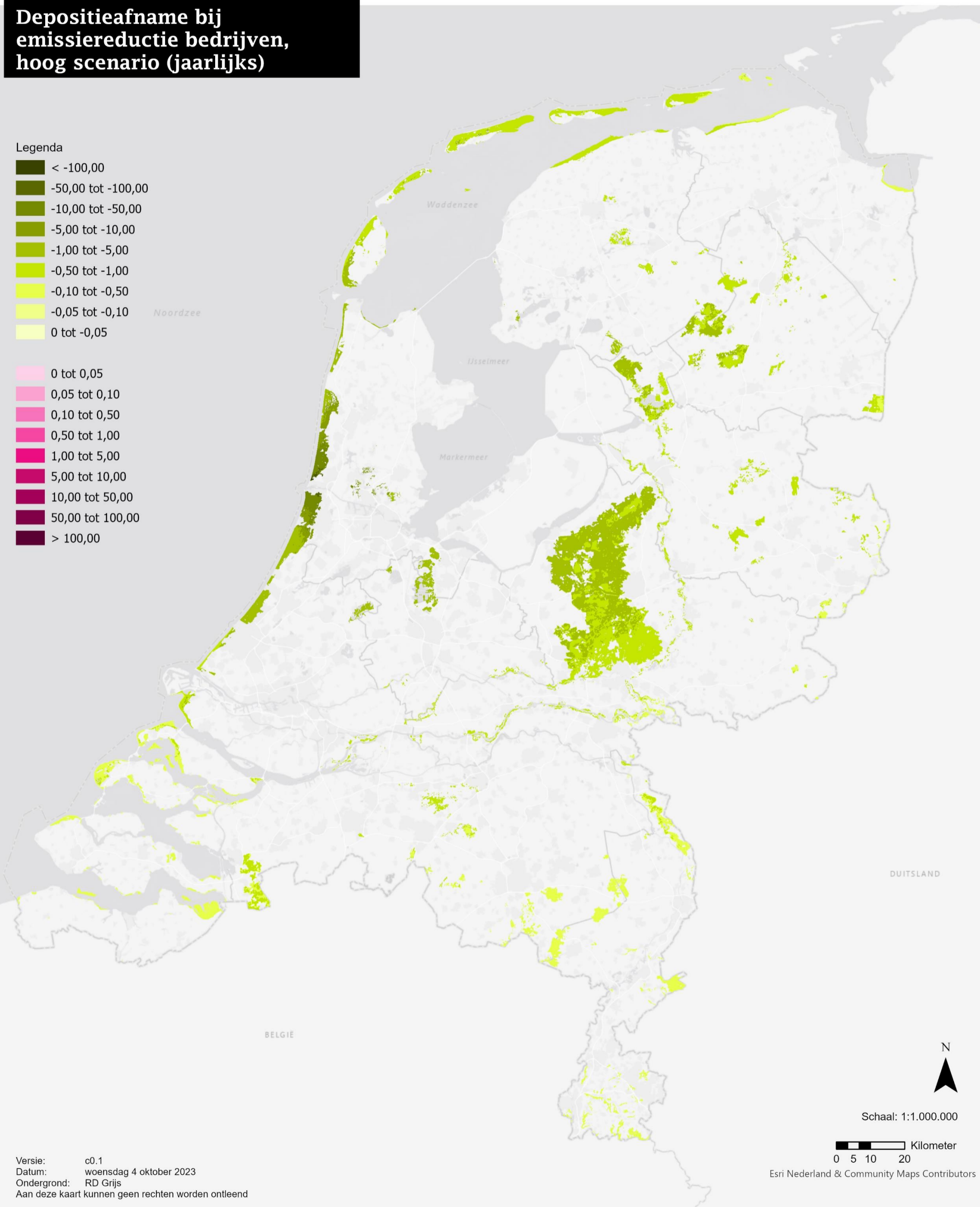


Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Noordzeekanaal-gebied

Depositieafname bij emissiereductie bedrijven, hoog scenario (jaarlijks)

Legenda

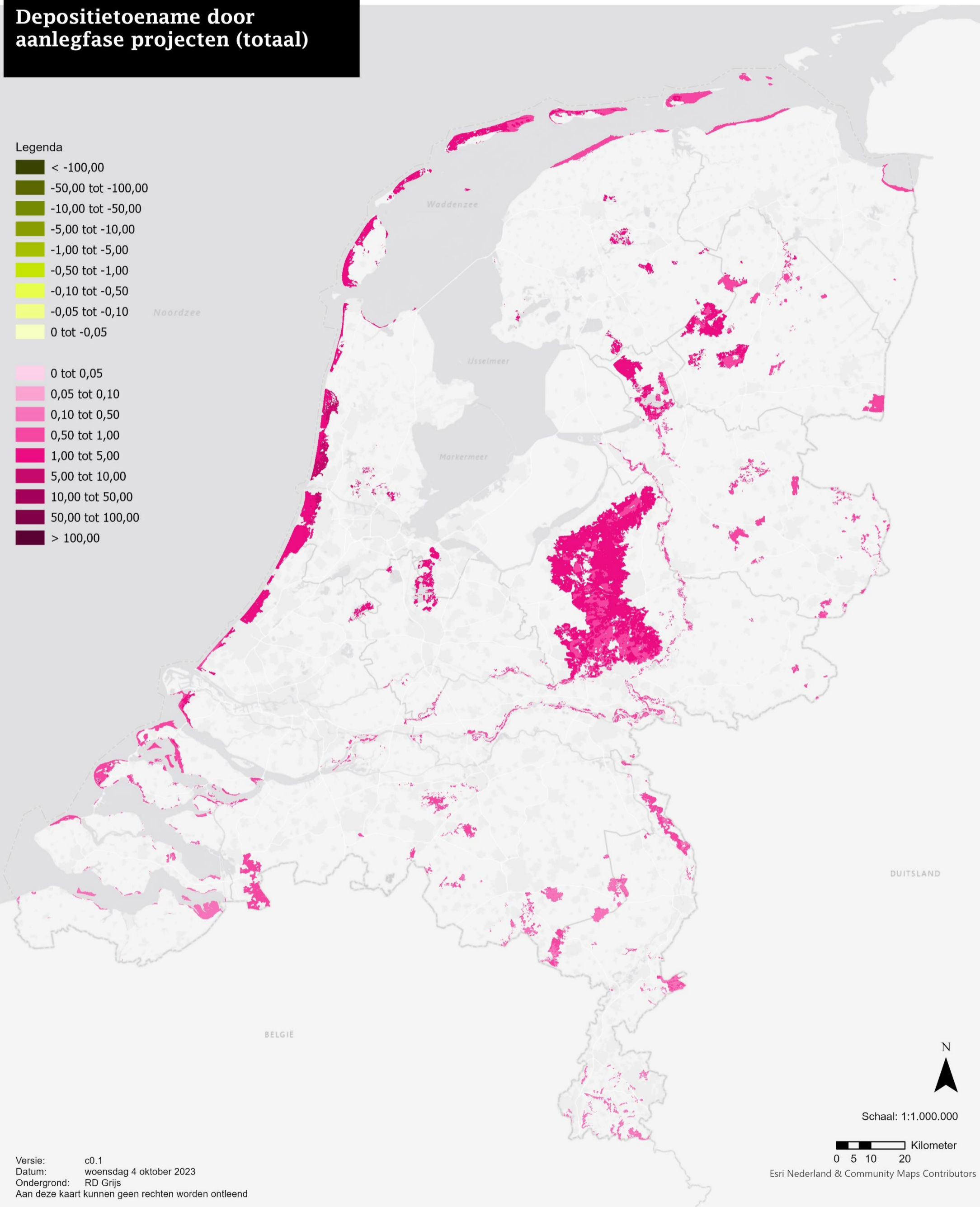


Versie: c0.1
Datum: woensdag 4 oktober 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Noordzeekanaal-gebied

Depositietoename door aanlegfase projecten (totaal)

Legenda

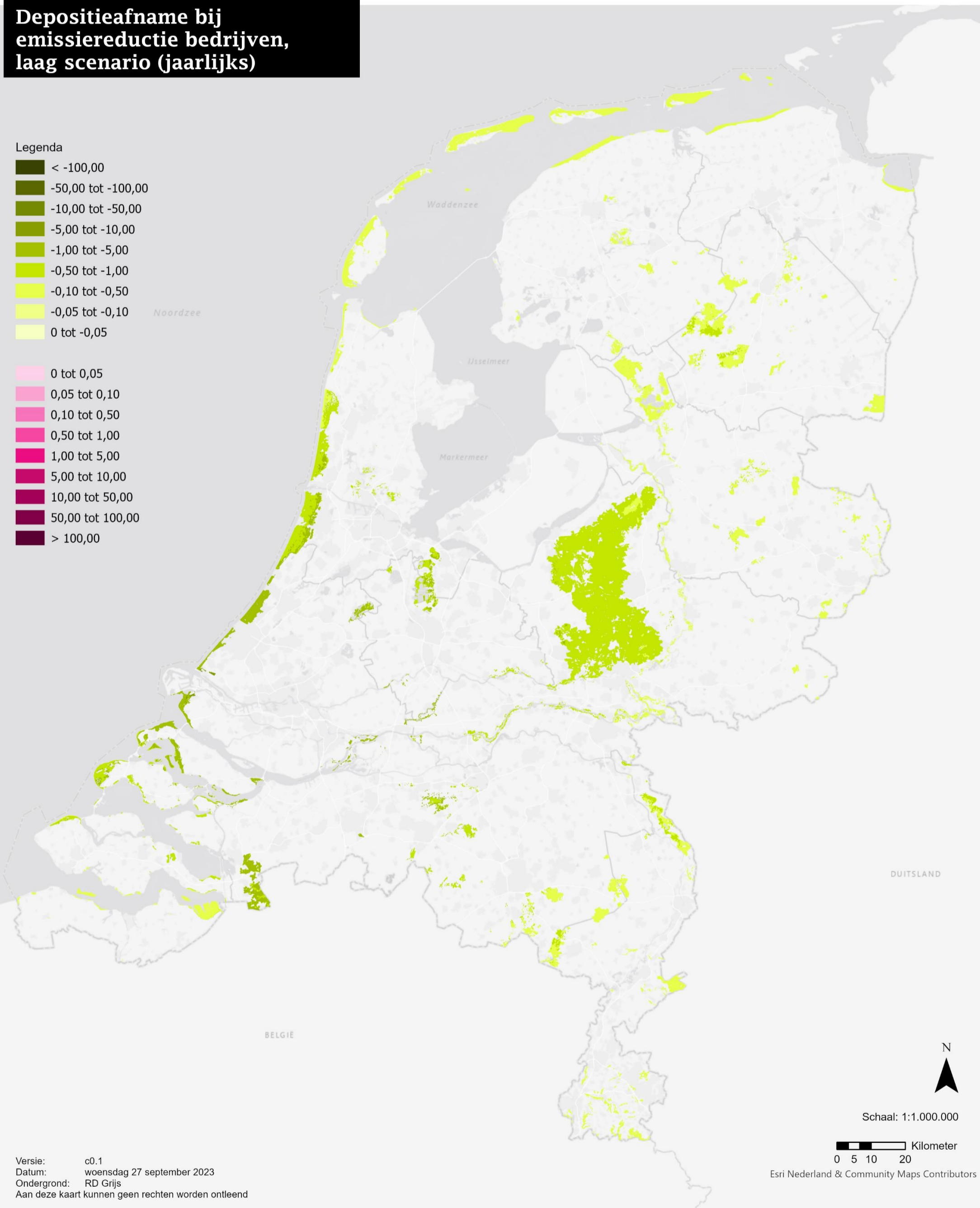


Versie: c0.1
Datum: woensdag 4 oktober 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Rotterdam-Moerdijk

Depositieafname bij emissiereductie bedrijven, laag scenario (jaarlijks)

Legenda

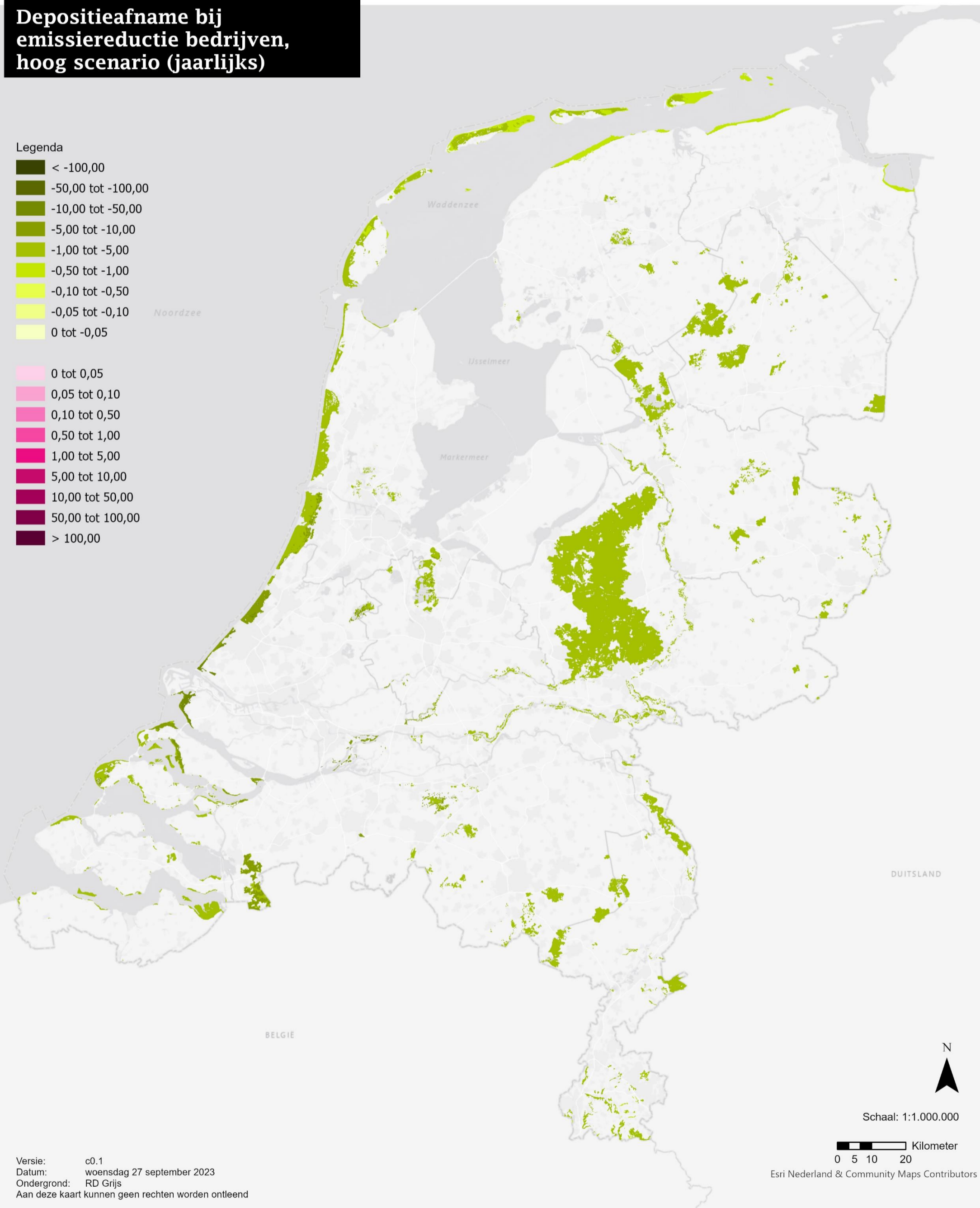


Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Rotterdam-Moerdijk

Depositieafname bij emissiereductie bedrijven, hoog scenario (jaarlijks)

Legenda

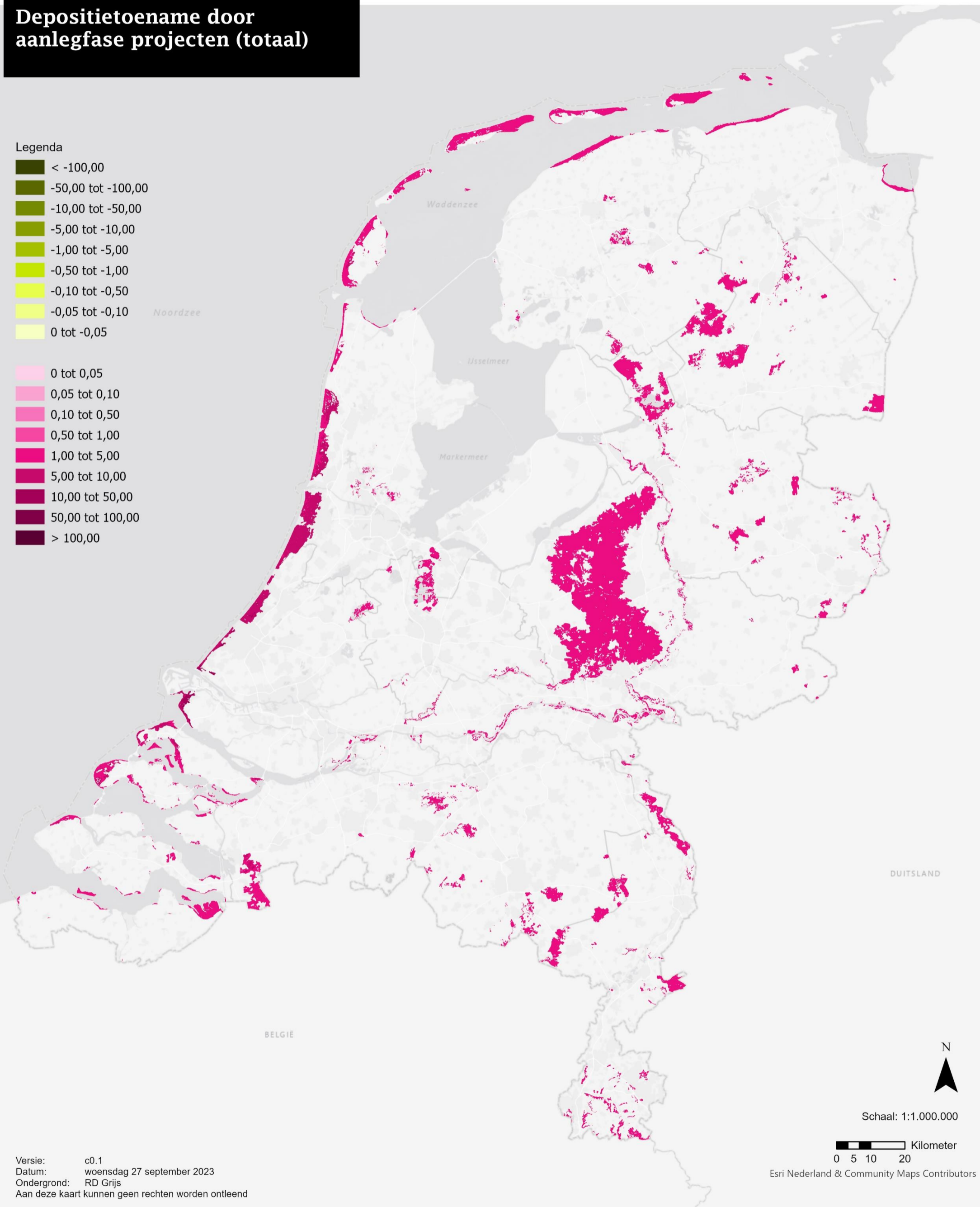


Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Rotterdam-Moerdijk

Depositietoename door aanlegfase projecten (totaal)

Legenda

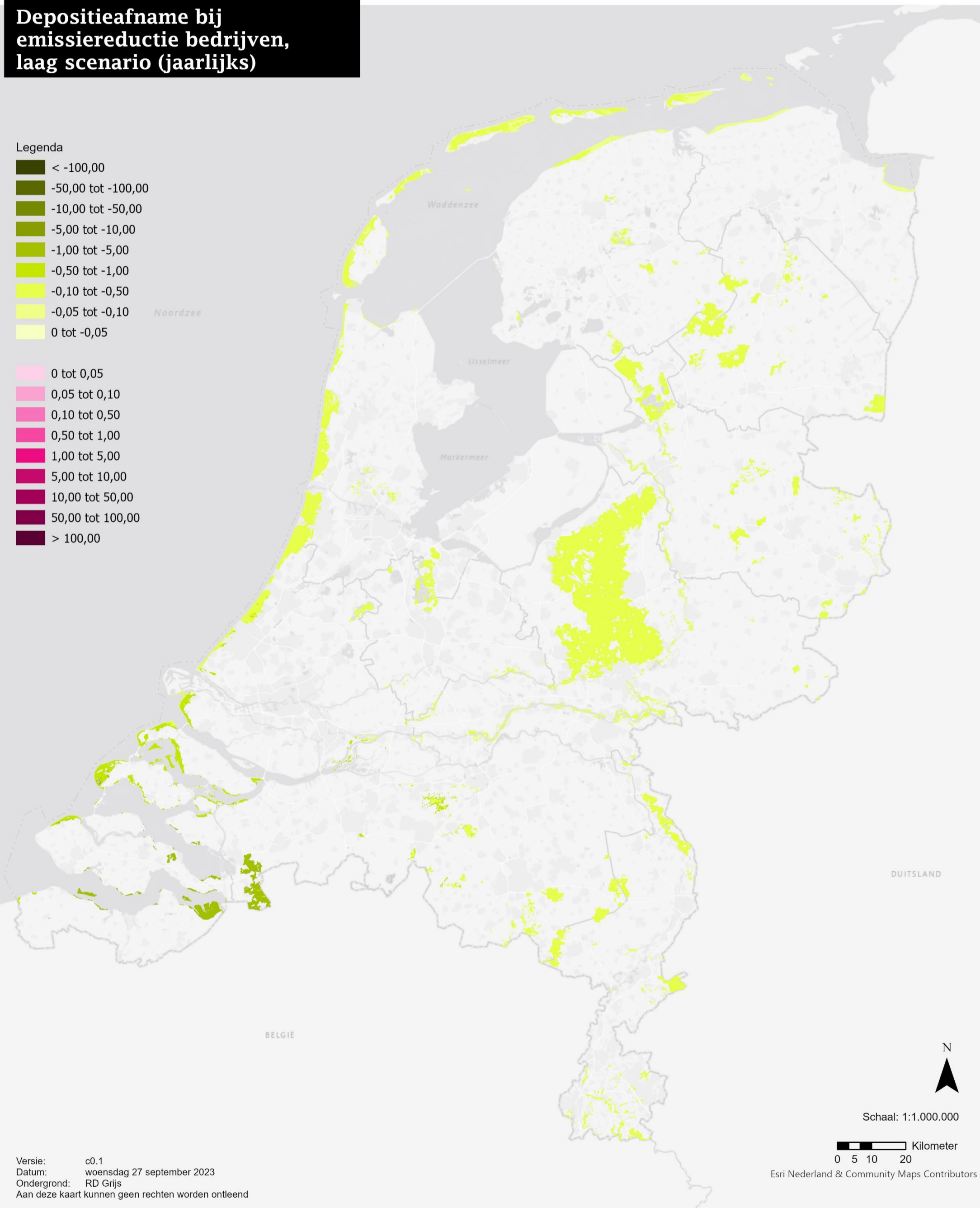


Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Schelde-Deltaregio

Depositieafname bij emissiereductie bedrijven, laag scenario (jaarlijks)

