Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Gezondheid en leefomgeving rond Chemelot

Een verkennende analyse van beschikbare gegevens

RIVM-rapport 2025-0030

Gezondheid en leefomgeving rond Chemelot

Een verkennende analyse van beschikbare gegevens

RIVM-rapport 2025-0030

Colofon

© RIVM 2025
Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2025-0030

J.M.M. Neuvel (auteur), RIVM
A.D. Bergstra (auteur), RIVM
R.P. Bogers (auteur), RIVM
J. Both (auteur), RIVM
W. ter Burg (auteur), RIVM
K.M. Herrema (auteur), RIVM
M.R. Lechner (auteur), RIVM
J. Wesseling (auteur), RIVM

Contact:
Jeroen Neuvel
Centrum Veiligheid
jeroen.neuvel@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in het kader van het programma Gezondheid van Industrie en Omwonenden.

Dit is een uitgave van:
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Gezondheid en leefomgeving rond Chemelot

Een verkennende analyse van beschikbare gegevens

Op het bedrijventerrein Chemelot in Limburg staan zestig chemiefabrieken. Deze fabrieken kunnen gevaarlijke stoffen uitstoten. Mensen die in de gemeenten eromheen wonen, hebben zorgen over hun gezondheid in relatie tot de industrie.

De provincie Limburg en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) willen daarom weten of de chemiefabrieken effect hebben op de gezondheid van omwonenden. Ze vroegen het RIVM uit te zoeken welke informatie er is om deze vraag te beantwoorden en of er kennis ontbreekt. Het RIVM onderzocht de beschikbare informatie over bronnen, uitstoot en blootstelling in relatie tot lucht, water en bodem. Ook is gekeken naar de gevolgen voor de gezondheid van mensen in de gemeenten rond het bedrijventerrein en ervaren hinder.

Er blijken te weinig gegevens te zijn om te kunnen concluderen of ziekten in de wijken rond Chemelot vaker voorkomen dan in de rest van Nederland. En als dat zo is, of dat door de chemiefabrieken komt. Hiervoor zijn meer analyses nodig.

Wel is duidelijk dat omwonenden van het bedrijventerrein meer hinder en slaapproblemen door geluid ervaren dan mensen die verder weg wonen. In de buurt van het terrein zijn de geluidsniveaus hoger dan de advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO). Geluidhinder komt door verschillende geluidbronnen, waaronder de bedrijven van Chemelot. Het RIVM adviseert om het geluid te verminderen. Daarvoor moet worden uitgezocht welke bronnen op het bedrijventerrein daar het meest aan bijdragen.

Wat de luchtkwaliteit betreft zijn de concentraties fijnstof en stikstofdioxiden een stuk lager dan de Europese normen, maar hoger dan de strengere WHO-advieswaarden. De bedrijven op Chemelot stoten fijnstof en stikstofdioxiden uit. De rest komt van andere bronnen, zoals landbouw en verkeer uit binnen- en buitenland. De uitstoot van alle bronnen samen zorgt ervoor dat de concentraties net boven de advieswaarden uitkomen.

Het RIVM vraagt ook aandacht voor de blootstelling aan verschillende luchtvervuilende stoffen tegelijk omdat daar nog weinig over bekend is (cumulatie). Het is mogelijk dat dit effect heeft op de gezondheid, ook als de concentraties per stof volgens de wet mogen. Om hier meer inzicht in te krijgen, zijn meer metingen nodig. Daarnaast is aandacht nodig voor de combinatie van blootstellingen, bijvoorbeeld aan schadelijke stoffen via de lucht én geluid tegelijk.

Kernwoorden: Chemelot, gezondheid, milieu, blootstelling, hinder, slaapverstoring, uitstoot, lucht, water, bodem, industrie, omwonenden

Synopsis

Health and living environment around Chemelot

An exploratory analysis of available data

There are 60 chemical plants on the Chemelot industrial estate in Limburg. These plants can emit hazardous substances. The people who live in the surrounding municipalities are worried about the effect of local industrial activity on their health.

For this reason, the province of Limburg and the Ministry of Infrastructure and Water Management want to assess whether the chemical plants have an impact on the health of local residents. They asked RIVM to investigate what information is currently available to answer this question and whether any knowledge is lacking. RIVM looked into the available information on sources, emissions and exposure in relation to air, water and soil. It also looked at the consequences of this for the health of people in the municipalities around the industrial estate and the nuisance they experience.

RIVM has concluded that there is insufficient information to conclude whether health problems occur more often in the neighbourhoods around Chemelot compared with the rest of the Netherlands, and if so, whether they are caused by Chemelot. Further analysis is required.

However, it is clear that residents around the industrial estate experience more nuisance and sleep disturbance due to noise than people who live farther away. Noise levels in the area around the estate are higher than the guideline level of the World Health Organization (WHO). The noise nuisance is caused by various sources, including the Chemelot plants. RIVM advises reducing the noise. This will require an investigation of the main sources of noise on the industrial estate.

In terms of air quality, the concentrations of particulate matter and nitrogen dioxide are considerably below the European standards, but higher than the stricter WHO guidance values. Some of the particulate matter and nitrogen dioxide is emitted by the plants at Chemelot. The rest comes from other sources, such as agriculture and traffic from the Netherlands and abroad. When the emissions from all sources are added together, the concentrations are just above the guidance values.

RIVM also asks that consideration be given to the exposure to multiple pollutants in the air at the same time, because little is known about this. It is possible that this may have an impact on health, even if the concentrations of each substance are within legal limits. More measurements are needed to gain more insight into this. More attention is also needed for combined exposure, for example to hazardous substances in the air *and* to noise at the same time.

Keywords: Chemelot, health, environment, exposure, nuisance, sleep disturbance, emission, air, water, soil, industry, local residents

Inhoudsopgave

Samenvatting — 11

1 Inleiding — 19
1.1 Aanleiding — 19
1.2 Doelstelling — 19
1.3 Onderzoeksvragen — 20
1.4 Scope en afbakening — 21
1.5 Leeswijzer — 22

2 Aanpak — 25
2.1 Dataverzameling — 25
2.1.1 Literatuur en gegevens — 25
2.1.2 Verdiepende gesprekken — 25
2.1.3 Begeleidingscommissie — 26
2.2 De ketenbenadering — 26
2.3 Het inventariseren en analyseren van aanwezige bronnen — 28
2.4 Het inventariseren en analyseren van de emissies — 28
2.5 Het inventariseren en analyseren van immissies — 29
2.6 Het analysen van de blootstelling en blootstellingsroutes — 30
2.7 Het inventariseren en analyseren van gezondheidsrisico's — 32
2.7.1 Het prioriteren van stoffen voor de verkenning — 34
2.7.2 Beoordelingscriteria voor gezondheidsrisico's — 36
2.7.3 Het bepalen van cumulatierisico's en gecombineerde blootstelling — 40

3 Situatieschets Chemiecluster Chemelot — 43
3.1 Ligging — 43
3.2 Producenten op Chemelot terrein — 44
3.3 Transportstromen rond Chemelot — 46
3.4 Bijzondere voorvallen — 46

4 Lucht — 49
4.1 Emissie — 49
4.2 Immissie en blootstelling — 51
4.2.1 Jaargemiddelde concentraties PM_{10} — 53
4.2.2 Jaargemiddelde concentraties $PM_{2.5}$ — 56
4.2.3 Jaargemiddelde concentraties NO_2 — 60
4.2.4 Zeer Zorgwekkende Stoffen — 63
4.3 Gezondheidsrisico's lucht — 70
4.3.1 Fijnstof en stikstofdioxide — 70
4.3.2 ZZS — 70
4.3.3 Cumulatie van ZZS via lucht — 71
4.3.4 Gezondheidsrisico's bij piekblootstelling aan luchtconcentraties — 72
4.4 Conclusies en kennishiaten lucht — 73

5 Water — 75
5.1 Inleiding – beschrijving situatie — 75
5.2 Emissie — 76
5.2.1 Kennishiaten emissie — 78
5.3 Immissie — 79
5.3.1 Kennishiaten immissie — 83

5.4 Blootstelling — 84
5.4.1 Kennishiaten blootstelling — 86
5.5 Gezondheidsrisico's — 87
5.5.1 Cumulatie — 88
5.6 Deelconclusies water — 90

