

**Circular Economy &
Environment**Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrechtwww.tno.nl

T +31 88 866 42 56

TNO-rapport**TNO 2020 R12319****Ruimtelijke verdeling bouwmachines**

Datum datum	2 februari 2021
Auteur(s)	Emiel van Eijk
Exemplaarnummer	2021-STL-RAP-100337768
Aantal pagina's	16
Opdrachtgever	RIVM
Projectnaam	Emissieregistratie 2020, Regionalisatie mobiele werktuigen
Projectnummer	060.40656/01.15.02

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2021 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Huidige verdeling emissies van bouwmachines	4
3	Machines en emissies	5
4	Voorgestelde methodiek	7
4.1	Toewijzing machines aan bouwsectoren	7
4.2	Toewijzing bouwsectoren aan geografische bronnen	10
4.2.1	Nieuwbouw en onderhoud woningen	10
4.2.2	Nieuwbouw en onderhoud gebouwen	10
4.2.3	Nieuwbouw en onderhoud wegen	10
4.2.4	Kabel- en pijpleidingen	11
4.2.5	Civiele kunstwerken	11
4.2.6	Kust en oever	11
4.2.7	Baggerwerk	11
5	Eerste inschatting effecten	12
6	Aanbevelingen	14
7	Bronnen	15
8	Ondertekening	16

1 Inleiding

De emissies van mobiele werktuigen worden in Nederland ruimtelijk verdeeld om meegenomen te worden in de verspreiding- luchtkwaliteit- en depositiemodellen. Mobiele werktuigen verplaatsen zich door het land en ze worden veelal tijdelijk ingezet op verschillende locaties. In tegenstelling tot vaste installaties, zoals schoorstenen, en wegverkeer gekoppeld aan intensiteiten op wegen, zijn er beperkt inzichten in de locaties van activiteiten van mobiele werktuigen. Inzicht in deze activiteiten gekoppeld aan specifieke locatie-eigenschappen is een eerste stap in een goede ruimtelijke toedeling van mobiele werktuigen en hun emissies.

TNO heeft in opdracht van de Taakgroep Ruimtelijke Verdeling (TRV) van de emissieregistratie (ER) onderzoek verricht naar de mogelijke verbetering van de ruimtelijke verdeling van de emissies van mobiele werktuigen, in het bijzonder bouwmachines. In dit rapport wordt een voorstel gedaan voor een methodiek om de ruimtelijke verdeling te verbeteren, en het bijbehorende nader onderzoek ter ondersteuning van deze methodiek.

Het rapport bevat de volgende onderdelen:

- Huidige verdeling van de emissies van bouwmachines.
- Emissies per machinetype
- Voorgestelde methodiek
- Vergelijking tussen huidige en voorgestelde methodiek
- Vervolgstappen

Mobiele werktuigen rijden beperkt op de weg, maar zijn vooral bij bouwplaatsen en onderhoud actief. Sommige machines, zoals landbouwtrekkers voor grondverzet, kunnen wel zelf op de weg rijden, maar een groot deel van de machines, zoals stroomaggregaten, moeten verplaatst worden van locatie naar locatie.

2 Huidige verdeling emissies van bouwmachines

De emissies van bouwmachines zijn onderdeel van de emissies van mobiele werktuigen die jaarlijks worden vastgesteld door de Taakgroep Verkeer en Vervoer (VenV) van de emissieregistratie (Geilenkirchen, et al., 2020). De gebruikte methodiek voor de ruimtelijke verdeling van mobiele werktuigen is te zien in Tabel 1.

