

Handreiking stikstofvrije woningbouw

Als je stikstof integraal meeneemt in
de opdracht, is het helemaal geen issue



BOUWEN



‘Alles hängt mit allem zusammen’

Alexander von Humboldt, 1769 - 1859¹⁾

In opdracht van

Provincie Noord-Holland

Schrijvers

Imme Groet - C-creators

Joost Walterbos - Hedgehog Company

Philip Kuipers - Hedgehog Company

Wouter Kersten - Platform31

Bijdrage

Wouter van Twillert - C-creators

Gertjan de Werk - Cirkelstad



1) [250 Jahre Alexander von Humboldt: "Alles hängt mit allem zusammen"](#)

INHOUD

4	 	Voorwoord
5	 	Management samenvatting
7	 	1 Inleiding
8		Stikstofdossier en de bouw
9		Relevantie voor gemeenten
9		Relevantie voor provincies
10	 	2 Belang van context
11		Resultaten van de verkenning
11		Integraliteit in de woningbouwopgave
12		Randvoorwaarden
13	 	3 Integrale maatregelen
14		Bouwmethodiek maatregelen
14		De invloed van de bouwmethode op de stikstofuitstoot
15		Modulair bouwen
15		Biobased bouwen
17		Elektrisch schroeffunderen
18		Elektrisch wagenpark
19		Reduceren middels intern salderen
19		Natuurinclusief bouwen
20		Filter voor NOx
20		Hergebruik bouwmaterialen
20		Zwaar materieel op waterstof
21		Bouwlogistiek
21		Slimmere en schonere bouwlogistiek
21		Bouwhub
22		Projectspecifieke bouwhub
22		Waterhub en watertransport
23		Carpoolen van en naar de bouwplaats
24		Verbeteren van leefbaarheid tijdens de gebruiksfase
24		Duurzaam mobiliteitsplan
27	 	4 Wat kan je nu doen als gemeente om met stikstof om te gaan
28		Kader voor de stikstofproblematiek
29		Handelingsperspectief
29		Rol van de gemeente
29		Samenwerkingen
30		Instrumenten
31	 	5 Cases
32		Haarlem
33		Zaanstad
34		Schagen
35		BUCH
38	 	Bronvermeldingen

VOORWOORD

Naar 'bio-based huizen' zullen we op korte termijn niet verhuizen, maar in 2035 kunnen de woningen er wel eens heel anders uitzien. Het is belangrijk dat we nu al met elkaar nadenken hoe we tot duurzame woonwijken komen. Woonwijken waar stikstof geen issue meer is doordat we met onze gasloze woningen en elektrische auto's geen uitstoot meer hebben. En waar de huizen ook nog eens met 'zero emissie' werktuigen zijn gebouwd.

Samen met het rijk, gemeenten en marktpartijen in de bouw zijn we druk bezig om de urgente knelpunten met stikstof op te lossen. Een aantal oplossingen die de woningbouw weer op gang brengen is inmiddels in gang gezet. Denk aan het verlagen van de maximumsnelheid en de mogelijkheid om na de sloop van gebouwen gebruik te maken van de 'stikstofruimte' die dan ontstaat. Aan andere maatregelen wordt nog hard gewerkt. Met deze handreiking 'Stikstofvrij bouwen' wil ik perspectief bieden voor de langere termijn.

De handreiking, die samen met C-creators is opgesteld, geeft een goed overzicht van de mogelijkheden om stikstof terug te brengen, zowel in de bouwfase als tijdens de bewoning. Daarbij zal iedere gemeente voor zijn of haar situatie moeten bekijken wat, nu én de komende vijf jaar, wenselijk en haalbaar is. Wanneer we met deze maatregelen ook nog eens bijdragen aan energietransitie, klimaatadaptatie en circulaire bouw, dan hebben we mijns inziens een win-win-win-situatie. Ik zeg dus, nú, sámen aan de slag, daar kunnen we alleen maar profijt van hebben!



Cees Loggen,
Gedeputeerde Wonen

MANAGEMENTSAMENVATTING

Sinds 2019 staat stikstofuitstoot in het middelpunt van de belangstelling. Niet alleen omdat het een schadelijk effect heeft op Natura2000 gebieden, maar vooral omdat we ons niet aan de EU-afspraken over grenswaarden voor stoffen in de lucht houden. De uitstoot in de bouw is een van de boosdoeners. Dit heeft geleid tot een stop op de vergunningverlening voor bouwprojecten.

Bij sommige gemeenten is er weinig animo en/of capaciteit om actief iets aan stikstofuitstoot te doen, tenzij - door nieuwe wet- en regelgeving - per direct de woningbouw stil komt te liggen. Gemeenten vinden dat de vergunningverlening de woningbouw onevenredig hard raakt, gezien de lage stikstofuitstoot op de bouwplaats. Uit dit onderzoek blijkt dat dit laatste geen recht doet aan de realiteit. Het aandeel van de bouw op de stikstofdepositie en hiermee de schade aan de natuur en gezondheid van de mens is substantieel:

- 1 Bij de bouwmethodiek: uitstoot van graaf- en bouwmachines (ook aangedreven door fossiele brandstoffen).
- 2 Bij de bouwlogistiek: zware vrachtwagens, door fossiele brandstoffen aangedreven.
- 3 Tijdens de gebruiksfase: structurele uitstoot van stikstof door gebruik van auto's door bewoners en leveranciers.

Circulair bouwen biedt aanknopingspunten om stikstofuitstoot te verminderen op korte en lange termijn. Daarnaast levert het als onderdeel van bredere verduurzaming van de bouw meerdere voordelen op voor gezondheid, leefbaarheid, biodiversiteit en CO₂-reductie. Dit maakt het relevant voor gemeenten meer inzicht te krijgen in maatregelen die méér voordelen opleveren dan alleen stikstofreductie.

Door het toepassen van maatregelen voor circulair bouwen ben je al halverwege op weg om het stikstofuitstootaandeel van de woningbouw irrelevant te maken.

De volgende maatregelen lijken het meest kansrijk:

- 1 Voor de bouwlogistiek zijn **bouwhubs** kansrijk: met bouwhubs op strategische locaties kan bouwlogistiek sterk verminderd worden (50-70%); dus een mogelijk evenredige reductie in uitstoot.
- 2 Op de bouwplaats is **prefab bouwen** interessant: prefab modules kunnen in de fabriek gemaakt en op de bouwplaats in elkaar gezet worden. Dit scheelt zwaar materieel op de bouwplaats en kan de bouwtijd tot wel de helft verkorten.
- 3 Tijdens de gebruiksfase is een **mobiliteitsplan voor emissieloze mobiliteit** belangrijk: met een uitgebreid mobiliteitsplan met verschillende alternatieven (deelmobiliteit, OV, fiets, zero emissie voertuigen) kan het autoverkeer en hiermee de stikstofuitstoot sterk teruggedrongen worden.

Deze maatregelen voor de bouwlogistiek, bouwmethodiek en gebruiksfase zijn het meest kansrijk, omdat deze al worden toegepast en relatief makkelijk uitgebreid en opgeschaald kunnen worden. Daarnaast leveren de maatregelen niet alleen een reductie in stikstofuitstoot op, maar ook vele andere voordelen, zoals reductie in CO₂-uitstoot, vergroting leefbaarheid, versterking biodiversiteit, etc.

Om deze maatregelen in te voeren, kan een gemeente direct met de volgende drie acties aan de slag.

- 1 **Start met een visie/strategie voor duurzaam/circulair bouwen.** Koppel hierbij de doelstellingen voor stikstofreductie aan bijvoorbeeld duurzame woningbouw, gezondheid, en biodiversiteit.
- 2 **Start vroegtijdig met samenwerkingen binnen domeinen van een gemeente en marktpartijen.** Omdat doelstellingen van verschillende domeinen zijn gekoppeld, is het belangrijk de samenwerking op te zoeken met de verschillende stakeholders.
- 3 **Kies op basis van de context passende maatregelen per woningbouwproject.** Vele maatregelen zijn mogelijk. Het is afhankelijk van de context welke maatregelen toegepast kunnen worden om de beoogde doelstellingen te behalen.
- 4 **Zet instrumenten in per maatregel.** Een instrumentarium (bijv. budgetten reserveren, of criteria opstellen) is nodig om de maatregel te realiseren.

Bij het uitvoeren van dit actieplan is een domeinoverschrijdende blik essentieel: kijk verder dan het behalen van doelstellingen voor stikstofreductie. Ook een langetermijnaanpak is cruciaal.

Een laatste suggestie voor verschillende overheden is de volgende: faciliteer kennisdeling en uitwisseling van best practices. Zo hoeft niet ieder voor zich het wiel uit te vinden en kunnen overheden en marktpartijen versneld van elkaar leren.

Leeswijzer

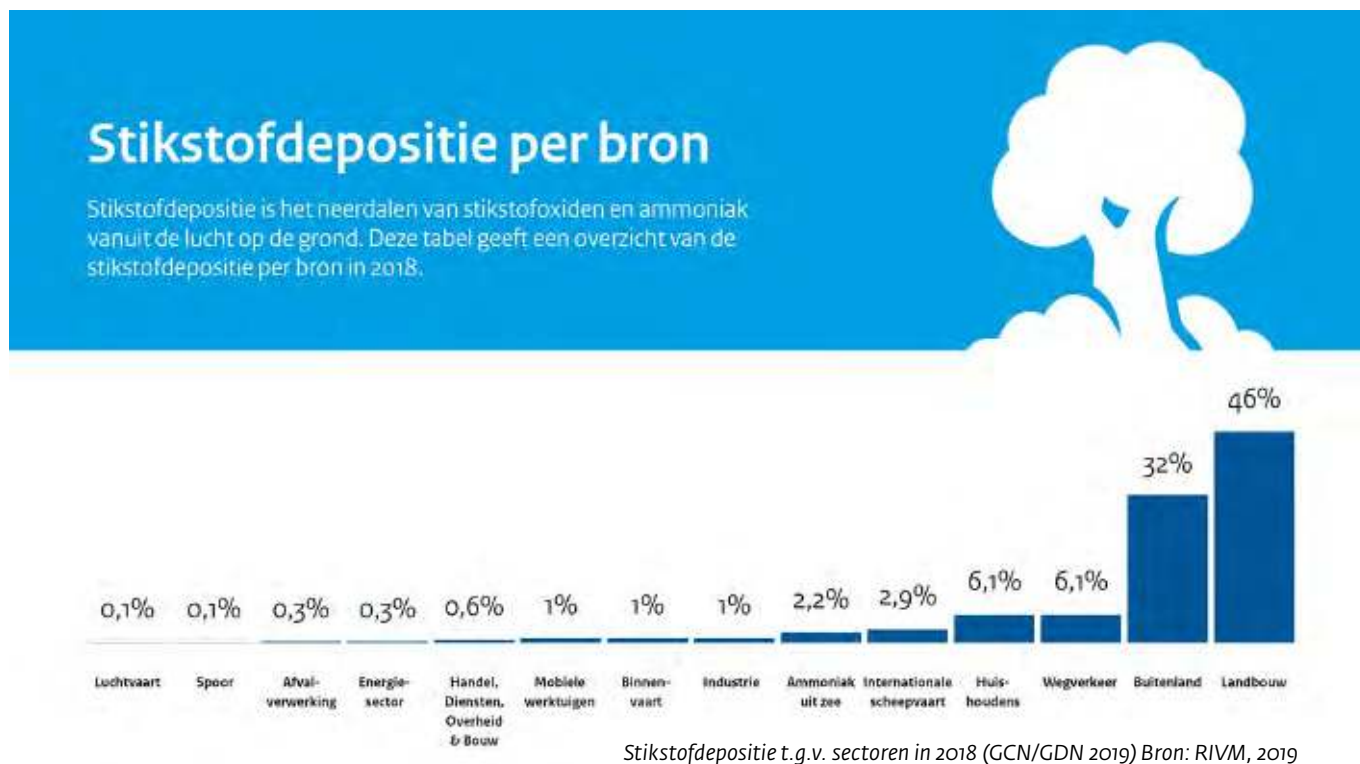
De handreiking begint met een korte inleiding (H1) van de stikstofproblematiek in relatie tot de woningbouw. Vervolgens presenteren we de resultaten van de verkenning met marktpartijen en gemeenten, samen met de introductie van een stappenplan (H2), met aandacht voor randvoorwaarden die invloed hebben op de te nemen maatregelen (H3), waarbij gemeenten en marktpartijen centraal staan. Het volgende hoofdstuk biedt een eerste aanzet tot een handelingsperspectief (H4). Om de waarde van het stappenplan te laten zien, passen we dit toe op een viertal cases (H5) van verschillende gemeenten in de provincie Noord-Holland. Deze woningbouwprojecten zijn verschillend van grootte, karakter en complexiteit, om het belang van context aan te tonen. Deze zijn bepalend voor de maatregelen.



INLEIDING



In opdracht van de Provincie Noord-Holland heeft C-creators deze handreiking opgesteld voor gemeenten in de provincie. De aanleiding voor deze handreiking was de stikstofcrisis: de ongewenste situatie van stilgelegde woningbouwprojecten als gevolg de stikstofuitspraak van de Raad van State. Het doel van deze handreiking is om gemeenten en marktpartijen handelingsperspectief te bieden uit deze stikstofcrisis. We presenteren concrete en praktische interventies die een significante bijdrage kunnen leveren aan stikstofreductie of om andere relevante redenen een beloftevolle innovatie zijn.



Afbeelding 1 | Stikstofdepositie per bron

De stikstofcrisis kreeg een nieuwe wending in 2019 toen de vergunningsaanvragen van ongeveer 18.000 bouw- en infrastructuurprojecten werden stilgelegd zowel op het niveau van bestemmingsplannen als bij het verstrekken van omgevingsvergunningen²⁾. Dit gebeurde n.a.v. 2 uitspraken van de Raad van State over het Programma Aanpak Stikstof (PAS): (1) de PAS mag niet als basis gebruikt worden voor activiteiten die extra stikstofuitstoot veroorzaken en (2) er mag bij het geven van toestemmingen niet meer vooruitgelopen worden op maatregelen die mogelijk positieve gevolgen kunnen hebben.³⁾

Stikstof wordt uitgestoten door verschillende sectoren zoals landbouw, verkeer, industrie en gebouwde omgeving. Stikstofdepositie is het neerdalen van stikstofoxiden en ammoniak uit de lucht op de grond⁴⁾. Stikstofdepositie bestaat uit de stoffen ammoniak (NH₃) en stikstofoxiden (NO_x). Stikstofoxiden komen voornamelijk vrij bij het verbranden van fossiele brandstoffen. Ammoniak komt vooral vrij uit de landbouw. De Rijksoverheid heeft in kaart gebracht welke sectoren stikstofdepositie veroorzaken⁵⁾.