6 Bodem — 93
6.1 Gegevensverzameling en monitoring bodem — 93
6.1.1 Monitoring Chemelot — 94
6.1.2 Beoordelingssystematiek — 97
6.1.3 Handelingskader risico's bij veranderende situaties — 98
6.2 Bronnen, emissie en immissie — 99
6.2.1 Uitlogende verontreinigingen en oppervlaktewaterwaterkwaliteit — 101
6.3 Blootstelling en gezondheidsrisico's bodem — 102
6.3.1 Verspreidingsrisico's — 102
6.3.2 Gezondheidsrisico gebruik grondwater als drinkwater — 103
6.3.3 Gezondheidsrisico door uitdamping — 104
6.3.4 Uitloging van stoffen naar het oppervlaktewater — 107
6.3.5 Andere blootstellingsroutes — 109
6.3.6 Risico's over het mijnverleden — 109
6.4 Kennishiaten bodem — 110
6.5 Deelconclusies bodem — 111
6.5.1 Mogelijkheden en beperkingen beschikbare gegevens — 111
6.5.2 Aandachtspunten voor de gezondheid — 111

7 Andere stressoren en zorgen — 113
7.1 Resultaten Belevingsonderzoek Chemelot — 113
7.2 Resultaten GGD-gezondheidsenquête 2024 — 116
7.2.1 Geluidhinder — 116
7.2.2 Slaapverstoring door geluid — 118
7.2.3 Geurhinder — 120
7.2.4 Bezorgdheid — 122
7.3 Geluid — 124
7.3.1 Gegevensverzameling en monitoring geluid — 124
7.3.2 Mogelijkheden en beperkingen van de beschikbare gegevens — 126
7.3.3 Bronnen en emissie geluid — 128
7.3.4 Analyse immissie, blootstelling en gezondheidsrisico's geluid — 128
7.4 Deelconclusies andere stressoren en zorgen — 131

8 Gezondheidseffecten — 133
8.1 Uitgevoerd gezondheidsonderzoek — 133
8.2 Onderzoeksmogelijkheden en beschikbare data — 135
8.3 Deelconclusie gezondheidseffecten — 136

9 Conclusies en vervolgstappen — 139
9.1 Doel 1 en 2: mogelijkheden en beperkingen beschikbare gegevens — 139
9.2 Doel 3: inzichten in en aandachtspunten voor de gezondheid — 144
9.3 Doel 4: maatregelen voor het verbeteren van de gezondheid — 147
9.4 Doel 4: aanbevelingen voor vervolgonderzoek — 149

Dankbetuiging — 153

Literatuur — 155

Bijlage 1 Betrokken organisaties — 161

Bijlage 2 Gezondheidskundige waarden — 162

Bijlage 3 Kaarten luchtkwaliteit — 164

Samenvatting

Chemiecluster Chemelot, gelegen in Limburg, is omringd door Geleen (gemeente Sittard-Geleen), Beek (Gemeente Beek), Elsloo, Stein en Urmond (Gemeente Stein). De werkzaamheden op het chemiecluster roepen vragen op bij omwonenden over mogelijke gezondheidseffecten. Ook ervaren zij hinder. De Provincie Limburg en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat willen weten wat de effecten van het chemiecluster zijn op de gezondheid van mensen die er in de buurt wonen. Deze verkenning geeft inzicht in welke gegevens beschikbaar en bruikbaar zijn om eventuele gezondheidsrisico's en -effecten door Chemelot te beoordelen. Op basis daarvan is een beeld geschetst van wat bekend is over de impact van het chemiecluster op de gezondheid van omwonenden.

Aanpak

In deze verkenning is bestaande kennis over de impact van het chemiecluster op de omgeving gestructureerd door systematisch te kijken naar de gehele bron-effectketen: de bron (het chemiecluster), emissies (van stoffen, geluid, geur en licht), verspreiding en concentraties in de bodem, water en de lucht, blootstelling van omwonenden, en gezondheidsrisico's en -effecten bij omwonenden. Ook is er gekeken naar onderzoeken over hoe omwonenden de impact van het chemiecluster ervaren. Het chemiecluster heeft ook impact op de natuur. Dit is deze verkenning niet onderzocht. Dat viel buiten de onderzoeksopdracht.

Bij het identificeren van aandachtspunten voor de gezondheid zijn wetenschappelijke criteria gehanteerd. De blootstelling aan stoffen en stressoren is beoordeeld aan de hand van gezondheidskundige waarden, zoals het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) voor kankerverwekkende stoffen en advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) voor onder andere geluid en fijnstof. Overschrijdingen van deze waarden zijn als aandachtspunt voor de gezondheid benoemd.
Daarnaast is de hazard-indexmethode gebruikt om de gezondheidsrisico's van mengsels van stoffen in water en lucht te beoordelen. Dit is een methode om risico's van stoffen in mengsels bij elkaar op te tellen en te bepalen of het mengsel een aandachtspunt vormt. Voor aandachtspunten voor de gezondheid zijn voorgestelde vervolgstappen gericht op het verkleinen van het gezondheidsrisico en -effect. Wanneer hiervoor nog kennis ontbreekt, zijn aanbevelingen voor vervolgonderzoek gegeven. Daarnaast is vervolgonderzoek geadviseerd wanneer er onvoldoende gegevens beschikbaar waren om gezondheidsrisico's of -effecten te beoordelen, of wanneer er bij een gevonden gezondheidsrisico nader onderzoek nodig is om vast te stellen of er daadwerkelijk gezondheidseffecten te verwachten zijn.

De verkenning is uitgevoerd op basis van bestaande onderzoeken en openbare bronnen. Er zijn geen nieuwe metingen verricht. Informatie is aangevuld met gesprekken met experts van GGD Zuid-Limburg, Omgevingsdienst Zuid-Limburg, Waterschap Limburg, Provincie

Limburg, de gemeenten Beek, Sittard-Geleen en Stein, Maastricht University en met experts van Chemelot.

Resultaten

Luchtkwaliteit

De luchtkwaliteit wordt in de regio gemonitord door de Omgevingsdienst Zuid-Limburg (ODZL), in opdracht van de Provincie Limburg. De ODZL beheert twee meetpunten (Vouershof en Asterstraat). Deze meetpunten zijn ook onderdeel van het landelijk luchtmeetnet. Daarnaast voert ODZL aanvullende metingen voor drie Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) uit bij meetpunt Vouershof. Deze drie stoffen zijn door de ODZL geselecteerd op basis van eerdere, uitgebreidere metingen. De beschikbare metingen geven een actueel beeld van de aanwezigheid van gemeten stoffen, maar zijn beperkt in hun dekking. Hierdoor worden mogelijke lekkages van niet gemeten stoffen of lekkages bij specifieke windrichtingen van gemeten stoffen niet opgemerkt.

De Emissieregistratie (ER) bevat de door bedrijven opgegeven en door bevoegde gezagen geaccordeerde emissies. Een belangrijke beperking van de Emissieregistratie is dat niet alle voorkomende (p)ZZS zijn opgenomen. Dit komt omdat bedrijven alleen stoffen hoeven te rapporteren die binnen de reikwijdte van de E-PRTR (European Pollutant Release and Transfer Register) vallen en waarvan de emissies boven wettelijke drempelwaarden uitkomen. Stoffen zonder rapportageplicht of met emissies onder deze drempels worden daarom niet geregistreerd. Dit beperkt het beeld de van bron-effectketen van stoffen in lucht. Sinds 1 januari 2025 is het verplicht om vijfjaarlijks de uitstoot van ZZS te rapporteren in de landelijke ZZS-emissiedatabase. Hierdoor ontstaat een completer beeld van de emissie van ZZS. Tijdens deze verkenning waren er nog geen gegevens van Chemelot beschikbaar in deze database.

Op basis van de beschikbare gegevens zijn in deze verkenning immissies berekend. Geconstateerde verschillen in gemeten concentraties en gemodelleerde waarden op basis van de door de bedrijven ingevoerde gegevens in de ER wijzen op onzekerheden in de schattingen van de emissies. Om de onzekerheden over de gezondheidsrisico's van luchtkwaliteit te verkleinen, beveelt het RIVM aan om aanvullend luchtmetingen dichter bij de woonkernen uit te voeren. Ook beveelt het RIVM aan om bij luchtmetingen periodiek meer (p)ZZS te meten. Deze metingen geven een nauwkeuriger beeld dan de modellering op basis van de gegevens van de bedrijven in de ER of de ZZS-emissiedatabase. Door deze meetgegevens ook te gebruiken voor modelvalidatie en modelkalibratie kan de blootstelling van omwonenden aan luchtverontreiniging beter worden ingeschat, ook voor wijken waar geen metingen zijn.