Tabel 1: Huidige methodiek voor de ruimtelijke verdeling van emissies van mobiele werktuigen

Emissieoorzaak	Methodiek ruimtelijke verdeling
Mobiele werktuigen landbouw	Bodemgebruik agrarisch (LGN)
	Bodemgebruik natuur (LGN)
<i>Mobiele werktuigen, bouwsector</i>	<i>Inwoners en woningen</i>
Mobiele werktuigen industrie	Arbeidsplaatsen (kleine bedrijven, niet-eMJV)
Mobiele werktuigen consumenten	Inwoners en woningen
Mobiele werktuigen HDO (Handel, Diensten en Overheid)	Inwoners en woningen
Mobiele werktuigen containeroverslag	Containeroverslag

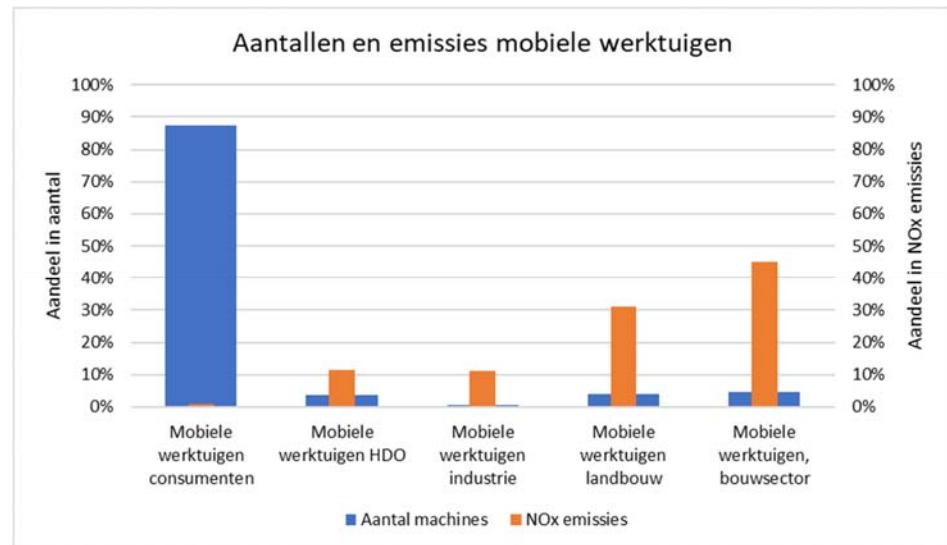
De emissies van bouwmachines worden op dit moment toegekend op basis van het aantal inwoners en woningen¹. De methodiek combineert het aantal inwoners per gemeente (CBS statistiek) met het aantal woningen (Basisadministratie Adressen en Gebouwen, BAG). Op basis daarvan wordt per gemeente een gemiddeld aantal inwoners per woning berekend. Vervolgens wordt per vierkant (500*500 meter) het aantal woningen vermenigvuldigd met de gemiddelde woningbezetting. De op deze manier berekende aantal inwoners vormen de basis voor de verdeling van emissies door bouwmachines op de kaart. Gevolg is dat de emissies van bouwmachines zich vooral concentreren in dichtbevolkte gebieden.

Deze aanpak leidt ertoe dat in sommige steden en locaties, zoals Rotterdam, bijna een kwart van de achtergrondconcentraties toegekend is aan mobiele werktuigen, terwijl er daar nauwelijks mobiele werktuigen actief zijn. De reden hiervoor is de hoge woningdichtheid (dicht bij elkaar liggende oudere woningen maar ook flats en woontorens).

¹ De methodiek "Inwoners en woningen" staat beschreven in [http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Algemeen%20\(General\)/Ruimtelijke%20toedeling%20\(Spatial%20allocation\)/Nederlands/Inwoners%20en%20woningen.pdf](http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Algemeen%20(General)/Ruimtelijke%20toedeling%20(Spatial%20allocation)/Nederlands/Inwoners%20en%20woningen.pdf)