Stikstofdossier en de bouw

Bij afbeelding 1 is te zien dat bouw, samen met handel, diensten en overheid voor 0.6% bijdragen aan de totale stikstofdepositie in Nederland. Een conclusie is dat individuele bouwprojecten een relatief klein aandeel hebben aan vermesting en verzuring van natuurgebieden en de bouw onevenredig sterk is getroffen door de nieuwe vergunningverlening, vergeleken met andere sectoren en bronnen. Daarom werkt het kabinet aan een vrijstelling van stikstof vergunningverlening voor de bouwfase van een woonwijk⁶⁾. Hierdoor kan de bouwproductie weer op gang komen. Dat is goed nieuws gezien de woningbouwopgave in de MRA.

2) Economisch Instituut voor de Bouw - Stikstofproblematiek, oktober 2019

3) Programma Aanpak Stikstof - PAS uitspraken mei 2019

4) Rijksoverheid, infographic, oktober 2019

5) TNO, stikstofemissie en -depositie, oktober 2019

6) Volkskrant, kabinet geeft bouwsector gedeeltelijk stikstofverlof, 13 oktober 2020

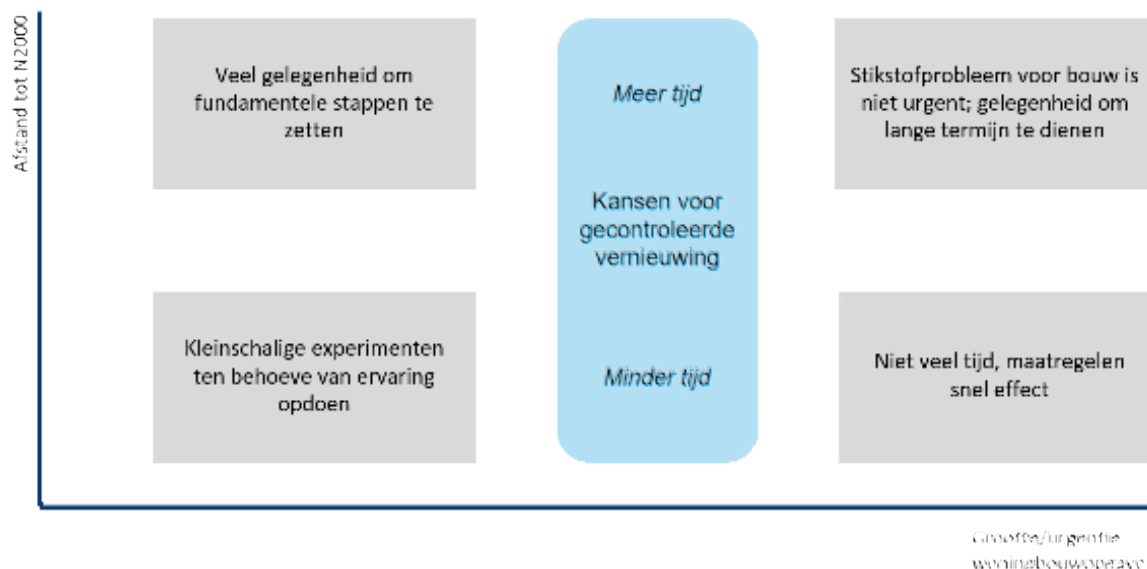
Minder goed nieuws is dat deze vrijstelling geen oplossing biedt voor de structurele problemen die de bouwsector veroorzaakt op het gebied van uitstoot van stikstofoxiden. Het probleem is namelijk complex:

- De bijdrage van de bouwsector aan de totale stikstofdepositie is groter dan 0.6%. Het bouwverkeer voor de aanleg van een wijk en het verkeer daarbinnen valt onder het aandeel wegverkeer (bijdrage van 6.1%).
- De bijdrage van een individueel woningbouwproject is bijna verwaarloosbaar, maar alle geplande woningbouwprojecten samen hebben wel grote effecten op de stikstofdepositie. Zeker gezien de schaal en tijdsdruk van de grote woningbouwopgave in de provincie Noord-Holland.
- Stikstofoxiden veroorzaakt niet alleen schade aan Natura-2000 gebieden, maar heeft ook een weerslag op de luchtkwaliteit en kan gezondheidsschade veroorzaken⁷⁾.
- De stikstofoxidenuitstoot en PFAS regeling veroorzaken de huidige problemen in de bouw, echter in de toekomst kunnen andere klimaat- of gezondheidsmaatregelen vergelijkbare effecten hebben.
- Er zijn aanvullende andere uitdagingen in Nederland te overwinnen zoals het terugdringen van CO₂ en verhogen van luchtkwaliteit ondanks intensivering van landgebruik. En ook voor de toekomst liggen er nog onzichtbare uitdagingen op het pad, de stikstofcrisis kwam ook 'uit het niets'.

Kortom, het moet radicaal anders in de bouw en bovenstaande uitdagingen creëren urgentie om nu meteen toekomstbestendige bouwsector⁸⁾ te ontwikkelen. Publieke opdrachtgevers kunnen hierbij een cruciale speler zijn door de goede randvoorwaarden te creëren en de juiste uitvraag te formuleren.

Relevantie voor gemeenten

Niet alle gemeenten zitten in dezelfde situatie waardoor het niet zinvol is om elke gemeente dezelfde maatregelen of suggesties mee te geven. Afhankelijk van zogeheten 'kerndimensies' kunnen gemeenten voorsorteren op soorten maatregelen die bij hun situatie passen. In het volgende hoofdstuk gaan we expliciet in op die maatregelen. Hier geven we een aanzet tot een navigatie-handreiking.



Afbeelding 2 | Conceptuele indeling scenario's voor situatie-afhankelijk stikstofbeleid

Circulair bouwen – in de breedste zin van het woord – biedt aangrijpingspunten voor een proactieve houding bij gemeenten en marktpartijen⁹⁾. Het doel van de handreiking is inzicht te geven en een aanzet tot handelingsperspectief voor gemeenten die momenteel te maken hebben met stopzetten van bouwvergunningen, om gepaste maatregelen te nemen voor duurzame woningbouw.

Relevantie voor provincies

Voor provincies is het relevant om de woningbouwopgave en stikstofdoelstellingen op te pakken met verschillende duurzaamheidsopgaven omdat zij al samenwerken met gemeenten om woningbouw te faciliteren. Daarnaast is de provincie de schakel tussen het rijk en de gemeente en opereert op regionaal niveau. Dit niveau kan geschikt zijn om bepaalde maatregelen door te voeren (zie hoofdstuk 'integrale maatregelen'). Dit kan de provincie doen vanuit haar verschillende rollen bij woningbouw: beleidsmaker, verbinder, kennismakelaar en aanjager.

7) Milieu Centraal, Stikstof in de lucht en bodem, december 2019

8) ABN AMRO, Stikstof en PAS verspreiden zich als olievlek over de bouwsector, januari 2020

9) Adviescollege Stikstofproblematiek - rapport 'niet alles kan overal'



BELANG VAN CONTEXT



Het vorige hoofdstuk laat zien dat gemeenten last hebben van het stilleggen van vergunningen voor de geplande woningbouw. Het is nodig om te verkennen wat gemeenten nu doen en waar behoefte aan hebben. Kortom welke ondersteuning ze nodig hebben om zowel woningbouw als stikstofreductie te realiseren.

Resultaten van de verkenning

Voor deze handreiking hebben we een verkenning uitgevoerd bij gemeenten en marktpartijen. Deze verkenning was tweeledig: (1) inventarisatie naar de behoeften van zowel gemeenten als marktpartijen bij huidige bouwprojecten en (2) inventarisatie wat er momenteel gedaan wordt en wat er in de nabije toekomst verbeterd kan worden. Dit leidt tot de volgende inzichten:

- **Gemeenten gaan eerst op zoek naar uitzonderingen**
Indien uitsluitend de stikstofuitstoot een probleem vormt bij een bouwplan, dan onderzoeken gemeenten eerst mogelijke uitzonderingen om de bouwplannen alsnog doorgang te laten ondervinden.
- **Meekoppelen biedt meer kansen**
Als bepaalde bouwmethoden of bouwlogistiek maatregelen minder stikstofuitstoot geven en deze maatregelen andere voordelen opleveren, zijn gemeenten (meer) geïnteresseerd in deze maatregelen.
- **Samenwerken is een cruciale voorwaarde**
Het uitvragen van deze maatregelen vraagt een samenwerking tussen verschillende afdelingen van een gemeente. Die afdelingen zijn ook nodig om een integraal beeld te krijgen van voordelen voor verschillende beleidsdomeinen van actief beleid m.b.t. verduurzaming van woningbouw. Niet alleen gemeenten moeten op een andere wijze te werk gaan bij andere bouwmethoden of bouwlogistiek. Ook marktpartijen moeten op een andere wijze werken en bouwen.
- **Neem circulair/duurzaam bouwen als uitgangspunt**
Indien circulair bouwen maatregelen integraal worden meegenomen bij uitgifte van kavels, dan is stikstofuitstoot geen belemmerende factor meer voor vergunningverlening.

Conclusie uit deze inzichten is dat stikstofuitspraak van de Raad van State als extra aanleiding moet worden gezien om aan de slag te gaan met het verder verduurzamen van de bouwsector. Verduurzaming van de bouw levert namelijk vele voordelen op, niet alleen op het gebied van een vermindering van stikstofdepositie, maar bijvoorbeeld ook de gezondheid¹⁰⁾ en biodiversiteit¹¹⁾. Door verduurzaming versneld door te voeren, is stikstofdepositie geen probleem meer, worden natuurgebieden minder belast en verbetert de luchtkwaliteit. Deze zogeheten integraliteit, of 'ontnauwing' is de basis voor deze handreiking.

Integraliteit in de woningbouwopgave

Vanuit de verkenning is de behoefte om integraal te kijken naar de verduurzaming van de woningbouwopgave, in plaats van alleen de stikstofproblematiek bij woningbouw en mogelijke oplossingen hiervoor. Om integraal te kijken naar verduurzaming van de woningbouwopgave, is het volgende stappenplan nuttig om te hanteren.

1 Analyse van de randvoorwaarden

De eerste stap is een inventarisatie van randvoorwaarden, die bepalen of een (soort) maatregel überhaupt kan. Denk aan beschikbaarheid van water, al dan niet stedelijk gebied, etc. Deze randvoorwaarden zijn genoemd in het hoofdstuk 'integrale maatregelen'.

2 Ruimtelijk plan

Opstellen en integreren van het ruimtelijk plan. Het ruimtelijk plan is het bouwplan van de geplande woningbouw. Hierin staan het aantal woningen, bouwhoogte, doelgroep, visie etc.

3 Maatregelen

Welke maatregelen kun je nemen, die stikstofvrij bouwen en andere voordelen opleveren. Het is contextafhankelijk welke maatregelen passend zijn bij de omgeving en bouwplannen. Overzicht hiervan staat op pagina 8 en 14.

10) Longfonds - vieze lucht, oktober 2019

11) RVO - Natuurinclusief bouwen, 2020

4 Verhouding maatregelen

De maatregelen vertonen onderlinge samenhang. Zo kunnen bepaalde maatregelen het beste met elkaar gecombineerd worden. Zie hoofdstuk 'integrale maatregelen' voor een overzicht van maatregelen.

5 Meerdere voordelen

Per maatregel zijn meerdere voordelen te identificeren. Dit geeft extra argumenten om bepaalde maatregelen door te voeren.

6 Handelingsperspectief

Een handelingsperspectief geeft beschikbare mogelijkheden om in bepaalde situaties te handelen. Denk aan het inzetten van een bepaald instrumentarium of te betrekken organisaties.

Randvoorwaarden

De situatie van een gemeente beïnvloedt zoals eerder aangegeven het soort beleid dat zinvol is. Daarnaast zijn er randvoorwaarden die mede bepalend zijn of een (soort) maatregel überhaupt *kan*. Door hier enkele voorbeelden te noemen kunnen gemeenten mogelijk sneller zelf identificeren hoe ze kunnen detecteren of datgene wat ze willen, ook echt kan in hun situatie.

- Als wordt overwogen om waterwegen (zowel binnenstedelijk als tussen gemeenten) in te zetten voor emissie-arme bouwlogistiek, moeten die waterwegen er wel zijn, in de buurt van te verwachten bouwplaats locaties.
- Een bouwhub heeft uitsluitend zin indien er een bepaalde massa aan bouwprojecten te verwachten is binnen een kleine straal, en een locatie beschikbaar kan worden gesteld die inderdaad tot minder overall-logistiek leidt. Gemeenten kunnen dit samen oppakken. Indien je zo vroeg mogelijk in het proces wilt sturen dan is eisen stellen bij gronduitgifte een optie. Dat kan alleen als je zelf grondposities hebt.
- Om duurzaam grondverzet realistisch aan te jagen moeten er wel afgraving locaties nabij zijn.
- Enzovoorts.

Conclusie is dat de context bepalend is voor de keuze van verduurzamingsmaatregelen. Bepaalde randvoorwaarden kunnen voordelig zijn voor gemeenten om duurzame maatregelen toe te passen, die de leefbaarheid in een gemeente vergroten en kosten kunnen besparen. Het loont daarom om te inventariseren welke maatregelen passend zijn binnen de context van een gemeente.



3

INTEGRALE MAATREGELEN



In dit hoofdstuk gaan we in op drie categorieën van maatregelen: die met betrekking tot bouwmethodiek en bouwplaats, met betrekking tot bouwlogistiek, en met betrekking tot de gebruiksfase. Deze zijn ook niet altijd los van elkaar te zien. Zo heeft bijvoorbeeld de keuze voor lichtere bouwmaterialen ook een positieve uitwerking op de zwaarte van de benodigde logistiek.

Belangrijk bij dit hoofdstuk is om te beseffen wat de rol van gemeenten is bij maatregelen. De maatregelen gaan veelal in op de technische aspecten en de beslissingen daarvoor liggen veel meer bij de bouwsector: zij beheren de middelen. Gemeenten kunnen echter gedeeltelijk 'het speelveld' meebepalen, door met doelen en prestatie-eisen te sturen, als de gemeente hiervoor bevoegd is. Dat kan in de rol van opdrachtgever door middel van ambitieus en gericht uitvragen, met eisen en harde wensen op gebied van uitstoot. Daarnaast zijn ze ook in de rol van verlener van de bouwvergunning, uitvaardiger van APVs en handhaving in een positie om - op deelgebieden - te sturen. Belangrijkste is het sturen met doelen en prestaties, zodat de bouwsector zelf kan beslissen hoe ze daaraan tegemoet kunnen komen. Daardoor blijft er veel ruimte voor innovatie en verschillende oplossingen. Provincies opereren op een regionale schaal en kunnen benut worden op verschillende manieren, zoals kennisuitwisseling en samenwerking voor oplossingen. Provincies werken samen met het rijk voor een aanpak stikstof. Gemeenten kunnen zich aanmelden om samen te komen tot oplossingen voor het terugdringen van stikstofuitstoot¹²⁾. Vanuit het rijk en de provincie zijn in bepaalde gevallen ook middelen beschikbaar.