Uit het onderzoek naar de luchtkwaliteit rondom het Chemelot-terrein blijkt dat de gemeten concentraties 1,3-butadieen, monovinylchloride (MVC) en benzeen onder de Maximale Toelaatbare Risicowaarde (MTR) blijven. Ook de gemodelleerde concentraties van ZZS en Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK), waarbij gebruik is gemaakt van de door de bedrijven ingevoerde gegevens in de Emissieregistratie,

overschrijden de MTR_{lucht} niet. Tegelijkertijd zijn de gemeten waarden voor stikstofdioxide (NO_2) en fijnstof ($PM_{2.5}$) hoger dan de door de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) geadviseerde waarden. Voor fijnstof (PM_{10}) zijn de gemeten concentraties vergelijkbaar met de WHO-advieswaarde. Voor zowel PM_{10} als $PM_{2,5}$ blijven de gevonden waarden ruim onder de geldende Europese normen. Fijnstof in de regio is afkomstig uit diverse bronnen, waaronder verkeer, houtstook, landbouw en industrie. De bijdrage van het chemiecluster aan de totale hoeveelheid fijnstof in de lucht is klein ten opzichte van de totale hoeveelheid fijnstof in de lucht, maar door de overschrijding van de WHO-advieswaarden wel relevant. Ook voor stikstofoxiden geldt dat het grootste deel van de uitstoot afkomstig is van wegverkeer en overig verkeer, maar met een relevante bijdrage van het chemiecluster.

De beschikbare gegevens wijzen op een mogelijk verhoogd gezondheidsrisico in de directe omgeving van het chemiecluster door blootstelling aan mengsels van stoffen in de lucht.
De beoordeling van het mengsel van drie gemeten ZZS - benzeen, monovinylchloride (MVC) en 1,3-butadieen bij het meetpunt Vouershof - laat zien dat in de jaren 2018 tot en met 2021 en in 2023 de Hazard Index (HI) de afkapgrens van 1 overschreed. Deze stoffen zijn aantoonbaar afkomstig van het chemiecluster. Verdere analyse via modellering wijst uit dat de concentraties van deze stoffen bij de omliggende woonkernen lager zijn dan direct bij het meetstation naast het industriegebied, waardoor ook de HI daar lager ligt.

Als we niet van de metingen, maar van de door de bedrijven ingevoerde gegevens in de Emissieregistratie uitgaan, is er geen overschrijding van de HI-afkapgrens voor het mengsel van deze ZZS. Dat geldt ook wanneer wordt uitgegaan van de ingevoerde gegevens van alle vijftien ZZS in de Emmissieregistratie. De gegevens in de Emissieregistratie bevatten echter niet alle vergunde ZZS. Daarnaast kunnen de uitkomsten van metingen en berekeningen op basis van de door bedrijven ingevoerde gegevens verschillen. Voor fijnstof, stikstofdioxiden, PAK en de drie gemeten ZZS lagen de berekende concentraties een factor 1.1 tot 5 lager dan de gemeten waarden. Als deze onderschatting ook voor de ZZS uit de Emissieregistratie geldt, dan zou de HI-afkapgrens alsnog kunnen worden overschreden. Ook de eventuele aanwezigheid van (p)ZZS die niet in de Emissieregistratie zijn opgenomen kan leiden tot een hogere HI. Deze inzichten ondersteunen de noodzaak van de landelijke minimalisatieverplichting van ZZS.

Oppervlaktewaterkwaliteit
De lozingen van Chemelot worden gedetailleerd (op stofniveau) gemonitord en beoordeeld door zowel Circle Wastewater Services als Waterschap Limburg. Voor ongeveer een derde van de stoffen is momenteel geen meetmethode beschikbaar; in deze gevallen wordt de emissie geschat op basis van berekeningen en verwacht rendement van de afvalwaterzuivering. Het is niet duidelijk of de aannames van de werking van de IAZI voor alle stofcategorieën gelden. Voor mobiele stoffen is bekend dat ze lastig uit water te verwijderen zijn. Om beter inzicht te krijgen op de emissies vanuit de IAZI is het ontwikkelen van gestandaardiseerde meetmethodes gewenst. De gedetailleerde beoordeling op stofniveau maakt het mogelijk om vergunningen

gerichter aan te scherpen op basis van nieuwe wetenschappelijke inzichten. De beoordeling van deze stoffen vereist echter vastgestelde of eventueel indicatieve normen.

Bij de beoordeling van de beschikbare informatie is gebleken dat voor veel stoffen, nadrukkelijk op het gebied van water en bodem (zie volgende paragraaf), (indicatieve) normen of waarden ontbreken en/of sterk verouderd zijn. Ook kon in deze verkenning de kwaliteit van de normen of waarden, die wel beschikbaar waren, niet in alle gevallen worden gecontroleerd. Het RIVM beveelt aan om voor stoffen waarvoor nog geen waarde of norm is vastgesteld, of wanneer deze sterk verouderd is, een advieswaarde af te leiden op basis van onderzoek. Vanwege de omvang van het aantal stoffen die worden uitgestoten en de capaciteit bij het bevoegd gezag om advieswaarden af te leiden, zal er geprioriteerd moeten worden. Hierbij is het van belang om te prioriteren op basis van de verwachte blootstelling en impact van de stof op mens en milieu, in lijn met de huidige vergunningverlening.

Uit de beschikbare gegevens en analyses over onderzoek naar de waterkwaliteit rondom het chemiecluster blijkt dat de blootstellingsroutes voor omwonenden beperkt zijn tot drinkwater (door waterwinning stroomafwaarts) en mogelijk recreatief zwemmen in de Maas of zwemplassen, die in directe verbinding staan met de Maas. Doordat de geloosde stoffen na vermenging met de Maas al sterk verdund zijn, is de blootstelling van omwonenden via deze routes beperkt. Drinkwaterbedrijf WML bevestigt dat het drinkwater aan alle wettelijke normen voldoet en voor een groot deel uit grondwater bestaat, met slechts een klein aandeel Maaswater. Indien Maaswater niet aan de normen voldoet, voert men een drinkwaterinnamestop in. Gezondheidsrisico’s kunnen op dit moment niet kwantitatief bepaald worden, omdat informatie ontbreekt op het gebied van blootstelling en humane toxiciteit van de stoffen. Het totaalbeeld is dus beperkt.

Door de verscheidenheid aan stoffen is het relevant om mengseltoxiciteit te onderzoeken. Een eerste analyse hiervan toont aan dat de hazard-index (HI) bij de lozingslocatie sterk toeneemt, maar daarna snel weer afneemt door verdere verdunning in het watersysteem. De aanwezige stoffen in het Maaswater zorgen voor een overschrijding van het gehanteerde gezondheidscriterium voor de beoordeling van watermengsels, de HI, zowel voor als na de lozingen van de IAZI van Chemelot. Het is op basis van de beschikbare gegevens niet duidelijk in hoeverre deze overschrijding een milieu- of een gezondheidskundig-risico is. Daarom is het relevant de mengseltoxiciteit te onderzoeken, met daarbij de verdieping gericht op humane toxiciteit en mogelijke risico’s. Onder de geloosde stoffen bevinden zich naast ZZS ook stoffen die persistent zijn en bioaccumulerend, danwel mobiel zijn. Deze stoffen (waaronder bijvoorbeeld PFAS-verbindingen (enkele stoffen zijn wel ZZS) en melamine) zijn doorgaans moeilijk te verwijderen uit het water en kunnen bijvoorbeeld via het drinkwater of visconsumptie bij de mens terechtkomen. Een algemeen aandachtspunt voor de volksgezondheid is de oppervlaktewaterkwaliteit van de Maas. Er zijn al hoge concentraties, soms normoverschrijdend, van stoffen zoals kwik, in de Maas gemeten, voordat de lozing vanuit Chemelot plaatsvindt.

