

**Emissieschattingen Diffuse bronnen  
Emissieregistratie**

**Afsteken vuurwerk**

Versie juni 2022

In opdracht van RIJKSWATERSTAAT – WV  
Uitgevoerd door DELTARES en TNO

# Afsteken vuurwerk

## 1 Omschrijving emissiebron

Jaarlijks worden tijdens de jaarwisseling miljoenen kilo's vuurwerk afgestoken. Vooral het siervuurwerk bevat zware metalen om kleuring te krijgen, maar ook knalvuurwerk draagt bij aan de emissie van specifieke componenten. In deze factsheet wordt de wijze beschreven waarop het afsteken van vuurwerk bijdraagt aan emissies naar lucht, bodem en oppervlaktewater. De methode beperkt zich tot consumentenvuurwerk. Vuurwerk dat bij evenementen wordt afgestoken wordt hierin niet meegenomen.

De emissiebron vuurwerk wordt binnen de landelijke emissieregistratie toegerekend aan de doelgroep Consumenten.

## 2 Toelichting berekeningswijze

De emissies worden per stof berekend door de vermenigvuldiging van een emissieverklarende variabele (EVV), hier de afgestoken hoeveelheid vuurwerk in Nederland in ton, met een emissiefactor (EF) uitgedrukt in g van de specifieke stof per kg afgestoken vuurwerk. Hierbij kan nog onderscheid worden gemaakt tussen knalvuurwerk en siervuurwerk. Deze berekeningswijze is toegelicht in de Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen [1].

$$\text{Emissie} = \text{EVV} * \text{EF}$$

Waarbij:

EVV = Hoeveelheid afgestoken vuurwerk in Nederland (ton)

EF = Emissiefactor per afgestoken hoeveelheid vuurwerk (g/kg)

## 3 Emissieverklarende variabele

De EVV is de totale hoeveelheid verkocht vuurwerk in Nederland, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen knal- en siervuurwerk. De hoeveelheid verkocht vuurwerk in Nederland wordt geregistreerd als het verschil tussen import en export [2]. Voor de periode 1990-2014 is dit gebaseerd op het verschil tussen import en export in statistieken van CBS. Een wijziging in de CBS statistieken vanaf 2015 zorgde voor een trendbreuk in de import/export statistieken. Om die reden is vanaf 2015 de emissieverklarende variabele gebaseerd op berekende hoeveelheid vuurwerk in 2014 en de relatieve trend in import/export statistieken van Eurostat [3].

Tot 1996 werden de import en export goed gevolgd door het CBS, maar sindsdien zijn alleen de grotere bedrijven meegenomen. In de CBS statistieken wordt ook niet gecorrigeerd voor de non-respons. Om de juiste hoeveelheid vuurwerk te schatten, moeten de import en export cijfers van het CBS nog een bewerking ondergaan, zoals in onderstaande vergelijking:

$$\text{Afgestoken vuurwerk (kg)} = (\text{import-export}) \text{ (kg)} * \text{Correctiefactor}$$

Waarbij de correctiefactor corrigeert voor het illegale vuurwerk en de non-respons in de enquête.

Voor de jaren 1990-1995 kan de vuurwerkhoeveelheid worden berekend door:

$$\text{Afgestoken vuurwerk (kg)} = (\text{import-export}) \text{ (kg)} * (1 + \text{fractie illegaal})$$

Voor de jaren 1996-2014 kan de vuurwerk hoeveelheid berekend worden door:

$$\text{Afgestoken vuurwerk (kg)} = (\text{import-export}) \text{ (kg)} * (1 + \text{fractie illegaal} + \text{non-respons})$$

Voor de jaren 1990-1995 wordt de fractie illegaal vuurwerk ingeschat op 31,6% van de legaal verkochte hoeveelheid. Voor de jaren 1996-2014 wordt de fractie illegaal vuurwerk plus de fractie non-respons tezamen geschat op 70%.

Vanaf 2015 is de methodiek in de import/export statistieken van CBS doorgevoerd, en dit resulteert in een flinke daling van de berekende hoeveelheid afgestoken vuurwerk. Daarom is vanaf 2015 gebruik gemaakt van de trend in import/export uit Eurostat.