Legenda

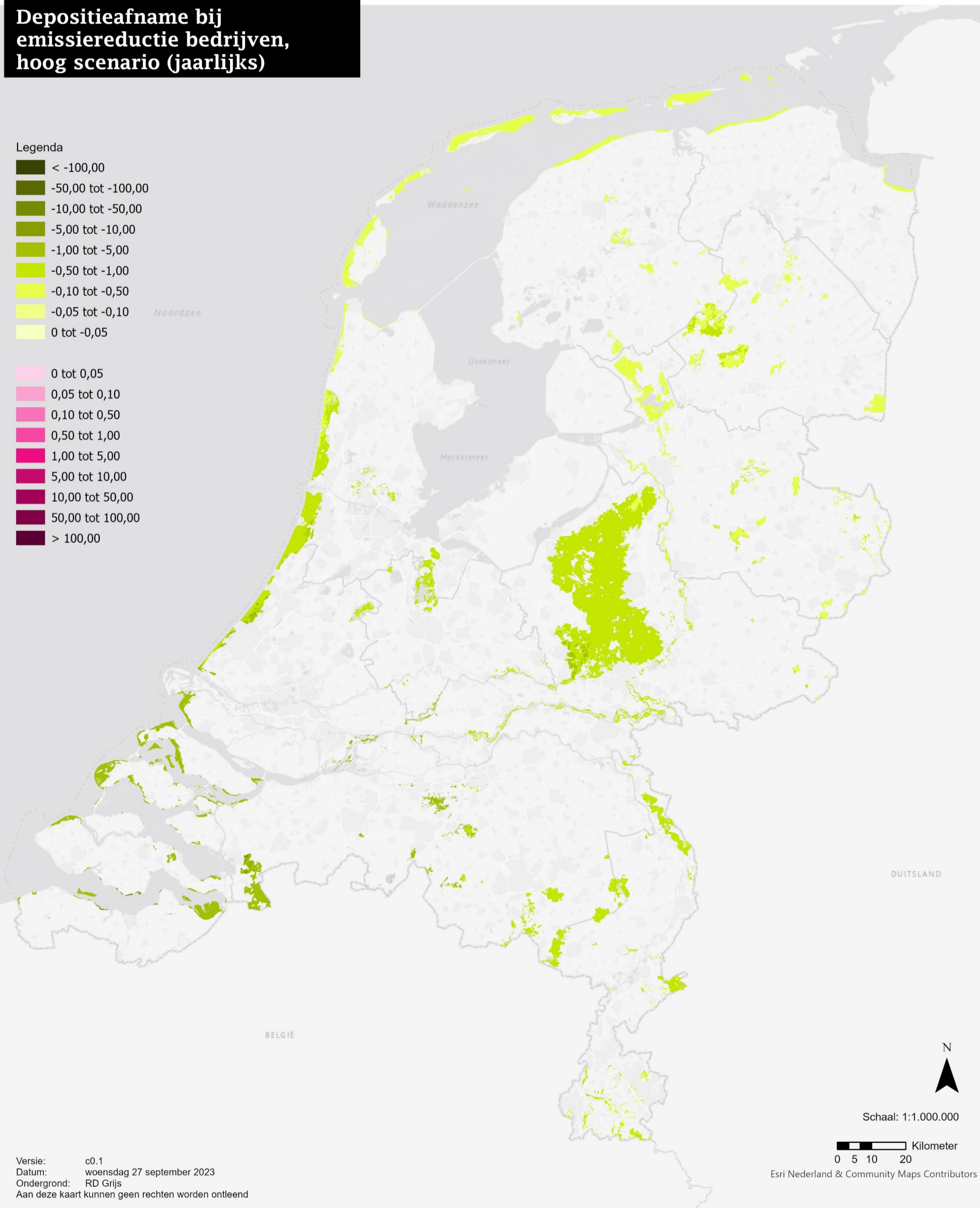


Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Schelde-Deltaregio

Depositieafname bij emissiereductie bedrijven, hoog scenario (jaarlijks)

Legenda

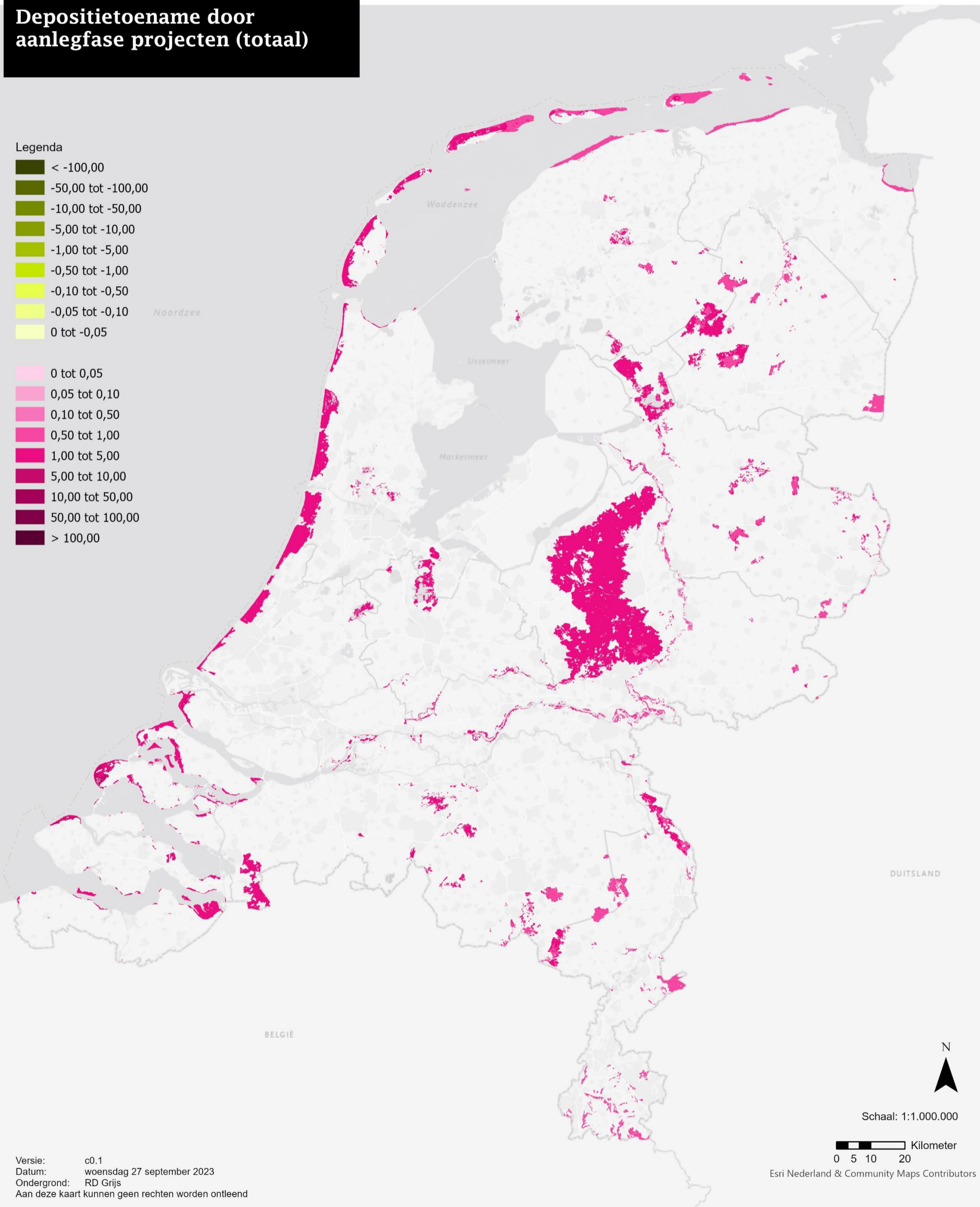


Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Schelde-Deltaregio

Depositietoename door aanlegfase projecten (totaal)

Legenda

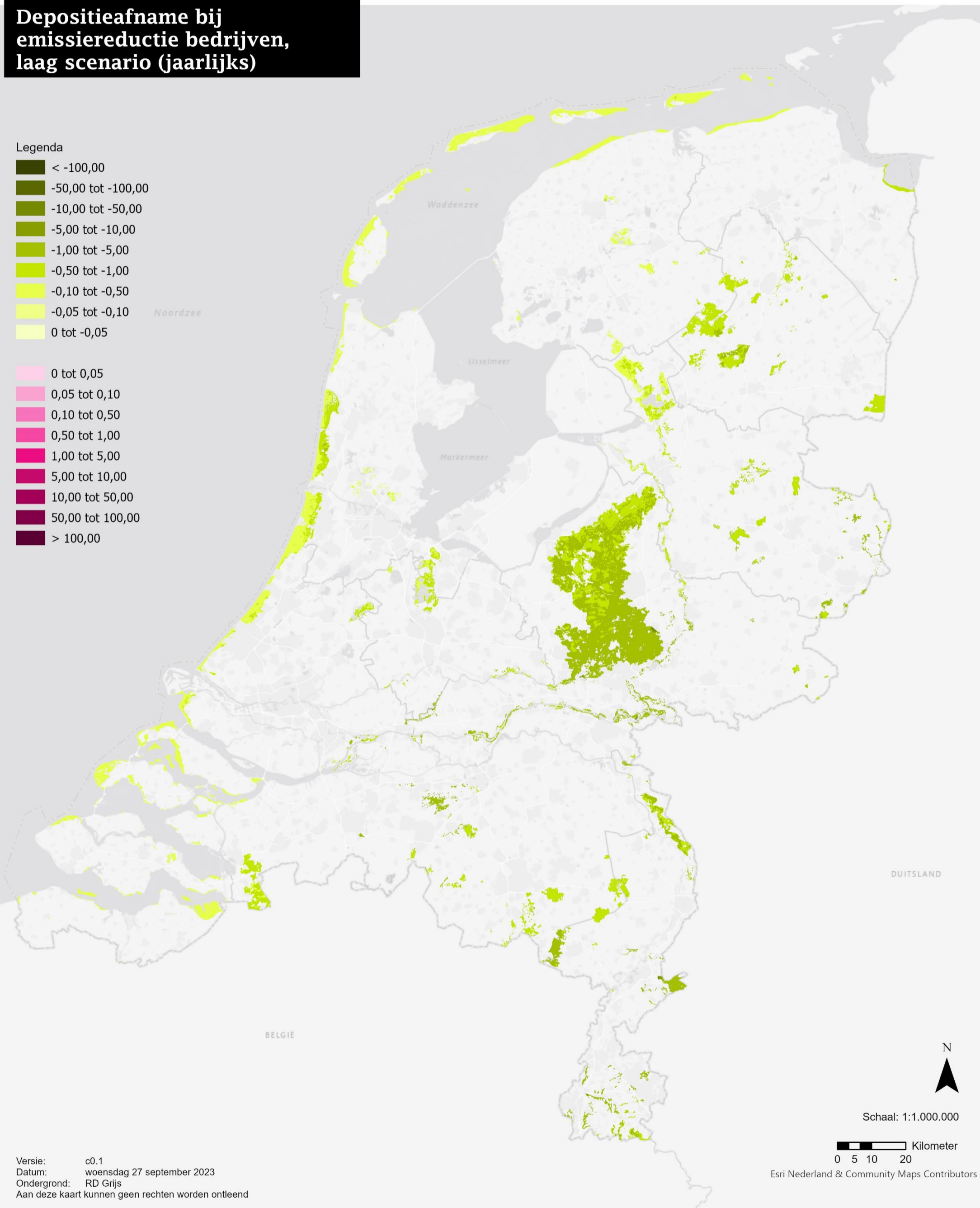


Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Cluster 6

Depositieafname bij emissiereductie bedrijven, laag scenario (jaarlijks)

Legenda



Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Schaal: 1:1.000.000

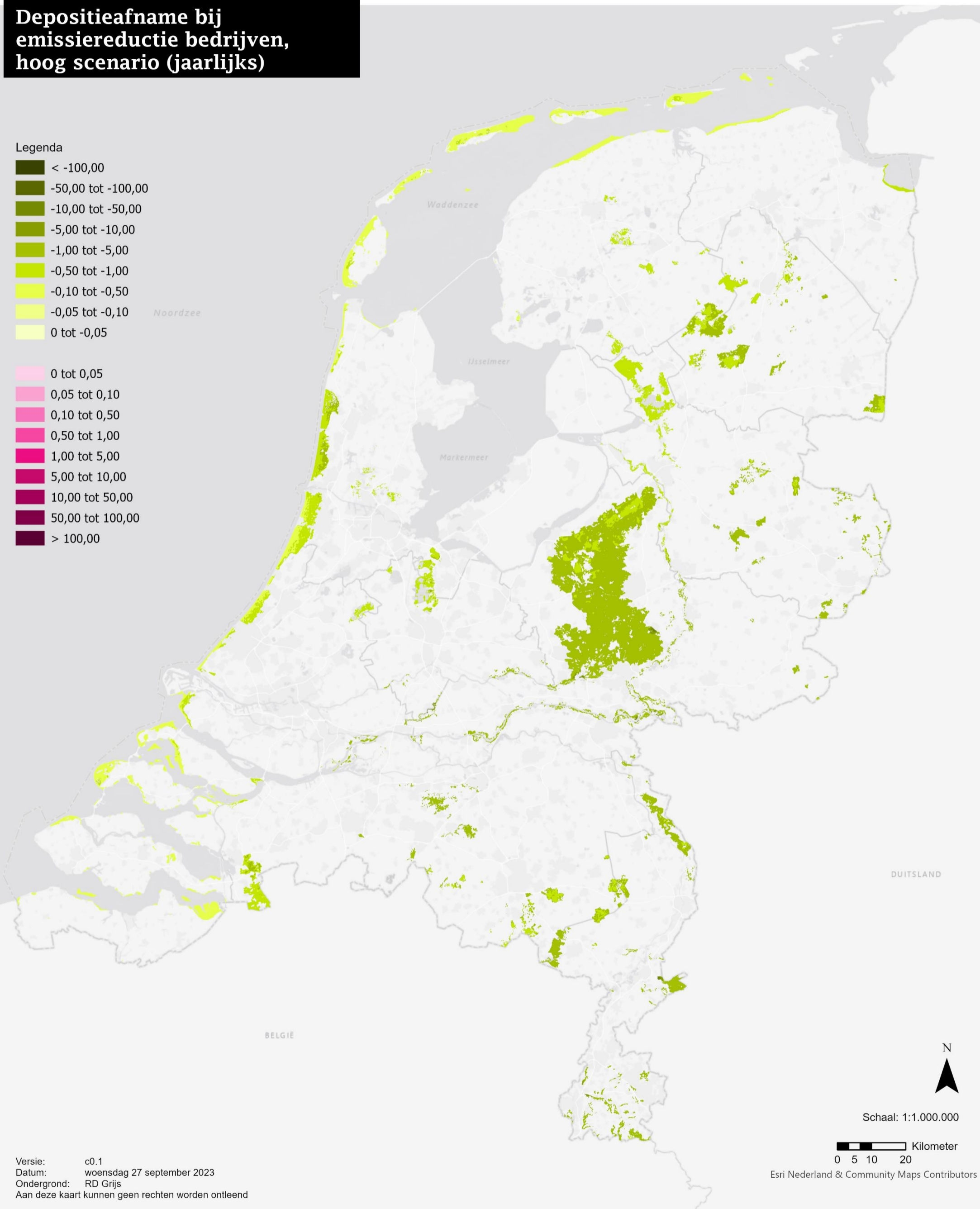
0 5 10 20 Kilometer

Esri Nederland & Community Maps Contributors

Cluster 6

Depositieafname bij emissiereductie bedrijven, hoog scenario (jaarlijks)

Legenda



Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Schaal: 1:1.000.000

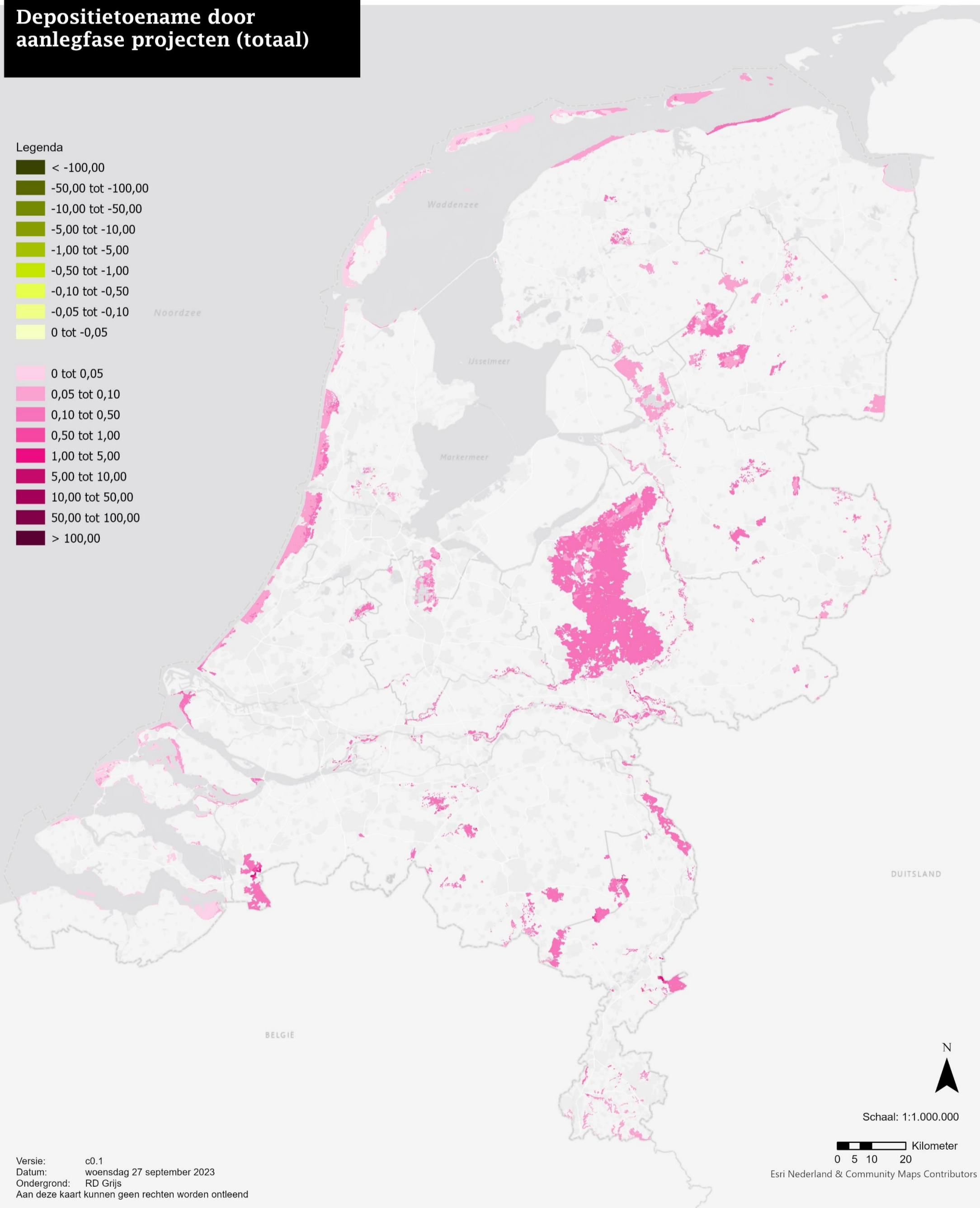
0 5 10 20 Kilometer

Esri Nederland & Community Maps Contributors

Clusteroverstijgend

Depositietoename door aanlegfase projecten (totaal)

Legenda



Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend



4.3 Landelijk beeld

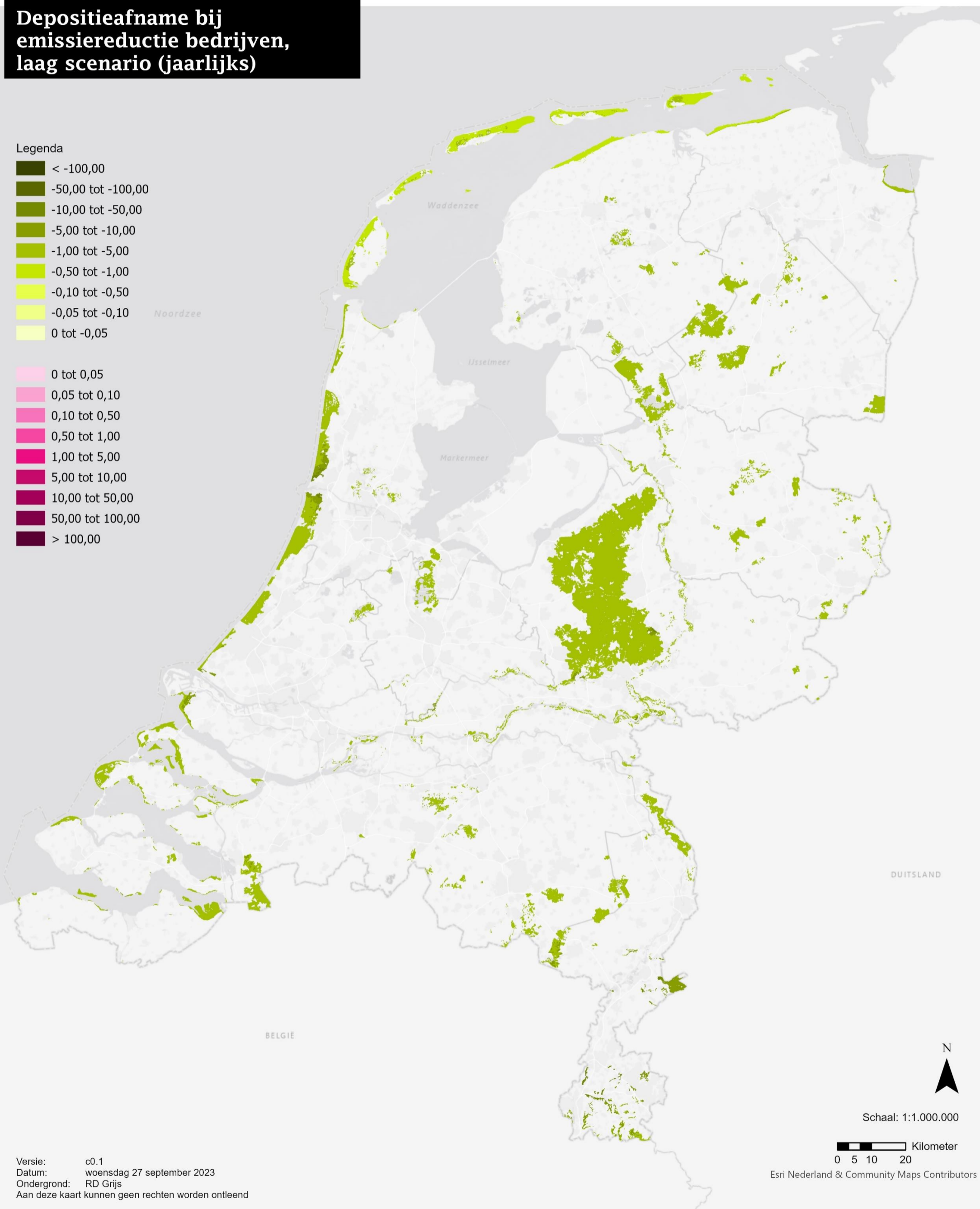
De depositiebeelden (in depositieafnames en -toenames) voor de separate CES-clusters zoals weergegeven in de vorige paragraaf geven een beeld van de depositie-effecten die zijn verspreid door heel Nederland. Het is daarom wenselijk om de aggregatie op clusterniveau ook door te trekken naar een aggregatie op landelijk niveau. Hiermee wordt inzicht gegeven in de totale cumulatieve depositie-effecten.