Bodem- en grondwaterkwaliteit
De huidige gegevens bieden inzicht in de aard en verspreiding van bodem- en grondwaterverontreiniging, zowel binnen als buiten het terrein van chemiecluster Chemelot. Uit het onderzoek naar de bodemkwaliteit blijkt dat bodemverontreiniging voornamelijk geconcentreerd is op het terrein van het chemiecluster. Voor zeven stoffen (ammonium, benzeensulfonzuur, cyanide, dichloorbenzeen, monochloorbenzeen, nitraat en sulfaat) is verspreiding via het grondwater vastgesteld tot buiten de terreingrens. Op basis van de beschikbare gegevens is de blootstelling van omwonenden aan deze stoffen is beperkt. Sinds 1999 geldt er een advies van de Provincie Limburg om vanwege de bodemverontreiniging vanaf het chemiecluster in delen van Stein en Sitttard-Geleen geen grondwater te gebruiken. Zolang het gegeven advies om grondwater niet te gebruiken, bijvoorbeeld voor beregening, onder de aandacht wordt gebracht en opgevolgd, zijn er geen gezondheidseffecten door bodem- en grondwatervervuiling te verwachten. Dit geldt ook voor de uitloging van verontreinigd grondwater naar het oppervlaktewater. Onderzoek naar risico's van uitdamping liet zien dat de aanwezige bodemverontreinigingen en verontreinigingen van het grondwater niet tot directe aandachtspunten voor de gezondheid van omwonenden leidt. De omvang van PFAS-verontreiniging op verdachte locaties, zoals bij voormalige brandoefeningen, is nog onbekend en wordt nader onderzocht. Uit de monitoring met peilbuizen zijn geen overschrijdingen van de risicogrenzen voor PFAS naar voren gekomen.

Geluid en geur
Op basis van de beschikbare gegevens is de blootstelling aan geluid als aandachtspunt voor de gezondheid benoemd. De geluidniveaus in de wijken rond Chemelot liggen hoger dan de waarden voor wegverkeer die de wereldgezondheidsorganisatie adviseert. Het RIVM beveelt daarom aan om maatregelen te treffen om de blootstelling aan geluid terug te dringen.

Uit de verkenning blijkt dat omwonenden van het chemiecluster hinder ervaren van geluid, geur en licht, en dat er zorgen leven over mogelijke gezondheidseffecten van de industrie. Geluid vormt op basis van zowel berekende als ervaren niveaus een aandachtspunt, waarbij Chemelot een belangrijke geluidbron is naast andere bronnen zoals vlieg-, weg- en treinverkeer. De geluidbelasting van Chemelot wordt vastgesteld via bronmetingen aan deelinstallaties, die samen met modelberekeningen en vergunde niveaus een inschatting geven van de bijdrage aan het totale geluidniveau. Door de aanwezigheid van meerdere geluidbronnen is het echter lastig om de specifieke bijdrage van Chemelot aan het omgevingsgeluid tijdens normale bedrijfsomstandigheden precies te meten.

Wat betreft geurhinder laat de verkenning zien dat in de omgeving van Chemelot aanzienlijk meer geurhinder wordt ervaren dan gemiddeld in Zuid-Limburg. De effecten van geurhinder op de gezondheid konden in het onderzoek niet worden gekwantificeerd. Het is daarnaast nog niet duidelijk of genomen maatregelen bij bijvoorbeeld het recyclingbedrijf daadwerkelijk geleid hebben tot een afname van de geuroverlast. Ook

ervaren omwonenden lichthinder vanuit Chemelot, maar de mate hiervan kon in deze verkenning niet worden vastgesteld.

De ervaren hinder van geluid en geur wordt structureel gemonitord via de vierjaarlijkse gezondheidsenquête van de GGD, waarmee op wijkniveau inzicht wordt verkregen in geluidhinder, geurhinder en bezorgdheid over de nabijheid van bedrijven. Hoewel deze gegevens waardevol zijn, maken ze nog onvoldoende duidelijk welke factoren deze bezorgdheid beïnvloeden of welke geuren of geluiden nu hinder veroorzaken. Vanwege de ervaren hinder en de verwachte toegevoegde waarde van kwalitatieve inzichten in zorgen en hinder adviseert het RIVM om de huidige inzichten te verrijken via kwalitatief onderzoek. Een voorbeeld van kwalitatief onderzoek is om in focusgroepen de hinder en zorgen te bespreken.

Gezondheidseffecten
Uit de gepubliceerde gegevens over gezondheid in de wijken rond Chemelot komt geen patroon naar voren dat erop wijst dat dat bepaalde ziekten structureel vaker voorkomen. Deze gepubliceerde gegevens gaan echter over een beperkt aantal gezondheidseffecten.
Het RIVM beveelt daarom epidemiologisch vervolgonderzoek aan. Epidemiologisch vervolgonderzoek kan een nauwkeuriger antwoord geven op de vraag of het optreden van ziekten rondom Chemelot afwijkt van andere regio's. Dergelijk onderzoek kan bijvoorbeeld worden gedaan met behulp van de CBS-microdata.
Dit kan onder voorwaarden ook eventuele verbanden met industriële verontreiniging inzichtelijk maken. Hierbij is het belangrijk om individuele gezondheidsgegevens te koppelen aan blootstellingsdata, rekening houdend met andere beïnvloedende factoren. Dergelijk vervolgonderzoek is vooral zinvol als uit blootstellingsanalyses of andere studies blijkt dat er mogelijk milieugerelateerde gezondheidsrisico's zijn. Bijvoorbeeld wanneer uit aanvullende metingen blijkt dat ook in de woonkernen de Hazard-index voor mengsels van stoffen de drempelwaarde van 1 overschrijdt. Vervolgens kan epidemiologisch onderzoek dan inzicht bieden in relaties tussen blootstelling aan stoffen en stressoren en gezondheidseffecten. Een breder onderzoek met CBS microdata voor industriële hotspots in Nederland vergroot de zeggingskracht van een epidemiologische analyse.

De beschikbare gegevens laten wel zien dat omwonenden meer hinder door geluid en geur ervaren dan gemiddeld in Zuid-Limburg. Zij ervaren ook slaapverstoring en maken zich zorgen over de industrie in relatie tot hun gezondheid.
Uit de Kankeratlas komt naar voren dat kanker, wanneer wordt gekeken naar alle kankersoorten, minder vaak voorkomt dan gemiddeld in Nederland. Wanneer we kijken naar afzonderlijke kankersoorten, zien we zowel verhoogde, verlaagde en vergelijkbare incidenties in de 3-cijferige postcodegebieden rondom Chemelot. De incidenties van mesothelioom (asbestkanker) bij mannen in de (wijdere) omgeving van Chemelot wijkt hierbij het sterkst af van het Nederlands gemiddelde. Aangezien dit alleen bij mannen het geval is, is dit waarschijnlijk toe te schrijven aan arbeidsgerelateerde blootstelling in het verleden en komt dit niet door emissies naar de buitenlucht door Chemelot. Het huidige beeld is onvolledig doordat er onvoldoende gepubliceerde gegevens zijn

over andere ziekten en aandoeningen. Het is daarom niet mogelijk om uitspraken te doen over de gezondheidseffecten van Chemelot op omwonenden. Daarbij moet worden opgemerkt dat gezondheid wordt bepaald door een samenspel van factoren, zoals leefstijl, sociaaleconomische positie en omgevingsfactoren als luchtkwaliteit en geluid. Zonder aanvullend onderzoek is er daarom geen verband vast te stellen tussen het optreden van ziekten en specifieke determinanten in het gebied. Het RIVM beveelt daarom aan om dit via aanvullend epidemiologisch onderzoek te analyseren.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In november 2023 heeft de Provinciale Staten van Limburg een motie aangenomen om de invloed van industrieterrein Chemelot op de gezondheid van omwonenden en werknemers te onderzoeken (zie Provinciale Staten van Limburg, 2023). In februari 2024 is dit verzoek per brief aan staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat kenbaar gemaakt. In de brief geeft de provincie aan dat de gezondheidsimpact voor de Limburgse bevolking, en in deze specifiek de omgeving van Chemelot, tot nu toe nog niet onderzocht is (Gedeputeerde Staten van Limburg, 2024). De staatssecretaris van IenW heeft in de Kamerbrief over de Actieagenda Industrie en Omwonenden (15 maart 2024) toegezegd een verkenning op te starten naar de gezondheidseffecten van Chemelot, in navolging van het RIVM-onderzoek in de IJmond en de gestarte verkenning naar een eventuele meerwaarde van onderzoek bij Chemours en de Westerschelde. Het ministerie van IenW heeft het RIVM vervolgens gevraagd om de verkenning nader in te vullen en uit te voeren in het kader van de landelijke Actieagenda Industrie en Omwonenden.

Chemiecluster Chemelot is in deze verkenning gedefinieerd als het cluster van bedrijven die vallen onder de koepelvergunning Chemelot en de naastgelegen bedrijven Celanese Emulsion en Cedo Recycling. Deze twee bedrijven vallen niet onder de koepelvergunning Chemelot, maar vallen geografisch binnen het chemiecluster Chemelot. Uit de voorbereiding van deze verkenning door het RIVM komt naar voren dat er mogelijk door verschillende partijen onderzoeken zijn en worden uitgevoerd naar de bron-effectketen van stoffen en stressoren, waaronder emissies, blootstelling en (ervaren) gezondheid en hinder bij het chemiecluster Chemelot. Er ontbreekt echter een totaalbeeld over de tot nu toe vergaarde kennis, het detailniveau van deze kennis en de nog ontbrekende kennis.