Een tijdreeks van verkochte hoeveelheid vuurwerk wordt weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Hoeveelheid afgestoken vuurwerk (miljoen kg).

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020
Vuurwerk	5.1	9.0	13.6	15.3	14.2	19.2	24.2	20.8

#### 4 Emissiefactoren

De Emissiefactoren voor gasvormige componenten zijn overgenomen van Brouwer e.a. (1995) [4] en uit het EMEP/EEA Guidebook (2019) [5].

Emissiefactoren van stofvormige componenten zijn bepaald op basis van de samenstelling van het siervuurwerk. In 1995 heeft een Nederlandse studie plaatsgevonden naar vuurwerksamenstelling (en bijbehorende emissiefactoren) op basis van datasheets met specificaties van het gebruikte pyrotechnische mengsel [4]. Hierna hebben nog verschillende internationale studies naar samenstelling en emissiefactoren van vuurwerk plaatsgevonden.

In onderstaande tabel wordt de samenstelling van het pyrotechnische mengsel in siervuurwerk volgens de verschillende studies getoond. De gemiddelde samenstelling van het pyrotechnisch mengsel is gebruikt om de emissiefactoren mee te berekenen, met de inschatting dat 30% van het vuurwerk bestaat uit pyrotechnisch mengsel (gemiddelde waarde in [4], [6], [7] en [8]).

Tabel 2: Samenstelling siervuurwerk in g/kg pyrotechnisch mengsel uit verschillende studies

	Samenstelling (g/kg pyrotechnisch mengsel)				
	Nederland	USA	Oostenrijk	Duitsland	Gemiddeld
Strontium	19.3	20.8	8.5	10.0	14.6
Barium	79.4	8.9	34.9	24.8	37.0
Koper	22.3	14.5	3.9	46.7	21.9
Antimoon	3.0	1.7	0.05		1.6
Zink		0.8	1.3		1.1
Aluminium		28.4	48.0	50.2	42.2
Magnesium		19.8	29.0	42.0	30.3
Referentie	Brouwer e.a. (1995) [4]	Croteau e.a. (2010) [6]	OVK (2014) [7]	Keller (2021) [8]	

In tabel 3 worden alle emissiefactoren samengevat voor knalvuurwerk en siervuurwerk. De emissies worden uiteindelijk berekend met de emissiefactor voor het totale vuurwerk (laatste kolom van tabel 3). Om deze emissiefactoren te berekenen wordt aangenomen dat de totale hoeveelheid vuurwerk bestaat uit 85% siervuurwerk en 15% knalvuurwerk.

Tabel 3: Emissiefactoren voor afsteken van vuurwerk (g/kg vuurwerk).

	Referentie	knalvuurwerk	siervuurwerk	vuurwerk totaal
<i>Gasvormige componenten</i>				
- Koolstofdioxide	Brouwer e.a. (1995) [4]	22	47	43.25
- Koolstofmonoxide	EMEP/EEA (2019) [5]	7.15	7.15	7.15
- Methaan	Brouwer e.a. (1995) [4]	0.4	0.9	0.825
- Waterstofsulfide	Brouwer e.a. (1995) [4]	0.6	1.3	1.195
- Zwaveldioxide	EMEP/EEA (2019) [5]	3.02	3.02	3.02
- Distikstofoxide	Brouwer e.a. (1995) [4]	1	2.1	1.935
- Stikstofoxiden	EMEP/EEA (2019) [5]	0.26	0.26	0.26
<i>Stofvormige componenten</i>				
- Aluminium	Zie tabel 2		12.655	10.757
- Strontium	Zie tabel 2		4.387	3.729
- Barium	Zie tabel 2		11.098	9.433
- Koper	Zie tabel 2		6.562	5.578

- Magnesium	Zie tabel 2		9.082	7.720
- Antimoon	Zie tabel 2		0.480	0.408
- Zink	Zie tabel 2		0.328	0.279
Fijn stof (PM <sub>10</sub> )	EMEP/EEA (2019) [5]	99.92	99.92	99.92
Fijn stof (PM <sub>2.5</sub> )	EMEP/EEA (2019) [5]	51.94	51.94	51.94

## 5 Maatregelen en effecten

Er zijn geen (effecten van) maatregelen bekend.