3 Machines en emissies

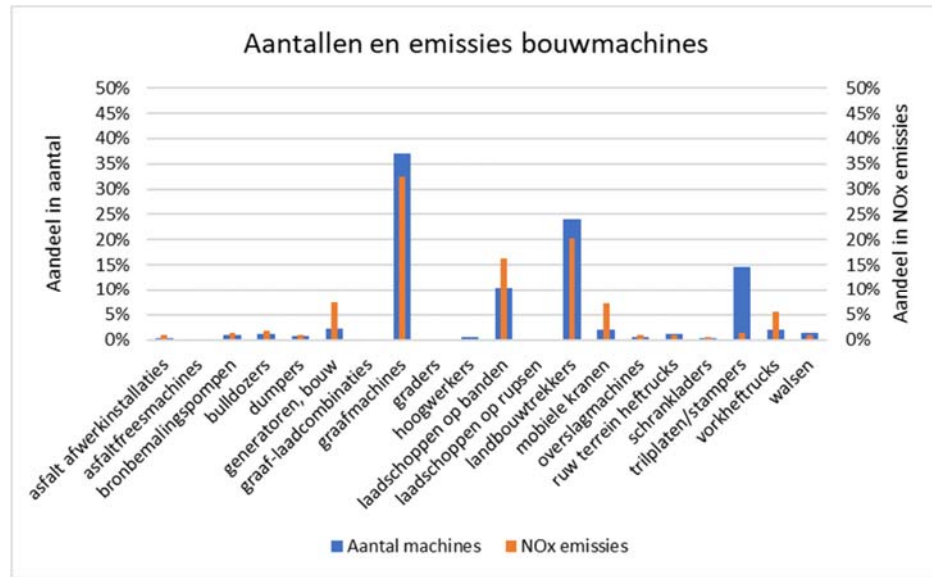
De emissies van mobiele werktuigen worden berekend met het EMMA model (Hulskotte & Verbeek, 2009). In dit model wordt onderscheid gemaakt in verschillende typen machines. Voor elk van deze machinetypen worden de totale emissies bepaald aan de hand van onder andere het aantal machines, de draaiuren en de emissieklasse van de motor.



Figuur 1: Aandeel in aantallen en NO_x emissies van mobiele werktuigen (bron: EMMA model)

Figuur 1 laat voor een aantal machinetypen het aandeel in het totale park zien en het bijbehorende aandeel in de totale NO_x emissie van mobiele werktuigen. Te zien is dat het grootste aantal machines valt in de categorie consumenten. Aangezien dit vooral relatief kleine machines zijn als bladblazers en grasmaaiers is het aandeel in de emissies gering (<1%). Bouwmachines maken iets minder dan 5% uit van het totale aantal mobiele werktuigen maar zijn wel goed voor 45% van de totale emissies.

De basis van deze aantallen liggen in het onderzoek uit 2009 met de hulp van brancheorganisaties. Mogelijk geven deze getallen een vertekend beeld, omdat er geen tellingen of registraties zijn.



Figuur 2: Aandeel in aantallen en NO_x emissies van mobiele werktuigen in de bouwsector (bron: EMMA model)

Figuur 2 laat dezelfde verdeling zien voor de bouwmachines. Graafmachines hebben zowel in aantal (37%) als in NO_x emissies (32%) het grootste aandeel, gevolgd door de landbouwtrекkers. Triplaten/stampers hebben een aandeel van ongeveer 15% in het aantal machines maar hadden door hun geringe omvang geen groot aandeel in de emissies. Laadschoppen komen qua emissies (16%) op de derde plaats en ook generatoren, mobiele kranen en vorkheftrucks hebben met meer dan 5% nog een aanzienlijk aandeel in de emissies. Deze cijfers veranderen met de nieuwe emissie-eisen aan machines, waarbij de grote machines aangescherpte eisen hebben. Dit zal de relevantie van inzichten in de inzet van kleine machines vergroten.