1.2 Doelstelling

Het RIVM is gevraagd om de gegevens en gegevensverzameling van de bron-effectketen in relatie tot gezondheid rond Chemiecluster Chemelot te inventariseren. Het eerste doel van de verkenning is daarom om inzicht te krijgen in de gegevens die beschikbaar zijn over gezondheid van omwonenden[1] in relatie tot chemiecluster Chemelot (bron-effectketen), en wat de mogelijkheden en beperkingen van de beschikbare gegevens zijn.

Daar waar de beschikbare gegevens toereikend zijn, worden eventuele aandachtspunten voor de gezondheid benoemd.
Vervolgens wordt in kaart gebracht of en welk aanvullend onderzoek kan bijdragen aan het inzichtelijk maken van mogelijke gezondheidseffecten en gezondheidsrisico's van chemiecluster Chemelot op de gezondheid.

[1] De provincie heeft ook verzocht te kijken naar de gezondheidsimpact voor werknemers. In overleg met de begeleidingscommissie is in deze verkenning de nadruk gelegd op de impact voor omwonenden.

Hierbij wordt expliciet gemaakt wat nodig is om onderbouwde uitspraken te kunnen doen over gezondheidsrisico's en gezondheidseffecten.

Deze inzichten uit aanvullend onderzoek kunnen door betrokken overheden en door bedrijven op het Chemiecluster Chemelot worden benut om te beoordelen en besluiten of en zo ja, welke, aanvullende maatregelen en onderzoeken nuttig, mogelijk en nodig zijn om de gezondheidseffecten van de aanwezige industrie op chemiecluster Chemelot te beperken.

Het doel van de hier geschetste verkenning is daarmee om: 1) Inzicht te krijgen in de gegevens die reeds zijn verzameld over de bron-effectketen in relatie tot gezondheid van chemiecluster Chemelot. 2) Inzicht te krijgen in de mogelijkheden en beperkingen van deze gegevens(verzameling) in het licht van de gegevens die nodig zijn om gezondheidsrisico's en effecten te bepalen. 3) Een overzicht te krijgen van de inzichten die daaruit volgen met betrekking tot de gezondheid van omwonenden en; 4) om mogelijke vervolgstappen te schetsen om (de inzichten in) de gezondheid te verbeteren. Gezondheid wordt hierbij in lijn met de WHO opgevat als "een toestand van volledig fysiek, geestelijk en sociaal welbevinden en niet louter het ontbreken van ziekten of gebreken" (World Health Organisation, 1946). De verkenning beoogt met deze inzichten bij te dragen aan een gezonde leefomgeving. Een gezonde leefomgeving is daarbij gedefinieerd als een omgeving (Geelen et al., 2023):

1. waarin positieve factoren voor gezondheid en welzijn aanwezig zijn, en waar negatieve factoren afwezig zijn;
2. die als gezond, veilig en prettig ervaren wordt;
3. die uitnodigt tot gezond en veilig gedrag (Geelen et al., 2023).

1.3 Onderzoeksvragen

In deze verkenning staan onderstaande vragen centraal:

1. In hoeverre is de bron-effectketen van chemiecluster Chemelot al in kaart gebracht?
   a. In hoeverre zijn de emissies van stoffen door chemiecluster Chemelot (bronnen en uitstoot), de verspreiding van stoffen naar de leefomgeving via lucht, water en bodem (verspreiding en concentratie), de blootstelling van omwonenden (dosis), de gezondheidsrisico's (kans op ziekte) en de gezondheidseffecten (ziektebeeld in een gebied) al in kaart gebracht?[2] Deze keten van bron, uitstoot, verspreiding, concentratie in de leefomgeving, blootstelling, gezondheidsrisico en gezondheidseffect noemen we de bron-effectketen van stoffen in relatie tot gezondheid.
   b. In hoeverre zijn stressoren geluid-, licht- en geur[3], hun gevolgen, in de vorm van hinder en de zorgen van omwonenden met betrekking tot de invloed van industrie op

[2] Gezondheidseffecten zijn geïnterpreteerd als het huidige fysieke, sociale en geestelijke welbevinden in de omgeving rond Chemiecluster Sittard-Geleen. De gezondheidsrisico's zijn geïnterpreteerd als de kans op gezondheidseffecten in de toekomst als gevolg van activiteiten op het chemiecluster.
[3] Hoewel geuroverlast te koppelen is aan de bron-effectketen van stoffen, is geur in deze verkenning als apart thema beschouwd.

gezondheid in kaart gebracht? Dit noemen we de bron-effectketen van andere relevante stressoren.

2. Wat zijn de mogelijkheden en beperkingen van de beschikbare gegevens over stoffen, andere stressoren, hinder, medische gegevens, blootstelling – effect relaties en zorgen, met het oog op het beoordelen van de impact van Chemiecluster Chemelot op de gezondheid van omwonenden?[4]
3. Welke aandachtspunten voor de gezondheid komen uit de beschikbare gegevens naar voren?
4. Welke aanvullende maatregelen en onderzoeken kunnen potentieel bijdragen aan het inzichtelijk maken en beperken van mogelijke effecten van chemiecluster Chemelot op de gezondheid van omwonenden?

1.4 Scope en afbakening

In de verkenning wordt gekeken naar (scope):

- milieubelastende activiteiten van het chemiecluster Chemelot die mogelijk een effect hebben op de gezondheid van omwonenden. De focus in deze verkenning ligt daarmee op de gezondheidskundige eindpunten. Hierbij wordt in ieder geval gekeken naar milieubelastende activiteiten op het Chemelot terrein, aangeduid als Chemelot, en de naastgelegen bedrijven Cedo Recycling, Celanese Emulsion B.V. en Nouryon, Calderys en Renewi. Deze bedrijven vallen niet onder de koepelvergunning van Chemelot, maar liggen geografisch wel binnen het chemiecluster Chemelot;
- omwonenden van chemiecluster Chemelot zijn geïnterpreteerd als inwoners van de woonplaatsen die direct grenzen aan het chemiecluster Chemelot. Deze vallen onder de gemeenten Sittard- Geleen, Beek en Stein;
- gegevens over emissies van stoffen naar de lucht, het water en naar de bodem;
- de monitoring van en kennis over concentraties van stoffen in de gemeenten rond chemiecluster Chemelot
- de monitoring van en kennis over langdurige uitstoot en blootstelling en over kortdurende verhoogde uitstoot en blootstelling;
- gegevens over hinder door geur, geluid en licht. Deze stressoren kwamen uit een eerste analyse als ‘relevant’ naar voren. Andere stressoren worden toegevoegd als dit uit de gegevens naar voren komt. Bij de effecten van deze stressoren wordt gekeken naar gegevens over de mate en frequentie van ervaren hinder;
- de bestaande monitoring van en kennis over gezondheidsrisico’s en gezondheidseffecten die samen kunnen hangen met immissie in de gemeenten rond chemiecluster Chemelot
- de beschikbare kennis over de invloed van cumulatie van stoffen en andere stressoren op de gezondheid van omwonenden.

Als er kennishiaten zijn om vragen over gezondheidsrisico’s en effecten te beantwoorden, worden deze hiaten aangekaart.

[4] Bij de beantwoording van deze vraag is ook gekeken naar welke gegevens nodig zijn om uitspraken te kunnen doen over gezondheidsrisico’s en de gezondheidssituatie rondom Chemiecluster Sittard-Geleen

De verkenning is hierbij als volgt afgebakend (buiten de scope):

- De gezondheid van werknemers wordt in deze verkenning niet onderzocht.
- Er worden geen uitspraken gedaan op individueel niveau over gezondheidsrisico's of effecten.
- De ecologische risico's voor bijvoorbeeld dieren en planten worden niet expliciet in deze verkenning meegenomen.
- Een gezonde leefomgeving draagt positief bij aan een gezonde bevolking, maar ook andere factoren dragen bij aan een gezonde bevolking waaronder gezond gedrag (bijvoorbeeld gezonde voeding en bewegen) en gezonde arbeid (bijvoorbeeld afwezigheid van overmatige psychische en fysieke belasting). Deze andere factoren worden in deze verkenning niet nader onderzocht.
- Het beoordelen of de activiteiten op het industrieterrein Chemelot voldoen aan de wet- en regelgeving. Dit is een taak van de partijen die betrokken zijn bij het stelsel van vergunningverlening, toezicht en handhaving (VTH-stelsel).
- Rond Chemelot liggen aandachtsgebieden voor externe veiligheid. Bij het werken met gevaarlijke stoffen kunnen bij ongevallen ook acuut levensbedreigende situaties ontstaan (veiligheidsvraagstukken), als gevolg van een brand, explosie of een gifwolk. Het externe veiligheidsbeleid richt zich op het beheersen van dergelijke veiligheidsrisico's voor omwonenden. In deze verkenning wordt externe veiligheid niet meegenomen.[5]
- Een uitgewerkt voorstel voor een plan van aanpak voor het monitoren, onderzoeken of aanpakken van de gezondheidsvraagstukken met betrekking tot de bron-effectketen valt buiten de scope van deze verkenning.