## 6 Emissies

De berekende totale emissies staan weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4: Berekende emissies bij afsteken van vuurwerk (kg).

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020
Methaan	4 208	7 425	11 220	12 623	11 715	15 840	19 965	17 160
Zwavel dioxide	15 402	27 180	41 072	46 206	42 884	57 984	73 084	62 816
Waterstofsulfide	6 095	10 755	16 252	18 284	16 969	22 944	28 919	24 856
Distikstofoxide	9 869	17 415	26 316	29 606	27 477	37 152	46 827	40 248
Stikstofoxiden	1 326	2 340	3 536	3 978	3 692	4 992	6 292	5 408
Koolstofmonoxide	36 465	64 350	97 240	109 395	101 530	137 280	173 030	148 720
Koolstofdioxide	220 575	389 250	588 200	661 725	614 150	830 400	1 046 650	899 600
Aluminium	54 851	96 795	146 268	164 552	152 721	206 496	260 271	223 704
Antimoon	2 085	3 680	5 561	6 256	5 806	7 851	9 895	8 505
Barium	48 110	84 900	128 293	144 330	133 953	181 120	228 287	196 213
Koper	28 452	50 210	75 873	85 357	79 220	107 115	135 009	116 041
Magnesium	39 372	69 480	104 992	118 116	109 624	148 224	186 824	160 576
Strontium	19 023	33 570	50 728	57 069	52 966	71 616	90 266	77 584
Zink	1 423	2 511	3 794	4 269	3 962	5 357	6 752	7 899
Fijn stof (PM <sub>10</sub> )	509 592	899 280	1 358 912	1 528 776	1 418 864	1 918 464	2 418 064	1 080 352
Fijn stof (PM <sub>2.5</sub> )	264 894	467 460	706 384	794 682	737 548	997 248	1 256 948	17 160

## 7 Verdeling compartimenten

In Croteau e.a. [6]) wordt zowel de samenstelling van het vuurwerk als de emissiefactoren naar lucht gepresenteerd. Uit de verhouding tussen deze twee cijfers blijkt dat ongeveer 10% van de stofvormige emissies naar de lucht gaat. De overige 90% van de emissies komt terecht op de bodem, in het riool of wordt verwijderd via het afval. Volgens recente inzichten wordt deze 90% vervolgens voor 20% aan het riool, voor 60% aan de bodem en voor 10% in het afval toegekend [11].

De gasvormige stoffen emitteren voor 100% naar de lucht.

Tabel 5: Verdeling over de compartimenten.

	Lucht	Direct-oppervlaktewater	Indirect- riool	Bodem	Afval
Gasvormige stoffen	100%	0%	0%	0%	0%
Fijn stof (PM <sub>10</sub> en PM <sub>2.5</sub> )	100%	0%	0%	0%	0%
Stofvormige stoffen	10%	0%	20%	60%	10%

De berekende emissies naar de verschillende compartimenten worden weergegeven in tabellen 6 t/m 8. Fijn stof omvat alle stofvormige deeltjes kleiner dan 10 micrometer, terwijl totaal stof alle deeltjes omvat. In beide gevallen vindt er in de tabellen een dubbeltelling plaats, omdat de emissies stofvormige componenten (Sb, Ba, Cu, Sr en Zn) worden genoemd bij fijn stof/totaal stof en bij de component zelf. In de Emissieregistratie zelf vindt geen dubbeltelling plaats.

Tabel 6: Emissies naar bodem (in kg).

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020
Antimoon	1 250	2 205	3 332	3 749	3 479	4 704	5 929	5 096
Barium	28 866	50 940	76 976	86 598	80 372	108 672	136 972	117 728

Koper	17 070	30 123	45 519	51 209	47 527	64 262	80 997	69 618
Strontium	11 414	20 142	30 437	34 241	31 780	42 970	54 160	46 550
Zink	852	1 504	2 273	2 557	2 373	3 208	4 044	3 476

Tabel 7: Emissies naar riool (in kg).