Bouwmethodiek maatregelen

Hieronder zijn alle maatregelen voor bouwmethodiek beschreven, inclusief de benodigde randvoorwaarden en inschatting van mate van impact en implementeerbaarheid. Toelichting per maatregel, is beschreven in de volgende paragraaf. Groen is een grote impact en/of gemakkelijk implementeerbaar, oranje is gemiddelde impact en/of implementeerbaar met voorwaarden en rood is een kleine impact en/of moeilijk implementeerbaar. Let op: het gaat hier om een grove inschatting van de opschaalbaarheid en effect van de maatregel. De specifieke impact en implementeerbaarheid is van vele factoren afhankelijk.

Maatregel	Randvoorwaarden	Impact	Implementatie
Modulair bouwen	Investering in fabriek, die modulair bouwen mogelijk maakt	Grote impact	Gemakkelijk implementeerbaar
Biobased bouwen	Meerdere projecten nodig om houtbouw te standaardiseren	Grote impact	Gemakkelijk implementeerbaar
Elektrisch schroeffunderen	Alleen geschikt voor kleine en lichte bouwmaterialen	Gemiddelde impact	Implementeerbaar met voorwaarden
Elektrisch wagenpark	Kleine en lichte bouwprojecten zijn mogelijk, groter materieel aangedreven door elektriciteit nog niet beschikbaar	Grote impact	Gemakkelijk implementeerbaar
Reduceren middels intern salderen	"- Eigendomsconstructie bij één partij - Grote stikstof impactbron aanwezig in de omgeving "	Grote impact	Implementeerbaar met voorwaarden
Filter voor NOx	"- Filter moet beschikbaar zijn - Productie van filter vraagt grote voorinvestering "	Kleine impact	Implementeerbaar met voorwaarden
Hergebruik bouwmaterialen	"- Voldoende materiaal moet beschikbaar zijn - Aanwezigheid van bouwproject in de buurt "	Kleine impact	Implementeerbaar met voorwaarden
Zwaar materieel op waterstof	Nog veel onderzoek nodig	Grote impact	Moeilijk implementeerbaar

De invloed van de bouwmethode op de stikstofuitstoot

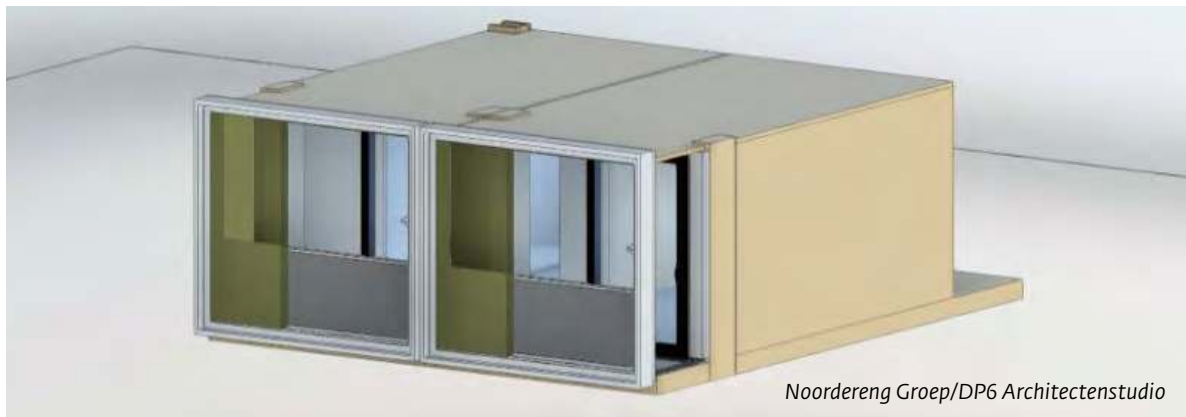
De hoeveelheid uitstoot van stikstofoxiden op de bouwplaats wordt in hoge mate veroorzaakt door bouw- en graafmachines. Deze machines gebruiken fossiele brandstoffen. De hoeveelheid verbranding van fossiele brandstoffen en vrijkomende stikstofoxiden wordt bepaald door: (1) uitstootnorm, (2) gewicht van verplaatsing van grondstoffen en (3) tijdsduur van gebruik van machines. Door het inzetten van lichter bouwmateriaal, kan verbranding van fossiele brandstoffen verminderd worden, of er kan geëlektrificeerd bouw- en graafmaterieel ingezet worden. Hieronder lichten we een aantal bekende bouwmethoden toe die stikstofoxiden uitstoot reduceren. Daarnaast gaan we in op typen elektrisch graafmachines.

12) Provincie Noord-Holland - Natura-2000 & stikstof, 2020

Modulair bouwen

Wat is modulair bouwen?

Modulair bouwen is de meest 'extreme' vorm van prefab en een opkomende bouwmethode. De methodiek bestaat uit het assembleren van voorgefabriceerde units op de bouwplaats. Deze units kunnen de grootte hebben van een kamer, keuken, of badkamer en kunnen volledig ingericht in elkaar worden gehesen op de bouwplaats zelf.

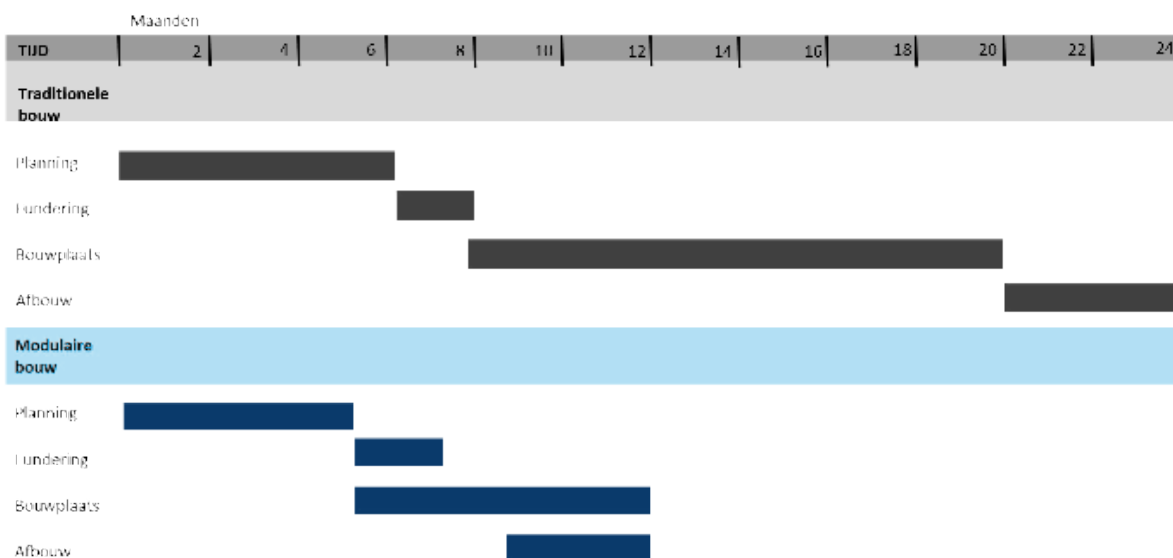


Noordereng Groep/DP6 Architectenstudio

Afbeelding 3 | Een module in een modulair bouwsysteem

Stikstofreductie

Middels deze methodiek kan een enorme hoeveelheid tijd worden bespaard op de bouwplaats omdat deze units op een simpele en snelle manier aan elkaar worden gezet. Op de bouwplaats komen volledige kamers of units aan, waardoor personeel op de bouw deze units aan elkaar schroeven. Het overige werk gebeurt vooraf in de fabriek: van metselen en tegelen tot het installeren van het bad of de afwasmachine. De totale bouwtijd op de bouwplaats wordt substantieel verminderd met 20% tot 50%¹³⁾, en derhalve de benodigde tijd van inzet van machines, zoals verreikers, heftrucks, en hoogwerkers, worden gereduceerd tot vrijwel nul.



Afbeelding 4 | Tijdschema's voor conventioneel (zwart) en modulaire (blauw) bouwmethodes bij de realisatie van een appartementencomplex¹⁴⁾

13) McKinsey - modular construction: from projects to products, juni 2019

14) McKinsey - modular construction: from projects to products, juni 2019

Bijkomende voordelen

Naast de reductie van stikstof zijn additionele voordelen te behalen voor zowel de uitvoerder als de gemeente en het milieu. Zo resulteert modulair bouwen in:

- Een hogere werkefficiëntie door het bouwen in een fabriek
- Lagere faalkosten
- Minder personeel
- Kortere aanwezigheid op de bouwlocatie.

Deze factoren maken dit bouwproces goedkoper dan conventioneel bouwen, echter behoeft het wel een voorinvestering voor een fabriek.

Daarnaast is ook winst voor het milieu en CO₂-uitstoot te behalen. De vermindering van machines leidt tot een reductie van CO₂-emissie. Eveneens leidt de efficiëntieslag tot een efficiëntere inzet van grondstoffen¹⁵⁾¹⁶⁾. Tot slot is ook de overlast verminderd gezien de kortere bouwtijd en minder inzet van zwaar materieel.

Samenhang met andere maatregelen

Als aanvullende maatregelen kunnen grote, elektrische, kranen ingezet worden, die alle units naar de juiste plek kan hijsen.

Op welke termijn kan dit gerealiseerd worden?

Modulair bouwen kan lokaal op de korte termijn worden ingezet, en nationaal op de middellange termijn. Grote partijen zijn momenteel al vergevorderd met modulaire bouwprocessen en zouden dus nu al kunnen beginnen met een bouwproject. Voorbeeld hiervan is MorgenWonen¹⁷⁾ van VolkerWessels en BAM¹⁸⁾. Op de middellange termijn zou modulair bouwen ook de norm kunnen worden.

Biobased bouwen**Wat is biobased bouwen?**

Biobased bouwen is een manier van bouwen met enkel natuurlijk, en dus hergroeibaar materiaal. Houtbouw is het bekendste voorbeeld, echter er zijn nog enorm veel andere toepassingen van natuurlijk materiaal in de bouw; van isolatie tot gevelbekleding¹⁹⁾. Materialen zoals: stro, riet, kokos, schapenwol, schelpen, etc. zijn toepasbaar voor isolatie of gevelbekleding.



Noordereng Groep/DP6 Architectenstudio

Afbeelding 5 | Biobased bouwen

15) McKinsey - modular construction: from projects to products, juni 2019

16) ASCE - application of modular construction, juni 2012

17) Volker Wessels - Morgen Wonen, juli 2014

18) BAM - Modulair bouwen en ontwikkelen, juli 2019

19) Biobased bouwen - biobased producten, 2019

Stikstofreductie

Door het gebruik van biobased materialen wordt het grootste voordeel behaald binnen de andere bovengenoemde factor: gewicht. Biobased materialen zijn namelijk vrijwel altijd lichter dan de conventionele materialen voor de bouw; beton, staal en steen. Daarnaast heeft het gebruik van biobased materialen een positieve invloed op de uitstoot ten gevolge van transport wegens hetzelfde principe, minder gewicht is minder arbeid.

Bijkomende voordelen

Een van de belangrijkste voordelen van bouwen met hout is:

- De opslag van CO₂ in het materiaal.
- Daarnaast is houtbouw een belangrijk materiaal in de opkomst van circulair bouwen: het draagt bij aan efficiënte inzet van grondstoffen²⁰⁾.
- De productie van biobased materialen is duurzamer omdat je de materialen altijd weer kan her-planten en opnieuw kan oogsten. Grondstoffen zoals beton, steen, en ijzer zijn niet hernieuwbaar. Deze materialen zijn wel recyclebaar. Gezien de grootte van de geplande woningbouw, is het wenselijk om hernieuwbare materialen in te zetten waar dit kan.
- Verder dragen natuurlijke materialen bij aan een schonere leefomgeving doordat het kan zorgen voor een betere ventilatie²¹⁾.

Samenhang met andere maatregelen

Hierdoor wordt het gebruik van een elektrische kraan gefaciliteerd. Betonnen modules zouden vele malen zwaarder zijn waardoor meer arbeid nodig is, waarvoor een elektrische kraan niet altijd geschikt is. Door middel van het combineren van modulair bouwen en biobased bouwen kan de stikstofuitstoot in de bouwperiode ná fundatie gereduceerd worden tot 0. De reductie van arbeid, en dus stikstof, bij grondverzet en funderen is lastiger, echter wel degelijk mogelijk.

Op welke termijn kan dit gerealiseerd worden?

Hoewel er veel voordelen zijn middels houtbouw wordt het momenteel nog niet op grote schaal toegepast omdat bouwers dit nog niet gewend zijn. Ook zijn er meer projecten nodig om houtbouw te standaardiseren zodat de toepassing goedkoper wordt. Momenteel is het onderaan de streep duurder dan conventioneel, echter zal het op termijn goedkoper worden met name omdat hout hernieuwbaar is²²⁾²³⁾. Enkele kleinschalige projecten zijn al degelijk voltooid zoals de Triodos Bank in Zeist, het Hotel Jakarta in Amsterdam, of de 62 houten én modulaire woningen in Monnickendam²⁴⁾. Al met al kunnen individuele projecten worden uitgevoerd in houtbouw op de korte termijn. Biobased bouwen als norm is mogelijk op de middellange termijn.

Elektrisch schroeffunderen

Wat is elektrisch schroeffunderen?

Schroeffundering is een andere manier van funderen, waarbij een heipaal in de grond wordt 'geschroefd'. Bepaalde eisen zijn nodig aan grootte van gebouw en ondergrond²⁵⁾. Zo mag het gebouw niet te zwaar zijn en faciliteert een 'makkelijke' onderbodem, zoals zand, het gebruik van schroefpalen. Schroeffunderen is derhalve afhankelijk van de context van de bouwplaats en van het bouwplan zelf en dient dus integraal vanaf de tekentafel gefaciliteerd te worden.



Afbeelding 6 | Elektrisch schroeffunderen

20) TNO - Circulair bouwen, januari 2020

21) NBVT - Biobased bouwen met hout, november 2016

22) TNO - Potentieel biobased bouwmaterialen, september 2020

23) TNO - Houtbouw circulair, januari 2020

24) Finch Buildings - Monnickendam, 2020

25) Telefonisch contact met [Jonkers Schroeffunderingen](#) en [WSF Schroeffundering](#).

Stikstofreductie

Schroeffunderen is gemakkelijker elektrisch uit te voeren. Overigens kunnen ook heistellingen geëlektrificeerd worden bij huidige producenten tegen de juiste financiële middelen en met een wachttijd van ongeveer 6-12 maanden²⁶⁾. Kleinere elektrische heistellingen zijn al beschikbaar en worden ingezet bij kleinere projecten zoals fundering renovatie.