De onderwerpen die buiten de scope van de verkenning vallen, kunnen wel onderwerp zijn van vervolgonderzoek. Het is aan de bevoegde gezagen, zoals het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en Provincie Limburg en de bedrijven op het chemiecluster Chemelot, om te besluiten welk vervolgonderzoek en vervolgacties worden uitgevoerd. Omgevingsdienst Zuid-Limburg en GGD Zuid-Limburg kunnen bevoegde gezagen hierbij adviseren met behulp van de inzichten uit de verkenning.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de gehanteerde ketenbenadering voor het analyseren van de gezondheid rond chemiecluster Chemelot uitgewerkt en is aangegeven op welke wijze de gegevens zijn verzameld.
In hoofdstuk 3 zijn op basis van een analyse van milieubelastende activiteiten in de vergunning en op basis van de gevoerde gesprekken activiteiten op het chemiecluster in kaart gebracht, die een impact kunnen hebben op de gezondheid van omwonenden. In de

[5] De veiligheid op en rond het Chemelot-terrein is in 2018 onderzocht door de Onderzoeksraad voor de Veiligheid. Dit is beschreven in het rapport 'Chemie in samenwerking, veiligheid op het industriecomplex Chemelot'. Onderzoeksraad voor Veiligheid. (2018). *Chemie in samenwerking. Veiligheid op het industriecomplex Chemelot*. Nadere afspraken over de beheersing van externe veiligheidsrisico's zijn vastgelegd in het Convenant voor een veilige ontwikkeling van Chemelot en omgeving. Dit convenant is ondertekend door de Provincie Limburg, de gemeenten Sittard-Geleen, Stein en Beek, Stichting Chemelot, Chemelot Site Permit (CSP) en DSM.

daaropvolgende hoofstukken is voor de thema's Lucht (hoofdstuk 4), Water (hoofdstuk 5), Bodem (hoofdstuk 6) en andere stressoren (hoofdstuk 7) uitgewerkt op welke wijze data over emissie, immissie en blootstelling is verzameld en is beoordeeld wat de mogelijkheden en beperkingen zijn van deze gegevens. In deze hoofdstukken worden ook eventuele risico's voor de gezondheid besproken. Hoofdstuk 8 bevat een overzicht van de beschikbare gegevens over gezondheidseffecten. Hoofdstuk 9 is het conclusiehoofdstuk waarin de onderzoeksvragen worden beantwoord.

2 Aanpak

Zowel gemeten, berekende als ervaren effecten van industrie op de omgeving kunnen aanleiding zijn voor het benoemen van aandachtspunten voor de gezondheid. In de verkenning is daarom gekeken naar gegevens over gemeten, berekende en ervaren effecten van industrie op de omgeving. Dit hoofdstuk beschrijft hoe beschikbare gegevens zijn verzameld voor deze verkenning, gevolgd door een uitleg van de ketenbenadering. Per onderdeel van de bron-effectketen wordt de wijze van analyse besproken. Paragraaf 2.3 gaat in op de analyse van aanwezige bronnen op het chemiecluster Chemelot. Paragraaf 2.4 op de analyse van emissies van stoffen, geluid, geur en licht. Paragraaf 2.5 op de verspreiding en concentraties in de omgeving en paragraaf 2.6 op de bloostelling van omwonenden aan stoffen en andere stressoren. Paragraaf 2.7 over gezondheidsrisico's beschrijft hoe op basis van de gegevens over bronnen, emissie, immissie en blootstelling is bepaald of er aandachtspunten voor de gezondheid zijn. Hiervoor zijn op basis van gezondheidskundige waarden beoordelingscriteria opgesteld en is beschreven hoe mengsels van stoffen zijn beoordeeld.

2.1 Dataverzameling

2.1.1 Literatuur en gegevens

De inzichten in deze verkenning zijn gebaseerd op bestaande onderzoeken en informatie uit openbare bronnen of ter beschikking gestelde informatie. Er zijn geen aanvullende metingen uitgevoerd. De gebruikte gegevens zijn beschreven in de hoofdstukken over lucht, bodem en water, in het hoofdstuk over de andere stressoren, waaronder geluid en geur en in het hoofdstuk over gezondheidseffecten.

2.1.2 Verdiepende gesprekken

Om inzicht te krijgen in de beschikbare gegevens uit bestaande studies, zijn ook gesprekken gevoerd met experts van de GGD Zuid-Limburg, de Omgevingsdienst Zuid-Limburg, Waterschap Limburg, Provincie Limburg, de gemeenten Beek, Sittard-Geleen en Stein, universiteit Maastricht en Chemelot. Een overzicht van respondenten staat in Bijlage 1. In de gesprekken is ingegaan op het algemene beeld dat de respondent heeft over gezondheid in relatie tot Chemelot en de vragen die hierbij spelen. Ook is ingegaan op de gegevens die volgens de respondent op zijn of haar vakgebied over chemiecluster Chemelot beschikbaar zijn. De respondenten zijn ook gevraagd naar wat zij als aandachtspunten voor gezondheid en kennisontwikkeling zien. De gesprekken zijn niet alleen gebruikt voor gegevensverzameling. Ze zijn ook gebruikt om aan de hand van eerste inzichten informatie te checken en om door te vragen over hoe eerdere onderzoeksresultaten tot stand zijn gekomen. Per gesprek is een verslag gemaakt. Dit verslag is ter goedkeuring aan de respondenten voorgelegd, waarbij aanvullingen en aanscherpingen van de respondenten in het verslag zijn verwerkt. De in dit rapport beschreven toelichtingen van de Limburgse overheden en van de bedrijven op het chemiecluster zijn gebaseerd op deze gesprekken, tenzij anders is aangegeven.

2.1.3 Begeleidingscommissie

Bij de uitvoering van het onderzoek is gebruikgemaakt van een begeleidingscommissie onder leiding van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Bijlage 1 bevat het overzicht van leden van deze begeleidingscommissie (functie en organisatie). Hierin zaten vertegenwoordigers van Limburgse overheden en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

De begeleidingscommissie heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat geadviseerd bij bepalen van de scope van de verkenning. Mede op basis van de input van de deelnemers van de begeleidingscommissie heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat de scope van de verkenning vastgesteld. De leden van de begeleidingscommissie dienden ook als contactpersoon voor hun organisatie voor het benaderen van experts. De begeleidingscommissie is daarnaast ingezet bij het checken van concepthoofdstukken op feitelijke onjuistheden en om te controleren of de gestelde onderzoeksvraag is beantwoord. Het RIVM beoordeelde de feedback van de begeleidingscommissies. Waar dit volgens het RIVM-projectteam nodig was, is het rapport aangescherpt.

2.2 De ketenbenadering

Bij het inzichtelijk maken van de bestaande kennis en eventuele aandachtspunten is de ketenbenadering gehanteerd, zoals ook bij het onderzoek naar de gezondheid van omwonenden rond Tata Steel Nederland (TSN) (Geelen et al., 2023) (Gooijer et al., 2025) en Chemours (Elberse et al., 2024) is gedaan. Op basis van deze benadering is gekeken naar de bron, emissie, verspreiding en concentratie, blootstelling, gezondheidsrisico en gezondheidseffecten. Hierbij is niet alleen gekeken naar de keten van stoffen, maar ook naar andere stressoren die hinder kunnen veroorzaken, zoals geluid, geur,-en licht. Tabel 2.1 beschrijft op welke wijze de ketenbenadering voor Chemiecluster Chemelot is geïnterpreteerd.