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020
Aluminium	10 970	19 359	29 254	32 910	30 544	41 299	52 054	44 741
Antimoon	418	738	1 115	1 255	1 164	1 574	1 984	1 706
Barium	9 624	16 983	25 663	28 871	26 795	36 230	45 665	39 250
Koper	5 692	10 044	15 178	17 075	15 847	21 427	27 007	23 213
Magnesium	7 874	13 896	20 998	23 623	21 925	29 645	37 365	32 115
Strontium	3 805	6 714	10 146	11 414	10 593	14 323	18 053	15 517
Zink	284	501	758	852	791	1 069	1 348	1 159

Tabel 8: Emissies naar lucht (in kg).

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020
Methaan	4 208	7 425	11 220	12 623	11 715	15 840	19 965	17 160
Zwavel dioxide	15 402	27 180	41 072	46 206	42 884	57 984	73 084	62 816
Zwavelwaterstof	6 095	10 755	16 252	18 284	16 969	22 944	28 919	24 856
Distikstofoxide	9 869	17 415	26 316	29 606	27 477	37 152	46 827	40 248
Stikstofoxiden	1 326	2 340	3 536	3 978	3 692	4 992	6 292	5 408
Koolstofmonoxide	36 465	64 350	97 240	109 395	101 530	137 280	173 030	148 720
Koolstofdioxide	220 575	389 250	588 200	661 725	614 150	830 400	1 046 650	899 600
Antimoon	209	369	558	627	582	787	992	853
Barium	4 809	8 487	12 825	14 428	13 391	18 106	22 821	19 614
Koper	2 846	5 022	7 589	8 537	7 924	10 714	13 504	11 606
Strontium	1 902	3 357	5 073	5 707	5 297	7 162	9 027	7 758
Zink	142	251	379	427	396	536	675	580
Fijn stof (PM <sub>10</sub> )	509 592	899 280	1 358 912	1 528 776	1 418 864	1 918 464	2 418 064	2 078 336
Fijn stof (PM <sub>2,5</sub> )	264 894	467 460	706 384	794 682	737 548	997 248	1 256 948	1 080 352

## 8 Emissieroutes via riool naar water

Emissies via riool naar water vinden plaats door middel van indirecte emissies uit het rioleringsstelsel, via overstorten en effluenten van RWZI's. In de factsheet "Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's" [9] wordt dit verder beschreven. De emissies naar riool vinden plaats via de hemelwaterafvoer (hwa).

## 9 Regionalisatie

Voor de regionale verdeling van emissies wordt binnen de Emissieregistratie gebruik gemaakt van een set van digitale kaarten, welke aanwezig is bij het RIVM. Deze set geeft de regionale verdeling in Nederland weer van allerlei grootheden, zoals de bevolkingsdichtheid, verkeersintensiteit, landbouwactiviteiten, etc. Binnen de Emissieregistratie worden deze kaarten gebruikt als 'lokator' om de regionale verdeling van emissies vast te stellen. De set aan mogelijke lokatoren is beperkt (voor een overzicht van beschikbare lokatoren zie [10]), dus kan niet iedere denkbare grootheid als lokator worden toegepast. Daarom wordt die lokator gebruikt, waarvan wordt aangenomen dat hij het beste correleert met de emissie.

De verdeling van emissies over Nederland wordt aangenomen gelijk te zijn aan de verdeling van de lokator over Nederland.

In onderstaande tabel staat voor de verschillende emissieoorzaken de lokator weergegeven, waarmee emissies worden geregionaliseerd.

Tabel 9: Overzicht van wijze van regionalisatie van emissies.

Onderdeel	Lokatoren
Vuurwerk	Aantal inwoners per gridcel van 500x500 meter

De wijze waarop de lokatoren tot stand komen wordt beschreven in [10]

#### *Aantal inwoners*

Het aantal inwoners per gridcel van 500x500 meter is afkomstig uit de kaart 'toedeling naar gridcel op basis van aantal inwoners, woningen en inwoners/rioleringseenheid', opgesteld door het RIVM. Deze kaart is gebaseerd op CBS-statistieken over aantal inwoners en aantal woningen per gemeente (voor 2010). De verdeling van inwoners binnen de gemeente over de gridcellen is gebaseerd op gegevens uit de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG, met adressen en woningtypen) in combinatie met het bestand Riolerings Eenheden (2003).