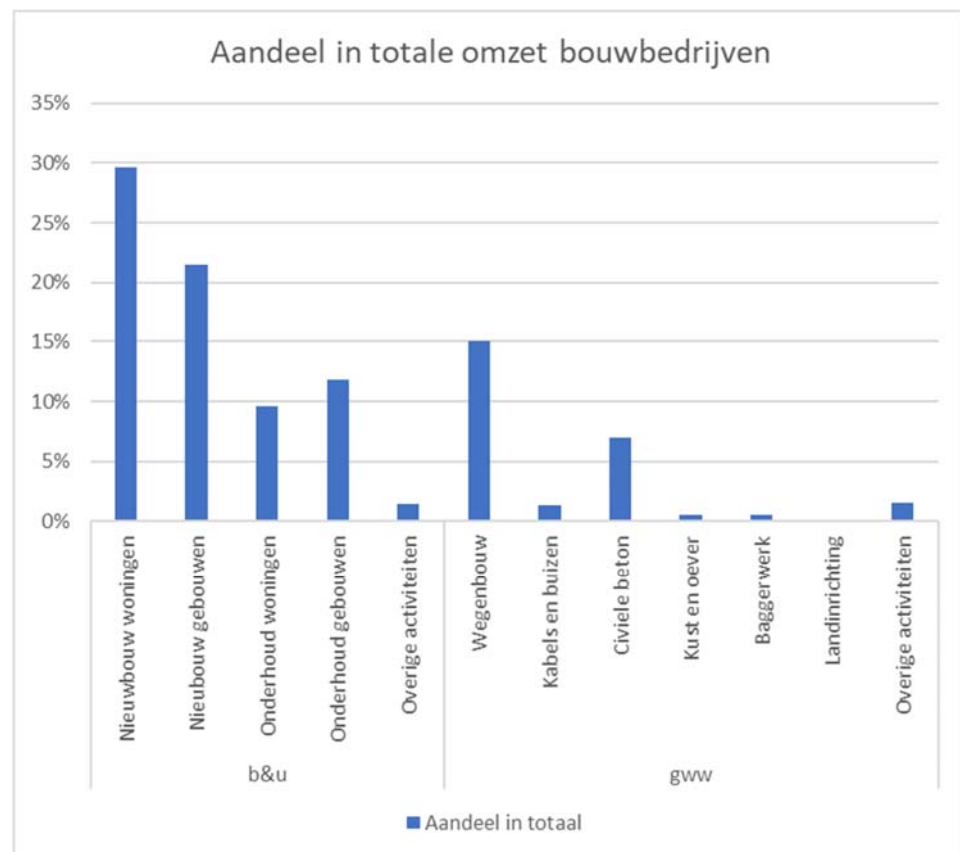
4 Voorgestelde methodiek

De voorgestelde methodiek bevat twee stappen:

1. Toewijzing van machines aan bouwsectoren;
2. Toewijzing van bouwsectoren aan geografische bronnen.

4.1 Toewijzing machines aan bouwsectoren

Voor een eerste inschatting van de verdeling van machines naar bouwsectoren is gekeken naar het aandeel van de verschillende sectoren in de totale omzet van hoofdaannemers in de burgerlijke en utiliteitsbouw (b&u) en grond-, water- en wegbouw (gww), berekend door het Economisch Instituut voor de Bouw (EIB) (Visser & Nicolas, 2020), weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3: Aandeel bouwsectoren in de totale omzet van hoofdaannemers in de b&u en gww (bron: EIB)

Landinrichting neemt (afgerond) 0% van de totale omzet in beslag en wordt daarom niet meegenomen als aparte categorie. Voor wegenbouw wordt nog onderscheid gemaakt in nieuwbouw en vernieuwing/onderhoud. Op basis van het EIB rapport wordt hier een verdeling van 56% nieuwbouw aangehouden. Voor de overige gww-sectoren wordt hierin geen onderscheid gemaakt.

Voor de sectoren kust en oever- en baggerwerk wordt verondersteld dat deze een groter aandeel van de totale inzet van bouwmachines vertegenwoordigen omdat hier ook werkzaamheden in eigen beheer van waterschappen onder vallen.

Uiteindelijk is gekozen voor de volgende sectoren:

1. Nieuwbouw woningen
2. Nieuwbouw gebouwen
3. Onderhoud woningen
4. Onderhoud gebouwen
5. Nieuwbouw wegen
6. Onderhoud wegen
7. Kabel- en pijpleidingen
8. Civiele kunstwerken
9. Kust en oever
10. Baggerwerk

Op basis van de omzetcijfers en de functie van de machines is een eerste ruwe inschatting gemaakt van de verdeling van de emissies van bouwmachines naar bouwsectoren. Deze inschatting is te zien in Tabel 2. Deze inschatting kan verbeterd worden op basis van inzichten in de werkelijke inzet van bouwmachines op bouwplaatsen. Bijvoorbeeld door het verkrijgen van AERIUS projectberekeningen.