Tabel 2.1 De ketenbenadering bij Chemiecluster Chemelot

Onderdeel	**Toelichting**
Bronnen	De analyse van milieubelastende bronnen per deelonderwerp is uitgevoerd op basis van milieuvergunningen, aanwezige rapporten en metingen per deelonderwerp. Dit leidt tot een overzicht van stoffen die op het terrein van Chemiecluster Chemelot aanwezig kunnen zijn en van andere stressoren die hinder voor de omgeving kunnen veroorzaken.
Emissie (uitstoot)	De analyse van de emissie (uitstoot) richt zich op de vraag in hoeverre stoffen, of andere stressoren, zoals geluid, geur of licht vrijkomen van het Chemiecluster Chemelot. Het gaat daarbij om de uitstoot van stoffen naar de lucht, lozing van stoffen naar het water, het vrijkomen van stoffen in de bodem en geluid-, geur- en lichtproductie door de processen.

Onderdeel	Toelichting
Immissie (concentratie)	De analyse van de verspreiding en immissie van stoffen en geluid, geur en licht gaat in op de vraag op welke wijze deze zich verspreiden en hoeveel hiervan welke omwonenden bereikt. Hierbij is gekeken naar beschikbare gegevens over concentraties van stoffen in lucht, water en bodem en naar gegevens over geluid, geur en licht op verschillende locaties en tijden rond Chemelot. Hierbij is ook gekeken naar de beschikbare inzichten over cumulatie en mengsels van stoffen.
Blootstelling (dosis, frequentie)	Bij de analyse van blootstelling is gekeken in hoeverre en op welke wijze mensen op locaties rond Chemelot worden blootgesteld aan specifieke stoffen en geluid, geur en licht. De wijze waarop mensen worden blootgesteld, is bepaald op basis van de geografische ligging en aan de hand van de relevante blootstellingsroutes. Bij sommige stoffen kan inhalatie (inademen) belangrijk zijn, voor andere stoffen juist ingestie (inslikken). Bij de blootstelling is ook gekeken naar de beschikbare inzichten over cumulatie en gecombineerde blootstelling en naar maatregelen die getroffen zijn om de blootstelling aan stressoren die hinder veroorzaken te beperken.
Gezondheidsrisico	De gezondheidsrisico's van Chemelot zijn gedefinieerd als de kans op gezondheidseffecten in de toekomst als gevolg van de huidige activiteiten op het Chemelot-terrein. De inschatting van de gezondheidsrisico's kan per domein in methodiek verschillen door de verschillende blootstellingsroutes en door hoe deze methodiek is ontwikkeld. In het algemeen berust dit op dosis-responsrelaties. Bij het bepalen van gezondheidsrisico's wordt op basis van een analyse van de bronnen, emissies en blootstellingen gekeken naar toekomstige gezondheidseffecten.
Gezondheidseffecten	Gezondheidseffecten zijn geïnterpreteerd als het huidige fysieke, sociale en geestelijke welbevinden in de omgeving rond Chemiecluster Sittard-Geleen. Bij de analyse van gezondheidseffecten is gekeken welke gegevens er worden verzameld over hinder, ziekten en klachten die voorkomen in de omgeving rond Chemelot.

De volgende paragrafen beschrijven de informatie die is gebruikt om verschillende onderdelen van de keten te analyseren.

2.3 Het inventariseren en analyseren van aanwezige bronnen

Op basis van de aanwezige vergunningen en dan met name de koepelvergunning Chemelot is beschreven welke milieubelastende activiteiten er op Chemelot plaatsvinden. Voor het thema Water is specifiek gekeken naar de lozingsvergunning, die in 2015 is verstrekt aan Circle Infra Partners. De bronlocaties voor historische bodemverontreiniging zijn gebaseerd op het saneringsplan van Chemelot (Arcadis, 2021d).

2.4 Het inventariseren en analyseren van de emissies

Lucht
De inzichten in emissie van stoffen in de lucht is gebaseerd op de Emissieregistratie. De Emissieregistratie (https://www.emissieregistratie.nl) bevat de door bedrijven opgegeven en door bevoegde gezagen geaccordeerde gegevens voor de emissies van veel stoffen. De Emissieregistratie bevat daarmee een overzicht van stoffen, inclusief fijnstof, die Chemelot volgens hun eigen opgave uitstoot (zie paragraaf 4.1 waar ook de beperkingen van het gebruik van de Emissieregistratie worden toegelicht).

Water
Inzichten in de emissie van stoffen die via de integrale afvalwaterzuiveringsinstallatie (IAZI) in het oppervlaktewater terechtkomen, zijn gebaseerd op de vergunning aan Chemical Site Permit, verleend in 2020 en geldig tot 2027.[6] De vergunning verplicht Circle (Chemelot) dagelijks het effluent te meten, zowel een analyse op chemische stoffen als de hoeveelheid. Daarnaast analyseert het Waterschap het effluent geregeld op een aantal stoffen. Deze data zijn opgevraagd bij zowel Circle (Chemelot) als het Waterschap Limburg. In Bijlage 4 van de vergunning staat een lijst van in totaal losse 633 stoffen. Deze lijst is aan veranderingen onderhevig, bij wijze van besluiten op wijzigingsaanvragen. In dit onderzoek is uitgegaan van de stoffenlijst, gedateerd op 9 april 2025. De stoffen zijn ingedeeld volgens de Algemene Beoordelings Methodiek (ABM), waarbij een indeling wordt gemaakt in vier categorieën van aflopende waterbezwaarlijkheid; Z voor (potentieel) Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS, zie ook 2.7.1.), A voor niet snel afbreekbare, waterbezwaarlijke stoffen, B voor snel afbreekbare waterbezwaarlijke stoffen en C voor stoffen die van nature voorkomen in het lokale oppervlaktewater.[7] Van deze stoffen zijn de ZZS en slecht afbreekbare stoffen het meest relevant vanwege de eigenschappen en mogelijke gevolgen voor omwonenden (zie ook paragraaf 2.7.1.).

Bodem
De emissies naar en immissies in de bodem en het grondwater zijn beschreven in het saneringsplan van Chemelot: Duurzaam bodembeheer Chemelot (DBC) (Arcadis, 2021d). De verontreiniging die uit de bronlocaties vrijkomt en terechtkomt in het grondwater wordt

[6] Besluit Watervergunning, verleend te 15 december 2020 aan Sitech Services B.V., documentnummer 2020-D103173, geraadpleegd op https://www.waterschaplimburg.nl/actueel/achtergronden-nieuws/lozingsvergunning-chemelot-circle op 27-01-2025.
[7] Berbee et al., Algemene BeoordelingsMethodiek (ABM) 2016, te raadplegen op: https://iplo.nl/thema/water/applicaties-modellen/vergunningverlening-toetsing-handhaving/abm-algemene-beoordelingsmethodiek/

gemonitord door een monitoringsnet. Het monitoringsnet omvat een netwerk van peilbuizen op verschillende diepten in het eerste watervoerende pakket en brengt grondwaterverontreinigingen in kaart. De hoogste dichtheid aan peilbuizen bevindt zich op de site zelf. Inzichten in de emissie van verontreinigende stoffen naar de bodem zijn gebaseerd op de gegevens van dit monitoringssysteem die zijn gerapporteerd in het bodemsaneringsplan van Chemelot: Duurzaam bodembeheer Chemelot (DBC) (Arcadis, 2021d) en hieraan gerelateerde rapportages.

Geluid
Geluidmetingen bij de bron geven inzicht in de geluidemissie van industriële activiteiten. De metingen worden gebruikt om invoergegevens voor het geluidmodel te valideren. Deze bronmetingen bieden input voor geluidberekeningen om de invloed van de bron op de omgeving te bepalen. Het model wordt gebruikt voor de bewaking van de vergunde geluidruimte in het kader van handhaving. De beoordeling van deze methodiek en het model valt buiten de scope van de verkenning (zie paragraaf 1.4) Sinds de inwerkingtreding van de Omgevingswet in 2024 dienen gemeenten en provincies uiterlijk 31 december 2031 geluidproductieplafonds (GPP's) vast te stellen op gezoneerde industrieterreinen. Na vaststelling van de GPP's voor een industrieterrein komen de gegevens van dat terrein in de Centrale Voorziening Geluidgegevens (CVGG). Voor chemiecluster Chemelot zijn nog geen geluidproductieplafonds vastgesteld en daarom zijn ze dus niet beschikbaar in de CVGG.