Hiertoe zijn drie kaarten gegenereerd, welke navolgend zijn opgenomen:

- Een kaart met de totale landelijke jaarlijkse reducties van alle onderzochte bedrijven, uitgaande van het lage scenario (minimale reductie). Deze kaart geeft derhalve de jaarlijkse depositiereductie weer van 5.258 ton NO_x emissies in de industrie;
- Een kaart met de totale landelijke jaarlijkse reducties van alle onderzochte bedrijven, uitgaande van het hoge scenario (maximale reductie). Deze kaart geeft derhalve de jaarlijkse depositiereductie weer van 12.926 ton NO_x emissies in de industrie;
- Een kaart van de totale deposities vanuit de projecten, waarbij alle deposities cumulatief zijn weergegeven. Deze kaart geeft derhalve de totale depositietoename weer van 18.181 ton NO_x emissies (en 20 ton NH₃) die voortkomt uit alle geraamde projecten.

Depositieafname bij emissiereductie bedrijven, laag scenario (jaarlijks)

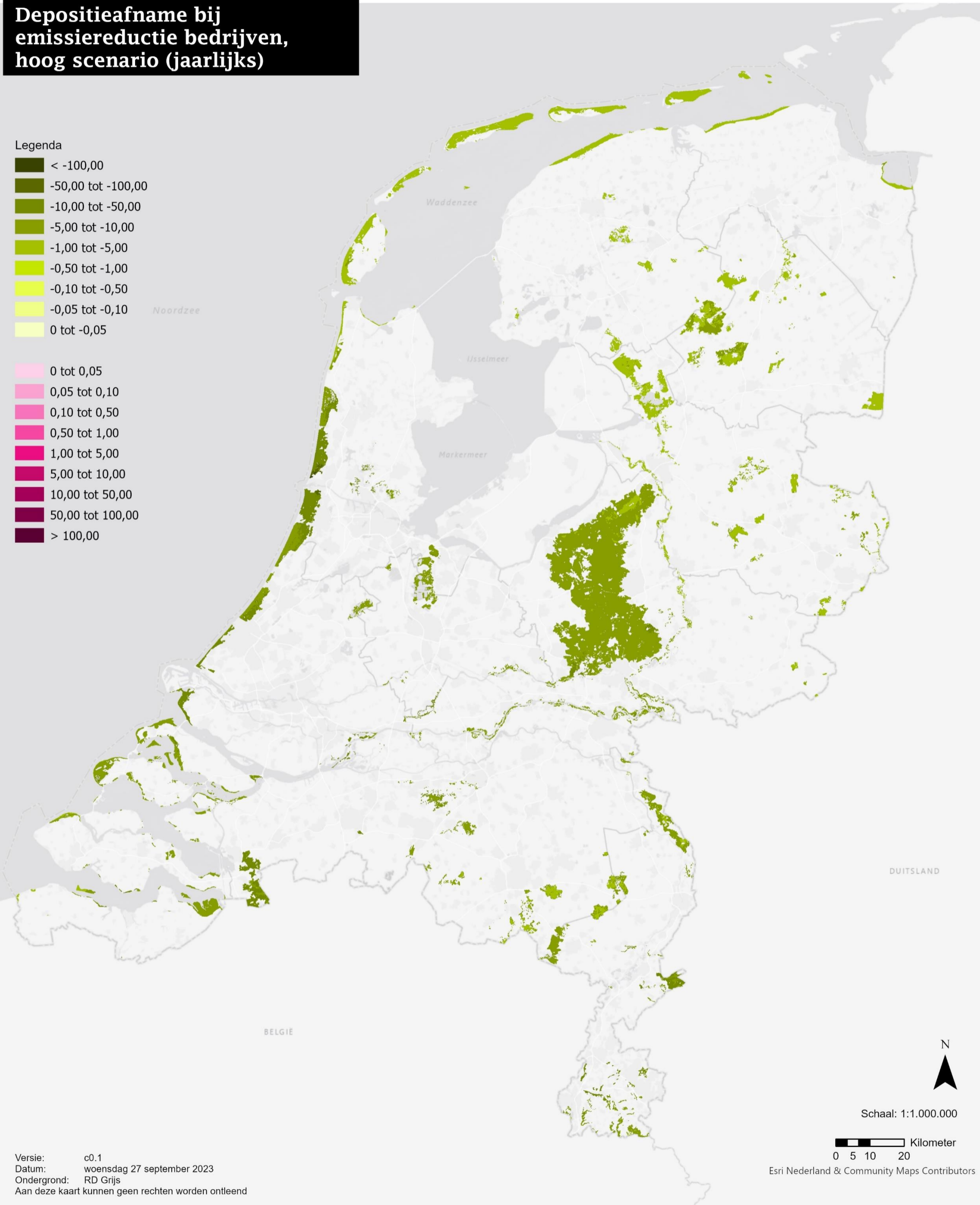
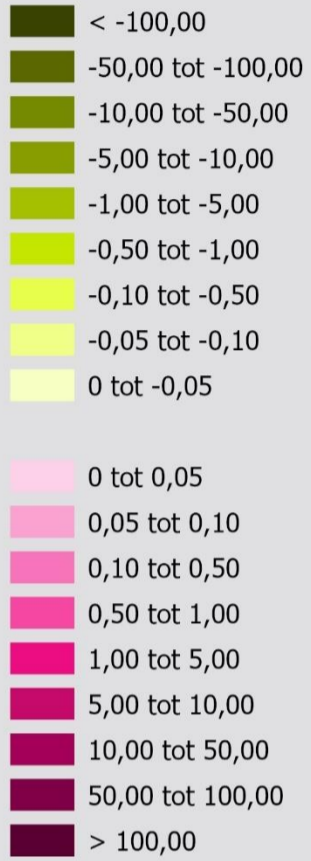
Legenda



Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Depositieafname bij emissiereductie bedrijven, hoog scenario (jaarlijks)

Legenda



Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Schaal: 1:1.000.000

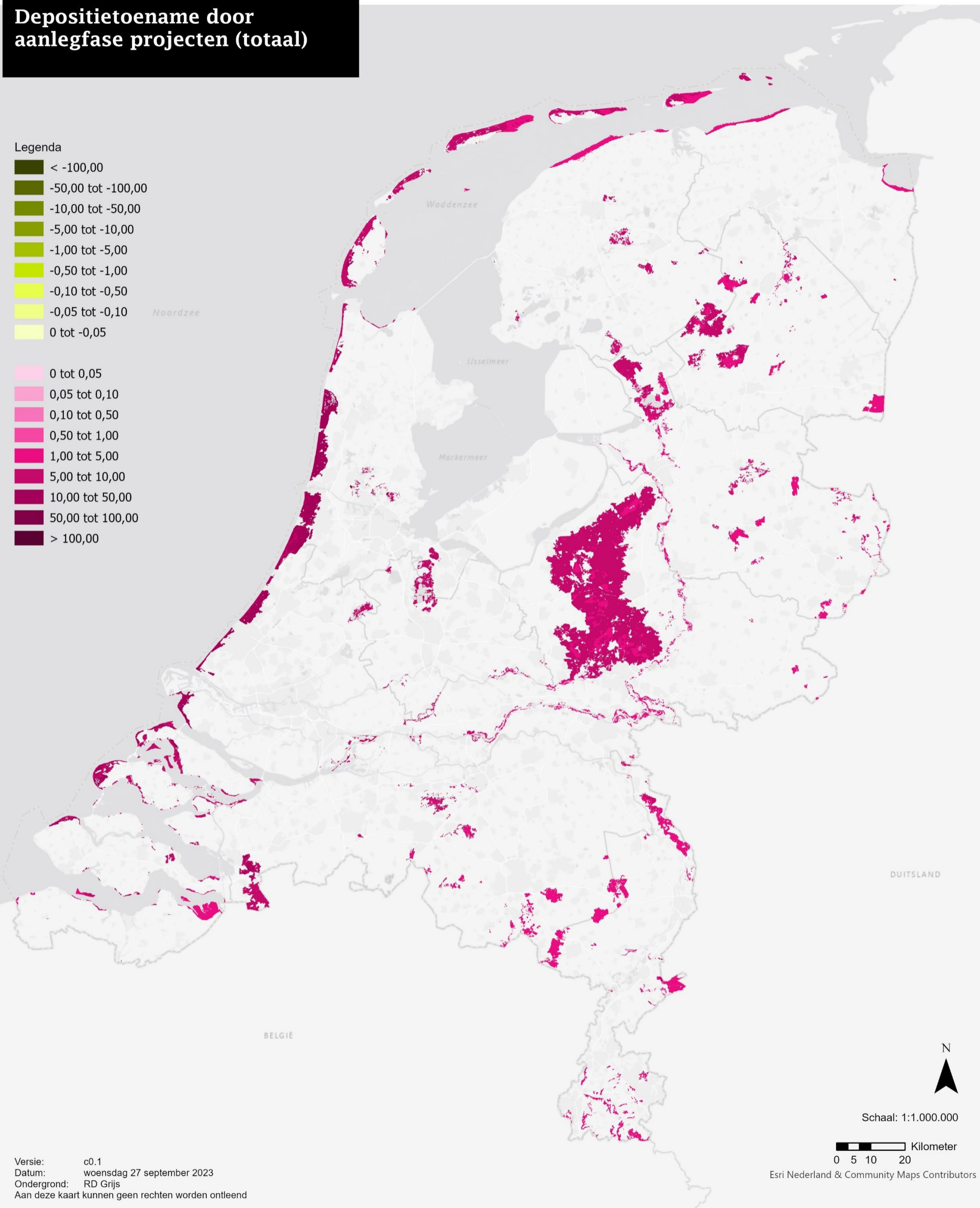
0 5 10 20 Kilometer

Esri Nederland & Community Maps Contributors

Landelijk beeld

Depositietoename door aanlegfase projecten (totaal)

Legenda



Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Schaal: 1:1.000.000

0 5 10 20 Kilometer

Esri Nederland & Community Maps Contributors

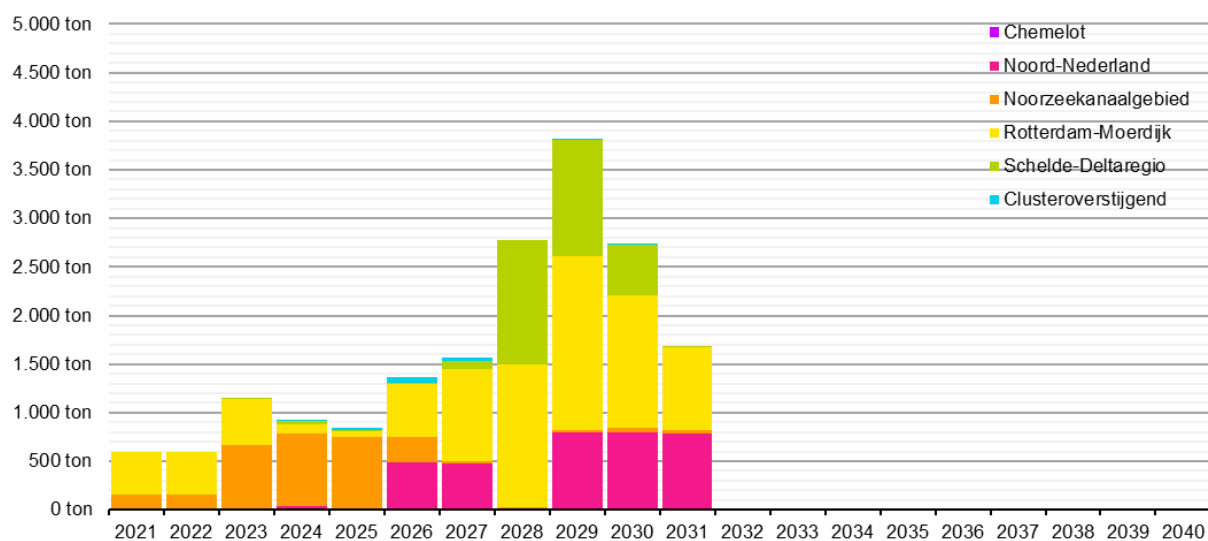


4.4 Tijdsbeeld en balanskaarten

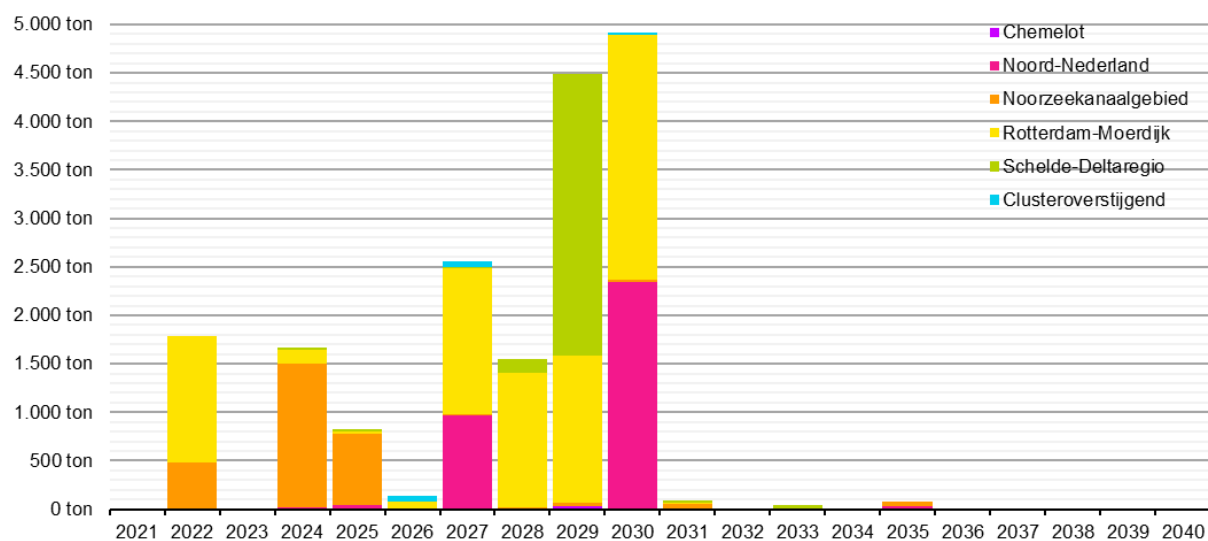
In de drie depositiebeelden in paragraaf 4.3 is inzicht gegeven in de jaarlijkse depositiereductie bij de industrie (laag en hoog scenario) en in de totale (cumulatieve) depositietoename door de projecten.

Voor de projecten is een redelijk goed tijdsbeeld te schetsen: er zijn (indicatieve) start- en einddata bekend. De doorlooptijd van de projecten varieert tussen één jaar tot meerdere jaren. Voor sommige projecten is alleen een tijdvak bekend; zo is voor sommige projecten voor verzwaring van het hoogspanningsnet alleen aangegeven dat dit in de periode 2030-2040 gebeurt. 12 van de 77 projecten zijn geheel of gedeeltelijk gepland na 2032; dit betreft ca. 18 ton van de in totaal 18.181 ton geraamde NO_x emissies (0,1%).

In de onderstaande twee grafieken is inzicht gegeven in het emissieverloop van de projecten: figuur 24 geeft de projectemissies weer als de emissies per project worden 'uitgesmeerd' over de doorlooptijd en in figuur 25 zijn de projectemissies weergegeven als per project 100% van de emissies wordt toegekend aan 1 jaar (het gemiddelde jaar gedurende de realisatieperiode per project).



figuur 24. Overzicht totale emissies NO_x van alle projecten. De kolommen geven de emissies (per cluster) weer waarbij de totale emissievracht per project is 'uitgesmeerd' over de realisatiejaren van de projecten.



figuur 25. Overzicht totale emissies NO_x van alle projecten. De kolommen geven de emissies (per cluster) weer waarbij de totale emissievracht per project is toegekend aan het gemiddelde jaar van de realisatieperiode van het project.



In de praktijk zullen de emissies niet volledig 'uitgesmeerd' zijn over de realisatieperiode maar zal er ook geen sprake zijn dat alle emissies in één jaar plaatsvinden (m.u.v. de projecten die in 1 jaar worden gerealiseerd). Meestal is sprake van een maatgevend jaar, waarin relatief de meeste emissies plaatsvinden; de twee bovenstaande figuren geven dan ook een indicatie van de bandbreedte. Uit de figuren wordt wel duidelijk dat nagenoeg alle emissies van de projecten plaats vinden tot 2030 / 2031 en slechts een zeer beperkt deel na 2030 is gepland. Enkele projecten zijn reeds gestart, daarom is het totale verloop van de projecten vanaf 2021 weergegeven. Bijlage 5 bevat een overzicht van de realisatiefasering van de projecten.

Voor de potentie in emissiereductie in de industrie is niet duidelijk een jaarlijks tijdsbeeld te schetsen. Op basis van de PBL-studie 'Reflectie op Cluster Energiestrategieën 2022' (CES 2.0) dd 1 december 2022 (PBL-publicatienummer 4789) kan worden gesteld dat de reductie in CO₂ emissies die zijn omschreven, plaats vinden tot en met 2030. Een verdere doorkijk is niet geconcretiseerd. Hoe het reductieverloop tot en met 2030 jaarlijks plaatsvindt, is niet bekend op basis van deze studie. Wel is duidelijk dat de voorgenomen maatregelen die leiden tot de reducties zoals opgenomen in tabel 2 op pagina 12 in de periode tot en met 2030 zijn gepland. Op basis hiervan kan worden gesteld dat de twee geschetste reductiescenario's (zie vorige paragraaf) ook tot en met 2030 plaatsvinden.