Bijkomende voordelen

Elektrisch (schroef)funderen voorkomt de uitstoot van fijnstof, en van CO₂, mits de elektrische heistellingen met groene stroom worden opgeladen. Bijkomende voordelen:

- Bij kleinere projecten is deze techniek goedkoper
- Geen beton en graafwerkzaamheden nodig
- Minder onderhoud²⁷⁾.
- Tot slot minder overlast voor de omgeving in vergelijking met betonnen heipalen.

Samenhang met andere maatregelen

Wanneer in een vroeg stadium wordt nagedacht over elektrisch schroef-funderen op de bouwplaats, kan de architect met het ontwerp hier rekening mee houden: ontwerpen met lichtere bouwmaterialen zoals biobased.

Op welke termijn kan dit gerealiseerd worden?

Zoals al kort aangegeven is elektrisch heien en schroeffundering hedendaags al mogelijk, echter betreft dit met name kleinere projecten zoals het herstel van funderingen in binnensteden en lichtere toepassingen zoals zonnepaneelstellingen, tuinhuisen, en aanbouw²⁸⁾.

Uit contact met verschillende partijen blijkt dat tegen de juiste investering met 6-12 maanden elektrische schroeffunderingen of heistellingen gerealiseerd kunnen worden.

Elektrisch wagenpark**Wat is een elektrisch wagenpark?**

Een elektrisch wagenpark zijn de machines die het bouw- en graafwerk verrichten, aangedreven door elektriciteit. Het aandeel elektrische graaf- en bouwmachines in het totale wagenpark is relatief marginaal. Daarnaast is het vermogen van elektrisch aangedreven machines kleiner, vergeleken met door fossiele brandstoffen aangedreven machines. Elektrisch aangedreven machines voor de bouwplaats zijn volop in ontwikkeling en nieuwe machines met groter vermogen worden per jaar aan de markt toegevoegd²⁹⁾.



Afbeelding 7 | De 8,5 ton graafmachine ZE85 van Hitachi, aangedreven door accu's³⁰⁾

26) Telefonisch contact met [Junttan](#)

27) Schroeffundering - schroeffundamenten, 2020

28) Schroeffundering - schroeffundamenten, 2020

29) Natuur en Milieu - Elektrische mobiele werktuigen in beeld, november 2019

30) [Electric-excavator | SUNCAR HK AG](#)

Reductie van stikstof

Elektrisch aangedreven wagenpark is in principe stikstofoxide uitstoot vrij. Elektrisch materieel stoot ook geen fijnstof wat gunstig is voor de gezondheid van omwonenden en werknemers. Kleine elektrische shovels en graafmachines bestaan, echter zullen meer tijd nodig hebben om dezelfde hoeveelheid arbeid te verrichten, vergeleken met fossiel aangedreven wagenpark.

Bijkomende voordelen

Een aantal voordelen:

- Een elektrisch wagenpark stoot, mits opgeladen met groene stroom, geen CO₂ en fijnstof uit.
- Vermindert geluidsoverlast tijdens de bouwperiode aangezien elektrisch materieel vele malen stiller is³¹⁾.
- Kosten voor onderhoud en energie zijn lager. Dit compenseert de hogere aanschafprijzen³²⁾.

Op welke termijn kan dit gerealiseerd worden?

Vergelijkbaar met funderingsmaterieel zijn kleine elektrische machine reeds beschikbaar, en grotere machines worden in hoog tempo toegevoegd aan de Nederlandse markt. Daarnaast is vanuit het Rijk een half miljard hiervoor beschikbaar gemaakt om het wagenpark te elektrificeren en tegemoet te komen in de initiële investeringen³³⁾.

Reduceren middels intern of extern salderen**Wat is intern en extern salderen?**

Intern salderen is een veelgebruikte methode om stikstofuitstoot in oorspronkelijke, aanleg- en gebruiksfase tegen elkaar weg te strepen: binnen hetzelfde project. Wanneer op een project bijvoorbeeld gasgestookte woningen stonden en deze worden gesloopt en vervangen door energieneutrale woningen kan gesaldeerd worden met de uitstoot van oude woningen. Gezien andere doelstellingen in het verduurzamen van de Nederlandse gebouwde omgeving biedt dit kansen. Extern salderen heeft hetzelfde principe, maar hierbij gaat het om salderen met een ander project, dus niet op dezelfde locatie. Voor intern en extern salderen hebben de provincies een beleidsregel opgesteld, waarin de spelregels staan.

Reductie van stikstof

Wanneer een nabijgelegen woonwijk van een nieuwbouwproject niet recentelijk is gebouwd, zijn de woningen hoogstwaarschijnlijk aangesloten op het gasnet. Wanneer deze woningen van het gas worden gehaald kan de gereduceerde stikstofemissie door middel van extern salderen ruimte creëren voor de aanleg- en/of gebruiksfase van de nabijgelegen nieuwbouwwijk. Hiermee kunnen twee vliegen in één klap geslagen worden aangezien de urgentie van woningbouw hierbij als incentive kan dienen voor het verduurzamen van een nabijgelegen woonwijk. Het moet wel gaan om projecten die ongeveer gelijk in de tijd lopen.

Bijkomende voordelen

Door een nabijgelegen woonwijk duurzaam te renoveren, reduceer je hiermee niet alleen de stikstofuitstoot door van het gas te gaan, maar kunnen andere duurzame maatregelen ook toegepast worden. Denk aan het isoleren van woningen, duurzame energieopwekking, etc. Hiermee dragen we bij aan een verduurzaming van de woningvoorraad.

Op welke termijn kan dit gerealiseerd worden?

Versnipperd eigendom en huidige bewoners kunnen een uitdaging zijn om een woonwijk te verduurzamen. Vanwege deze complexiteit, is het van belang eerst onderzoek te doen naar de eigendomsstructuren en bereidwilligheid van bewoners om hun woning te verduurzamen. Van de bovengenoemde maatregelen voor bouwmethodiek is prefab bouwen het meest kansrijk omdat grote reductie in impact behaald kan worden en prefab al op grote schaal toegepast kan worden.

Hieronder zijn een aantal maatregelen toegelicht, die kunnen bijdragen aan een stikstofreductie, maar nog in de experimentele fase zijn of de grootte van het effect is nog onduidelijk.

31) Natuur en Milieu - Elektrische mobiele werktuigen in beeld, november 2019

32) Natuur en Milieu - Elektrische mobiele werktuigen in beeld, november 2019

33) NOS - Schouten presenteert stikstofwet, oktober 2020

Filter voor NOx

Wat is een filter voor NOx?

Dit is een filter die op dieselgeneratoren en graafmachines gezet kan worden om NOx om te zetten in stikstof en zuurstof.

Reductie stikstofuitstoot

Met dit filter kan de uitstoot van stikstofoxiden van grote machines tot 99% worden teruggedrongen. Volker Wessels heeft deze filter ontwikkeld en opengesteld voor de verhuur bij bouwprojecten³⁴⁾.

Bijkomende voordelen

Deze filter heeft geen bijkomende voordelen. De CO₂ uitstoot blijft nagenoeg gelijk, in vergelijking zonder filter.

Hergebruik bouwmaterialen

Wat is hergebruik bouwmaterialen?

Overtollig bouw materiaal op de bouwplaats kan worden hergebruikt of materialen van nabije bouwprojecten kunnen worden ingezet. Er zijn platforms beschikbaar om materiaal op aan te bieden³⁵⁾. Daarnaast is de Bouwhub Westpoort bezig met het aanbieden van gebruikt bouw materiaal voor andere bouwprojecten³⁶⁾.

Zwaar materieel op waterstof

Wat is zwaar materieel op waterstof?

Dit is een retrofit van huidige graaf- en bouw machines met een motor die draait op waterstof of een nieuwe machine. Deze maatregel heeft ook voordelen met betrekking tot CO₂ reductie en de kosten zijn laag. Echter is deze innovatie nog in de onderzoeksfase en publiek-private samenwerkingen moeten nog gestart worden³⁷⁾³⁸⁾.

Bio-brandstoffen en additieven

Het streven naar uitstootvrij gebruik van materieel leidt ook tot verwarring. Zo wordt door aanbieders van biobrandstoffen en brandstof additieven, maar ook derde partijen, een te rooskleurig beeld geschetst betreffende de stikstof reductie³⁹⁾⁴⁰⁾. Dit is echter onjuist, bij enkele motoren met enkele biobrandstoffen kan een kleine reductie van NOx uitstoot behaald worden, bijvoorbeeld -10% NOx bij GTL toepassing met oudere motoren. Bij andere brandstoffen vindt juist een toename plaats, bijvoorbeeld +25% NOx bij B100 met oudere motoren⁴¹⁾. Tot slot veranderen de uitstootwaarden bij nieuwere motoren (vanaf Euro VI) helemaal niet⁴²⁾, en het is dan ook bij de nieuwere motoren niet van belang welke brandstof wordt gebruikt voor het behalen van de NOx en PM normen⁴³⁾.

Een zelfde trend is zichtbaar binnen het aanbod van additieven zoals AdBlue, waar bijvoorbeeld de ANWB over vermeldt dat deze de NOx-uitstoot reduceren tot nagenoeg 0⁴⁴⁾. Ook hier wordt een te rooskleurig beeld geschetst door aanbieders en belangenbehartigers. Ten eerste moet er bij het gebruik van AdBlue zorgvuldig worden omgegaan worden met het systeem, het bedienen van de motor, er moet rekening worden gehouden met de omgeving, en de opslag van AdBlue zelf, om te voorkomen dat deze niet, of slechts deels, functioneert⁴⁵⁾. AdBlue zet NOx en fijnstoffen middels een katalysator om in andere stoffen zoals CO₂. Om deze reactie te laten verlopen moeten de motoren van de machines op temperatuur zijn en op een bepaald vermogen draaien. Bij lagere vermogens is de NOx uitstoot vrijwel onveranderd, en bij lagere snelheden zal

34) RTL Nieuws - VolkerWessels ontwikkelt filter, februari 2020

35) Bouwend Nederland - Handvat duurzaam materiaalgebruik, januari 2019

36) Bouwhub Amsterdam - over bouwhub

37) Natuur en Milieu - Elektrische mobiele werktuigen in beeld, november 2019

38) TNO - Waterstof voor verbrandingsmotoren, 2020

39) De Groene Koers - Emissie reducerende maatregelen, februari 2020

40) GoodFuels - Waarom GoodFuels, 2020

41) TNO, CE Delft - Brandstoffen voor wegverkeer, juni 2014

42) TNO - onderscheidende kenmerken, juli 2017

43) DCMR - Onderzoek naar impact biobrandstoffen, november 2013

44) ANWB - alles over uitstoot, 2020

45) WUR - Wees zorgvuldig met AdBlue, 2017

een NOx uitstoot van o niet haalbaar zijn⁴⁶⁾. Voor mobiele machines, die juist vaak stationair draaien en niet op vol vermogen draaien, gelden deze rooskleurige vooruitzichten dan ook hoogstwaarschijnlijk niet⁴⁷⁾. Kortom, biobrandstoffen reduceren NOx vrijwel niet op de bouwplaats. Daarnaast, additieven zoals AdBlue, kunnen NOx en fijnstoffen wel degelijk reduceren echter niet in het geval van stadsgebruik van voertuigen en het gebruik van mobiele machines.

Bouwlogistiek

Hieronder is een overzicht van de bouwlogistiek maatregelen, inclusief de randvoorwaarden, mate van impact en gemakkelijk te implementeren. De verdere uitleg per maatregel is opgenomen in de volgende paragraaf.

Maatregel	Randvoorwaarden	Impact	Implementatie
Bouwhub	"- Meerdere bouwplaatsen in de buurt - Regionale samenwerking met omliggende gemeenten "	Grote impact	Gemakkelijk implementeerbaar
Projectspecifieke bouwhub	Tijdelijk beschikbare locatie	Gemiddelde impact	Gemakkelijk implementeerbaar
Waterhub en watertransport	"- Beschikbaarheid van water - Boten die voor langere tijd kunnen aanleggen "	Gemiddelde impact	Implementeerbaar met voorwaarden
Natuurinclusief bouwen	Onderzoek naar ecologische kenmerken van de omgeving	Gemiddelde impact	Implementeerbaar met voorwaarden
Carpoolen van en naar de bouwplaats	Werknemers die vanaf dezelfde locatie moeten komen aanrijden	Kleine impact	Implementeerbaar met voorwaarden



46) TNO - Schadelijke emissies van dieselveertuigen, juni 2015

47) TNO - Real world NOx emissions, juni 2018

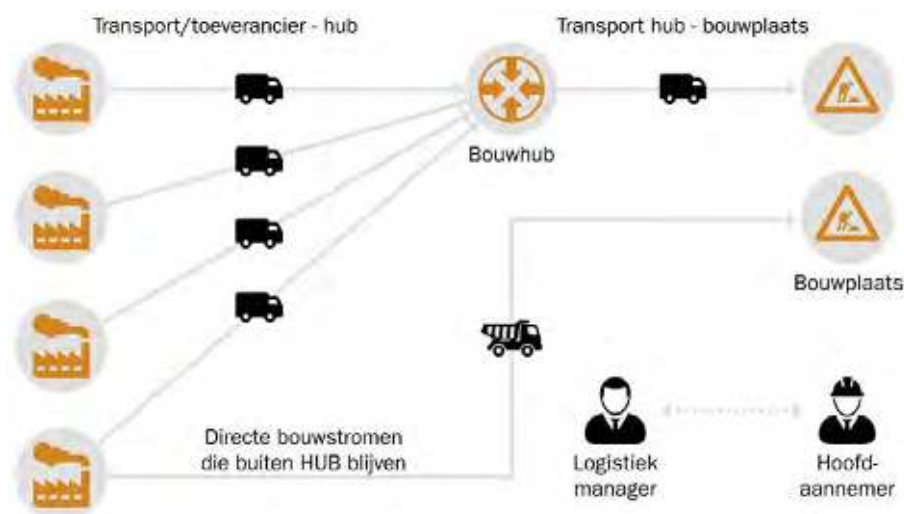
Slimmere en schonere bouwlogistiek

Ook bouwlogistiek veroorzaakt uitstoot van stikstofoxiden door verbranding van fossiele brandstoffen. In een vergunningaanvraag moet een deel van de bouwlogistiek meegenomen worden in de berekening van de stikstofdepositie in de omliggende gebieden. Reductie van logistiek levert daarmee een reductie van stikstofoxiden op. Een paar maatregelen om reductie te behalen in bouwlogistiek zijn hieronder genoemd.

Bouwhub

Wat is een bouwhub?

Een veelbesproken onderwerp binnen innovatie in de bouw de afgelopen jaren is de toepassing van de bouwhub. Een bouwhub zorgt als die goed wordt gepland en geëxploiteerd in essentie voor minder transportbewegingen voor alle bouwplaatsen in een bepaalde regio, én minder bewegingen naar een specifieke bouwplaats. Voldoende literatuur en conferenties zijn ingesprongen op de talloze voordelen en obstructies betreffende dit onderwerp⁴⁸⁾.