Tabel 2: Eerste inschatting verdeling bouwmachines naar sectoren en activiteiten

Machine	Aanname	Nieuwbouw woningen	Nieuwbouw gebouwen	Onderhoud woningen	Onderhoud gebouwen	Nieuwbouw wegen	Onderhoud wegen	Kabels en buizen	Civiele beton	Kust en oever	Baggerwerk
asfalt afwerkinstallaties	Alleen gebruikt op asfaltwegen					40%	60%				
asfaltfreemachines	Alleen gebruikt op asfaltwegen					40%	60%				
bronbemalingspompen	Alle bouwplaatsen (Mits lager dan +5 NAP)	30%	21%	10%	12%	8%	7%	1%	7%	2%	2%
bulldozers	Vooraf op wegen (80/20)	7%	5%	2%	3%	48%	32%	0%	2%	0%	0%
dumpers	Vooraf op wegen (80/20)	7%	5%	2%	3%	48%	32%	0%	2%	0%	0%
generatoren, bouw	Alle bouwplaatsen	30%	21%	10%	12%	8%	7%	1%	7%	2%	2%
graaf-laadcombinaties	Vooraf op wegen (80/20)	7%	5%	2%	3%	48%	32%	0%	2%	0%	0%
graafmachines	Op alle bouwplaatsen	30%	21%	10%	12%	8%	7%	1%	7%	2%	2%
graders	Vooraf op wegen (80/20)	7%	5%	2%	3%	48%	32%	0%	2%	0%	0%
hoogwerkers	Vooraf woningen en kunstwerken (20/80)	28%	20%	9%	11%	11%	9%	1%	7%	2%	2%
laadschoppen op banden	Op alle bouwplaatsen	30%	21%	10%	12%	8%	7%	1%	7%	2%	2%
laadschoppen op rupsen	Vooraf op wegen (80/20)	7%	5%	2%	3%	48%	32%	0%	2%	0%	0%
landbouwtrekkers	Op alle bouwplaatsen	30%	21%	10%	12%	8%	7%	1%	7%	2%	2%
mobiele kranen	Vooraf woningen en kunstwerken (20/80)	28%	20%	9%	11%	11%	9%	1%	7%	2%	2%
overslagmachines	Op alle bouwplaatsen	30%	21%	10%	12%	8%	7%	1%	7%	2%	2%
ruw terrein heftrucks	Op alle bouwplaatsen	30%	21%	10%	12%	8%	7%	1%	7%	2%	2%
schranskiaders	Op alle bouwplaatsen	30%	21%	10%	12%	8%	7%	1%	7%	2%	2%
trilplaten/stampers	Alleen op klinkerwegen					40%	60%				
vorkheftrucks	Niet voor wegen	35%	25%	12%	14%			1%	8%	2%	2%
walsen	Alleen op wegen					40%	60%				

4.2 Toewijzing bouwsectoren aan geografische bronnen

De tweede stap betreft het toewijzen van bouwsectoren aan geografische bronnen. Voor zover mogelijk is gebruik gemaakt van bestaande bronnen die nu ook al gebruikt worden voor de ruimtelijke toedeling van andere emissieoorzaken binnen de emissieregistratie. Indien dit niet mogelijk was, zijn publiek toegankelijke bronnen geselecteerd die regelmatig bijgewerkt worden.

4.2.1 *Nieuwbouw en onderhoud woningen*

Voor nieuwbouwwoningen kan de Basisregistratie Adressen en Gebouwen gebruikt worden, deze wordt ook al gebruikt voor de ruimtelijke toedeling op basis van "Inwoners en Woningen"². Voor elk emissiejaar kunnen alleen woningen (gebouwen met gebruiksdoel "woonfunctie") met bouwjaar gelijk aan het emissiejaar geselecteerd worden. Om niet onevenredig veel emissies in wijken met relatief kleine woningen te krijgen moet geschaald worden met de oppervlakte van de woningen.

Voor onderhoud aan woningen wordt dezelfde aanpak voorgesteld als voor de nieuwbouw aan woningen, alleen moet dan over alle woningen met een bouwjaar anders dan het emissiejaar worden gewogen.