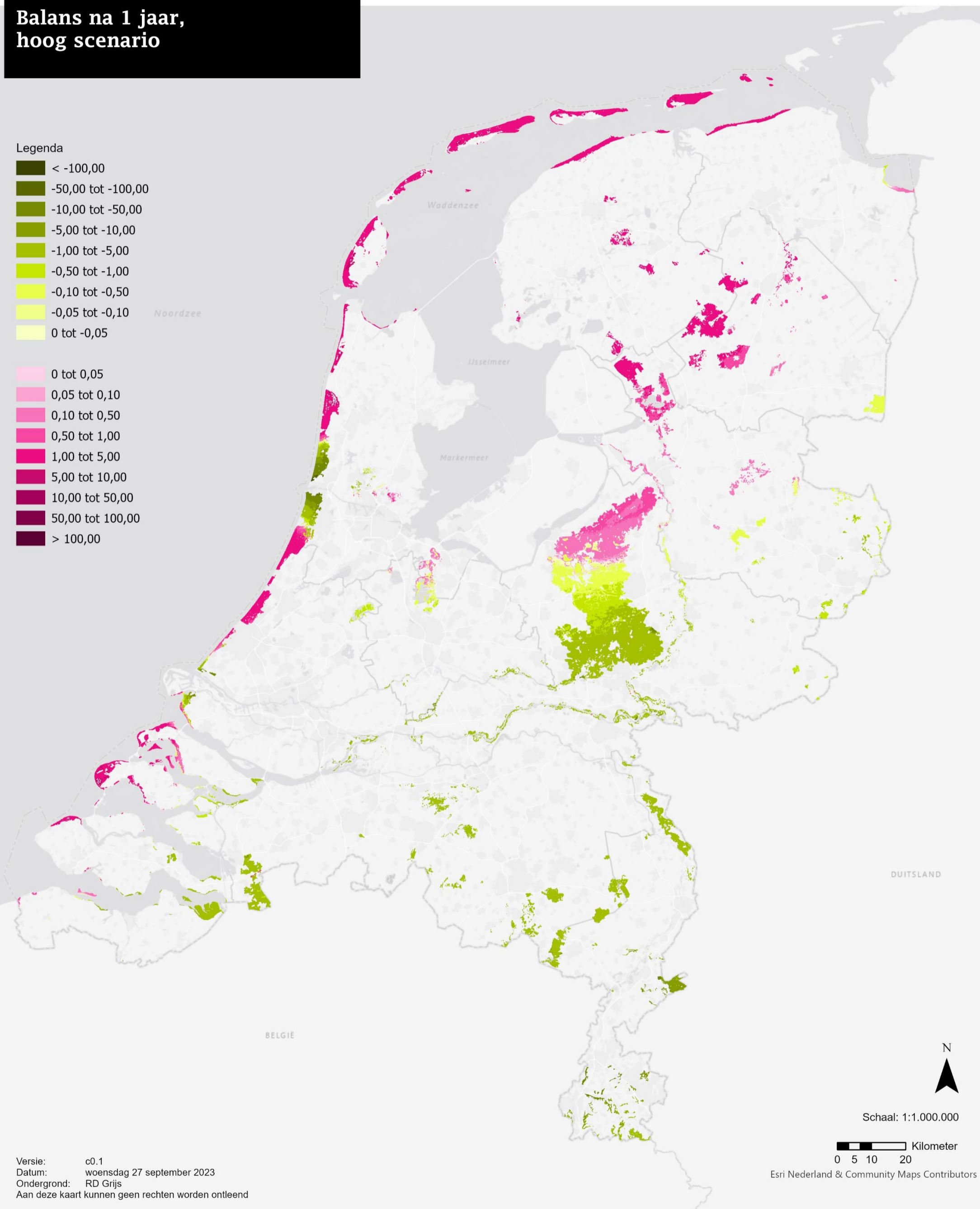
Omdat de reducties in de industrie jaarlijks gaan plaatsvinden, is wel een vergelijking te maken in tijdsbeeld, door te onderzoeken welke impact de jaarlijkse reducties hebben op de cumulatieve depositietoename vanuit de projecten. Met andere woorden: hoeveel jaren aan reductie (laag scenario en hoog scenario) zijn nodig om te komen tot een netto balans waarin alle projectdeposities zijn gesaldeerd? Dit is onderzocht door de vermeden deposities (laag en hoog scenario) cumulatief te bekijken. Hieruit blijkt dat met 3 jaar vermeden emissies in het hoge scenario, alle projectdeposities gesaldeerd zijn; de stikstofdepositiebalans bereikt dan het punt dat er op alle stikstofgevoelige habitats in Natura 2000-gebieden sprake is van een netto afname van deposities. Deze afname wordt vervolgens ieder jaar groter. In het geval van het lage scenario (minimale reducties) is dit 9 jaar.

In de navolgende kaarten zijn deze balansbeelden gegeven: de balans is weergegeven voor 1, 2 en 3 jaar voor het hoge scenario en 3, 6 en 9 jaar voor het lage scenario.

Landelijk beeld

Balans na 1 jaar, hoog scenario

Legenda

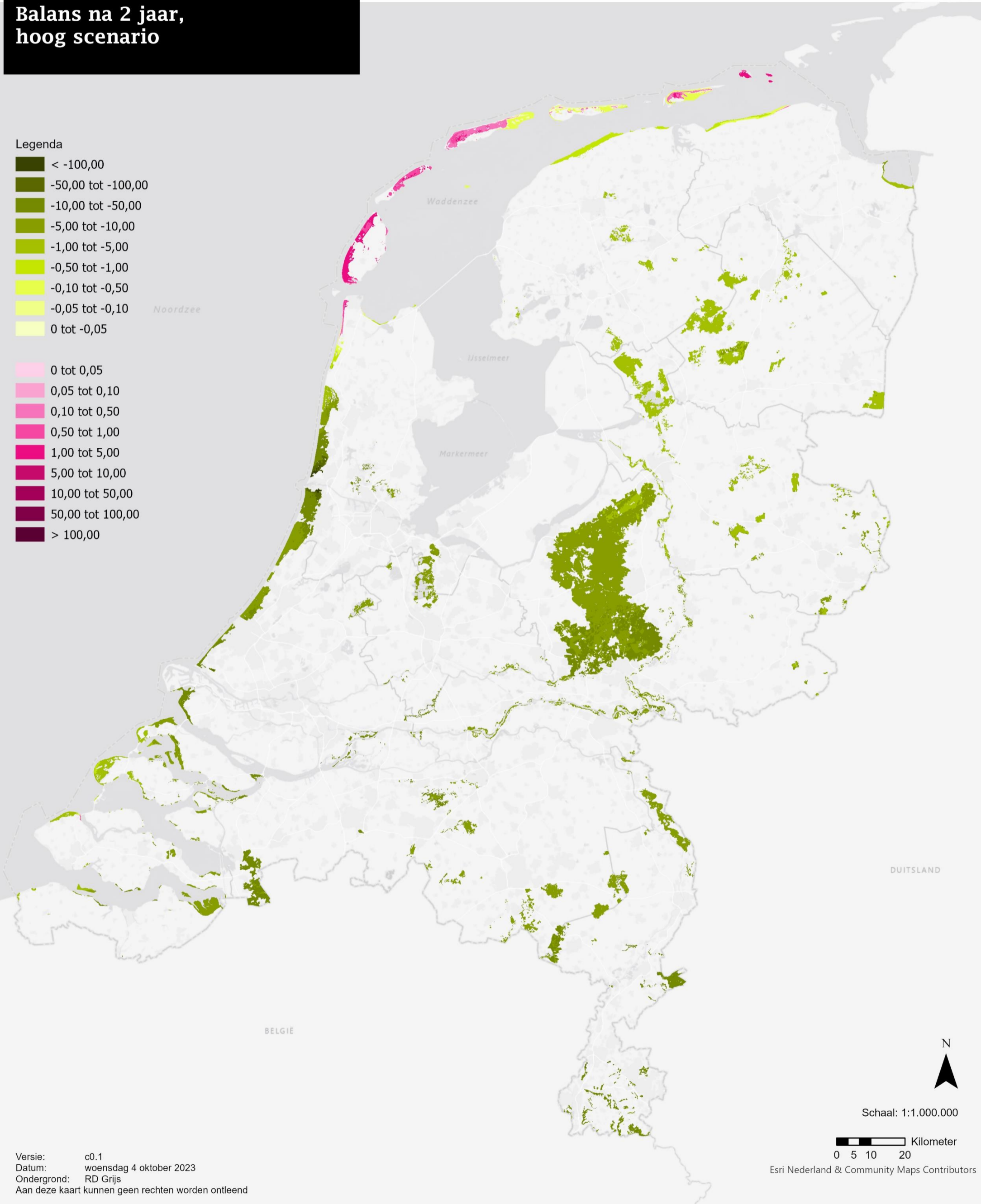


Versie: c0.1
Datum: woensdag 27 september 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Landelijk beeld

Balans na 2 jaar, hoog scenario

Legenda



Versie: c0.1
Datum: woensdag 4 oktober 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Schaal: 1:1.000.000

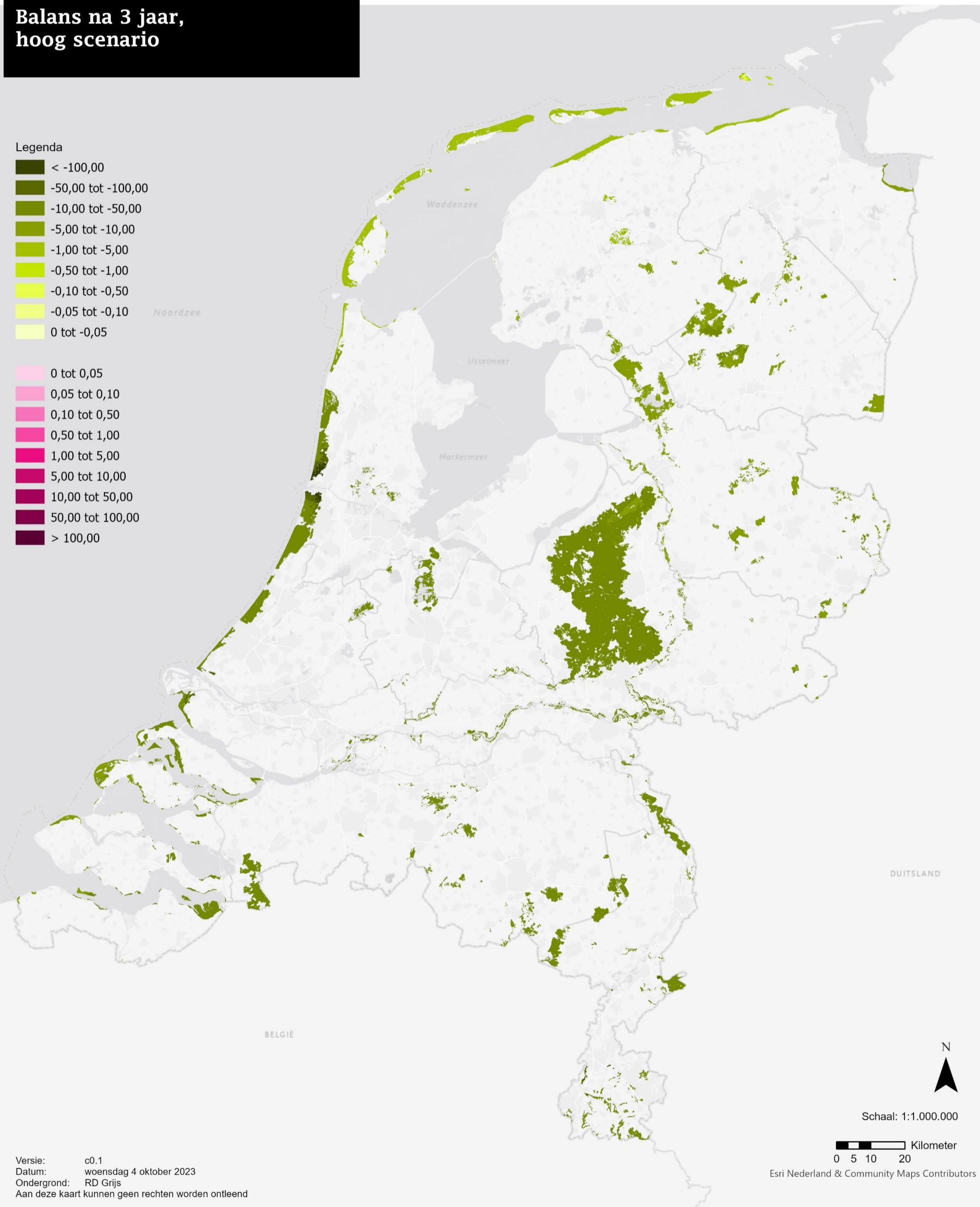
0 5 10 20 Kilometer

Esri Nederland & Community Maps Contributors

Landelijk beeld

Balans na 3 jaar, hoog scenario

Legenda

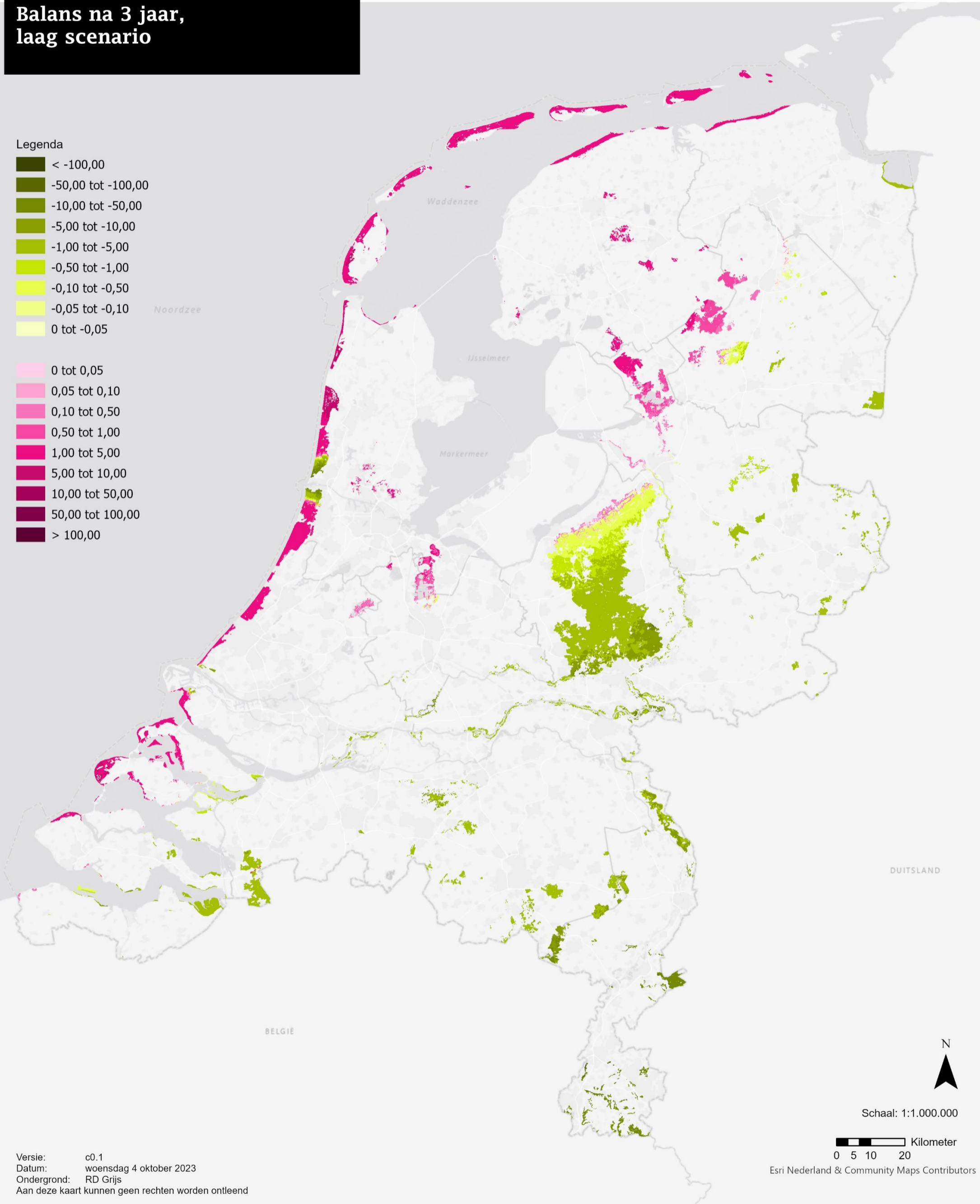


Versie: c0.1
Datum: woensdag 4 oktober 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Landelijk beeld

Balans na 3 jaar, laag scenario

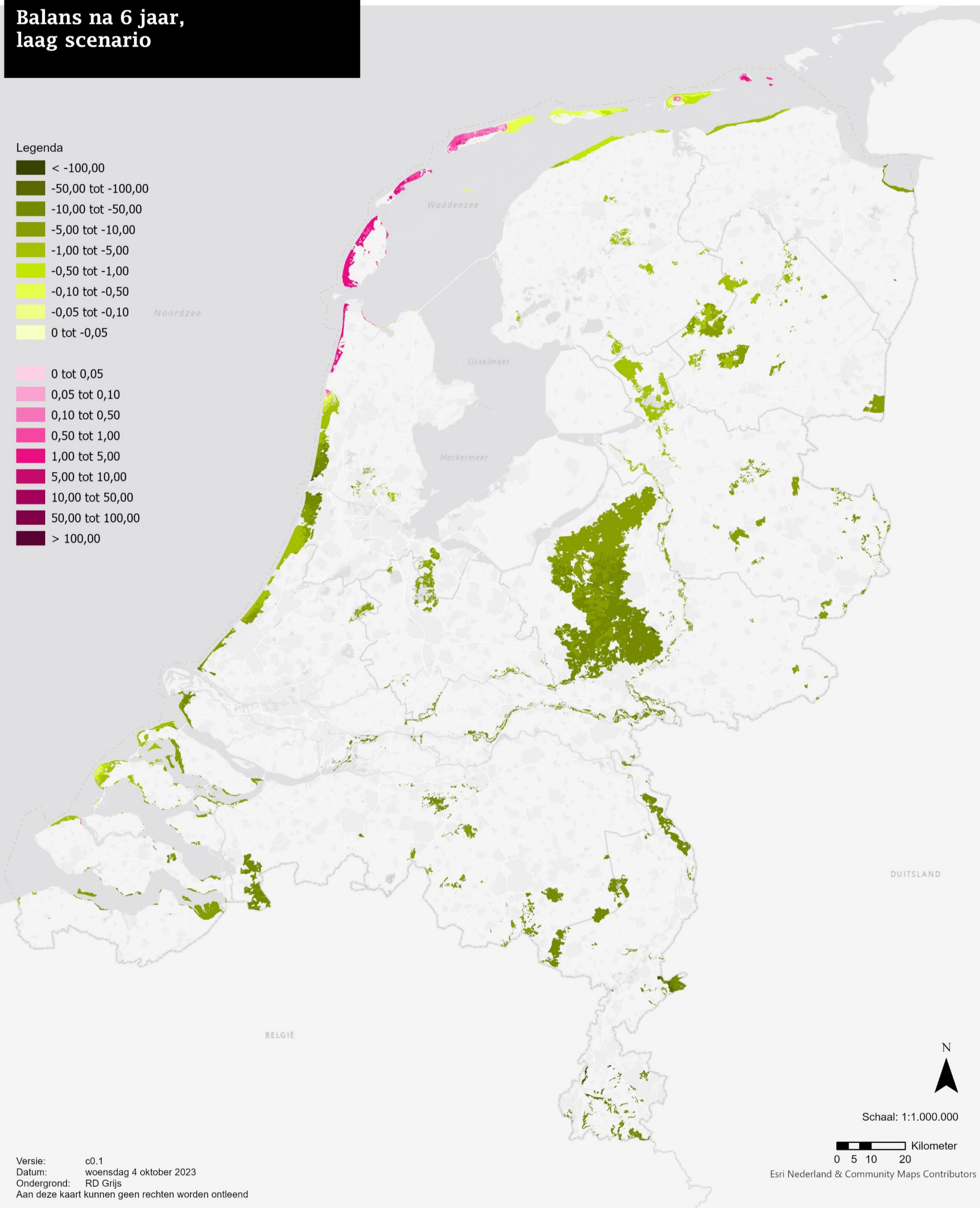
Legenda



Versie: c0.1
Datum: woensdag 4 oktober 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Balans na 6 jaar, laag scenario

Legenda

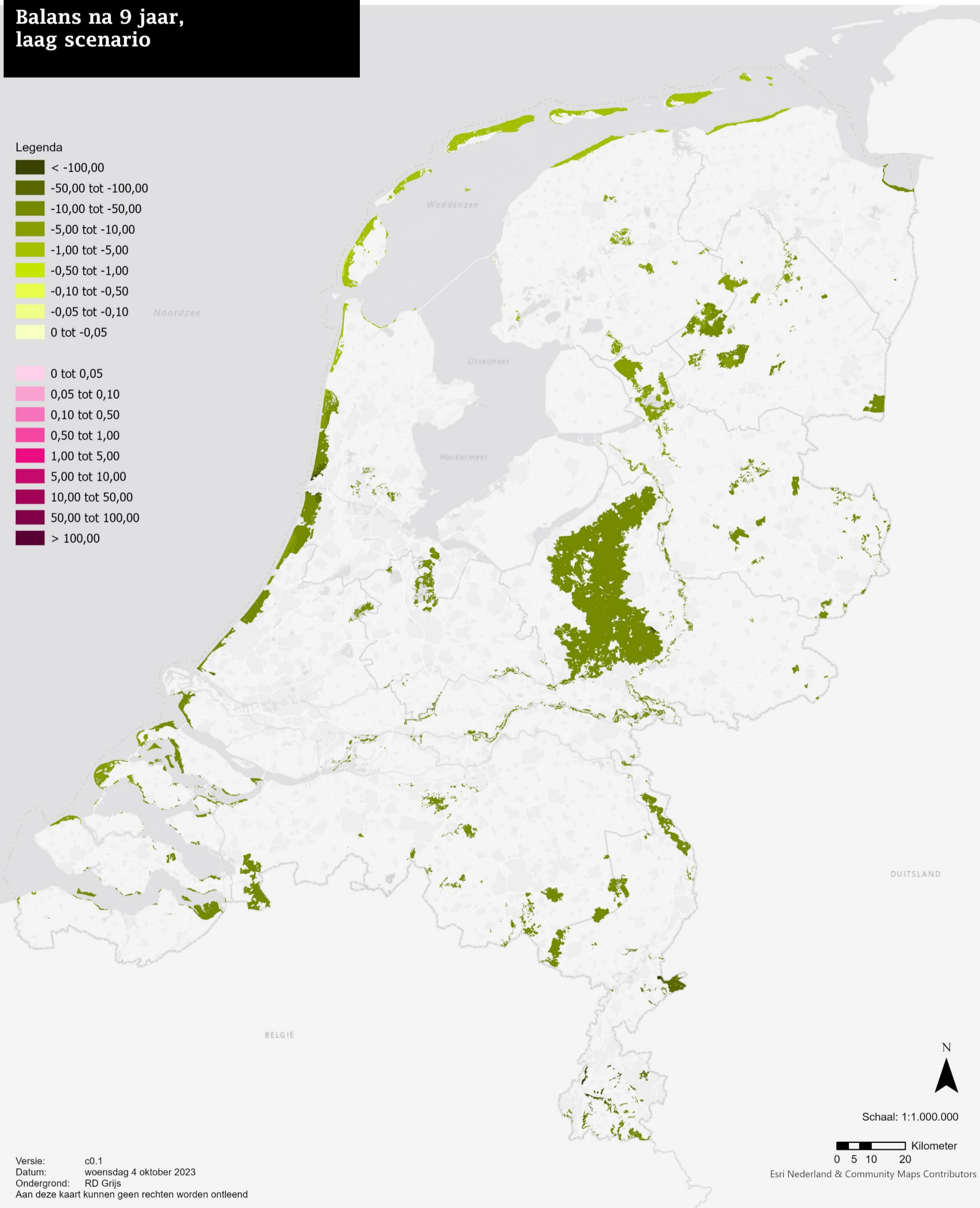


Versie: c0.1
Datum: woensdag 4 oktober 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Landelijk beeld

Balans na 9 jaar, laag scenario

Legenda



Versie: c0.1
Datum: woensdag 4 oktober 2023
Ondergrond: RD Grijs
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend



5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Inleiding

In de vorige hoofdstukken is een overzicht gegeven van de gevolgen van de energietransitie in de industrie, vertaald in de vermeden emissies (emissiereducties) en bijbehorende depositieverlagingen (in twee scenario's). Er is in beeld gebracht welke (tijdelijke) emissies en bijbehorende depositieverhogingen nodig zijn om de energietransitie in de industrie te kunnen realiseren. De berekende toe- en afnames zijn specifiek in relatie tot elkaar beschouwd door de wederkerige relatie: de emissiereducties in de industrie zijn alleen mogelijk als de energie-infrastructuur wordt aangepast om voldoende duurzame energie bij de industrie te krijgen en omgekeerd zullen de gedefinieerde projecten niet aangelegd hoeven te worden als de industrie niet verduurzaamt. Door de verwachte toe- en afnames in emissies te kwantificeren én te vertalen naar een kwantitatief inzicht in de stikstofdeposities, volgt een algemeen beeld van de stikstofeffecten als gevolg van de energietransitie in de industrie. Dit is een beeld op hoofdlijnen gezien de scope en het detailniveau van deze studie.