Afbeelding 8 | Logistieke keten met een bouwhub⁴⁹⁾

Projectspecifieke bouwhub

Een tijdelijke hub is een mogelijke oplossing voor een specifiek bouwproject met weinig depositieruimte. Vanaf deze tijdelijke hub kunnen de laatste kilometers afgelegd worden met elektrisch vervoer.

Waterhub en watertransport

Hierbij vindt de bouwlogistiek plaats over water waarbij gebruik wordt gemaakt van emissieloze sleep- en duwbotten (elektrisch of waterstof). Deze maatregel kan interessant zijn in binnenstedelijk gebied, maar ook regionaal. Uiteraard zijn hieraan wel twee randvoorwaarden verbonden; infrastructuur, en laadinfrastructuur c.q. walstroom. Wanneer walstroom afwezig is moet een schip op generatoren draaien, wat juist een hogere NOx emissie veroorzaakt. Dergelijke schepen kunnen ook dienen als projectspecifieke bouwhub op het water.

Reductie stikstof

De reductie van vervoersbewegingen in een regio van een bouwhub is: 50% tot 80%⁵⁰⁾. Dit is behaald door een efficiëntieslag in logistiek. Dit betekent een reductie van 50-80% NOx uitstoot doordat er minder bouwlogistiek is. Echter, voor de berekening van stikstof voor de vergunningverlening van een specifiek project wordt ingetekend 'totdat deze opgaat in het heersend verkeersbeeld', vaak tot de eerste N-weg of A-weg (gemiddeld een paar honderd meter naar de bouwplaats meegenomen) en dus komt een groot gedeelte van de behaalde winst niet ten goede aan die beslissing. Een advies hier is om, evenals de snelheidsmaatregel (van 130 naar 100) op de snelwegen, de reductie ten gevolge van een bouwhub te koppelen aan een reductie van de achtergronddepositie in de rekentool AERIUS. Het ingebruik nemen van bouwhubs zou op deze manier gestimuleerd worden gezien de directe relatie met het wel of niet mogelijk zijn van projecten in de buurt. Met vervolgens ook nog alle andere positieve neveneffecten vandien.

48) TNO, 2018, duurzame bouwlogistiek voor binnenstedelijke woning- en utiliteitsbouw

49) TNO, 2018, duurzame bouwlogistiek voor binnenstedelijke woning- en utiliteitsbouw

50) TNO, 2018, duurzame bouwlogistiek voor binnenstedelijke woning- en utiliteitsbouw

Bijkomende voordelen

Bouwhubs hebben vele bijkomende voordelen; (1) reductie binnenstedelijk verkeer met 50%-80%, (2) minder verkeershinder, (3) besparing van logistieke kosten en bouwtijd, (4) vermindering van CO₂ en fijnstof uitstoot door minder transportbewegingen, (5) verbeterde coördinatie en doorstroming op de bouwplaats in combinatie met een logistiek medewerker, (5) resulterend in efficiëntere logistiek op de bouwplaats middels kranen en heftrucks en als laatste (6) plaatsvinden van gedeeltelijke afbouw op de bouwhub waardoor modules op de bouw enkel nog op hun plek gehesen dienen te worden⁵¹⁾.



Afbeelding 9 | Transport over water tijdens Amsterdam Light Festival⁵²⁾

Eenzelfde soort rij aan voordelen resulteert uit transport over water gezien de substantiële reductie van voertuigbewegingen over de weg. Daarnaast kan een schip, gezien de grootte en locatie op het water, dienen als een kleine, tijdelijke, projectspecifieke bouwhub.

Randvoorwaarden

De drie bovengenoemde opties zijn context afhankelijk. Afhankelijk van de locatie kan dan ook zowel de bouwhub als vervoer over water op korte termijn gerealiseerd worden. In stedelijke gebieden zijn groot-schalige permanente bouwhubs een reële optie. In afgelegen gebieden zonder water zouden kleine projectspecifieke bouwhubs gebruikt kunnen worden.

Samenhang met andere maatregelen

Verkorting van bouwtijd door modulair te bouwen.

Op welke termijn kan dit gerealiseerd worden?

Bouwhubs worden momenteel al gebruikt in verschillende regio's, zoals in Amsterdam, Utrecht en Eindhoven⁵³⁾. Ook logistiek over water wordt in de hoofdstad al toegepast⁵⁴⁾. Er is groeiende ervaring mee, maar voorsnog wordt per geval besproken wat kan. Het valt te verwachten dat kennis hierover snel toeneemt. Als deze voldoende wordt gedeeld, kunnen nieuwe bouwhubs sneller worden gerealiseerd. Dan is het voor gemeenten ook een kleinere stap om dat actief aan te jagen.

51) Rutte Groep - City barging, november 2018

52) Mokum Mariteam - Afbreken Amsterdam Light Festival, januari 2018

53) Bouwhub Amsterdam - Over bouwhub, 2020

54) Rutte Groep - City barging, november 2018

Carpoolen van en naar de bouwplaats

Dit is het carpoolen van werknemers van en naar een bouwplaats om transportbewegingen te verminderen. Dit kan op een bouwproject een aantal transportbewegingen per dag schelen⁵⁵⁾. Daarom is het effect van deze maatregel te verwaarlozen, vergeleken met de transportbewegingen nodig voor bouwlogistiek.

Natuurinclusief bouwen

Wat is natuurinclusief bouwen?

Dit is het bouwen, waarbij het bouwwerk dusdanig wordt gebouwd en ingericht, zodat dit bijdraagt aan de lokale biodiversiteit⁵⁶⁾.

Reductie stikstofuitstoot

Groen kan luchtvervuiling filteren uit de lucht. Echter is de plaatsing en type groen bepalend voor de mate van luchtfiltering. Er is nog veel onbekend in hoeverre natuurinclusief bouwen kan bijdragen aan substantiële stikstofuitstoot reductie. Daarom is deze maatregel hier opgenomen.



Bijkomende voordelen

Natuurinclusief bouwen heeft vele bijkomende voordelen, omdat door deze methode gebruik gemaakt kunnen worden van ecosysteemdiensten zoals: koeling, waterberging, luchtfiltering en bodemvruchtbaarheid⁵⁷⁾. Ecosysteemdiensten kunnen bijdragen aan gezondheid, recreatieve en educatieve functies⁵⁸⁾.

Verbeteren van leefbaarheid tijdens de gebruiksfase

Het verminderen van stikstofuitstoot in de gebruiksfase van een woningbouwproject is lastiger te realiseren. Sinds 1 januari 2020 is gasloos bouwen de norm geworden, en derhalve is, in ieder geval voor nieuwbouw, één significante uitstoot bron in de gebruiksfase geëlimineerd. Stikstofdepositie door mobiliteit in de gebruiksfase van een woonwijk is het belangrijkste overgebleven probleem. Het gaat dan onder andere om autogebruik door bewoners en leveranciers, en de levering aan winkels. Door het bouwen dichtbij openbaar vervoersknooppunten - beleid vanuit de provincie - wordt voor een deel de automobilititeit verminderd.

Voor het berekenen van de gebruiksfase in de AERIUS calculator wordt gebruik gemaakt van parkeercijfers, zoals bijvoorbeeld van het CROW⁵⁹⁾. In het geval van grotere woningbouwprojecten dichtbij de stikstofgevoelige natuurgebieden zullen deze afwijkingen wel degelijk moeten worden geaccepteerd om deze doorgang te laten vinden. Zoals de Provincie Noord-Holland heeft opgemerkt uit door hen geïnitieerd onderzoek; creëer strenger parkeerbeleid en biedt oplossingen, zodat de schaarse ruimte in stedelijk gebied beter benut kan worden⁶⁰⁾. Deze reductie in parkeernormen gaat hand in hand met de reductie van stikstof.

Duurzaam mobiliteitsplan

Middels degelijk uitgewerkte, innovatieve mobiliteitsplannen zullen parkeernormen in deze nieuwe wijken moeten worden verminderd. Immers, wanneer de parkeernorm daalt dalen ook het aantal voertuigbewegingen en dus de NOx emissie. Een duurzaam mobiliteitsplan kan uitwerking hebben in de volgende maatregelen:

- Fijnmazig OV - fatsoenlijk en betaalbaar OV als initiatief voor autobezit.
- Car sharing platforms - een wijkgebonden combinatie van een goede car sharing platforms;
- Stimuleren van zero emissie vervoer door bewoners en leveranciers zoals staat beschreven in het regionaal mobiliteitsplan Noord-Holland en Flevoland;
- Snelfietspaden - degelijk (snel)fietspadennetwerk;
- Mobiliteitshub - een locatie in de wijk voor deelfietsen en deelauto's.

55) KvK - Stikstof in de bouw, juli 2020

56) Cirkelstad - Stappenplan natuurinclusief bouwen, juni 2020

57) Biodiversiteit - Ecosysteemdiensten, 2011

58) Cirkelstad - Stappenplan natuurinclusief bouwen, juni 2020

59) CROW - Toekomstbestendig parkeren, december 2018

60) Provincie Noord-Holland - Onderzoek slim parkeerbeleid, juli 2020



Afbeelding 10 | Impressie van een mobiliteitshub⁶¹⁾

Er zijn diverse instrumenten om bovengenoemde maatregelen te stimuleren. Zo zouden financieringsregelingen binnen de wijk het voorkomen van autobezit verder kunnen stimuleren. Ook kunnen de vele extra voordelen van lagere parkeernormen benadrukt worden aan de toekomstige bewoners van de wijk zodat zij hiermee akkoord kunnen gaan. Om dit mogelijk te maken moet er per woningbouwproject een team gezet worden om een dergelijk mobiliteitsplan uit te werken, door te rekenen, én goed te communiceren. Daarnaast moet de vergunningverlener hierbij betrokken worden zodat een plan ook daadwerkelijk meegenomen kan worden in een lagere verkeers input in de AERIUS berekening ten behoeve van de aanvraag vergunningen.

Stikstofreductie

Stikstofuitstoot wordt in de gebruiksfase teruggedrongen als het autogebruik in de wijk vermindert. Hoeveel stikstofreductie behaald kan worden, is afhankelijk van de grootte van de wijk en het gedrag van de bewoners en gebruikers.

Bijkomende voordelen

Aan een vermindering van het aantal auto's in de omgeving zitten vele extra voordelen. Denk bijvoorbeeld aan een stillere buurt, en veiligere buurt voor spelende kinderen. Daarnaast komt er veel meer ruimte vrij dankzij minder parkeerplaatsen voor speelplaatsen of groen, zie figuur 11. Ook leiden minder auto's en meer groen tot een gezondere leefomgeving met betere luchtkwaliteit en zelfs minder stress⁶²⁾. Uiteraard leiden minder autobewegingen ook tot minder uitstoot van fijnstof en CO₂, zie afbeelding 12. Een vermindering van fijnstof heeft, samen met NO_x, een zeer positief effect op de gezondheid van bewoners⁶³⁾. Datzelfde geldt voor emissieloos vervoer. Tot slot dragen mobiliteitshubs bij aan het verbeteren van de ontsluiting en bereikbaarheid van stedelijk gebied⁶⁴⁾.



Afbeelding 11 | Ruimtegebruik per vervoermiddel⁶⁵⁾

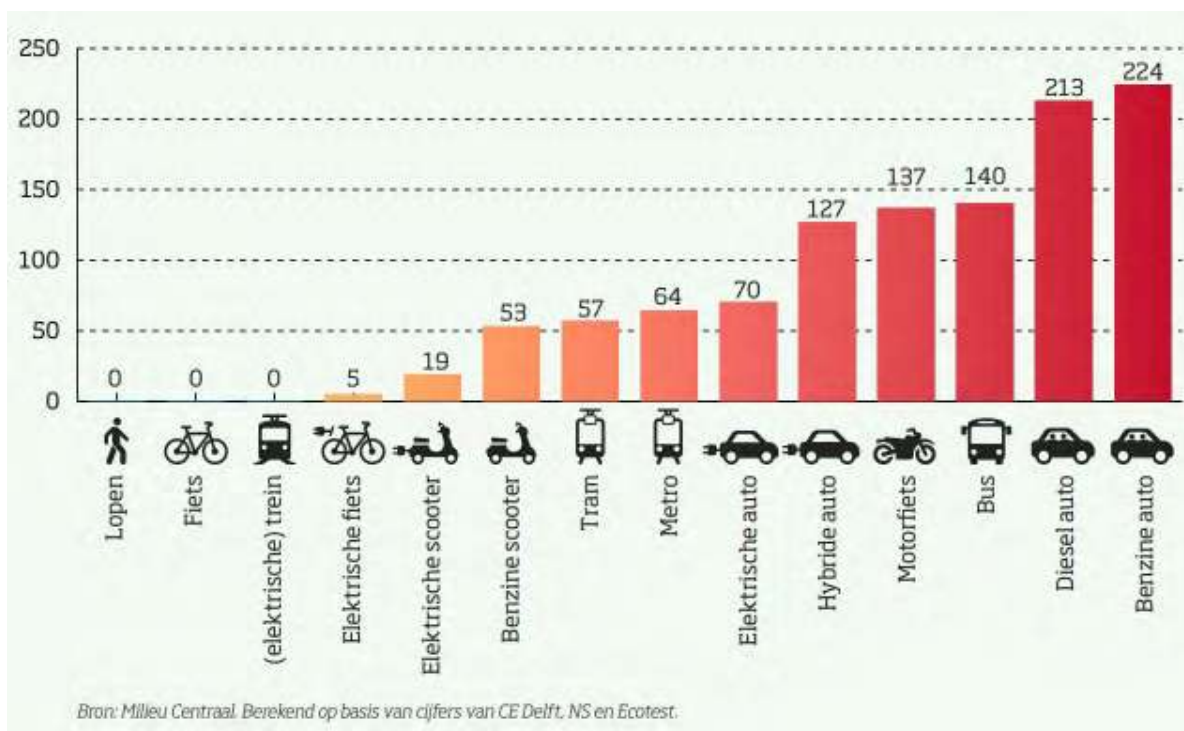
61) Natuur en Milieu - Mobiliteitshubs, februari 2020

62) WUR - A green environment, 2020

63) Longfonds - Wat adem ik in?, 2020

64) Natuur en Milieu - Mobiliteitshubs, februari 2020

65) Natuur en Milieu - Van autovol naar autovrij, februari 2019



Afbeelding 12 | CO₂-uitstoot in gram per persoon-kilometer per vervoermiddel⁶⁶⁾

Op welke termijn kan dit gerealiseerd worden?