## 10 Opmerkingen/wijzigingen ten opzichte van voorgaande jaren

In 2021 zijn de emissiefactoren verbeterd op basis van nieuwe literatuur over de samenstelling van het pyrotechnisch mengsel en de hoeveelheid pyrotechnisch mengsel per kg vuurwerk. Hierbij zijn ook de stoffen aluminium en magnesium toegevoegd. Daarnaast is de verdeling over de compartimenten aangepast.

*Tabel 10: oude en nieuwe emissiefactoren siervuurwerk (g/kg vuurwerk).*

Component	Oude factor siervuurwerk	Nieuwe factor siervuurwerk
- aluminium	-	12.655
- strontium	4.33	4.387
- barium	13.44	11.098
- koper	6.79	6.562
- magnesium	-	9.082
- antimoon	1.09	0.480
- zink	0.68	0.328

*Tabel 11: De verandering in emissieverdeling voor stofvormige componenten*

	Oude fractie	Nieuwe fractie
Lucht	30%	10%
Riool	14%	20%
Bodem	56%	60%
Afval	0%	10%

In 2017 is de verdeling over de compartimenten aangepast naar aanleiding van een update van de factsheet "Effluënten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's" [9]. De motivatie voor de nieuwe verdeling over de compartimenten is te vinden in [11]. De verandering in emissieverdeling is te vinden in tabel 12.

*Tabel 12: De verandering in emissieverdeling*

	Oude fractie	Nieuwe fractie
Lucht	10%	30%
Riool	54%	14%
Bodem	36%	56%

In 2013 zijn op basis van literatuuronderzoek de emissiefactoren voor antimoon, barium, koper en strontium aangepast. De oude en nieuwe emissiefactoren staan in onderstaande tabel. Zink is in 2013 als extra stof toegevoegd.

*Tabel 13: oude en nieuwe emissiefactoren siervuurwerk (g/kg vuurwerk).*

Component	Oude factor siervuurwerk	Nieuwe factor siervuurwerk
- strontium	7.0	4.33
- barium	29	13.44
- koper	8.1	6.79
- antimoon	1.1	1.09

2008; Afgelopen jaren werden de emissies berekend met emissiefactoren waar de herkomst onduidelijk van was. In 2008 zijn de emissiefactoren aangepast en gebaseerd op [4]. Ook is de verdeling over de compartimenten aangepast t.o.v. voorgaande jaren. Eerst werd aangenomen dat ongeveer 11-16% van de stofvormige deeltjes naar de lucht ging (afhankelijk van de stof). Van de rest gaat dan 96% naar riool, 3% naar bodem en 1% naar oppervlaktewater. Er wordt nu aangenomen dat 10% van de stofvormige emissies naar lucht gaat. Verder gaat 36% naar bodem en 54% naar riool.

Originele factsheet:

Koch, R. (TNO), H. Oonk (TNO), J. Hulskotte (TNO); Afsteken vuurwerk; november 2007

De factsheet wordt jaarlijks geupdate.

## 11 Betrouwbaarheid/verbeterpunten

Aan elk onderdeel van de emissieberekening is een betrouwbaarheid toegekend. De volgende betrouwbaarheidspercentages zijn hierbij gehanteerd: 1%, 5%, 10%, 25%, 50%, 100%, 200% en 400%. Een betrouwbaarheid van 1% wil zeggen dat het desbetreffende onderdeel zeer betrouwbaar is; een betrouwbaarheid van 400% betekend een grote onzekerheid in het desbetreffende onderdeel. Alle percentages ertussen geven van laag naar hoog een steeds kleinere betrouwbaarheid en een grotere onzekerheid. Voor elk van de onderdelen is de betrouwbaarheid ingeschat door een groep experts. Hierbij zijn onder andere de volgende punten in overweging genomen:

- Metingen: zijn er metingen beschikbaar? Om hoeveel metingen gaat het? Zijn ze recent, realistisch en representatief? Hoe groot is de variatie?
- Als er geen metingen voorhanden zijn: is er veel literatuur of andere informatiebronnen beschikbaar?
- Als de emissie d.m.v. een model wordt verkregen: wat is de schaal van het model en is het model gevalideerd?
- Aannames: moeten er veel aannames gedaan worden en hoe groot zijn die?
- Regionalisatie: geeft de lokator een goed beeld van de ruimtelijke verdeling van de bron? Hoe groot is de variatie van de emissie in de ruimte en kan deze variatie door de lokator wel goed over Nederland verdeeld worden?