Navolgend wordt eerst ingegaan op de conclusies uit dit onderzoek, waarbij de onderzoeksvragen worden beantwoord. Vervolgens geeft paragraaf 5.3 een aanzet voor aanbevelingen, die de globale resultaten uit deze studie verder kunnen verfijnen en concretiseren. Ook zijn in de aanbevelingen suggesties gedaan voor koppelkansen en vervolgstappen.

5.2 Conclusies

In paragraaf 1.2 is het doel van dit onderzoek verwoord. Het doel is vertaald in drie onderzoeksvragen, die navolgend beantwoord worden.

- *Welke reducties in stikstofemissies en bijbehorende stikstofdeposities zijn te realiseren in de industrie als gevolg van de energietransitie in de industrie?*

In de afgelopen twee decennia zijn de emissies NO_x in de industrie in Nederland fors gedaald: van 164,7 kiloton in 1990 naar 40,2 kiloton in 2021, voor zover de emissies op individueel bedrijfsniveau zijn geregistreerd. Deze 40,2 kiloton NO_x bedraagt 13% van de totale NO_x emissie, geraamd voor 2021 (te weten 309,6 kiloton NO_x). De grootste reductie is behaald in de energiesector (zie figuur 6 op pagina 22). Van de 40,2 kiloton die in 2021 in de Emissieregistratie op bedrijfsniveau is geregistreerd, is 26,3 kiloton aan emissies meegenomen in dit onderzoek; dit zijn de emissies vanuit bedrijven die specifiek te koppelen zijn aan de zes CES-clusters in Nederland: Chemelot, Noord-Nederland, Noordzeekanaalgebied, Rotterdam-Moerdijk, Schelde-Deltaregio en Cluster 6, waarbij de (fossiele) energiecentrales niet zijn meegenomen. De (industriële) bedrijven die behoren tot de zes CES-clusters zijn de bedrijven die direct kunnen profiteren van de energietransitie in de industrie; de projecten die voor deze energietransitie zijn benoemd, hebben een sterke focus op deze clusters.

De bedrijven die de 26,3 kiloton NO_x emitteren, zijn verantwoordelijk voor de emissie van 50,5 megaton CO₂. De in de Emissieregistratie (jaar 2021) totaal opgenomen bedrijven (met een totale jaarlijkse emissie van 40,2 kiloton NO_x) kennen een totale CO₂ emissie van 91,5 megaton. De totale CO₂ emissie in Nederland is geraamd op 169,6 megaton (jaar 2021).

Het is ruwweg mogelijk om alle NO_x emissies, die bij deze bedrijven plaatsvinden, te reduceren – dit omdat het merendeel van deze emissies voortkomt uit verbrandingsprocessen met fossiele brandstoffen. Om de potentie in emissiereductie scherp te krijgen, is in deze studie dan ook uitgegaan van een potentiële emissiereductie van 26,3 kiloton. Deze potentiële reductie is vervolgens wel nader geconcretiseerd, door te onderzoeken welke maatregelen in CO₂ reductie in de CESsen zijn geconcretiseerd t/m 2030 en dit te vertalen naar een minimale en maximale reductiepotentie voor NO_x per cluster. Van de 26,3 kiloton NO_x emissie is t/m 2030 een emissiereductie te verwachten van 5,3 kiloton (laag scenario) tot 12,9 kiloton (hoog scenario). Op basis van deze emissiereductie



is de reductie in deposities tot en met 2030 in beeld gebracht. Verdere reductie is niet kwantitatief onderzocht omdat de plannen vanuit de CESSen voor verdere stappen na 2030 niet dusdanig concreet zijn dat een kwantificering van deze plannen te onderbouwen is.

De bandbreedte tussen het lage en hoge scenario is bepaald op basis van de toepassing van CCS t/m 2030. CCS is een tussenstap in het proces van verduurzaming om versneld CO₂ emissies te reduceren; op termijn wordt fossiele verbranding op zichzelf maximaal gereduceerd. Met de toepassing van CCS wordt in de basis alleen CO₂ afgevangen maar zijn er goede en haalbare mogelijkheden om ook NO_x emissies te reduceren / af te vangen. In het lage scenario is het uitgangspunt dat CCS niet leidt tot NO_x reducties, in het hoge scenario is rekening gehouden met NO_x reductie door CCS uit te breiden met relatief eenvoudig toe te passen NO_x-filters. CCS betreft tevens een 'tussenstap' in de energietransitie; uiteindelijk zullen andere technieken leiden tot verlaging van CO₂ emissies waardoor het afvangen van CO₂ niet meer nodig is.

Op depositieniveau blijkt dat de reductie in deposities door heel Nederland plaatsvinden. In de berekeningen voor de vijf geografisch georiënteerde clusters is te zien dat nabij deze clusters meer depositiereductie plaatsvindt dan verder weg. Voor cluster 6 is het depositiebeeld landelijk meer gelijkmatig; dit komt doordat de bedrijven in cluster 6 verspreid door Nederland zijn gelegen. Afhankelijk van de exacte locatie van (stikstofgevoelige habitats in) Natura 2000-gebieden, bedraagt de potentiële reductie en deposities ca. 0,1 – 10 mol per hectare per jaar, op sommige plekken oplopend naar 50 – 100 mol (en soms meer). Deze (potentiële) reductie vindt jaarlijks plaats en is dan permanent, waardoor er significante verlaging van de jaarlijkse depositie bereikt kan worden.

Op een totale jaarlijkse depositie van gemiddeld ca. 1.500 mol/ha (ca. 1.125 mol/ha gereduceerd stikstof waaronder NH₃ en ca. 370 mol/ha geoxideerd stikstof waaronder NO_x)⁴ is de reductiebijdrage derhalve relatief beperkt. Dit komt mede doordat de onderzochte bedrijven slechts beperkt bijdragen in de totale stikstofdepositie; in 2021 bedroeg de bijdrage uit de sectoren industrie, energie en raffinaderijen gemiddeld 1,7% van de totale depositie⁵.

De reductie in emissies en bijbehorende deposities wordt bewerkstelligd als de (betrokken) bedrijven overstappen naar duurzame energiebronnen / energiedragers. Hiertoe dienen onder meer de projecten die benodigd zijn voor de realisatie van de energiestrategie in de industrie (zie volgende punt) grotendeels gerealiseerd te zijn; dit zal het geval zijn rond 2031 / 2032.

- *Welke tijdelijke en/of permanente toenames in stikstofemissies en bijbehorende deposities zijn te verwachten als gevolg van de noodzakelijke aanpassingen aan de energie-infrastructuur, zodat de industrie kan verduurzamen?*

Uit de analyse van de energie-infrastructuurprojecten die noodzakelijk zijn voor de realisatie van de energietransitie in de industrie, blijkt dat er (op dit moment) 77 projecten te definiëren zijn. Dit zijn projecten voor de realisatie van Net-op-Zee, aanpassingen in het hoogspanningsnet, de realisatie van een waterstofnetwerk (leidingen en importterminals) en elektrolyzers om groene waterstof te produceren, projecten voor toepassing van CCS/CCU en het aanleggen van een leidingstraat (Delta Corridor). Deze projecten zijn niet volledig bedoeld voor de industrie; zo zijn de Net-op-Zee projecten bedoeld om de windparken op zee aan te sluiten op het elektriciteitsnet maar niet alleen de industrie maakt hier gebruik van. Omdat de projecten wel volledig gerealiseerd moeten worden ('een half project functioneert niet') zijn de alle stikstofemissies meegenomen in dit onderzoek. Hiermee is in feite een overschatting gemaakt van de projectemissie toe te rekenen aan de energietransitie in de industrie, omdat ook energietransitie in andere sectoren gebruik maken van deze projecten.

De totale emissievracht die vrijkomt bij de realisatie van al deze projecten, bedraagt circa 18,2 kiloton NO_x. Deze emissies vinden nagenoeg geheel plaats in de periode 2021-2031. De emissies vinden niet allen gelijktijdig plaats, maar gedurende deze periode, met een verwachte maximale emissie van circa 3,8 tot 4,9 kiloton NO_x in 2029/2030. Het merendeel (93%) van deze emissies is gekoppeld aan de realisatie van de Net op Zee projecten.

Deze emissies leiden tot deposities van ca. 1 tot 10 mol per ha (cumulatief over de periode 2021-2031) met lokaal deposities tot maximaal 50 mol per ha. Met name langs de kust vinden, mede als gevolg van de relatieve nabijheid van de Net op Zee projecten, deposities plaats van meer dan 10 mol per ha (cumulatief over de periode 2021-2031).

⁴ Zie Compendium voor de leefomgeving: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie>. Bezocht op 23 oktober 2023.

⁵ Zie Compendium voor de leefomgeving: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0507-herkomst-stikstofdepositie>. Bezocht op 23 oktober 2023.



- *Hoe verhouden deze reducties en toenames zich tot elkaar, in omvang, locatie en tijdsbeeld van emissies en deposities?*

Uit de studie blijkt dat de totale emissie NO_x vanuit alle **projecten** 18,2 kiloton bedraagt. Deze emissies vinden grotendeels plaats in de periode 2021 – 2031, waarna het merendeel van de projecten gerealiseerd is. De totale emissiereductie voor **vermeden emissies** bij de betrokken bedrijven bedraagt 5,3 tot 12,9 kiloton NO_x per jaar (afhankelijk van het scenario).

De depositiereducties die berekend zijn vanuit de vermeden emissies, vinden voornamelijk plaats in de gebieden binnen en direct rondom de vijf CES-clusters en meer verspreid in cluster 6. Vanuit alle clusters is er wel sprake van deposities op alle stikstofgevoelige habitats in Nederland.

Als wordt gekeken naar een balans tussen enerzijds de totale projectdeposities en anderzijds jaarlijks terugkerende depositiereducties door de verduurzaming van de industrie, dan blijkt dat een 'terugverdientijd' van 3 jaar (hoog scenario) tot 9 jaar (laag scenario) benodigd is om alle projectdeposities volledig te salderen. Tevens blijkt dat de projectdeposities in de kustgebieden de meeste tijd vergen; meer landinwaarts (zuid en oost Nederland) is al in een periode van 1 jaar (hoog scenario) tot 3 jaar (laag scenario) een netto depositieafname te zien. Dit komt mede doordat het merendeel van de projectdeposities wordt veroorzaakt door Net op Zee projecten; deze deposities vinden met name in de kustgebieden plaats. De meer landinwaarts gelegen Natura 2000-gebieden staan (onder meer) stikstofdepositie het meest onder druk en hier wordt dus als eerste een positieve balans bereikt.

5.3 Aanbevelingen

Deze studie geeft een overzicht van de mogelijke structurele vermindering van stikstofdeposities als gevolg van de energietransitie in de industrie en van de (tijdelijke) toename in deposities door de realisatie van de voor deze energietransitie benodigde projecten in de energie-infrastructuur. Dit overzicht is op hoofdlijnen en daarmee geven de resultaten uit deze studie een indicatief beeld. Om dit beeld nader aan te scherpen en te concretiseren, kunnen nadere uitgangspunten gesteld worden en kan nader onderzoek worden verricht. Navolgend geven wij onze aanbevelingen voor eventuele vervolgstappen, waarmee het inzicht scherper, concreter en harder gemaakt kan worden.

Inzicht in de bijdrage aan de nationale reductiedoelstellingen:

- **Reductiepotentie van de energiesector.** In dit onderzoek is aangegeven welke reductiepotentie er in emissies in de industrie aanwezig is. De energiesector is hierin nagenoeg niet meegenomen: van de in totaal 10.286 ton geregistreerde NO_x emissies (emissieregistratie 2021) is 411 ton meegenomen in het onderzoek, waarvan 352 ton voor Air Liquide Pergen (Rotterdam). Een beperkt deel van de emissies ligt in de subsector 'olie en gaswinning'. In de subsector 'opwekking elektriciteit' is in totaal 10.227 ton NO_x emissie geregistreerd, waarvan 4.329 ton is toe te wijzen aan de vier (deels) kolengestookte elektriciteitscentrales in Nederland. Gezien de totale emissie van 40.166 ton in Nederland en de omvang van de emissies in dit onderzoek (26.313 ton is onderzocht) leidt de energiesector tot een substantieel deel van de totale emissies in Nederland; het totale potentiële depositie-effect van deze emissies à 10.227 ton is orde grootte te vergelijken met de totale emissiereductie in het hoge scenario in dit onderzoek (12.926 ton). Wij concluderen dan ook dat de subsector 'opwekking elektriciteit' een significante reductie in stikstofdeposities kan bewerkstelligen. Dit vraagt wel om afschakeling van fossiel energiegebruik en van biomassa, danwel dat NO_x emissies worden afgevangen (voor de kolencentrales is reeds vastgesteld dat deze uiterlijk in 2030 moeten sluiten). Om de emissie- en depositiereducties vanuit de energiesector nader te kwantificeren (in omvang, in locatie en in tijd), moet gekeken worden in welke mate en wanneer de toekomstige elektriciteitsvraag afdoende met groene stroom ingevuld kan worden en welke afschakeling van energiecentrales hieraan gekoppeld kan worden.
- **Reductiepotentie na 2030.** In dit onderzoek is de reductiepotentie voor de industrie in beeld gebracht met behulp van de PBL CES-analyse. De scope van de PBL CES-analyse ligt primair op de periode tot 2030; voor (verdere) reducties na 2030 zijn de CESsen onvoldoende concreet om onderbouwd verdere reducties te ramen. De doelstelling is wel om in 2050 tot 100% CO₂ reductie te komen en daarmee mogelijk ook tot 100% NO_x reductie. Het realiseren van nader inzicht in hoe dit verder ingevuld gaat worden geeft een beeld van de verdere reductiepotentie na 2030.
- **Reductiepotentie van ammoniak.** Het onderzoek geeft een beeld van de potentie voor vermindering van emissies als gevolg van de energietransitie in de industrie, dus vermindering van NO_x emissies als gevolg van het vervangen van fossiele verbranding door duurzame energiedragers. De potentie van vermindering



van deposities door de verlaging van emissies aan NH₃ is niet meegenomen, want deze valt buiten de scope van de energietransitie in de industrie. In geheel Nederland is op bedrijfsniveau in de Emissieregistratie (jaar 2021) een emissie van 1.268 ton NH₃ opgenomen. De meegenomen bedrijven hebben een totale emissie van 1.022 ton aan NH₃. Gezien de kortere depositie-afstand van NH₃ (1 kg NH₃ leidt op kortere afstand tot een ca. 5 tot 10x hogere depositie dan NO_x) kan het interessant zijn om de reductiepotentie hiervan te onderzoeken. Een deel van de NH₃ emissies zijn overigens te relateren aan SCR-technologieën zoals NO_x-wassers; dit betekent dat een deel van de NH₃ emissies reeds verminderen als gevolg van de reductie in NO_x emissies.

- **Nader concretiseren van de reducties in de industrie.** De weergegeven omvang en het geschetste tijdsbeeld voor met name de depositie-effecten als gevolg van de potentieel vermeden emissies, is op hoofdlijnen en indicatief. Op basis van de PBL CES-analyse zijn onderbouwde reductiepercentages per cluster bepaald vanuit de vermindering van CO₂ emissies (dus vermindering van gebruik van fossiele brandstoffen); nadere analyse naar concrete plannen van de verschillende bedrijven over de concrete invulling van de energietransitie en de planning hiertoe, kan leiden tot een (nog) scherper en concreter beeld over de omvang van de vermeden emissies én van het tijdsbeeld. Dit vraagt wel om een uitgebreide inventarisatie op bedrijfsniveau.
- **Verkrijg meer inzicht in de effecten van waterstof.** Uitgangspunt in deze studie is dat de inzet van groene waterstof via brandstofcellen gebeurt, waardoor er geen significante NH₃ emissies plaatsvinden. Bij 'traditionele' verbranding van waterstof komt wel NH₃ vrij, maar dit is sterk afhankelijk van de exacte inzet. Voor een nog concreter beeld is het wenselijk om eventuele toenames van NH₃ emissies als gevolg van verbranding van waterstof nader te onderzoeken en concretiseren. Op voorhand verwachten wij hieruit slechts een beperkte toename van emissies: het 'traditioneel verbranden' van waterstof is energie-inefficiënt en in veel gevallen niet rendabel, waardoor traditionele verbranding van waterstof slechts beperkt ingezet zal worden (bijvoorbeeld in overgangssituaties).

Mogelijkheden voor oplossingen van de potentiële knelpunten:

- **Mogelijkheden voor mitigatie / compensatie.** Onderzoek de mogelijkheden om de toekomstige depositievermindering (als gevolg van de vermeden emissies) in te zetten als mitigerende maatregel (salderen) of wellicht compenserende maatregel voor verantwoording in de toestemmingsverlening voor de projecten. Dit vraagt om:
 1. Concrete en duidelijke (maatwerk)afspraken met individuele industriële bedrijven over de omvang van de emissiereductie, de locatie van de reductie en het moment van optreden, zodat potentieel vermeden emissies kunnen worden omgezet in harde afspraken. Door omvang, locatie en moment te concretiseren wordt voorkomen dat later alsnog (eenzijdig) emissies worden ingezet voor andere doelen (bijv. intern/extern salderen voor andere ontwikkelingen). Een andere optie is om de emissiereductie meer generiek in beleid vast te leggen, waarbij de omvang van de reductie en het moment duidelijk zijn;
 2. Het koppelen van projecten en vermeden emissies in een stikstofbank of in een programma. In een bank of een programma kunnen diverse individuele projecten en vermeden emissies geaggregeerd worden samengebracht zodat de integrale beoordeling op depositie-effecten plaatsvindt (zie ook de kaarten in het vorige hoofdstuk). Aandachtspunt bij een bank of een programma is de volgorde van de depositieruimte gecreëerd te zijn voordat deze benut kan worden, terwijl het voor de energietransitie nodig is om eerst projecten te realiseren (=tijdelijke depositietoename) om de vermeden emissie te bewerkstelligen (=structurele afname). Voor een meer juridische onderbouwing verwijzen wij naar het advies van mr. M. Kaajan uit juni 2020⁶.
- **Schoner materieel in de projecten.** Nu is relatief conservatief gerekend (veelal STAGE IIIB), met schoner materieel (STAGE IV, evt V of zelfs elektrisch) verminderen de deposities significant. Door met de energietransitie in de industrie een koplopersrol te vervullen hierin, bijvoorbeeld door dit mee te nemen als verplichting of als gunningscriterium in een aanbesteding, wordt de ontwikkeling en beschikbaarheid van schoner materieel gestimuleerd. De verdere uitwerking van de Routekaart en Convenant Schoon en Emissieloos Bouwen kan hier een grote rol in spelen (ook koppelkans met de bouwsector die hiermee verduurzaamt). Er kan ook gedacht worden aan een subsidieregeling of revolverend fonds ter stimulatie van schoner materieel.
- **Strategische planvorming.** Neem stikstof mee als integraal onderdeel in de planvorming voor de projecten. Dit kan in het kiezen van de juiste plek / het juiste tracé voor projecten. Maar ook in het strategisch plannen van de tijdsperioden voor uitvoering van projecten, zodat cumulatie van deposities door gelijktijdige uitvoering van projecten geminimaliseerd worden. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden met de uiteindelijke ecologische effecten in relatie tot andere omgevingsaspecten; zo kan het bijvoorbeeld belangrijk zijn om een

⁶ Mr. Drs. M.M. Kaajan (2020): Een programma voor duurzame energieprojecten. Mogelijkheden en randvoorwaarden onder de Wet natuurbescherming. Amsterdam: Envir advocaten, 30 juni 2020.



structurele stikstofdepositie te voorkomen, maar is het in de integrale afweging onwenselijk om een alternatieve tracékeuze te maken voor alleen een tijdelijke (beperkte) depositie.

Koppelkansen:

Het koppelen van verschillende opgaven in de openbare ruimte, maakt het uitvoeren van de maatregelen efficiënter: beleidsontwikkeling en procedures kunnen gezamenlijk worden opgepakt. Bijvoorbeeld: wordt aan de slag gegaan in de grond voor de aanleg van warmtenetten, dan kunnen grondwerkzaamheden ten bate van bijvoorbeeld klimaatadaptatie meteen worden meegenomen. Ook is de verwachting dat door het koppelen het draagvlak van stakeholders en inwoners groter wordt. Bijvoorbeeld: mogelijk komt door de energietransitie (in de industrie) eindelijk ook een recreatieve voorziening tot stand. Of komt dat gewenste natuurgebied er. Zo wordt de energietransitie een motor voor de gebiedsontwikkeling. De energietransitie kan zo een vliegwieleffect voor integrale duurzame gebiedsontwikkeling betekenen.