4.2.2 *Nieuwbouw en onderhoud gebouwen*

De aanpak voor nieuwbouw gebouwen is gelijk aan die van nieuwbouw woningen, alleen moeten nu gebouwen met een ander gebruiksdoel dan "woonfunctie" geselecteerd worden.

Voor onderhoud aan gebouwen wordt dezelfde aanpak voorgesteld als voor de nieuwbouw aan gebouwen, alleen moet dan over alle gebouwen met een bouwjaar anders dan het emissiejaar worden gewogen.

4.2.3 *Nieuwbouw en onderhoud wegen*

Voor de ligging van nieuwbouwwegen kunnen mutaties in het Nationaal Wegenbestand (NWB) van de Dienst Water- en Leefomgeving (Rijkswaterstaat) gebruikt worden. Deze bron wordt ook al gebruikt voor de toedeling van emissies van het wegverkeer³. Sommige machines worden alleen gebruikt op asfaltwegen of juist op klinkerwegen. Op basis van het wegtype kan ook deze toedeling plaatsvinden met 100% asfalt op rijks- en provinciale wegen en 10% asfalt op stadswegen.

Voor het onderhoud aan wegen kan de versie van het NWB ten tijde van het emissiejaar gebruikt worden. Hierbij kan er mogelijk geschaald worden met de verkeersprestaties per km wegvak, aangezien veel gebruikte wegen meer onderhoud zullen vergen. Mogelijk kan dit beschouwd worden als een ophoogfactor van de verkeersemissies.

² Factsheet "Inwoners en Woningen" van de taakgroep ruimtelijke toedeling van de ER ([http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Algemeen%20\(General\)/Ruimtelijke%20toedeling%20\(Spatial%20allocation\)/Nederlands/Inwoners%20en%20%20woningen.pdf](http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Algemeen%20(General)/Ruimtelijke%20toedeling%20(Spatial%20allocation)/Nederlands/Inwoners%20en%20%20woningen.pdf))

³ Factsheet "Wegverkeer" ([http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Algemeen%20\(General\)/Ruimtelijke%20toedeling%20\(Spatial%20allocation\)/Nederlands/Wegverkeer.pdf](http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Algemeen%20(General)/Ruimtelijke%20toedeling%20(Spatial%20allocation)/Nederlands/Wegverkeer.pdf))

4.2.4 *Kabel- en pijpleidingen*

Voor het leggen van en onderhoud aan kabels en pijpen is geen goede bron beschikbaar. De ligging van kabels en leidingen wordt bijgehouden door het kadaster en kan middels KLIC (Kabels en Leidingen Informatie Centrum) bevestigd worden. Er is echter geen vrij toegankelijke overzichtskaart met kabels en pijpleidingen. Omdat het relatief gezien geen grote sector betreft en de meeste werkzaamheden in combinatie met andere bouwwerkzaamheden plaats zullen vinden, kunnen de emissies in deze bouwsector evenredig verdeeld worden over de andere sectoren.

4.2.5 *Civiele kunstwerken*

Civiele betonwerken bestaan uit voornamelijk grote kunstwerken als bruggen, tunnels en sluizen. Gezien de omvang van deze kunstwerken en de projecten heeft het de voorkeur de emissies voor deze sector toe te kennen op basis van specifieke projecten. Informatie over deze projecten kan ingewonnen worden via Rijkswaterstaat, Provincies en waterschappen.

4.2.6 *Kust en oever*

Voor de bouwsector kust en oever kan de bestaande kaart Oeverlengte⁴ worden gebruikt.