Onderdeel emissieberekening	Betrouwbaarheidspercentage (%)
Emissieverklarende variabele	10
Emissiefactor	25
Verdeling compartimenten	25
Emissieroutes via riool naar water	10
Regionalisatie	10

De emissieverklarende variabele is gebaseerd op CBS statistieken van de grotere bedrijven, aangevuld met schattingen voor illegaal vuurwerk en kleinere bedrijven. Er wordt een betrouwbaarheidspercentage van 10% aangehouden.

De berekening van de emissiefactoren is gebaseerd op literatuuronderzoek waarbij gekeken is naar de samenstelling van vuurwerk. Gezien de spreiding van de samenstelling wordt een betrouwbaarheidspercentage van 25% aangehouden.

De verdeling van de emissies over de verschillende compartimenten is aangepast naar aanleiding van een update van de factsheet "Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's" [9] in 2017, en komt hiermee beter overeen met de metingen aan het rioolstelsel. Hierdoor kan het betrouwbaarheidspercentage verlaagd worden van 50% naar 25%.

De emissieroutes via riool naar water krijgen een betrouwbaarheidspercentage van 10%, zoals beschreven in de factsheet van de berekende effluenten RWZI's [9]. De regionalisatie van de emissies krijgt een betrouwbaarheidspercentage van 10%. De vuurwerkverdeling over Nederland is niet bekend, de aangehouden verdeling naar inwoners per gridcel zal redelijk in de buurt komen.

De belangrijkste verbeterpunten zijn:

- Vuurwerk afgestoken tijdens evenementen (koningsdag, etc.) zit niet in de EVV verwerkt. Aanvullen van de EVV met de hoeveelheid vuurwerk die hier wordt afgestoken is dus een verbeterpunt.

## 12 Reacties

Voor vragen naar aanleiding van dit werkdocument of opmerkingen kan contact worden opgenomen met Rianne Dröge, TNO, 088-8662026, e-mail rianne.droge@tno.nl of Petra Krystek, 06-51789899, e-mail petra.krystek@deltares.nl.

## 13 Referenties

- [1] CIW/CUWVO werkgroep VI, februari 1997. Handreiking Regionale aanpak diffuse bronnen. Bijlage 1, par 2.2.
- [2] CBS, Statline, Goederensoorten naar EU, niet-EU; minerale brandstoffen en chemie, 2021. Data beschikbaar via: [CBS vuurwerk](#)
- [3] Eurostat, Sold production, exports and imports by PRODCOM list (NACE Rev. 2) – annual data. Data beschikbaar via: [Eurostat fireworks](#)
- [4] Brouwer, J.H.G, J.H.J. Hulskotte en J.A. Annema, Afsteken van vuurwerk, RIVM-rapport-772414005, 1995
- [5] EMEP/EEA Guidebook, 2019. EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019. Chapter 2G.
- [6] Croteau, G., Dills, R., Beaudreau, M. en Davis, M., 2010. Emission factors and exposures from ground-level pyrotechnics. Atmospheric Environment 44, 3295-3303.
- [7] OVK, 2014. Emissionen von Feuerwerken: Gesundheitsgefährdung, Umweltbelastung, Sicherheitsaspekte. Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik (OVK), auteur B. Illini.
- [8] Keller, F., Schragen, C., 2021. Determination of Particulate Matter Emission Factors of Common Pyrotechnic Articles. Propellants Explos. Pyrotech, 46, 1–19.
- [9] Rijkswaterstaat WVL, 2020. Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet aangesloten riolen, overstorten en IBA's, factsheet diffuse bronnen, juni 2020.
- [10] Molder, R. te, 2021. Overzicht ruimtelijke verdeling binnen de emissieregistratie. Factsheets ruimtelijke verdeling zijn beschikbaar via: [Factsheets ruimtelijke verdeling](#)
- [11] Visschedijk, A., Meesters, J.A.J., Nijkamp, M.M., Koch, W.W.R., Jansen, B.I., Dröge, R., 2022. Methodology for the calculation of emissions from product usage by consumers, construction and services RIVM Report 2022-0003.