Een paar voorbeelden:

- Bij grondwerkzaamheden voor de bekabeling voor een nieuwe windmolen kun je meteen zaden inzaaien voor inheemse bloemen waarmee je de biodiversiteit vergroot (vergroting biodiversiteit door de energietransitie);
- De klimaatadaptatie vraagt om aanpassingen in de openbare ruimte, zoals het aanleggen van wadi's, het aanbrengen van infiltratiesystemen en het vervangen van bestrating door meer groen. Dat laatste kan gelijktijdig plaatsvinden met het vervangen van de gasleidingen door leidingen van een nieuw warmtenet (klimaatadaptatie & energiestrategie).

5.4 Tot slot

Dit onderzoek geeft een kwantitatief inzicht op nationaal en regionaal niveau in de potentiële toenames en afnames van stikstofemissies, met de bijbehorende effecten in stikstofdeposities. Alhoewel kwantitatief, geeft het onderzoek een overzicht op hoofdlijnen: een (eerste) beeld van de positieve en negatieve effecten van de energietransitie in de industrie op stikstof. Het overzicht is hiermee een samenvatting en momentopname van diverse ambities en benoemde projecten in de energietransitie in de industrie. Vanuit deze samenvatting kunnen diverse lijnen worden uitgezet om onderwerpen te concretiseren en nader uit te werken, zodat het beeld dat in dit onderzoek is geschetst ook in de toekomst actueel kan worden gehouden.



Bijlage 1. Overzichtslijst vermeden emissies



Bijlage 2. Overzichtslijst projecten

Projecten

Overzichtslijst projecten

Opdrachtgever: Ministerie van EZK
Kenmerk: NEAA/2023/RBpld/01

Versie: D1.0

Datum: 4 oktober 2023
Opgesteld door: Ruud Broekman

Project Code	Projectnaam	Locatiegegevens	Cluster / regio	Categorie	Projectomschrijving	Planning				Emissie		Bronhoogtekenmerk	Extra informatie
						Start	Gereed	In gebruik	Fase	NO _x emissie	NH ₃ emissie		
P058	Groene waterstof fabriek Zeeland Refinery (H2zero)	Nieuwdorp	Zeeland-West-Brabant	Elektrolyzers	Zeeland Refinery (H2zero)	2024	2026	2026	Aanlegfase	8.221 kg	83 kg	Mobiele Werktuigen	
P059	100 MW Elektrolyzer Yara - Ørsted (Haddock)	Sluiskil	Zeeland-West-Brabant	Elektrolyzers	Yara - Ørsted (Haddock) -100 MW elektrolyzer	2023	2024	2024	Aanlegfase	7.471 kg	17 kg	Mobiele Werktuigen	
P060	1 GW Elektrolyzer Ørsted (SeaH2Land)	Vlissingen	Zeeland-West-Brabant	Elektrolyzers	Ørsted (SeaH2Land) - 1 GW elektrolyzer	2024	2025	2025	Aanlegfase	3.000 kg	30 kg	Mobiele Werktuigen	
P061	Air Liquide (ELYGator)	Terneuzen	Zeeland-West-Brabant	Elektrolyzers	Air Liquide (ELYGator) -200 MW elektrolyzer	2024	2025	2025	Aanlegfase	3.000 kg	30 kg	Mobiele Werktuigen	
P062	Dow (Hy2Zero)	Terneuzen	Zeeland-West-Brabant	Elektrolyzers	Dow (Hy2Zero) -Waterstofproductie uit methaanrijke kraakproces	2029	2030	2030	Aanlegfase	6.374 kg	63 kg	Mobiele Werktuigen	
P063	Aanlanding IJmuiden Ver Beta (2 GW)	Tracé IJmuiden Ver Beta en Maasvlakte	Rotterdam-Moerdijk	Net op Zee	2 GW naar Maasvlakte vanuit IJmuiden Ver Beta kavels III en IV)	2026	2028	2028	Aanlegfase	1.433.700 kg		Scheepvaart	
P064	Aanlanding IJmuiden Ver Alpha (2 GW)	Tracé IJmuiden Ver Alpha en Borssele	Zeeland-West-Brabant	Net op Zee	2 GW naar Borssele vanuit IJmuiden Ver Alpha (kavels I en II)	2028	2029	2029	Aanlegfase	1.368.549 kg		Scheepvaart	
P065	Aanlanding Doordewind I (2 GW)	Tracé Doordewind kavel I en Eemshaven	Noord-Nederland	Net op Zee	2 GW naar Eemshaven vanuit Doordewind (kavel I)	2029	2031	2031	Aanlegfase	1.183.854 kg		Scheepvaart	
P066	Aanlanding Doordewind II (2 GW)	Tracé Doordewind kavel II en Eemshaven	Noord-Nederland	Net op Zee	2 GW naar Eemshaven vanuit Doordewind (kavel II)	2029	2031	2031	Aanlegfase	1.159.831 kg		Scheepvaart	
P067	Carbon Connect Delta (Terminal Dow Terneuzen)	Terneuzen	Zeeland-West-Brabant	CCS / CCU / buisleidingen	Realisatie van een terminal ten behoeve van Carbon Connect Delta (Dow Terneuzen)	2027	2028	2028	Aanlegfase	50.000 kg	400 kg	Mobiele Werktuigen	
P068	Carbon Connect Delta (Terminal Yara Sluiskil)	Sluiskil	Zeeland-West-Brabant	CCS / CCU / buisleidingen	Realisatie van een terminal ten behoeve van Carbon Connect Delta (Yara Sluiskil)	2027	2028	2028	Aanlegfase	50.000 kg	400 kg	Mobiele Werktuigen	
P069	Carbon Connect Delta (Zeeland Refinery)	Nieuwdorp	Zeeland-West-Brabant	CCS / CCU / buisleidingen	Realisatie van een terminal ten behoven van Carbon Connect Delta (Zeeland Refinery)	2027	2028	2028	Aanlegfase	50.000 kg	400 kg	Mobiele Werktuigen	
P070	380/150kV station Halsteren	Halsteren	Zeeland-West-Brabant	Hoogspanningsnet	380/150 kV-station nabij Halsteren	2026	2027	2027	Aanlegfase	986 kg	15 kg	Mobiele Werktuigen	TenneT code 003.168 (station) en
P071	Elektrolyzer VoltH2 (Vlissingen)	Vlissingen	Zeeland-West-Brabant	Elektrolyzers	Realisatie van een elektrolyzer VoltH2 (Vlissingen)	2024	2025	2025	Aanlegfase	4.500 kg	45 kg	Mobiele Werktuigen	
P072	Realisatie 150kV station Velsen	Velsen	Noordzeekanaalgebied	Hoogspanningsnet	Nieuw 150 kV landstation voor aansluiting Wind op Zee in Velsen	2030	2040	2040	Aanlegfase	12.479 kg	187 kg	Mobiele Werktuigen	
P073	Studie naar 380kV uitbreiding in kop van NH	Noord-Holland	Noordzeekanaalgebied	Hoogspanningsnet	Netuitbreiding (380kV) kop van Noord-Holland	2030	2031	2032	Aanlegfase	54.218 kg	813 kg	Mobiele Werktuigen	TenneT code 003.430
P074	Aansluiting (RIB) op de regionale waterstof backbone	Amsterdam	Noordzeekanaalgebied	Waterstofnetwerk	project Regional Integrated Backbone Noordzeekanaalgebied (RIB NZKG) is een samenwerkingsverband van Gasunie en de Port of Amsterdam. Het project omvat de ontwikkeling van een 'open-access' hogedruk waterstofleiding die IJmuiden en het haven-gebied van Amsterdam aan elkaar én met de nationale waterstofbackbone van Gasunie verbindt	2029	2030	2030	Aanlegfase	5.800 kg	142 kg	Mobiele Werktuigen	
P075	Lokaal waterstof netwerk aangesloten op RIB netwerk	Amsterdam	Noordzeekanaalgebied	Waterstofnetwerk	H2avennet: lokaal lagedruk waterstofnet in het haven-gebied Amsterdam met aansluiting op RIB	2028	2030	2030	Aanlegfase	2.000 kg	49 kg	Mobiele Werktuigen	
P076	Verbinding Noord-Nederland - NZKG (HyWay27)	Noord-Nederland naar NZKG via IJsselmeer	Clusteroverstijgend	Waterstofnetwerk	Verbinding Noord-Nederland - NZKG ten behoeve van het transport van (groene)waterstof (HyWay27)	2025	2026	2026	Aanlegfase	32.148 kg	785 kg	Mobiele Werktuigen	
P077	Verbinding NZKG - Rotterdam/Moerdijk (HyWay27)	Verbinding NZKG - Rotterdam/Moerdijk	Clusteroverstijgend	Waterstofnetwerk	Verbinding NZKG - Rotterdam/Moerdijk ten behoeve van het transport van (groene)waterstof (HyWay27)	2025	2026	2026	Aanlegfase	10.716 kg	262 kg	Mobiele Werktuigen	
P078	Verbinding Rotterdam/Moerdijk - Zeeland (HyWay27)	Verbinding Rotterdam/Moerdijk - Zeeland	Clusteroverstijgend	Waterstofnetwerk	Verbinding Rotterdam/Moerdijk - Zeeland ten behoeve van het transport van (groene)waterstof (HyWay27)	2026	2027	2027	Aanlegfase	11.609 kg	283 kg	Mobiele Werktuigen	
P079	Verbinding Noord-Nederland - Chemelot (HyWay27)	Verbinding Noord-Nederland - Chemelot	Clusteroverstijgend	Waterstofnetwerk	Verbinding Noord-Nederland - Chemelot ten behoeve van het transport van (groene)waterstof (HyWay27)	2026	2027	2027	Aanlegfase	51.794 kg	1.264 kg	Mobiele Werktuigen	
P080	Verbinding Zeeland - Chemelot (HyWay27)	Verbinding tussen Zeeland - Chemelot	Clusteroverstijgend	Waterstofnetwerk	Verbinding Zeeland - Chemelot ten behoeve van het transport van (groene)waterstof (HyWay27)	2029	2030	2030	Aanlegfase	17.860 kg	436 kg	Mobiele Werktuigen	
P081	Elektrolyzer VoltH2 (Terneuzen)	Terneuzen	Zeeland-West-Brabant	Elektrolyzers	Realisatie van een elektrolyzer VoltH2 (Terneuzen)	2024	2025	2025	Aanlegfase	4.500 kg	45 kg	Mobiele Werktuigen	
P082	Elektrolyzer VoltH2 (Delfzijl)	Delfzijl	Noord-Nederland	Elektrolyzers	Realisatie van een elektrolyzer VoltH2 (Delfzijl)	2024	2025	2025	Aanlegfase	4.500 kg	45 kg	Mobiele Werktuigen	
P083	Aanlanding Hollandse Kust zuid kavels III en IV (0,76 GW)	Tracé Hollandse Kust zuid (III en IV) en Maasvlakte	Rotterdam-Moerdijk	Net op Zee	0,76 GW naar Maasvlakte vanuit Hollandse Kust (zuid) kavels III en IV	2021	2023	2023	Aanlegfase	625.833 kg		Scheepvaart	
P084	Aanlanding Hollandse Kust noord kavel V (0,76 GW)	Tracé Hollandse Kust noord (V) en Beverwijk	Noordzeekanaalgebied	Net op Zee	0,76 GW naar Beverwijk vanuit Hollandse Kust (noord) kavel V	2021	2023	2023	Aanlegfase	483.712 kg		Scheepvaart	
P085	Aanlanding Hollandse Kust west kavel VI (0,76 GW)	Tracé Hollandse Kust west (VI) en Beverwijk	Noordzeekanaalgebied	Net op Zee	0,76 GW naar Beverwijk vanuit Hollandse Kust (west) kavel VI	2023	2025	2025-2026	Aanlegfase	749.175 kg		Scheepvaart	
P086	Aanlanding Hollandse Kust west kavel VII (0,76 GW)	Tracé Hollandse Kust west (VII) en Beverwijk	Noordzeekanaalgebied	Net op Zee	0,76 GW naar Beverwijk vanuit Hollandse Kust (west) kavel VII	2023	2025	2025-2026	Aanlegfase	710.813 kg		Scheepvaart	
P087	Aanlanding Hollandse Kust west kavel VIII (0,76 GW)	Tracé Hollandse Kust west (VIII) en Beverwijk	Noordzeekanaalgebied	Net op Zee	0,76 GW naar Beverwijk vanuit Hollandse Kust (west) kavel VIII	2024	2026	2026	Aanlegfase	733.998 kg		Scheepvaart	
P088	Aanlanding IJmuiden Ver noord kavel V en VI (2x1 GW)	Tracé IJmuiden ver noord (V) en Maasvlakte	Rotterdam-Moerdijk	Net op Zee	1 GW naar Maasvlakte vanuit IJmuiden Ver (noord) kavel V en VI	2027	2029	2029	Aanlegfase	1.331.344 kg		Scheepvaart	
P089	Aanlanding Nederwiek zuid kavel I (2 GW)	Tracé Nederwiek zuid (I) en Borssele	Zeeland-West-Brabant	Net op Zee	2 GW naar Borssele vanuit Nederwiek (zuid) kavel I	2028	2030	2030	Aanlegfase	1.538.716 kg		Scheepvaart	
P090	Aanlanding Nederwiek noord kavel II (2 GW)	Tracé Nederwiek noord (II) en Maasvlakte	Rotterdam-Moerdijk	Net op Zee	2 GW naar Maasvlakte vanuit Nederwiek (noord) kavel II	2028	2030	2030	Aanlegfase	1.519.803 kg		Scheepvaart	
P091	Aanlanding Nederwiek noord kavel III (2 GW)	Tracé Nederwiek noord (III) en Geertruidenberg	Rotterdam-Moerdijk	Net op Zee	2 GW naar Geertruidenberg vanuit Nederwiek (noord) kavel III	2029	2031	2031	Aanlegfase	2.514.106 kg		Scheepvaart	
P092	Aanlanding Ten noorden van de Waddeneilanden kavel I (0,7 GW)	Tracé Ten noorden van de Waddeneilanden (I) en Eemshaven	Noord-Nederland	Net op Zee	0,7 GW naar Eemshaven vanuit Ten noorden van de Waddeneilanden kavel I	2026	2027	2027	Aanlegfase	952.005 kg		Scheepvaart	
P097	Waterstof importterminal Vlissingen	Vlissingen	Zeeland-West-Brabant	Waterstofnetwerk	Realisatie van een waterstof importterminal in Vlissingen	2024	2024	2024	Aanlegfase	20.000 kg	400 kg	Mobiele werktuigen	
P098	Waterstof importterminal (5x) Rotterdam	Rotterdam	Rotterdam-Moerdijk	Waterstofnetwerk	Realisatie van vijf waterstof importterminals in Rotterdam	2024	2024	2024	Aanlegfase	50.000 kg	1.000 kg	Mobiele werktuigen	
P099	Waterstof importterminal Amsterdam	Amsterdam	Noordzeekanaalgebied	Waterstofnetwerk	Realisatie van een waterstof importterminal in Amsterdam	2026	2027	2028	Aanlegfase	20.000 kg	400 kg	Mobiele werktuigen	
P100	Waterstof importterminal Eemshaven	Eemshaven	Noord-Nederland	Waterstofnetwerk	Realisatie van een waterstof importterminal in Eemshaven	2024	2024	2024	Aanlegfase	20.000 kg	400 kg	Mobiele werktuigen	



Bijlage 3. Overzichtskaarten locaties vermeden emissies

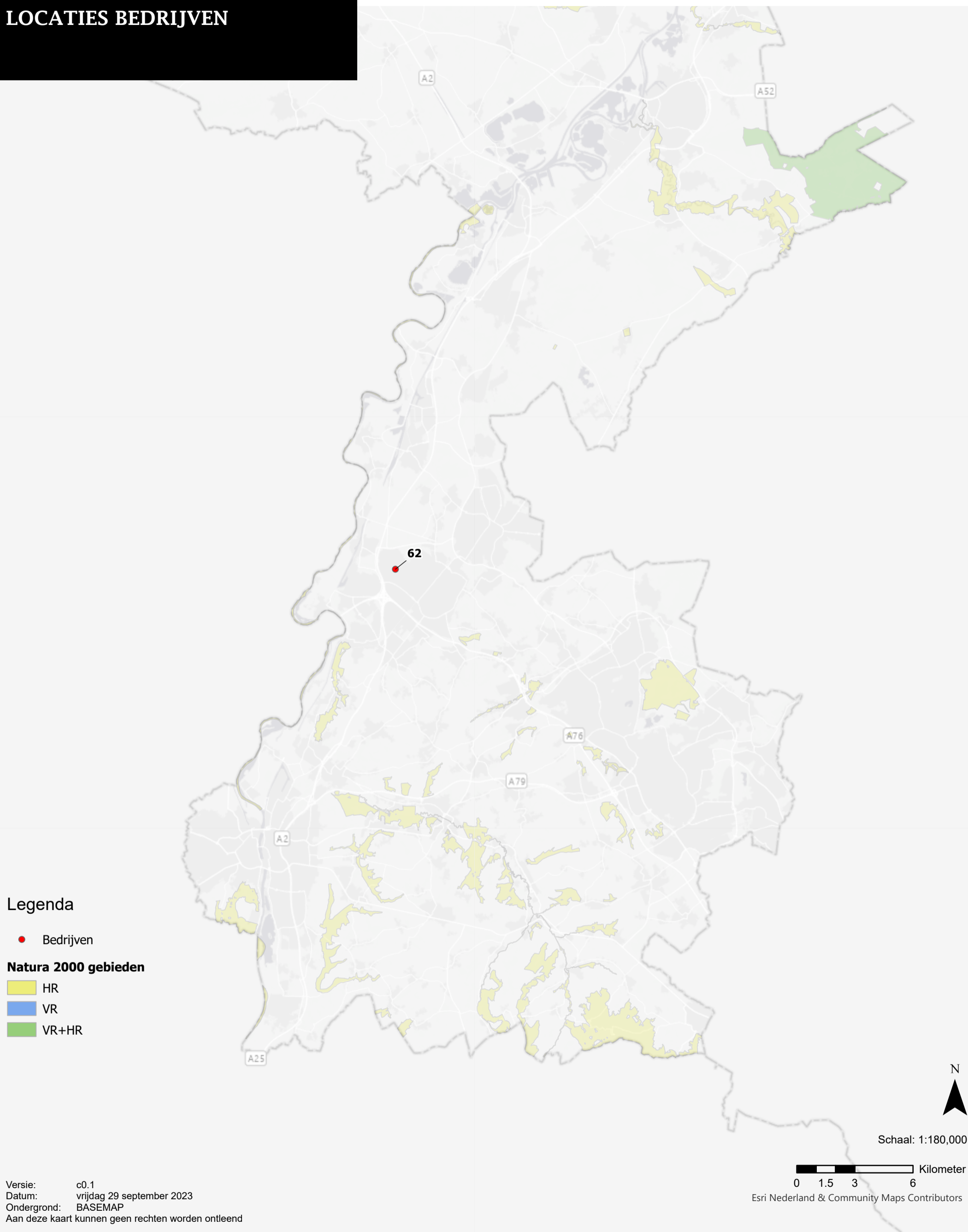
Navolgend zijn de volgende kaarten weergegeven:

- Locaties bedrijven cluster Chemelot
- Locaties bedrijven cluster Noord-Nederland
- Locaties bedrijven cluster Noordzeekanaalgebied
- Locaties bedrijven cluster Rotterdam-Moerdijk
- Locaties bedrijven cluster Schelde-Deltaregio
- Locaties bedrijven Cluster 6