4.2.7 *Baggerwerk*

Baggerwerk vindt voornamelijk plaats in vaarwegen. Toedeling kan op eenzelfde manier als de binnenvaart.⁵

4

[http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Algemeen%20\(General\)/Ruimtelijke%20toedeling%20\(Spatial%20allocation\)/Nederlands/Oeverlengte.pdf](http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Algemeen%20(General)/Ruimtelijke%20toedeling%20(Spatial%20allocation)/Nederlands/Oeverlengte.pdf)

5

[http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Algemeen%20\(General\)/Ruimtelijke%20toedeling%20\(Spatial%20allocation\)/Nederlands/Binnenvaart.pdf](http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Algemeen%20(General)/Ruimtelijke%20toedeling%20(Spatial%20allocation)/Nederlands/Binnenvaart.pdf)

5 Eerste inschatting effecten

Bij het CBS wordt het aantal huizen, gebouwen en wegen per gemeente bijgehouden. Op basis hiervan is een eerste inschatting gemaakt van de emissies per gemeente van deze sectoren (88% van de totale emissies) op basis van de voorgestelde methodiek.

Voor woningen is het aantal nieuwbouw en het totale aantal per gemeente in 2018 bepaald op basis van de dataset "Voorraad woningen en niet-woningen; mutaties, gebruiksfunctie, regio" van het CBS. Voor wegen is de dataset "Lengte van wegen; wegkenmerken, regio" gebruikt om de totale lengte van wegen in 2018 te berekenen en de mutatie tussen 2018 en 2019 om de aanleg van nieuwe wegen in 2018 te bepalen.

Tabel 3: Top 20 gemeenten met de meeste emissies van bouwmachines, geassocieerd met nieuwbouw en onderhoud aan wegen en woningen, volgens de nieuwe methodiek. Rood gemarkeerde gemeenten laten een stijging zien ten opzicht van de oude methodiek en groene gemeenten een daling.

Ranking	Gemeente	Aandeel NO _x emissies bouwmachines	Aandeel oude methodiek	Ranking oude methodiek
1	Amsterdam	6.1%	4.9%	1
2	Utrecht (gemeente)	2.4%	2.0%	4
3	's-Gravenhage (gemeente)	1.6%	3.0%	3
4	Almere	1.5%	1.2%	8
5	Rotterdam	1.4%	3.7%	2
6	's-Hertogenbosch	1.4%	0.9%	17
7	Sluis	1.3%	0.1%	236
8	Tilburg	1.3%	1.3%	7
9	Eindhoven	1.3%	1.3%	6
10	Westland	1.1%	0.6%	29
11	Ede	1.1%	0.7%	25
12	Zwolle	1.0%	0.7%	20
13	Groningen (gemeente)	1.0%	1.3%	5
14	Nijmegen	1.0%	1.0%	10
15	Apeldoorn	0.9%	0.9%	12
16	Haarlemmermeer	0.9%	0.9%	18
17	Woensdrecht	0.8%	0.1%	261
18	Breda	0.8%	1.1%	9
19	Lansingerland	0.8%	0.3%	65
20	Leeuwarden	0.8%	0.7%	23

In Tabel 3 is het resultaat van de analyse te zien.

Naast het aandeel in de NO_x emissies van bouwmachines op basis van de nieuwe methodiek is ook het aandeel en de ranking van de gemeentes op basis van de oude methodiek (Inwoners en woningen) te zien. Te zien is dat de nieuwe methodiek een forse verschuiving teweegbrengt, op basis van daadwerkelijke bouwactiviteiten. Waar de oude methodiek de emissies lineair met de inwonersaantallen verdeelden, krijgen nu ook kleinere gemeenten met veel nieuwbouw een groot aandeel in de totale emissies van bouwmachines. De meest opvallende gemeenten zijn Sluis en Woensdrecht. In de gemeente Sluis wordt dit veroorzaakt door een hoog aantal niet-woningen met functie logies wat nieuw gebouwd is in 2018. Waarschijnlijk is dit een bungalowpark. Aangezien er niet geschaald is naar vloeroppervlak veroorzaakt dit een (te) groot aandeel in de emissies. In de gemeente Woensdrecht wordt dit veroorzaakt doordat de A4 een groot gedeelte van de gemeente doorkruist waardoor de gemeente een groot aandeel heeft in het wegonderhoud.

6 Aanbevelingen

Met de methode beschreven in dit rapport is een eerste stap gezet richting een verbetering van de ruimtelijke verdeling van emissies van mobiele (bouw-) machines. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste vervolgstappen beschreven.