De kennis en technologie voor mobiliteitshubs zijn al beschikbaar, en derhalve kunnen op de korte termijn dergelijke hubs gerealiseerd worden. In binnen- en buitenland zijn al enkele hubs in gebruik. Inrichting van mobiliteitshubs is afhankelijk van de context: is de woonwijk een stedelijk gebied, dan is een mobiliteitshub gericht op fietsen en stations een goede optie. Komt een mobiliteitshub in een dorpse woonwijk te staan, dan is het faciliteren van deelauto's geschikter.

Uitdagingen van dergelijke hubs ligt in het financiële en organisatorische aspect van realisatie: vele partijen zijn hiervoor nodig. Daarnaast moet voor de gebruiksfase van een hub de juiste vervoersmiddelen aanwezig zijn, en voorkomen dat deelmobiliteit een 'rommeltje in het straatbeeld' wordt⁶⁷⁾. Zero emissie vervoer wordt in bepaalde gemeenten en wijken al toegepast. Veel is ook afhankelijk van landelijke stimuleringsmaatregelen en de infrastructuur zoals laadpalen.



66) Natuur en Milieu - Van autovol naar autovrij, februari 2019

67) Natuur en Milieu - Mobiliteitshubs, februari 2020

4

WAT KAN JE NU DOEN ALS GEMEENTE OM MET STIKSTOF OM TE GAAN



We geven een handelingsperspectief voor gemeenten op basis van de randvoorwaarden en maatregelen uit de voorgaande hoofdstukken. Wat kan je als gemeente nu doen om zo goed mogelijk met deze stikstofcrisis om te gaan en er zo snel mogelijk uit te komen. Dit handelingsperspectief moet gezien worden vanuit een kader met een vijftal duidingen voor de stikstofproblematiek in de bouwsector.

Kader voor de stikstofproblematiek

Uit dit onderzoek naar stikstofproblematiek voor de woningbouw, zijn een aantal duidingen naar voren gekomen, die het kader schetsen.

1 De stikstofcrisis staat niet op zichzelf

Uitstoot van stikstof is een integraal probleem: het heeft negatieve effecten (vermesting) op Natura 2000-gebieden, en ook negatieve effecten op menselijke gezondheid (luchtkwaliteit), biodiversiteit en keuzes met betrekking tot woonbeleid. Omgekeerd bieden maatregelen als oplossing voor bovengenoemde domeinen ook mogelijkheden tot maatregelen die stikstofreductie als bijvangst hebben. Bovendien kan 'stikstof' als extra aanleiding worden gezien om circulaire principes toe te passen.

Dit zou een belangrijke invalshoek moeten zijn voor de nadruk in tenminste de tweede tranche van 500 miljoen euro vanuit het Rijk⁶⁸⁾: liever voor integrale verbeteringen met een breed scala aan positieve impact, dan slechts op 1 domein. Marktpartijen en gemeenten die daar al op voorsorteren staan dan vooraan om van de financiële steun te profiteren.

2 Lange termijn aanpak is cruciaal

Bij het oplossen van de stikstof in de bouwsector moet ook integraal gedacht worden over de gehele bouwperiode, de gebruiksfase, en het feit dat veel investeringen niet slechts voor 1 project worden gedaan. Sommige maatregelen die wel snel genomen kunnen worden hebben dan misschien niet per direct een groot effect, maar kunnen ook geen kwaad ('no regret') en/of maken andere maatregelen mogelijk of makkelijker ('stepping stones'). Door lange termijn benadering van verduurzaming in de bouw, biedt dit op korte termijn al voordelen.

3 Als je slim uitvraagt, scoor je op meerdere ambities tegelijkertijd

'Stikstofoplossingen' moeten (dus) worden gezien en gepositioneerd als onderdeel van oplossingen ten behoeve van duurzaamheid in brede zin. Het dient onderdeel te worden van de ontwikkelvisie zodat het over disciplines en beleidsdomeinen heen valt. Dit vraagt een integrale duurzame visie, hoge ambities en noodzakelijke investeringen door opdrachtgevers, opdrachtnemers en financiers. Dat geldt zowel voor gemeenten als marktpartijen. Hierdoor wordt het een logisch en in feite onvermijdbaar onderdeel van het toekomstbestendiger maken van de bouwsector. Ook voor financiers blijkt stikstof zelf geen 'sexy' onderwerp om proposities op te ontwikkelen. Bovendien is stikstof nu het deel-probleem in de spotlight, maar over een aantal jaren is er weer wat anders, denk bijvoorbeeld aan biodiversiteit.

4 Reserveer afdelingsoverstijgend budget

Integraliteit wordt sterk gestimuleerd als de organisatie van een opdrachtgever en zeker een gemeente ook zo is gestructureerd. Tenminste moeten bouwprojecten integraal worden aangestuurd. De aansturing spiegelt zich namelijk in de verantwoording. Als de aansturing en interne financiering via de pilaren van beleidsdomeinen gebeurt, wordt een project geoptimaliseerd voor een specifiek domein waar het geld vandaan komt. Dat heeft tot gevolg dat tegenover eventuele meerkosten alleen de voordelen uit dat domein worden gezet en niet de voordelen uit de andere domeinen. Die laatste aanpak kan argumenten opleveren voor een meer ambitieuze aanpak.

5 Context als kans i.p.v. belemmering

Daarnaast hebben de context van het bouwproject (omgeving, ontwikkelvisie, bestemmingsplannen, natuurbeheerplannen) en de grootte van het bouwproject een bepalende invloed op het hele proces. Context dient dus *vanaf het eerste moment* meegenomen te worden, niet in termen van belemmeringen maar (ook) als deur naar kansen: niet alles kan overal, maar overal kan wel 'iets' en is dat ook de moeite waard. Werk opgavegericht: niet de bestaande structuren zijn leidend, maar de specifieke kenmerken van een bepaalde opgave(n).

68) NOS - Schouten presenteert stikstofwet, oktober 2020

Handelingsperspectief

Vanuit het kader bieden we een aantal meer concrete aanknopingspunten om mee aan de slag te gaan.

- 1 Dit begint met het opstellen van visie/strategie voor duurzaam/circulair bouwen. Het is van belang dat stikstofdoelstellingen gekoppeld worden aan doelstellingen voor bijvoorbeeld duurzame woningbouw, gezondheid, biodiversiteit, leefbaarheid en natuurbehoud.
- 2 Start vroegtijdig met samenwerkingen binnen domeinen van een gemeente en marktpartijen, zie volgende paragraaf als aanvulling op rolverdeling en samenwerking.
- 3 Kies op basis van de randvoorwaarden passende maatregelen per woningbouwproject en woningbouwopgave-breed. Maak afspraken tussen alle stakeholders aan tafel.
- 4 Zet instrumenten per maatregel in om deze te realiseren en breidt het instrumentarium uit waar nodig.

Rol van de gemeente

Gemeente als opdrachtgever bij woningbouwprojecten

Dit kan in gevallen dat de gemeente grondeigenaren is en de markt kunnen prikkelen door voorwaarden te stellen bij gronduitgifte. Daarnaast is het van belang vroegtijdig te communiceren over de ambitie van de gemeente met betrekking tot het woningbouwproject en bouwagenda.

De gemeente als facilitator

Deel als gemeente best practices en haal best practices actief op uit de markt en bij partners/partnergemeenten.

Organiseer daarnaast de dialoog tussen innovatieve (toe)leveranciers, aannemers en ontwikkelaars.

De gemeente als handhaver

De gemeente heeft de rol als handhaver bij vergunningverlening. Maak vroegtijdig en helder bekend hoe de vergunningverlening verloopt en hoe hierop gehandhaafd wordt.

Als gemeente kan je dus veel doen, al is het maar bestaande kennis ontsluiten of duidelijk maken wat je ambities zijn. Vaak is de provincie een goede partner om hierin op te schalen, dus zorg dat ook die betrokken is bij ambitieuze projecten.

Samenwerkingen

Samenwerking met marktpartijen

Gemeenten kunnen op meerdere manieren samenwerken met de markt en de markt stimuleren. Denk aan de volgende punten:

- 1 Zorg als gemeente voor een structurele vraag naar duurzaam, circulaire, stikstofneutrale woningbouw zodat de markt weet waar ze zich op voor moeten bereiden.
- 2 Start een meerjarige samenwerking met marktpartijen zodat investeringen (in materieel) over meerdere projecten uitgesmeerd kunnen worden.
- 3 Investeren in die samenwerkingen en vertrouwen en begrip. Dat is de enige manier om tot gedeelde doelstellingen te komen en samen trots te zijn op een project en dat zo uit te dragen.
- 4 Start marktconsultaties of dialogen met de markt om erachter te komen wat er is, geïnspireerd te raken en uit te vinden wat er nodig is in een uitvraag⁶⁹⁾⁷⁰⁾.

Samenwerking binnen de gemeente

De kern voor een project dat meerdere ambities dient, ligt bij het inkoopproces. Zoals aangegeven dienen binnen gemeenten verschillende beleidsdomeinen gekoppeld te worden in **integrale teams** en bouwprojecten gezamenlijk opgepakt te worden. Denk aan woningbouw, leefbaarheid, mobiliteit, natuurbeheer, etc. Er dient 'ontnauwing' plaats te vinden van deze onderwerpen, ze zijn immers allemaal onderdeel van het 'systeem'. Die ontnauwing kan concreet worden ondersteund door bijvoorbeeld een (experimenteel) gemeentebreed fonds te starten voor dergelijke integrale projecten. Cruciaal hierbij is een duidelijke, ambitieuze, opdracht van de interne opdrachtgever. Die moet meteen duidelijk maken dat een bouwproject stikstofarm en circulair en ... moet zijn. Er zijn gemeenten die een 'afdelingsoverstijgende projectleider' hebben ingesteld voor dit soort innovatieve trajecten.

69) De Bouwcampus - Verslag emissieloos bouwen, augustus 2020

70) Cirkelstad - Circulair bouwen na corona, oktober 2020

Samenwerking met overheidslagen

Omgaan met deze stikstofopgave is een kwestie van maatwerk. Bij de stikstofopgave zijn zowel het rijk, als provincies en gemeenten betrokken. Van belang zijn interbestuurlijke afspraken tussen de verschillende overheidspartijen⁷¹⁾. Richt interbestuurlijke programmateams in. Deze teams bestaan uit de inhoudelijk betrokken departementen, gemeenten, provincies en waterschappen en organiseren zich rondom een maatschappelijk vraagstuk. Versterk al bestaande teams. Deze teams krijgen een gezamenlijk programma-budget tot hun beschikking, zodat zij kunnen komen tot innovatieve en werkbare oplossingen.

Instrumenten

Hieronder is een lijst van mogelijke instrumenten die ingezet kunnen worden bij de ontwikkeling van duurzame, circulaire, stikstofneutrale woningbouw.

Buyer groups en leernetwerken.

Koploper gemeenten en/of gemeenten met hoge ambities kunnen hun kennis verder uitbreiden door actief te participeren in buyer groups, leernetwerken of communities of practice⁷²⁾, zoals die voor een zero emissie bouwmaterieel, circulair bouwen etc.

Gunningscriteria voor duurzaamheid

In de opdrachtgevende rol dient de gemeente gunningscriteria op te stellen zodat duurzaamheid wordt gestimuleerd, waardoor het stikstofprobleem niet eens centraal hoeft te staan. Dat blijkt namelijk af te leiden van de meer belangrijke discussie van duurzaam bouwen in bredere zin. Stimulering moet eerder gaan over doelen (zoals totaal uitstoot, bereikbaarheid van bouwplaats etc) dan over de middelen⁷³⁾. Dat laatste moeten bouwbedrijven in principe zelf mogen invullen. Dit instrument kan vooral worden toegepast bij het uitvragen van bouwmethodiek en bouwlogistiek.

Integrale financiering

Een integrale aanpak opent ook de deur tot financiering (vanuit rijk of anderszins) ten behoeve van duurzaamheid in brede zin. Carola Schouten heeft half oktober 2020 bekend gemaakt een half miljard uit te trekken voor elektrificering van een schoner machinepark⁷⁴⁾.

EMVI instrument

Het EMVI instrument inzetten bij het opstellen van de aanbesteding⁷⁵⁾. Dit zijn criteria waarbij de waarde, in plaats van de prijs doorslaggevend zijn bij de gunning.

Marktconsultatie

Organiseer marktconsultaties voor het vroegtijdig advies vragen aan de markt over bepaalde woningbouwopgave. Hiermee is inzicht in de laatste innovatie van bouwen en kan de haalbaarheid van maatregelen getoetst worden.

Monitoring en borging

Opstellen van monitoring en borging van de beoogde doelstellingen. Stel samen meetbare doelstellingen op en bepaal hoe je deze gaat monitoren over levensfasen van een gebouw en wijk⁷⁶⁾.

Aanbevelingen voor overheden: faciliteer een kennisloket

Faciliteren van kennisdeling: open zeker in de huidige fase richting versnelling van verduurzaming van de bouw een kennisloket voor initiatiefnemers, gemeenten en marktpartijen waarop beroep kan worden gedaan om voor een specifieke case gezamenlijk een integrale oplossing te bedenken.

Een laatste onderdeel van het kennisloket is het delen van *best practices*. Zo kunnen partijen geïnspireerd raken door wat er al kan en versneld van elkaar leren.

71) Ministerie van Binnenlandse Zaken - Als één overheid slagvaardig de toekomst tegemoet, september 2020

72) PIANOo Expertisecentrum Aanbesteden - Onderwerpen Buyer Groups, 2020

73) De Bouwcampus - Verslag emissieloos bouwen, augustus 2020

74) NOS - Schouten presenteert stikstofwet, oktober 2020

75) De Bouwcampus - Verslag emissieloos bouwen, augustus 2020

76) Cirkelstad - Circulair bouwen na corona, oktober 2020

CASES



Ter illustratie van de mogelijkheden met de bovengenoemde maatregelen en handelingsperspectief, zijn hieronder vier cases in Noord-Holland beschreven, waar stikstofdepositie een belemmerende factor is. We laten zien hoe de context bepalend is voor de keuze van maatregelen in aanleg- en gebruiksfase en wat het effect is van de maatregelen, zowel voor stikstof als andere beleidsdomeinen. Daarnaast geven we een handelingsperspectief: wat kunnen gemeente en bouwbedrijven, en zo nodig anderen per direct doen om een duurzaam perspectief op de case te bieden.

Haarlem



Afbeelding 13 | Plangebied Zuid-West⁷⁷⁾

Context

Voor de bedrijvenzone Houtvaartkwartier in Haarlem heeft de gemeente Haarlem de ontwikkelvisie Zuid-West opgesteld. De wens van de gemeente Haarlem is om in dit gebied tot 2025 2.100 woningen toe te voegen. Aangrijpingspunten van het gebied:

- Nabijheid van Natura-2000 gebied Kennemerland-Zuid: 750 meter
- Nabijheid van water: Lorentzkafe
- Stedelijk gebied, gesitueerd tussen station Heemstede-Aerdenhout (gemiddeld 3 kilometer) en station Haarlem (gemiddeld 3,5 kilometer).
- 22 kilometer gelegen van Bouwhub Westpoort⁷⁸⁾

Maatregelen

In ontwikkelvisie worden verschillende maatregelen benoemd zonder deze te linken aan de stikstofproblematiek.