Cluster Chemelot

LOCATIES BEDRIJVEN

de essentie[®]
van gebiedsontwikkeling



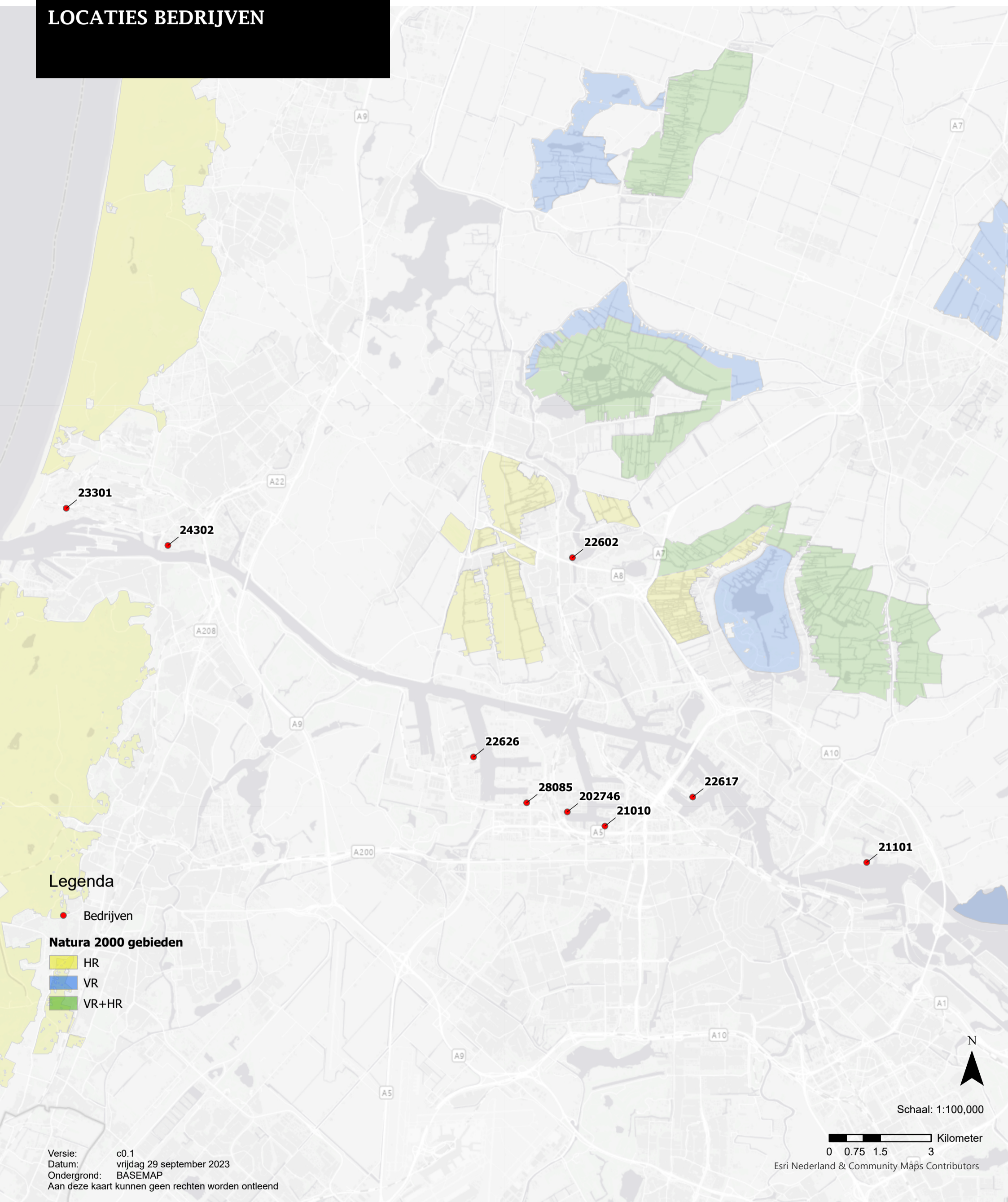
Cluster Noord-Nederland

LOCATIES BEDRIJVEN



Cluster Noordzeekanaalgebied

LOCATIES BEDRIJVEN

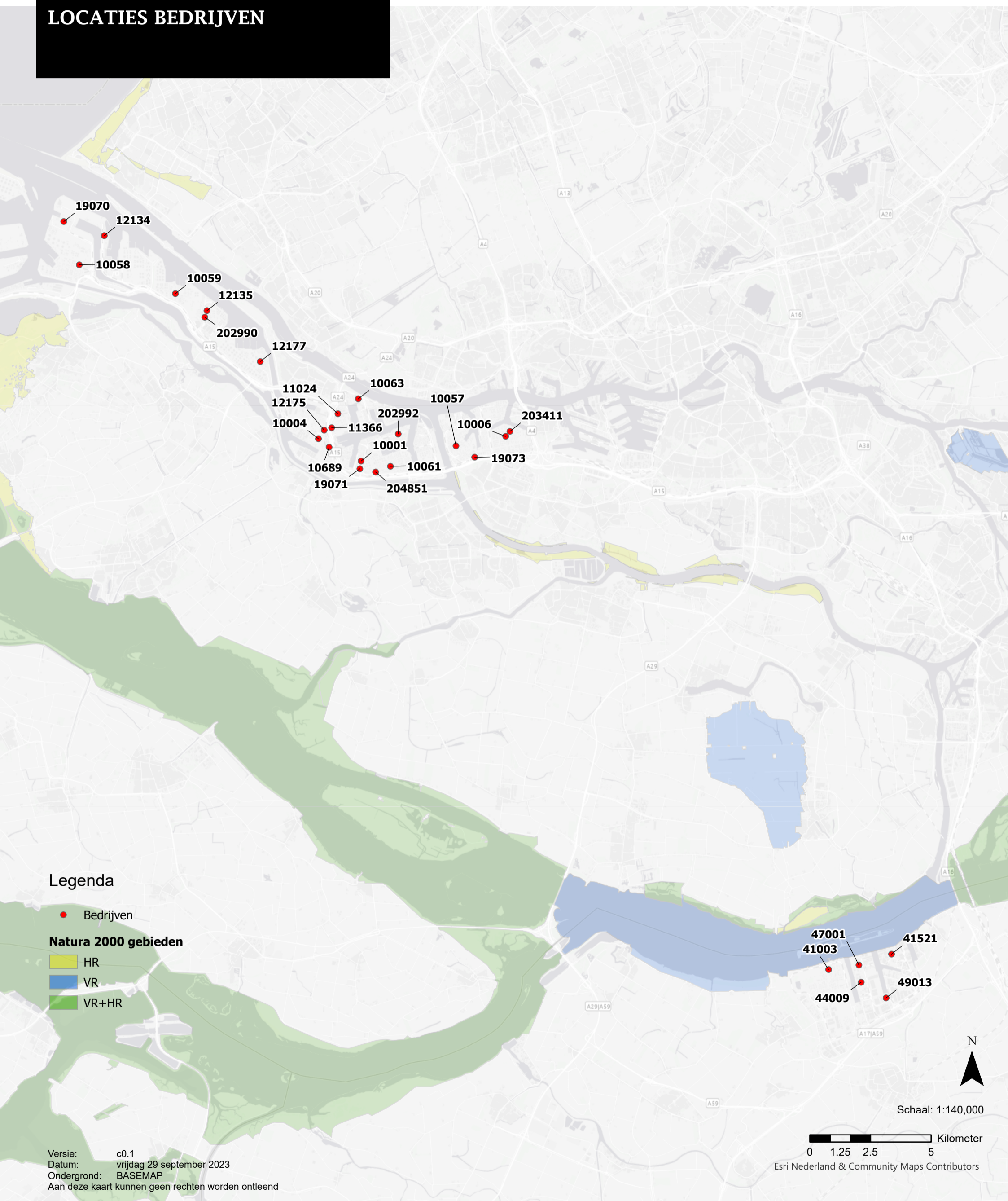


Cluster Rotterdam-Moerdijk

LOCATIES BEDRIJVEN

de essentie[®]

van gebiedsontwikkeling



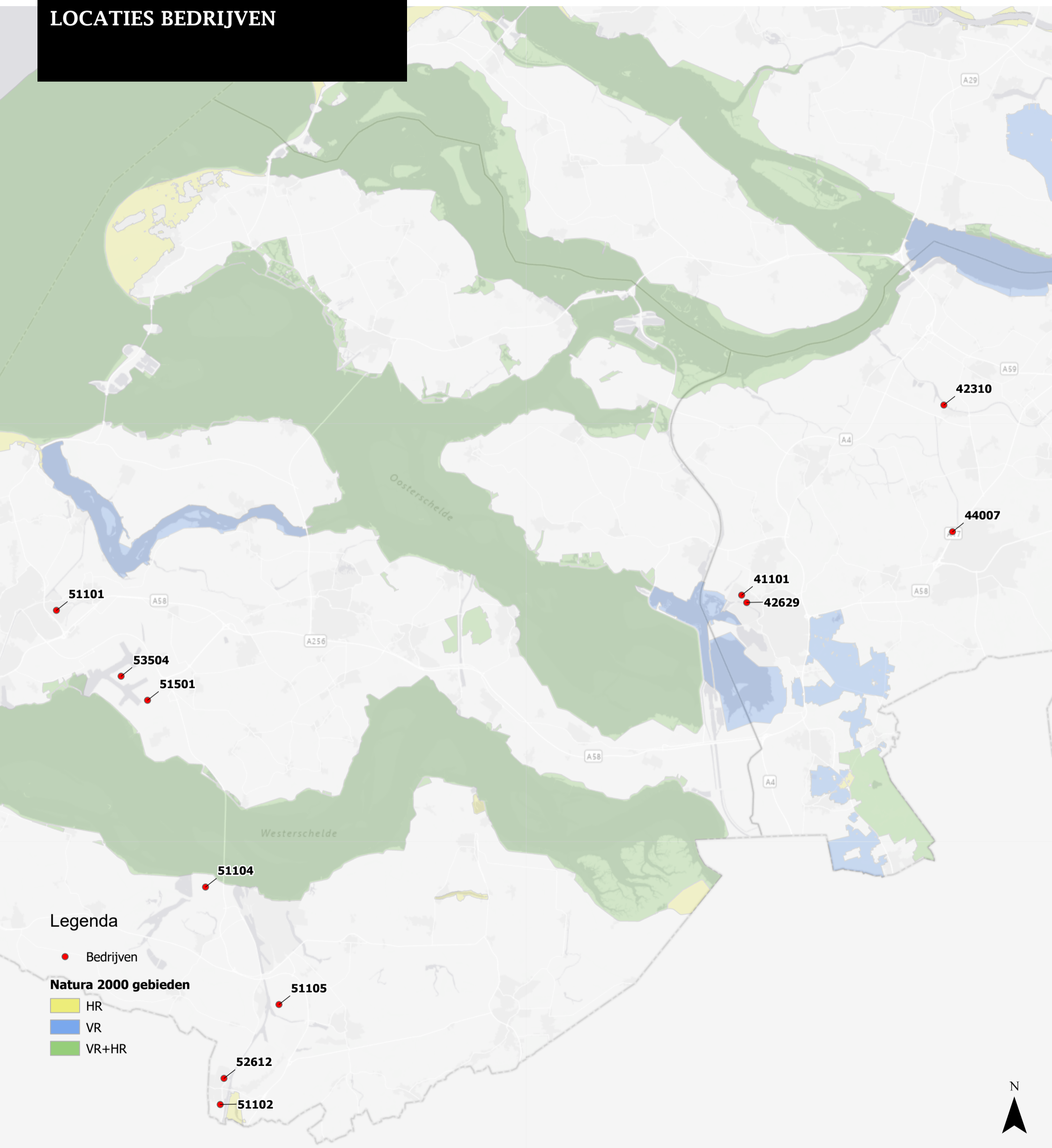
Versie: c0.1
Datum: vrijdag 29 september 2023
Ondergrond: BASEMAP
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

De essentie. Laat het lukken.

Cluster Schelde-Deltaregio

LOCATIES BEDRIJVEN

de essentie[®]
van gebiedsontwikkeling



Legenda

• Bedrijven

Natura 2000 gebieden

- HR
- VR
- VR+HR



Schaal: 1:219,812

0 2 4 8 Kilometer

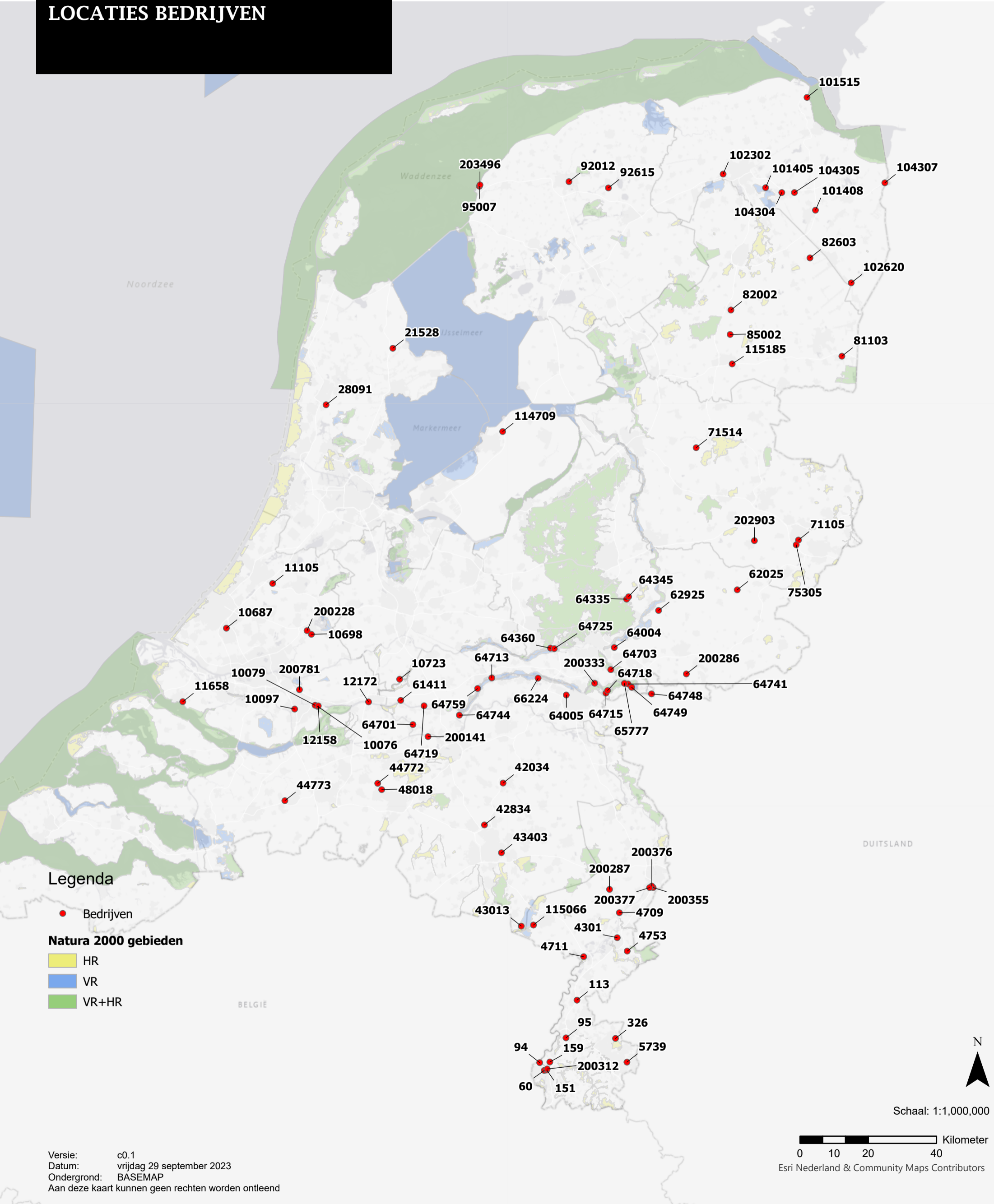
Esri Nederland & Community Maps Contributors

Versie: c0.1
Datum: vrijdag 29 september 2023
Ondergrond: BASEMAP
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

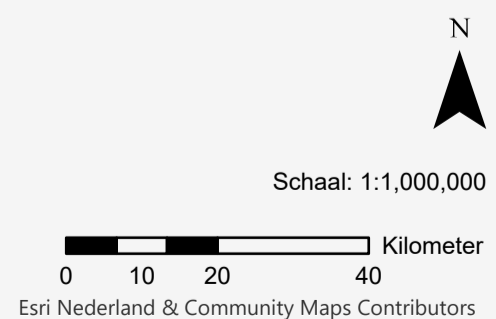
De essentie. Laat het lukken.

Cluster 6

LOCATIES BEDRIJVEN



Versie: c0.1
Datum: vrijdag 29 september 2023
Ondergrond: BASEMAP
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend





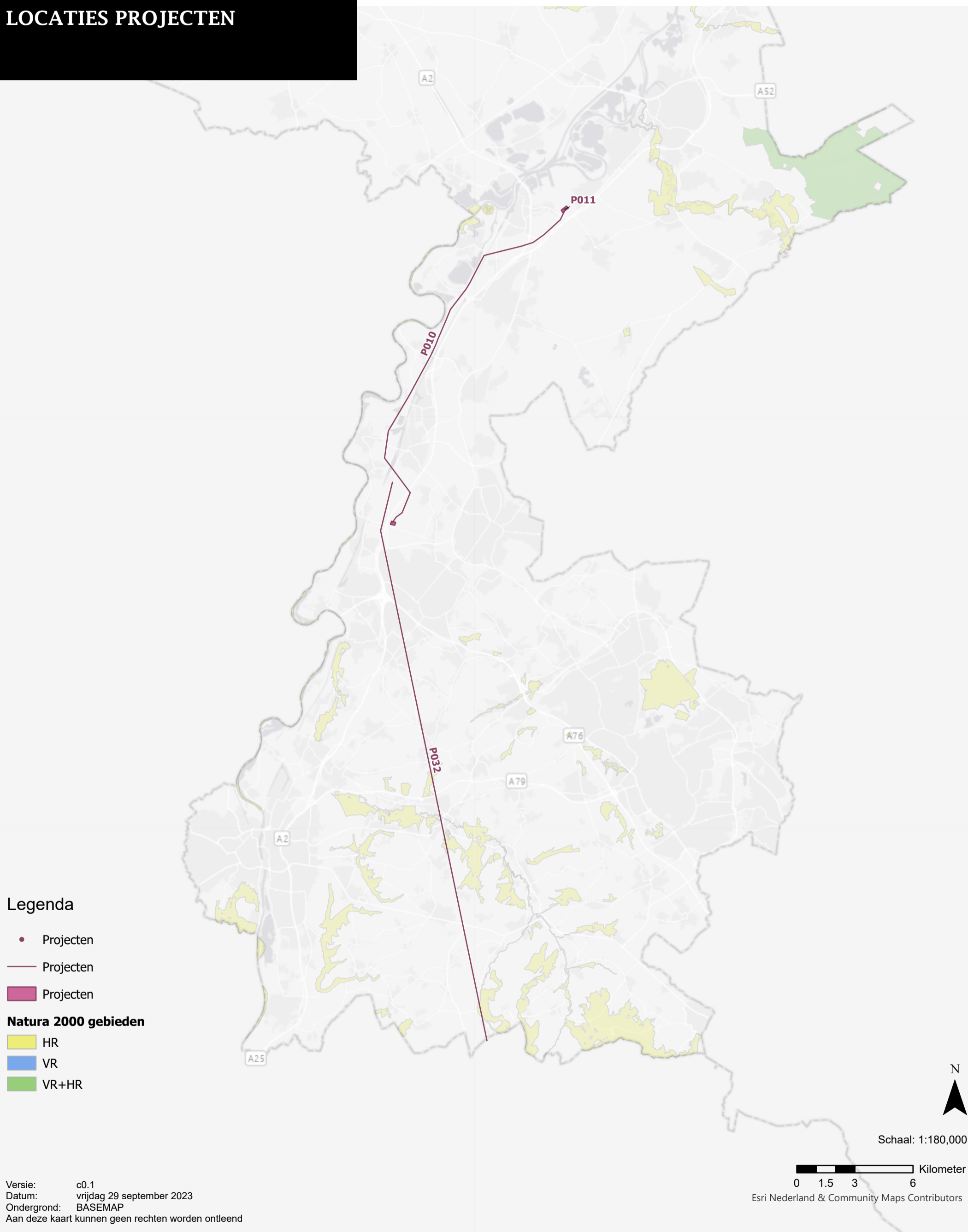
Bijlage 4. Overzichtskaarten locaties projecten

Navolgend zijn de volgende kaarten weergegeven:

- Locaties projecten Chemelot
- Locaties projecten Noord-Nederland
- Locaties projecten Noordzeekanaalgebied
- Locaties projecten Rotterdam-Moerdijk
- Locaties projecten Schelde-Deltaregio
- Locaties clusteroverstijgende projecten

Cluster Chemelot

LOCATIES PROJECTEN



Legenda

- Projecten
- Projecten
- Projecten

Natura 2000 gebieden

- HR
- VR
- VR+HR

Versie: c0.1
Datum: vrijdag 29 september 2023
Ondergrond: BASEMAP
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Schaal: 1:180,000
0 1.5 3 6 Kilometer
Esri Nederland & Community Maps Contributors

Cluster Noord-Nederland

LOCATIES PROJECTEN

de essentie[®]
van gebiedsontwikkeling

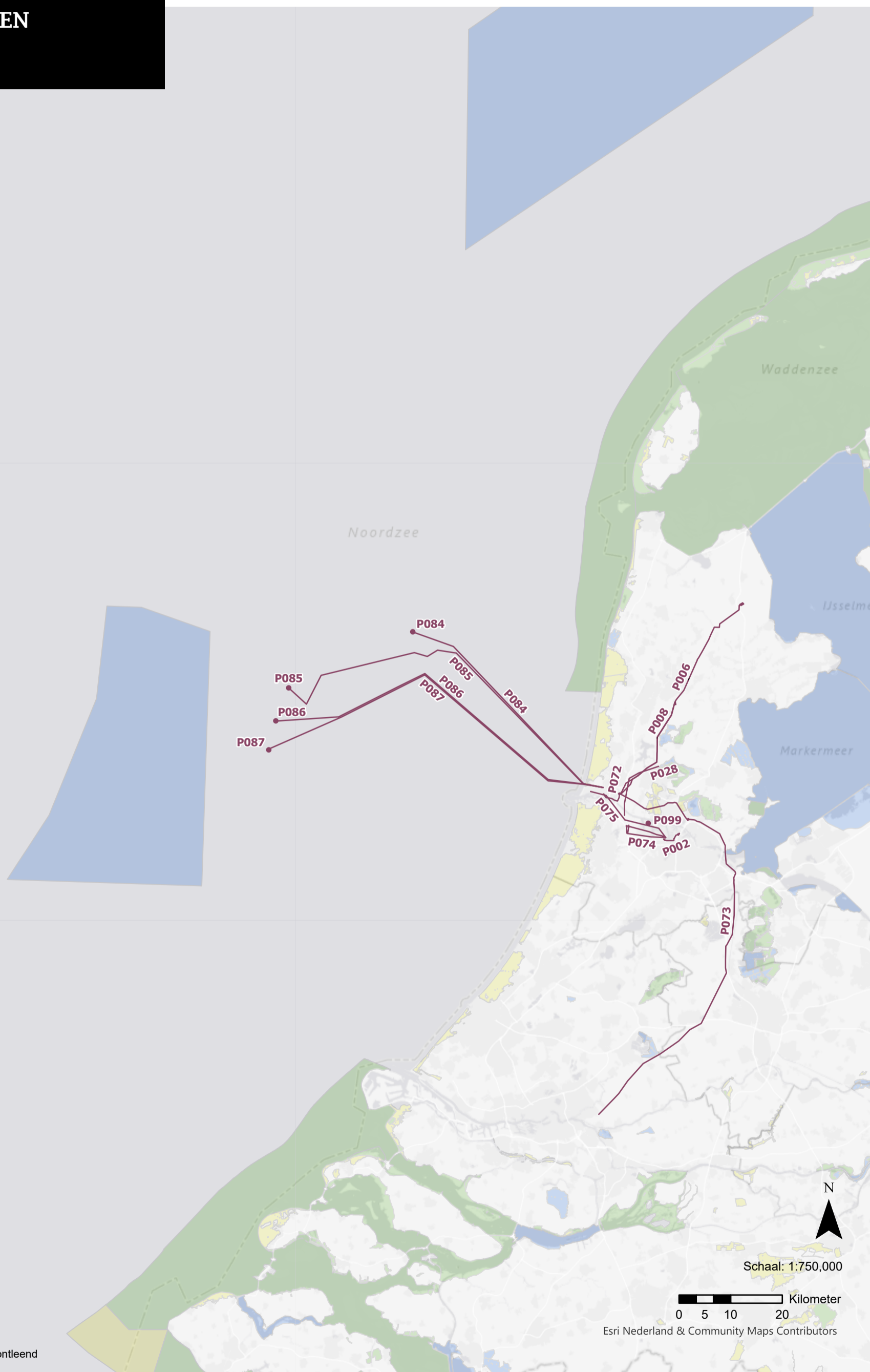


Cluster Noordzeekanaalgebied

LOCATIES PROJECTEN

de essentie

van gebiedsontwikkeling



Legenda

- Projecten
- Projecten
- Projecten

Natura 2000 gebieden

- HR
- VR
- VR+HR

Versie: c0.1
Datum: vrijdag 29 september 2023
Ondergrond: BASEMAP
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Schaal: 1:750,000