1. **Beter inzicht in de inzet van machines types en uren in de verschillende sectoren op basis van AERIUS invoergegevens.** De verdeling van emissies van machines naar bouwsectoren is nu geschat op basis van de economische bijdrage van de verschillende sectoren en wat logisch lijkt ten aanzien van de functie van de machines. Tijdens het project is overleg geweest met RIVM om voor bouwprojecten waarvoor een AERIUS aanvraag is ingediend de invoerbestanden te verkrijgen. Helaas is het niet gelukt tijdens de looptijd van het project toestemming te krijgen van de verantwoordelijke gezagen.
2. **Beter inzicht in de werkelijke locaties van bouwplaatsen op basis van AERIUS en andere bronnen.** Met de voorgestelde methodiek is het mogelijk de emissies beter te verdelen over de gemeenten en binnen de gemeenten naar nieuw gebouwde wijken. In de BAG is echter alleen het bouwjaar van een woning te zien. De bouwperiode kan langer hebben geduurd. Daarbij zullen renovatieprojecten nog steeds over de gehele gemeente worden uitgesmeerd.
3. **Inzicht in de inzet van bouwmachines in eigen beheer van overheden zoals waterschappen en uitvoeringsorganisaties.** Op basis van de EIB data is een verdeling gemaakt van de inzet van machines over verschillende bouwsectoren. Vermoedelijk ontbreken hierbij de machines in eigen beheer van overheden zoals waterschappen en uitvoeringsorganisaties.
4. **Nadere analyse wegverhardingstypen binnen de bebouwde kom.** Binnen de bebouwde kom worden wegen van zowel asfalt als klinkers toegepast. Het verhardingstype bepaalt welke machines gebruikt worden voor het onderhoud hiervan. Het verhardingstype van een weg wordt niet bijgehouden in het NWB maar op basis van bijvoorbeeld maximum snelheid kan een betere inschatting worden gemaakt. Daarnaast kunnen andere bronnen zoals de OpenStreetMap (OSM) onderzocht worden.
5. **Het uitvoeren van tellingen van mobiele werktuigen.** Hoewel het EMMA model regelmatig geüpdatet wordt, stammen een groot deel van de voertuigaantallen nog uit onderzoek uit 2009. Omdat er geen registratieplicht is voor mobiele werktuigen (zoals dat er wel is voor wegverkeer), is het werkelijke aantal nergens centraal geregistreerd. Om de emissies beter in kaart te brengen moeten dus tellingen verricht worden.
6. **Het specificeren van industrie en handel waarin mobiele werktuigen worden ingezet.** Mobiele machines industrie worden ruimtelijk verdeeld op basis van arbeidsplaatsen. Inzicht in de sectoren waar deze machines worden ingezet kan een betere verdeling tewerkstellingen.

7 Bronnen

- Geilenkirchen, G., Roth, K., Sijstermans, M., Hulskotte, J., Ligterink, N., Dellaert, S., & Hoen, M. ' (2020). *Methods for calculating the emissions of transport in the Netherlands*. Den Haag: PBL.
- Hulskotte, J., & Verbeek, R. (2009). *Emissiemodel Mobiele Machines gebaseerd op machineverkopen in combinatie met brandstof afzet*. Utrecht: TNO.
- Visser, N., & Nicolas, R. (2020). *Bedrijfseconomische kencijfers b&u en gww-bedrijven 2018*. Economisch Instituut voor de Bouw.

8 Ondertekening

Naam en adres van de opdrachtgever:

RIVM
Postbus 1
3720 BA Bilthoven

Naam en functies van medewerkers:

Emiel van Eijk auteur



Datum waarop of tijdsbestek waarin het onderzoek heeft plaatsgehad:

Naam en paraaf tweede lezer:



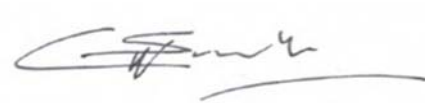
Dr. N.E. Ligterink

Ondertekening:



R. Goudriaan MSc
Projectleider

Autorisatie vrijgave:



Chantal Stroek
Research Manager STL