- 1 De belangrijkste maatregel is het meenemen van de bestaande gebouwde omgeving in het duurzaam ontwikkelen van het gebied. Bijvoorbeeld een gezamenlijke warmte oplossing, waarmee oude woningen van het gas af kunnen.
- 2 Emissievrij mobiliteitsplan brengt de verkeersgeneratie van zowel de bestaande woningen als nieuwbouwwoningen terug. Hierbij kan er worden gekeken naar opties voor milieuzonering.
- 3 Maak voor de aanlegfase gebruik van een modulair bouwsysteem in combinatie met de bouwhub in Amsterdam-West. Dit reduceert de vervoersbewegingen en minimaliseert de emissie van stikstof tijdens de bouw.

De drie bovenstaande maatregelen bieden *zelfs* de mogelijkheid om bestaande stikstofemissie te verminderen. Middels het verduurzamen van de huidige gebouwen kan eventueel gesaldeerd worden met zowel de aanlegfase als toekomstige gebruiksfase.

Effect

Hieronder zijn de voordelen voor de wijk in Haarlem in kaart gebracht.

- 1 Gezamenlijk van gas af, geeft een stikstofreductie van 100% voor het warmtegebruik. Daarnaast is dit een koolstofdioxide uitstoot afname. Ook is het veiliger: koolstofmonoxide vergiftiging en gasexplosies⁷⁹⁾.

77) Gemeente Haarlem - ontwikkelvisie Zuid-West, september 2019

78) Bouwhub Amsterdam - over bouwhub

79) HVC Groep - aardgasvrije woning, december 2019

- 2 Vermindert CO₂ uitstoot en zorgt voor een veiligere wijk. Met de auto worden jaarlijks 3,6 miljard korte ritten onder de 7,5 kilometer gemaakt. Als de helft van deze ritten wordt vervangen door de fiets dan bespaart dat elk jaar grofweg 1,0 megaton CO₂, 1,3 kiloton stikstof en 0,065 kiloton fijnstof. Daarnaast zijn minder autoritten ook leiden tot minder geluidhinder. Afhankelijk van de specifieke situatie leidt een halvering van het aantal motorvoertuigen lokaal tot 3 dB minder geluidbelasting. Dat is een voor mensen significant effect⁸⁰⁾.
- 3 Bouwhub reductie: 50-80% van transportbewegingen. Dus hiermee een 50-80% reductie stikstofuitstoot, CO₂, fijnstof en vermindering van geluidshinder⁸¹⁾.

Handelingsperspectief

De volgende handelingen liggen zowel in lijn met de Ontwikkelvisie Zuid-West als het oplossing van de stikstofproblematiek.

- Het onderzoeken van de mogelijkheden om verduurzaming van de bestaande gebouwde omgeving mee te nemen in de duurzame ontwikkeling van het gebied.
- Mobiliteitsplan laten doorberekenen met verwachting toekomstig autoverbruik en vervolgonderzoek doen naar opties voor milieuzonering.
- Juridische aspecten onderzoeken in hoeverre het mogelijk is om de bouwhub te verplichten en hoe nieuwe initiatieven bestaande woningen verplicht moeten verduurzamen.
- Opzetten van een bouwteam om vroegtijdig te verkennen of modulaire houtbouw opties zijn voor de geplande woningbouw.
- Een ontwikkelteam opzetten die de uitdagingen in kaart brengen en partijen bij elkaar brengt om tot een integrale oplossing te komen waarin ook stikstof wordt meegenomen.
- Economisch onderzoek uitvoeren om de kosten en baten van integrale duurzame oplossing in beeld te brengen.



80) Natuur en Milieu - Van autovol naar autovrij, februari 2019

81) TNO - Duurzame Bouwlogistiek, 2018

Zaanstad



Afbeelding 14 | Hembrugterrein

Context

De realisatie van 1000 woningen op het Hembrugterrein Noord is door de gemeente Zaandam als case aangeboden. De gemeente is bezig met een integraal masterplan voor de ontwikkeling van het terrein, waarbij de wens is om het plan dit jaar nog te presenteren⁸²⁾. Door de stikstofproblematiek mee te nemen in het integraal masterplan kunnen ook hiermee de problemen worden getackeld. Aangrijpingspunten van het gebied:

- Nabijheid van Natura-2000 gebieden Polder Westzaan en Ilperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske: 2,7 kilometer.
- Nabijheid van water: Hemkade.
- Station Zaandam (gemiddeld 2,3 kilometer), Hembrug-veerpont, veerpont Amsterdam CS.
- Over water 5 kilometer verder gelegen Bouwhub Westpoort.

Maatregelen

Door in onderdelen van het masterplan de reductie van stikstof mee te nemen kunnen in zowel de aanlegfase als gebruiksfase verschillende maatregelen worden genomen:

Aanlegfase

- 1 Maak gebruik van de bouwhub in Amsterdam West en transport over water.
- 2 Modulair bouwen, waarbij op het terrein zelf alleen nog de onderdelen hoeven te worden geassembleerd.
- 3 Gefaseerd grondverzet en ontwikkelen, de realisatie zal niet in 1 jaar kunnen maar faseer over enkele jaren.

Gebruiksfase

- 4 Snelle fietsverbindingen richting Amsterdam CS en treinstation van Zaandam
- 5 Transport over water, middels een veerpont
- 6 Mogelijk inzet van een milieuzone

82) Gemeente Zaanstad - Masterplan Hembrugterrein, september 2020

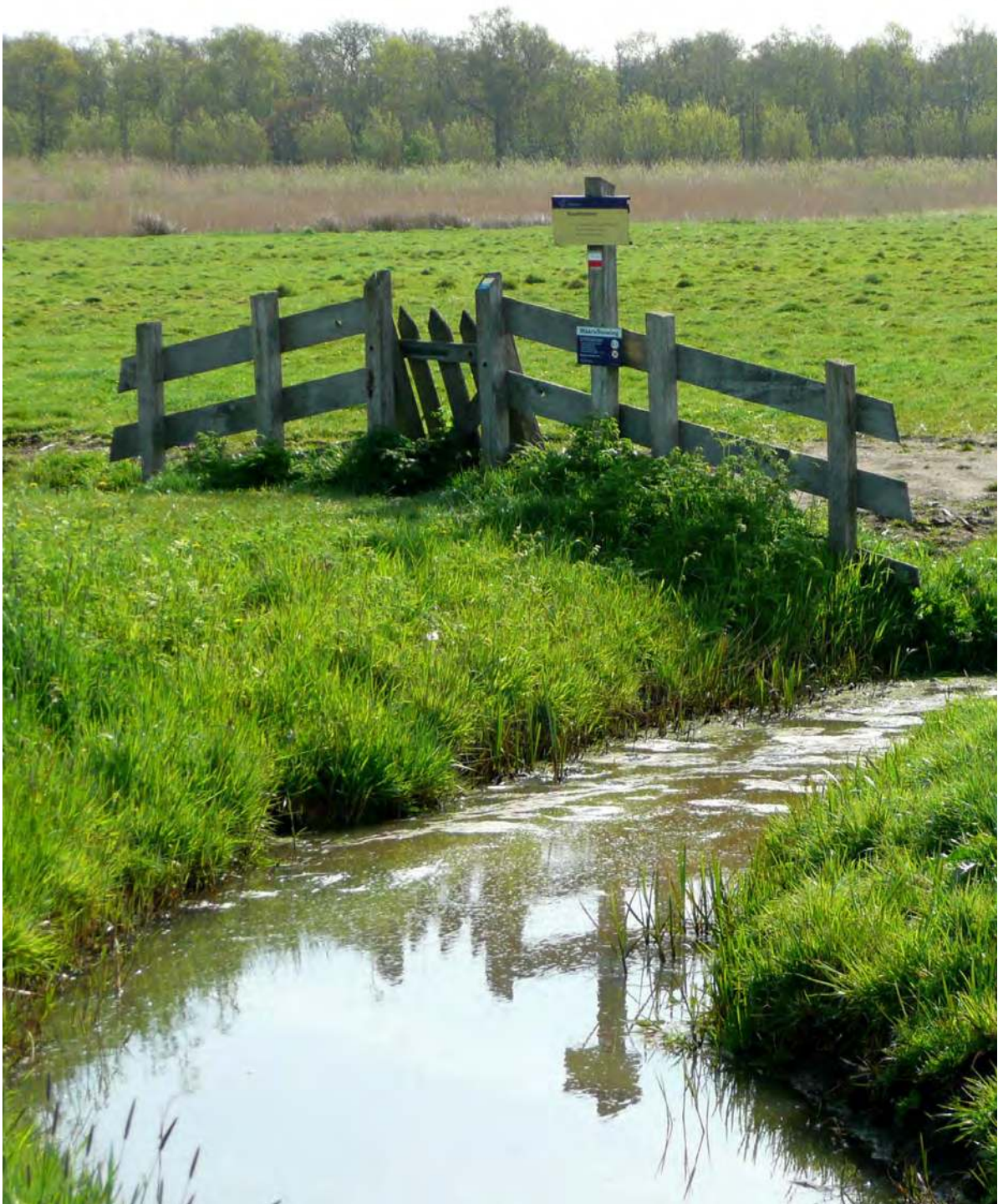
Effect

Transport over water, het gebruik maken van de bouwhub en modulair bouwen zullen de emissie van stikstof sterk terugdringen in de aanlegfase. Daarnaast de fasering jaarlijks ruimte geven om werkzaamheden te verrichten. Voor de gebruiksfase zit de uitdaging in het minimaliseren van transport emissies. Een integraal emissievrij mobiliteitsplan reduceert de transport emissies aanzienlijk.

Handelingsperspectief

De gemeente Zaandam kan het volgende meenemen in hun masterplan en kan het volgende onderzoeken:

- Neem in de fasering ook de stikstofemissie mee.
- Mobiliteitsonderzoek, hoe het gebruik van auto's minimaal wordt.
- Mogelijkheid onderzoeken om een milieuzone in te stellen.
- Onderzoeken of het mogelijk is om tijdens de aanlegfase de bouwhub te verplichten.
- Gunningscriteria opstellen voor modulair / circulair / biobased bouwen.



Schagen



Afbeelding 15 | Plangebied schagen

Context

De gemeente Schagen is voornemens in het gebied 't Hof van Callantsoog 30 woningen te realiseren. De ontwikkellocatie ligt bij een zeer stikstofgevoelig gebied, waardoor bij minimale emissie al depositie plaatsvindt. In deze case kijken we hoe de bouw en het gebruik van de woningen kunnen bijdragen aan het beheerplan van het omliggende Natura 2000-gebied de Duinen Den Helder-Callantsoog⁸³⁾. De volgende maatregelen sluiten aan op het beheerplan:

Maatregelen

- 1 De woningen ontwerpen en realiseren met biobased materialen. Biobased materialen zijn doorgaans lichter, vergeleken met het conventionele beton- en metselwerk. Daarom kan deze maatregel gecombineerd worden met een elektrisch wagenpark.
- 2 Natuurinclusief bouwen: ecologische maatregelen die emissie van stikstofoxide reduceren worden toegepast in en rondom het gebouw (bijvoorbeeld aanleggen van grote bomen en Sedum daken). Dit is nog niet invoerbaar in de Aerius berekening, maar draagt wel bij aan stikstofopname.
- 3 In gesprek gaan met Staatsbosbeheer (beheerder) om te bepalen welke ecologische maatregelen toegepast kunnen worden en hoe deze toepassingen tijdens de aanlegfase (van de woningen), maar ook tijdens de gebruiksfase beheerd kunnen worden en de biodiversiteit ten behoeve van het Natura 2000-gebied kunnen versterken.
- 4 Inzetten op elektrisch rijden in de gebruiksfase door voldoende laadpunten aan te leggen in de wijk.

Effect

Door met biobased materialen te bouwen, is de inzet van een elektrisch wagenpark mogelijk. Doorgaans heeft een elektrisch wagenpark het vermogen (nog) niet om ingezet te worden voor de bouw met conventionele bouwmaterialen. Biobased materialen zijn echter lichter van gewicht en daarom geschikt om te combineren met een elektrisch wagenpark. Bijkomende voordelen van een elektrisch wagenpark zijn – mits opgeladen met groene stroom – geen CO₂- en fijnstofuitstoot. Ook zijn biobased materialen hernieuwbaar en dragen hierdoor bij aan circulair bouwen.

De projectlocatie en het relatief kleine aantal woningen bieden de mogelijkheid om met dit project op een unieke manier met natuurinclusief bouwen bij te dragen aan de lokale biodiversiteit en het Natura 2000-gebied. Een circulaire uitvoering van het project versterkt de beeldkwaliteit van het gebied, vermindert de kans op wateroverlast, verkoelt de wijk in de zomer, verbetert de biodiversiteit en vermindert luchtvervuiling⁸⁴⁾.

Handelingsperspectief

- Onderzoek hoe projecten die in de toekomst bij kunnen dragen aan de biodiversiteit en het beheer van een Natura 2000-gebied, vergunningtechnisch moeten worden samengesteld. Het moet duidelijk worden hoe de woningen bijdragen aan het beheerplan en hoe dit kan worden gemonitord.
- Start een integraal team: de vele verschillende positieve effecten van groen in de wijk vragen om een samenwerking tussen verschillende domeinen binnen de gemeente.
- Bovenstaande maatregelen vragen ook om een *open-mind* van zowel de initiatiefnemers als de gemeente en de provincie om het project eventueel buiten de standaard kaders te beoordelen.
- Onderzoek doen naar faciliteren van elektrisch rijden.

83) Provincie Noord-Holland - Natura 2000 beheerplan, 2018 - 2024

84) WUR - Dossier groen in de stad

BUCH

Context

Het historische landgoed Duin en Bosch in Castricum wordt in ontwikkeling. De ontwikkeling is gedaan door Parnassia Groep in samenwerking met onder andere de gemeente Castricum. De volgende context is bepalend voor het project.

- Het landgoed is omringd door het Natura 2000-gebied het Noordhollands Duinreservaat.
- Station Castricum op 1,6 km.
- Gemeente heeft een faciliterende rol.

Maatregelen

- 1 Modulair bouwen zorgt voor minimale inzet van materieel op locatie.
- 2 Uniformiteit in fundatie en bouwmethodiek voor de verschillende bouwprojecten op het landgoed.
- 3 Minimaal grondverzet en nieuwe infra aanleggen, kijk waar gebouwen nu staan en gesloopt worden en waar minimaal grondverzet nodig is om nieuwbouw te realiseren.
- 4 Kennisdeling tussen de verschillende bouwprojecten op het landgoed.
- 5 Stimulans van elektrisch autovervoer en goede fietsverbinding naar het treinstation van Castricum.