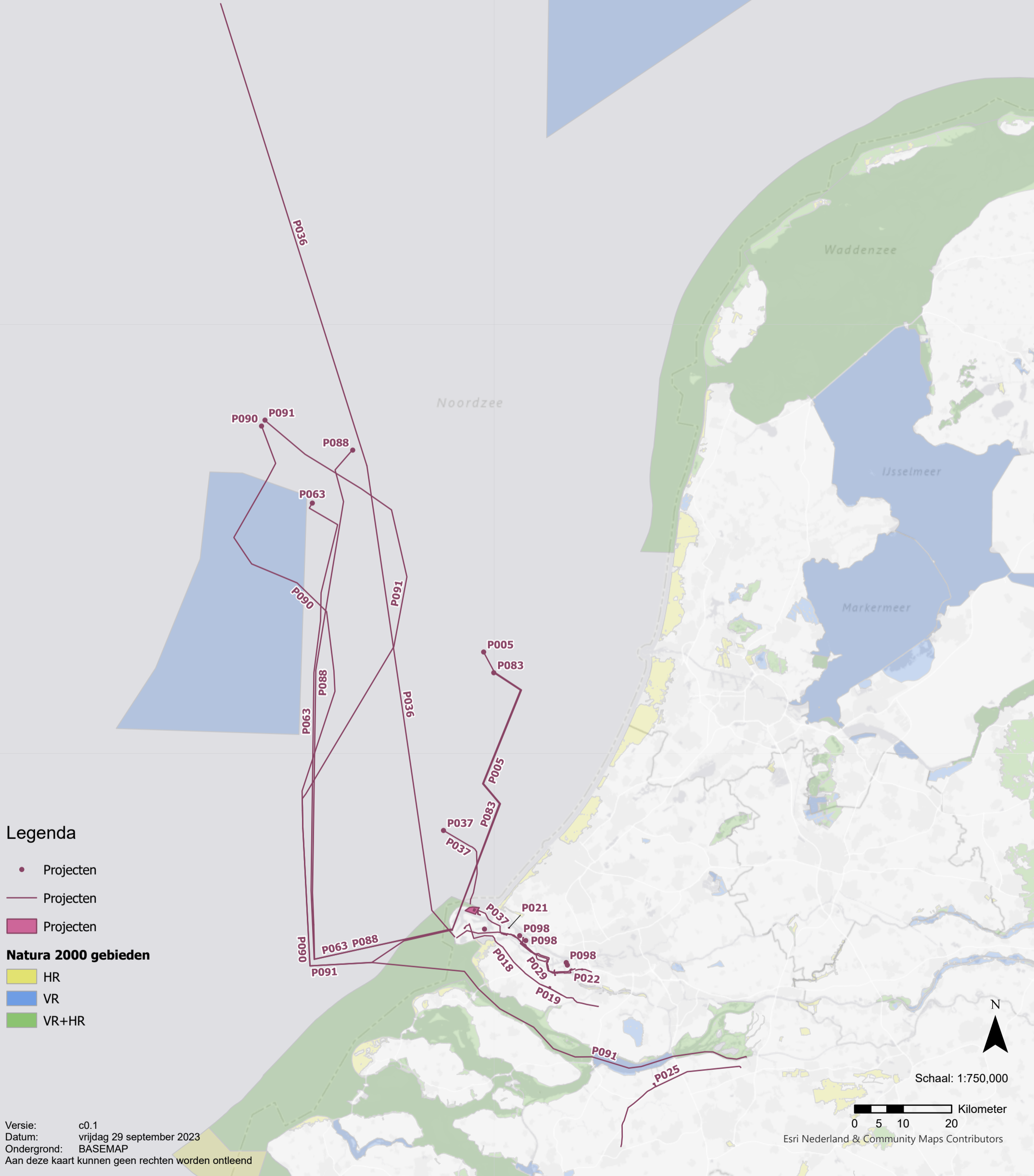
0 5 10 20 Kilometer

Esri Nederland & Community Maps Contributors

De essentie. Laat het lukken.

Cluster Rotterdam-Moerdijk

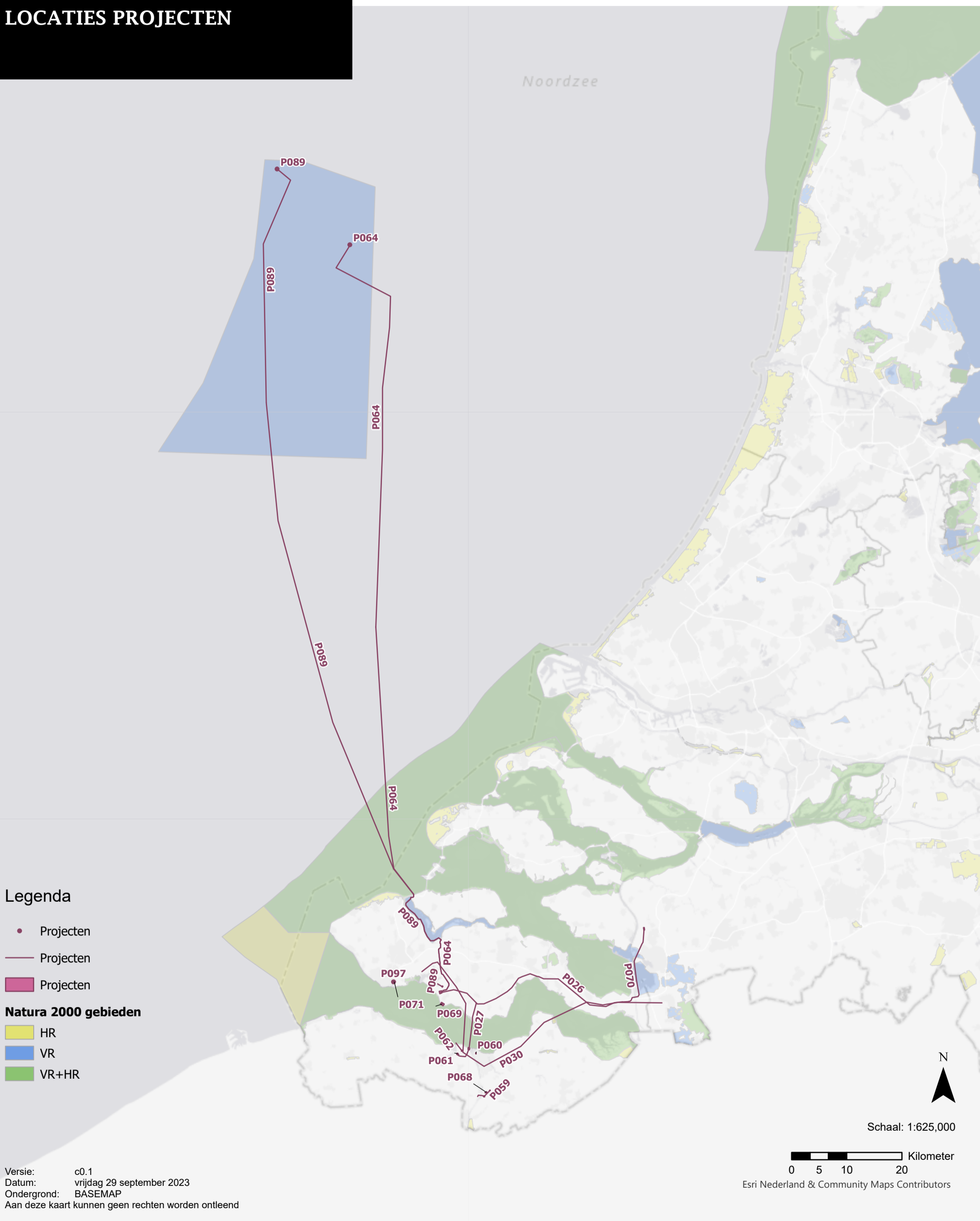
LOCATIES PROJECTEN



Cluster Schelde-Deltaregio

LOCATIES PROJECTEN

de essentie[®]
van gebiedsontwikkeling



Legenda

- Projecten
- Projecten
- Projecten

Natura 2000 gebieden

- HR
- VR
- VR+HR

Versie: c0.1
Datum: vrijdag 29 september 2023
Ondergrond: BASEMAP
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Schaal: 1:625,000

0 5 10 20 Kilometer

Esri Nederland & Community Maps Contributors

De essentie. Laat het lukken.

LOCATIES PROJECTEN



Legenda

- Projecten
- Projecten
- Projecten

Natura 2000 gebieden

- HR
- VR
- VR+HR

Versie: c0.1
Datum: vrijdag 29 september 2023
Ondergrond: BASEMAP
Aan deze kaart kunnen geen rechten worden ontleend

Schaal: 1:1,000,000
0 10 20 40 Kilometer
Esri Nederland & Community Maps Contributors



Bijlage 5. Overzicht realisatieplanning projecten

Projecten - fasering

Overzicht fasering projecten per cluster, fasering totaal

Opdrachtgever: Ministerie van EZK
Kenmerk: NEAA/2023/RBplk/01

Versie: D1.0

Datum: 4 oktober 2023
Opgesteld door: Ruud Broekman

Cluster	Project	Categorie	Start	Gereed	Emissie (NO _x)	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
CLUSTER CHEMELOT	P009	Nieuw 380kV-station Graetheide	2028	2030	11.438 kg																				
	P010	Opwaarderen 150 kV Maasbracht - Graetheide naar 280 kV	2028	2030	17.950 kg																				
	P011	Aansluiten nieuw 380kV-station Graetheide en 380kV-station Maasbracht.	2028	2030	3.818 kg																				
	P032	Regionale backbone Chemelot	2026	2027	4.465 kg																				
CLUSTER NOORD-NEDERLAND	P012	Nieuw 110kV-station in Delfzijl (Farmsum)	2025	2026	6.347 kg																				
	P013	Nieuw 110kV-station in de Oostpolder (Eemshaven)	2026	2027	8.962 kg																				
	P014	Nieuw 220kV-station in regio Delfzijl (Farmsum), incl. inlusssing op bestaande 220kV-lijn	2030	2039	10.154 kg																				
	P015	Opwaarderen 220kV-lijn Robbenplaat – Weierd – Meeden	2039	2050	33.399 kg																				
	P016	Nieuw 380 kV-station in de Oostpolder (Eemshaven), incl. inlusssing op NW380-lijn	2030	2039	22.271 kg																				
	P031	Regionale backbone Noord-Nederland	2024	2025	9.109 kg																				
	P033	Opstg-infrastructuur Zuidwending	2024	2026	25.000 kg																				
	P065	Aanlanding Doordewind I (2 GW)	2029	2031	1.183.854 kg																				
	P066	Aanlanding Doordewind II (2 GW)	2029	2031	1.159.831 kg																				
	P082	Elektrolyzer VoltH2 (Delfzijl)	2024	2025	4.500 kg																				
P092	Aanlanding Ten noorden van de Waddeneilanden kavel I (0,7 GW)	2026	2027	952.005 kg																					
P100	Waterstof importterminal Eemshaven	2024	2024	20.000 kg																					
CLUSTER NOORDEEKAANALGEBIED	P001	Nieuw 380/150kV-station tussen Beverwijk en Vijfhuizen	2029	2031	21.665 kg																				
	P002	Twee nieuwe 150kV-stations Ruigoord/Basisweg	2028	2030	26.252 kg																				
	P003	Vervanging & realisatie 150kV onderstation Hemweg	2027	2029	14.351 kg																				
	P004	Uitbreiding 380kV station Oostzaan en verzwaren 150kV Hemweg - Oostzaan	2029	2031	1.538 kg																				
	P006	Nieuwe 380kV-stations Beverwijk-Diemen-Middenmeer	2030	2040	39.904 kg																				
	P007	Nieuw 150 kV-station Oostzaan	2023	2024	9.176 kg																				
	P008	Nieuw 150kV station Beverwijk en verbinding Beverwijk-Oterleek	2023	2024	17.950 kg																				
	P028	Regionale backbone Noordzeekanaalgebied	2025	2025	5.179 kg																				
	P072	Realisatie 150kV station Velsen	2030	2040	12.479 kg																				
	P073	Studie naar 380kV uitbreiding in kop van NH	2030	2031	54.218 kg																				
	P074	Aansluiting (RIB) op de regionale waterstof backbone	2029	2030	5.800 kg																				
	P075	Lokaal waterstof netwerk aangesloten op RIB netwerk	2028	2030	2.000 kg																				
	P084	Aanlanding Hollandse Kust noord kavel V (0,76 GW)	2021	2023	483.712 kg																				
	P085	Aanlanding Hollandse Kust west kavel VI (0,7 GW)	2023	2025	749.175 kg																				
	P086	Aanlanding Hollandse Kust west kavel VII (0,7 GW)	2023	2025	710.813 kg																				
	P087	Aanlanding Hollandse Kust west kavel VIII (0,7 GW)	2024	2026	733.998 kg																				
	P099	Waterstof importterminal Amsterdam	2026	2027	20.000 kg																				
	CLUSTER ROTTERDAM-MOERDIJK	P005	Aanlanding Hollandse Kust zuid kavel I en II (0,76 GW)	2021	2023	671.965 kg																			
P017		Nieuw 380kV-station op de Maasvlakte (380kV-station Amaliahaven)	2025	2026	12.091 kg																				
P018		Uitbreiding 380kV-installatie van station Simonshaven	2025	2027	4.308 kg																				
P019		Uitbreiding 380kV-station Simonshaven en de aanleg twee 150kV-circuits	2026	2028	11.038 kg																				
P020		Nieuw 380kV-station Europoort	2030	2031	14.871 kg																				
P021		Vervanging en uitbreiding bestaande 150kV-station Europoort	2025	2025	10.076 kg																				
P022		Nieuw 150kV-station Rotterdam Petroleumweg	2024	2025	10.154 kg																				
P023		Uitbreiding 150kV-station Geervliet Noordijk verzwaren 150kV-transportcapaciteit	2026	2028	10.773 kg																				
P024		Nieuw 150kV-station Merwedeweg en het verzwaren 150kV-transportcapaciteit	2026	2027	13.283 kg																				
P025		Realisatie gecombineerd 380/150kV-station Moerdijk	2026	2030	22.291 kg																				
P029		Regionale backbone HyTransPort-RTM	2024	2025	5.715 kg																				
P035		Offloading-terminal in Rotterdam CO2NNECT	2026	2027	30.000 kg																				
P036		Aramis	2025	2026	55.800 kg																				
P037		Porghos	2023	2024	88.684 kg																				
P057		H-vison	2028	2028	33.750 kg																				
P063		Aanlanding IJmuiden Ver Beta (2 GW)	2026	2028	1.433.700 kg																				
P083	Aanlanding Hollandse Kust zuid kavel III en IV (0,76 GW)	2021	2023	625.833 kg																					
P088	Aanlanding IJmuiden Ver noord kavel V en VI (2x1 GW)	2027	2029	1.331.344 kg																					
P090	Aanlanding Nederwiek noord kavel II (2 GW)	2028	2030	1.519.803 kg																					
P091	Aanlanding Nederwiek noord kavel III (2 GW)	2029	2031	2.514.106 kg																					
P098	Waterstof importterminal (5x) Rotterdam	2024	2024	50.000 kg																					
CLUSTER SCHELDE-DELTAEGIO	P026	Hoogspanningsverbinding Zuid-West 380 kV	2030	2031	16.079 kg																				
	P027	Uitbreiding 380kV-net Zeeuws-Vlaanderen	2030	2035	42.894 kg																				
	P030	Regionale backbone Schelde-Deltaregio	2026	2027	11.252 kg																				
	P058	Groene waterstof fabriek Zeeland Refinery (H2zero)	2024	2026	8.221 kg																				
	P059	100 MW Elektrolyzer Yara - Ørsted (Haddock)	2023	2024	7.471 kg																				
	P060	1 GW Elektrolyzer Ørsted (SeaH2Land)	2024	2025	3.000 kg																				
	P061	Air Liquide (ELYGator)	2024	2025	3.000 kg																				
	P062	Dow (Hy2Zero)	2029	2030	6.374 kg																				
	P064	Aanlanding IJmuiden Ver Alpha (2 GW)	2028	2029	1.368.549 kg																				
	P067	Carbon Connect Delta (Terminal Dow Terneuzen)	2027	2028	50.000 kg																				
	P068	Carbon Connect Delta (Terminal Yara Sluiskil)	2027	2028	50.000 kg																				
	LANDELIJK	P034	Delta Corridor	2024	2026	20.994 kg																			
P076		Verbinding Noord-Nederland - NZKG (HyWay27)	2025	2026	32.148 kg																				
P077		Verbinding NZKG - Rotterdam/Moerdijk (HyWay27)	2025	2026	10.716 kg																				
P078		Verbinding Rotterdam/Moerdijk - Zeeland (HyWay27)	2026	2027	11.609 kg																				
P079		Verbinding Noord-Nederland - Chemelot (HyWay27)	2026	2027	51.794 kg																				
P080		Verbinding Zeeland - Chemelot (HyWay27)	2029	2030	17.860 kg																				



Bedrijfsprofiel De essentie

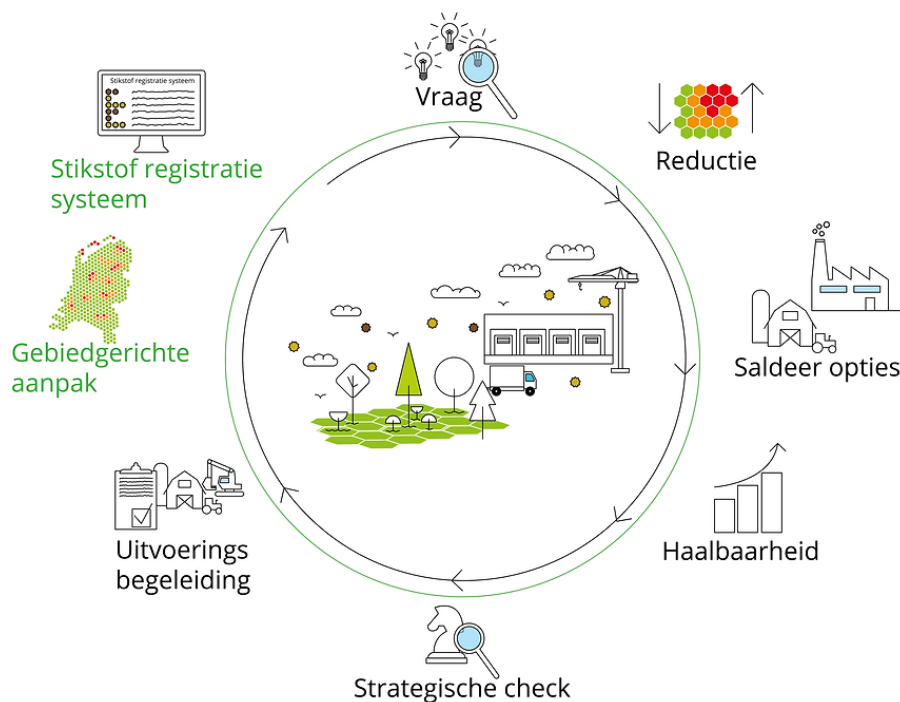
De essentie is een partner in gebiedsontwikkeling sinds 2008. Wij zijn een adviserend projectmanagementbureau dat met zo'n 30 collega's publieke en private partijen bijstaat in het laten lukken van gebiedsontwikkeling. Vakinhoudelijke expertise zit in de volgende vier fasen:

- Het initiatief: begeleiding grondaankoop, contractvorming.
- De haalbaarheid: planologisch en plan economisch kansen zien en concreet maken
- De planvorming: het plan concretiseren van concept, voorlopig naar definitief ontwerp.
- Het resultaat: Civieltechnisch buiten het plan realiseren.

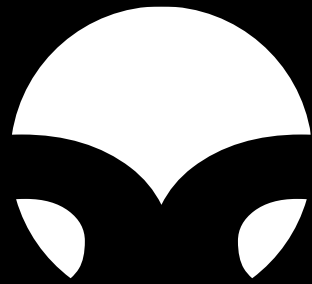


Onze stikstof aanpak

Sinds 2019 spelen stikstofuitdagingen een bepalende rol in onze opdrachten. Op basis van tacit knowledge hebben we onze aanpak ontwikkeld, programmatuur ontwikkeld, waaronder ons Stikstof Reken Systeem (STIRS). In onderstaand schema is onze aanpak schematisch weergegeven.



Met deze aanpak begeleidt De essentie diverse stikstof-projecten, zowel gericht op het opstellen van stikstofrapportages en stikstof-beoordelingen als op strategisch inzicht voor overheden en private partijen in risico's en kansen op het gebied van stikstof.



De essentie. Laat het lukken.