Effect

Modulaire bouw vermindert de vervoersbewegingen en de inzet van zwaar materieel tijdens de aanlegfase. Daarbij zorgt uniformiteit in fundatie en bouwmethodiek ervoor dat niet iedere kavel / bouwproject zelfstandig een fundatie gaat plaatsen, en verschillende machines nodig heeft. Door de huidige infrastructuur goed in kaart te brengen en hierom heen te plannen vergt dit minder inzet van zwaar materieel. Kennisdeling tussen de verschillende projecten zorgt voor efficiëntie en samenwerking waarmee problemen vroeg getackeld kunnen worden en oplossingen samen gezocht kunnen worden.

Handelingsperspectief

De gemeente heeft een faciliterende en informatieve rol. Door vroeg bij initiatiefnemers aan te geven welke problemen een rol gaan spelen bij de ontwikkeling, kunnen initiatiefnemers deze in een vroeg stadium meenemen en tackelen. Een mogelijkheid zou kunnen zijn om een probleem-identificatie checklist te maken waarmee initiatiefnemers kunnen zien welke problemen ze verwachten.

Naast faciliteren en informeren kan de gemeente ook inspireren en een platform creëren waar initiatiefnemers en gemeente kennis kunnen delen hoe eerdere stikstofproblemen zijn opgelost. Zodat initiatiefnemer en ook andere gemeenten kunnen leren van oplossingen.



BRONVERMELDINGEN



ABN AMRO, januari 2020, *Stikstof en PFAS verspreiden zich als olievlek over de bouwsector*, verkregen van:

[ABN AMRO - Stikstof en PFAS verspreiden zich als olievlek over de bouwsector](#)

Adviescollege Stikstofproblematiek, juni 2020, *Niet alles kan overal - eindadvies over structurele aanpak*, verkregen van: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/06/08/niet-alles-kan-overal>

ANWB, 2020, *Alles over uitstoot*, verkregen van: <https://www.anwb.nl/auto/nieuws-en-tips/alles-over-uitstoot>

ASCE, juni 2012, *Application of modular construction in high-rise buildings*, verkregen van:

<https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29AE.1943-5568.0000057>

BAM, juli 2019, *Modulair ontwikkelen en bouwen*, verkregen van: <https://www.bambouwentechniek.nl/onze-expertise/modulair-ontwikkelen-bouwen/modulair-ontwikkelen-en-bouwen>

Biobased Bouwen, 2019, *biobased producten*, verkregen van: <https://www.biobasedbouwen.nl/producten/>

Biodiversiteit, 2011, *Ecosysteemdiensten*, verkregen van: <http://www.biodiversiteit.nl/biodiversiteit-is-levensbelang/ecosysteemdiensten>

Bouwcampus, augustus 2020, *Verslag emissieloos bouwen*, verkregen van: <https://debouwcampus.nl/trajecten/emissieloos-bouwen>

Bouwend Nederland, januari 2019, *Handvat duurzaam materiaalgebruik voor bouw en infra*, verkregen van: <https://www.bouwendnederland.nl/media/3441/handvat-duurzaam-materiaalgebruik.pdf>

Bouwhub Amsterdam, 2020, *Over bouwhub*, verkregen van: <https://www.bouwhub.amsterdam/over-bouwhub>

Cirkelstad, oktober 2020, *Circulair ontwerpen*, verkregen van: <https://www.cirkelstad.nl/greenpaper-circulair-bouwen-na-corona/>

Cirkelstad, oktober 2020, *Inkopen van circulaire bouwwerken*, verkregen van:

<https://www.cirkelstad.nl/stappenplan-natuurinclusief-bouwen/>

Cobouw, september 2019, *Stikstof gijzelt de bouw: dit is wat we tot nu toe weten*, verkregen van: <https://www.cobouw.nl/aanbesteden/nieuws/2019/09/analyse-stikstof-gijzelt-de-bouw-een-extra-onbeheersbaar-risico-101276110>

CROW, december 2018, *Toekomstbesteding parkeren, van parkeercijfers naar parkeernormen*, verkregen van: <https://www.crow.nl/publicaties/toekomstbestendig-parkeren>

DCMR, november 2013, *Onderzoek naar de impact van biobrandstoffen op luchtkwaliteit en gezondheid*, verkregen van: file:///C:/onderzoek_impact_biobrandstoffen_op_luchtkwaliteit_en_gezondheid.pdf

De Groene Koers, februari 2020, *Emissie-reducerende maatregelen uit e pitchdagen van de groene koers voor bouw en infra*, verkregen van: <https://www.degroenekoers.nl/wp-content/uploads/2020/09/Technische-mogelijkheden-emissiereductie-De-Groene-Koers-10062020.pdf>

Economisch Instituut voor de Bouw, oktober 2019, *Stikstofproblematiek - effecten op realisatie van bouwprojecten op korte en middellange termijn*, verkregen van: https://www.eib.nl/pdf/Stikstofproblematiek_web.pdf

Finch Buildings, 2020, *Monnickendam, Kohnstammlocatie*, verkregen van: <https://finchbuildings.com/monnickendam/>

Gemeente Haarlem, september 2019, *Ontwikkelvisie Zuid-West*, verkregen van: <https://www.haarlem.nl/ontwikkelvisie-zuid-west/>

Gemeente Haarlem, februari 2019, *rapportage woningbouw gemeente Haarlem*, verkregen van: <https://gemeentebestuur.haarlem.nl/Themas>

Good Fuels, 2020, *Waarom GoodFuels*, verkregen van: <https://nl.goodfuels.com/road-rail/>

HVC Groep, december 2019, *De voor- en nadelen van een aardgasvrije woning*, verkregen van: <https://www.hvcgroep.nl/ons-verhaal/tips-en-weetjes/de-voor-en-nadelen-van-een-aardgasvrije-woning>

KvK, juli 2020, *Stikstof in de bouw o het kan naar o*, verkregen van: <https://www.kvk.nl/advies-en-informatie/innovatie/duurzaam-ondernemen/stikstof-in-de-bouw---het-kan-naar-o/>

Longfonds, oktober 2019, *Topje van de ijsberg: tientallen Nederlanders vluchten voor vieze lucht*, verkregen van: <https://www.longfonds.nl/nieuws/topje-van-de-ijsberg-tientallen-nederlanders-vluchten-voor-vieze-lucht>

Longfonds, 2020, *Wat adem ik in?*, verkregen van: <https://www.longfonds.nl/buitenlucht-en-je-longen/wat-adem-ik-in>

McKinsey, juni 2019, *Modular construction: from projects to products*, verkregen van: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/modular-construction-from-projects-to-products#>

Milieu Centraal, december 2019, *Stikstof in de lucht en bodem*, verkregen van: <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/stikstof-in-de-lucht-en-bodem/#:-:text=Stikstofdioxide%20is%20ongezond,-Te%20veel%20stikstofdioxide&text=Mensen%20kunnen%20last%20krijgen%20van,ook%20andere%20stoffen%20zoals%20fijnstof>

Ministerie van Binnenlandse Zaken, september 2020, *Als één overheid slagvaardig de toekomst tegemoet*, verkregen van: <https://www.overheidvannu.nl/documenten/rapporten/2020/09/10/eindrapport-studiegroep-ifv---als-een-overheid-slagvaardig-de-toekomst-tegemoet>

Mokum Mariteam, januari 2018, *Afbreken Amsterdam Light Festival*, verkregen van: <https://mokummariteam.nl/?p=563>

Natuur en Milieu, november 2019, *Elektrische mobiele werktuigen in beeld*, verkregen van: <https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2019/09/Elektrische-mobiele-werktuigen-in-beeld.pdf>

Natuur en Milieu, februari 2020, *Maak mobiliteitshubs aantrekkelijk en zorg voor diverse mobiliteit*, verkregen van: <https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2020/02/Brochure-Mobiliteitshubs.pdf>

Natuur en Milieu, februari 2019, *Van autovol naar autovrij*, verkregen van: <https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2019/02/Van-autovol-naar-autovrij-februari-2019.pdf>

Nederlandse Branchevereniging voor de Timmerindustrie, november 2016, *Biobased en dampopen bouwen met hout*, verkregen van: <https://nbvt.nl/blog/23-02-2017/biobased-en-dampopen-bouwen-met-hout>

NOS, oktober 2020, *Schouten presenteert stikstofwet, meer reductie lastig haalbaar*, verkregen van: <https://nos.nl/artikel/2352142-schouten-presenteert-stikstofwet-meer-reductie-lastig-haalbaar.html>

PIANOo expertisecentrum aanbesteden, april 2020, *zero emissie (ZE) bouwmaterieel*, verkregen van: <https://www.pianoo.nl/nl/themas/maatschappelijk-verantwoord-inkopen-duurzaam-inkopen/ontwikkelingen/buyer-groups/onderwerpen>

Provincie Noord-Holland, 2018-2024, *Natura 2000 beheerplan Duinen Den Helder-Callantsoog*, verkregen van: <https://www.bij12.nl/wp-content/uploads/NbpDen-Helder-Callantsoog.pdf>

Provincie Noord-Holland, juli 2020, *Onderzoek: slim parkeerbeleid biedt ruimte voor woningen en groen*, verkregen van: https://www.noord-holland.nl/Actueel/Archief/2020/Juli_2020/Slim_nadenken_over_parkeerbeleid_biedt_ruimte_voor_meer_woningen_en_groen

Provincie Noord-Holland, 2020, *Stikstof en Natura 2000*, verkregen van: https://www.noord-holland.nl/Onderwerpen/Natuur/Projecten/Stikstof_en_Natura_2000/Stikstof

Raad van State, mei 2019, *Programma Aanpak Stikstof - PAS uitspraken 29 mei 2019*, verkregen van: <https://www.raadvanstate.nl/programma-aanpak/>

Rijksoverheid, oktober 2019, *Infographic stikstofdepositie per bron*, verkregen van: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2019/10/04/infographic-stikstofdepositie-per-bron>

Rijksoverheid, oktober 2020, *Aanpak stikstof - platform voor communicatie over de aanpak van de stikstofproblematiek*, verkregen van: <https://www.aanpakstikstof.nl/>

RLT, februari 2020, *VolkerWessels ontwikkelt filter om stikstofvrij te kunnen bouwen*, verkregen van: https://www.rtlnieuws.nl/economie/bedrijven/artikel/5010076/volkerwessels-stikstofcrisis-filter-bouw-nonox-stikstof-zuurstof?redirect_from=rtlz

Rutte Groep, november 2018, *City Barging*, verkregen van: <https://www.ruttegroep.nl/citybarging/>

RVO, 2020, *Natuurinclusief bouwen*, verkregen van: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/technieken-beheer-en-innovatie/natuurinclusief-bouwen>

Schroeffundering, 2020, *De kostenefficiënte, duurzame en solide oplossing*, verkregen van: <https://schroeffundering.nl/>

TNO, januari 2020, *Houtbouw is niet alleen circulair, maar ook sneller*, verkregen van: <https://www.tno.nl/nl/tno-insights/artikelen/houtbouw-is-niet-alleen-circulair-maar-ook-sneller/>

TNO, 2018, *Duurzame bouwlogistiek voor binnenstedelijke woning- en utiliteitsbouw*, verkregen van: <https://dzz1a14d3feyr7.cloudfront.net/app/uploads/2018/10/31110953/TNO-2018-bouwlogistiek.pdf>

TNO, januari 2020, *Houtbouw is niet alleen circulair, maar ook sneller*, verkregen van: <https://www.tno.nl/nl/tno-insights/artikelen/houtbouw-is-niet-alleen-circulair-maar-ook-sneller/>

TNO, juli 2017, *Onderscheidende kenmerken van brandstoftypen als alternatief voor diesel*, verkregen van: <https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid:92011fd4-6f47-4ec4-8f5b-47a1086894b2>

TNO, september 2020, *Potentieel biobased bouwmaterialen en -systemen beter benutten*, verkregen van: <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/bouw-infra-maritiem/roadmaps/buildings-infrastructure/innovatie-in-de-bouw-door-kennisdeling-en-advisering/biobased-bouwmaterialen-en-systemen/>

TNO, juni 2018, *Real world NOx emissions of non-road equipment*, verkregen van: <https://docplayer.net/160971795-Real-world-nox-emissions-of-non-road-equipment.html>

TNO, juni 2015, *Schadelijke emissies van dieselveertuigen*, verkregen van: https://www.tno.nl/media/5694/tno_schadelijke_emissies_van_dieselveertuigen_4_juni_2015.pdf

TNO, oktober 2019, *Stikstofemissie en -depositie in Nederland*, verkregen van: <https://www.tno.nl/nl/over-tno/nieuws/2019/10/factsheet-stikstofemissie/>

TNO, 2020, *Waterstof voor verbrandingsmotoren van zwaar materieel*, verkregen van: <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/mobiliteit-logistiek/roadmaps/sustainable-traffic-and-transport/sustainable-vehicles/waterstof-voor-verbrandingsmotoren-in-zwaar-materieel/>

TNO, CE Delft, juni 2014, *Brandstoffen voor het wegverkeer*, verkregen van: <https://www.binnenlandsbestuur.nl/Uploads/2017/6/Factsheets-brandstoffen-wegverkeer-juni-2014.pdf>

WUR, 2020, *A green environment: good for your health*, verkregen van: <https://www.wur.nl/en/show-longread/A-green-environment-good-for-your-health.htm>

WUR, 2020, *Dossier groen in de stad*, verkregen van: <https://www.wur.nl/nl/Dossiers/dossier/Groen-in-de-stad.htm>

WUR, 2017, *Wees zorgvuldig met AdBlue*, verkregen van: <https://edepot.wur.nl/407230>

Zaanstad Nieuws, september 2020, *Masterplan Hembrugterrein moet nog dit jaar op tafel liggen*, verkregen van: <https://zaanstad.nieuws.nl/actueel/62935/masterplan-hembrugterrein-moet-nog-dit-jaar-op-tafel-liggen/>

Volker Wessels, juli 2014, *Morgen Wonen*, verkregen van: <https://www.volkerwessels.com/nl/projecten/morgenwonen>

Volkskrant, 13 oktober 2020, *Kabinet geeft bouwsector gedeeltelijk stikstofverlof*, verkregen van: https://www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/kabinet-geeft-bouwsector-gedeeltelijk-stikstofverlof-b69799571/?utm_source=link&utm_medium=app&utm_campaign=shared%20content&utm_content=free



Colofon

Uitgave

Provincie Noord-Holland
Postbus 123 | 2000 MD Haarlem
Tel.: 023 514 31 43 | Fax: 023 514 40 40
www.noord-holland.nl
post@noord-holland.nl

Eindredactie

Provincie Noord-Holland
Directie Beleid | Sector Groen

Fotografie

Provincie Noord-Holland

Grafische verzorging

Xerox Mediaservices

Haarlem, november 2020