2.5 Het inventariseren en analyseren van immissies

Lucht
Bij de inventarisatie van de luchtimmissies is gekeken naar de beschikbare meetdata. Op basis daarvan zijn gegevens van het luchtmeetnet, provinciale meetpunten en enkele officiële meetstations in België, aan de westzijde van Chemelot meegenomen in de verkenning. Het station Geleen-Asterstraat, onderdeel van het luchtmeetnet en gelegen ten noordoosten van Chemelot, meet onder andere NO_2, NO, O_3, PM_{10}, $PM_{2.5}$ en sinds kort ultrafijnstof (UFP). Het station Geleen-Vouershof, ook onderdeel van het luchtmeetnet en ten zuidoosten van Chemelot gelegen, meet NO_2, NO en O_3 en drie ZZS: monovinylchloride, 1,3-butadieen en benzeen. Door het bepalen van windrozen voor alle gemeten stoffen is een inschatting gemaakt van de bijdrage van Chemelot aan de luchtkwaliteit. Omdat de achtergrondconcentratie van NO doorgaans lager is dan die van NO_2, is NO gebruikt als indicator voor bronnen op het terrein van Chemelot. Als uit de windrozen blijkt dat verhoogde concentraties van stoffen consequent wijzen in de richting van Chemelot, is dat een sterke aanwijzing dat het terrein bijdraagt aan de lokale luchtverontreiniging.

Water
Er zijn meerdere bronnen die informatie geven over concentraties van stoffen in oppervlaktewater in de omgeving van Chemelot. We maken onderscheid in concentraties door de lozing (immissiegegevens) en concentraties, zoals gemeten stroomopwaarts en -afwaarts. Deze

waarden zijn mogelijk een indicatie voor een verandering in waterconcentraties en daarmee voor de immissie van Chemelot.
De immissiegegevens van stoffen en microplastics naar oppervlaktewater zijn gebaseerd op de gerapporteerde effluentconcentraties door Circle. Hierop wordt een berekening toegepast volgens het Handboek Immissietoets (Min van IenW, 2019), waarbij er een standaard verdunningsfactor van 22 wordt gebruikt om de concentraties in het effluent te vertalen naar concentraties op de rand van de mengzone. In deze verkenning is geen actie ondernomen om te achterhalen of deze verdunningsfactor wetenschappelijk onderbouwd is. In de verkenning is eerst gekeken naar metingen en berekeningen van de Z en A geclassificeerde stoffen in het effluent van de IAZI. Dit zijn de (potentiële) ZZS en de niet snel afbreekbare, waterbezwaarlijke stoffen. Ook wordt het effluent op een beperkt aantal stoffen gemeten door het Waterschap Limburg. De effluentconcentraties en immissieconcentraties van de stoffen zijn vergeleken met de beschikbare waterkwaliteitsnormen. Voor de overige stoffen zijn de immissieconcentraties vergeleken met de door Circle aangeleverde 'ecologische toetswaarden' (zie voor meer detail paragraaf 2.7.2).

Voor de bovenstroomse achtergrondconcentraties van stoffen in het oppervlaktewater van de Maas is gebruikgemaakt van de metingen van Rijkswaterstaat bij de meetpunten Eijsden (stroomopwaarts van Chemelot). Stevensweert is gebruikt als meetlocatie stroomafwaarts van Chemelot. Hierbij dient men zich te realiseren dat de metingen in de Maas niet voor alle stoffen exclusief aan bedrijvigheid op Chemelot te linken zijn. De gegevens zijn verzameld via het openbare website Waterinfo: waterinfo.rws.nl.

Bodem
Bij het thema Bodem betreft de immissie de verontreinigingscontouren in de bodem en het grondwater. Deze contouren zijn beschreven en geanalyseerd op basis van de resultaten van het bodemmonitoringsnetwerk (zie paragraaf 2.3 over het analyseren van emissies). Voor het beoordelen van de risico's van de uitlogende verontreinigingen voor de oppervlaktewaterwaterkwaliteit, wordt een emissie-immissietoets uitgevoerd. Bij het beoordelen van de immissies is gebruikgemaakt van deze emissie-immissietoets.

Geluid
Bij de analyse van de geluidimmissie is gebruikgemaakt van de beschikbare geluidcontouren. De geluidcontouren rondom Chemelot geven de vergunde immissie weer. De geluidcontour uit 1987 is berekend met de oude geluideenheid, de L_{etmaal}, in plaats van de L_{den} (Provincie Limburg et al., 2021, pp. 16–17). Dit bemoeilijkt vergelijking met andere geluidgegevens in L_{den}. Grofweg gesteld, staat voor industrielawaai de L_{den} gelijk aan de L_{etmaal} -2, waarmee een indicatie kan worden gegeven van verwachte waarden in L_{den} (Slob et al., 2019).

2.6 Het analysen van de blootstelling en blootstellingsroutes

In deze verkenning is gekeken naar de wijze waarop mensen worden blootgesteld aan de beschouwde stoffen en andere stressoren (geluid, geur, licht): de blootstellingsroute.

Daar waar mogelijk, is ook gekeken naar effecten van langdurige en kortdurende (piek)blootstelling. Bij het beoordelen van de blootstelling is ervan uitgegaan dat de blootstellingduur van omwonenden overeenkomt met de uitganspunten die zijn gebruikt bij de gehanteerde beoordelingscriteria. Concreet betekent dit dat wanneer de relatie tussen een stof en een gezondheidsrisico is uitgedrukt in een concentratie per jaar, ervan uit is gegaan dat mensen die worden blootgesteld het hele jaar aanwezig zijn. Wanneer de relatie is uitgedrukt in een belasting per etmaal, is ervan uitgegaan dat mensen het gehele etmaal aanwezig zijn.
Deze verkenning kijkt hierbij naar waar de omwonenden nu aan worden blootgesteld op basis van de beschikbare gegevens van de laatste jaren. Historische blootstelling is in deze verkenning niet nader onderzocht. Stoffen en processen die nu niet meer worden gebruikt, maar anno nu nog steeds leiden tot blootstelling, worden wel meegenomen. Een voorbeeld hiervan is de bodemverontreiniging door activiteiten uit het verleden. Deze verkenning richt zich bij het beoordelen van het gezondheidsrisico op het gemiddelde risico in een populatie. Hierbij is dus niet expliciet gekeken naar het aantal blootgestelden. Hieronder is per thema aangegeven op welke wijze de blootstelling is geanalyseerd.

Lucht
Om de bijdragen van Chemelot in de lokale omgeving meer kwantitatief te schatten, heeft het RIVM lokaal gedetailleerde berekeningen uitgevoerd met de gegevens uit de Emissieregistratie, aangevuld met (c.q. vergeleken met) meetgegevens die van Chemelot en/of de omgevingsdienst zijn verkregen. De berekende concentraties zijn vervolgens vergeleken met de gemeten waarden van de meetstations.

Water
Bij de analyse van de blootstelling is gekeken naar directe en indirecte blootstelling. Mensen kunnen rechtstreeks in aanraking komen met stoffen in het oppervlaktewater door recreatie op of in het water; bijvoorbeeld zwemmen. Dit noemen we directe blootstelling. Daarnaast zijn er indirecte blootstellingsroutes, waarbij mensen stoffen uit het oppervlaktewater binnenkrijgen via de voedselketen of het milieu; bijvoorbeeld door het eten van (zelf gevangen) vis of andere waterdieren, of het eten van gewassen die met oppervlaktewater zijn besproeid. Oppervlaktewater dat als drinkwaterbron wordt gebruikt, kan ook worden gezien als bron van indirecte blootstelling.

Bodem
Blootstellingroutes waarmee mensen in aanraking kunnen komen met verontreinigingen in de bodem zijn onder andere via direct contact met de bodem (bijvoorbeeld door werk, of spelende kinderen), opwaaiend stof, uitdampende stoffen, het eten van gewassen en gebruik van vervuild (grond)water (bijvoorbeeld door permeatie van een vervuiling naar drinkwater of het oppompen van dit water).

Voor de analyse van de blootstellingroutes is gebruikgemaakt van de risicobeoordeling die Arcadis heeft uitgevoerd als onderdeel van het Duurzaam bodembeheer Chemelot (Arcadis, 2021d). Daarnaast heeft de GGD Zuid-Limburg nog een aanvullende risicobeoordeling uitgevoerd met specifieke aandacht voor de risico’s van uitdamping (GGD Zuid-

Limburg, 2022a). Ook deze beoordeling is meegenomen voor het in beeld brengen van de blootstelling.

Geluid
De Atlas Leefomgeving bevat kaarten die inzicht geven in de geluidbelasting. De kaart Geluid in Nederland (STAMINA-model) van het RIVM geeft een schatting van geluidniveaus. Om de hoeveelheid geluid uit te drukken is gebruikgemaakt van de L_{den} (Level Day-Evening-Night). Dit is een maat om uit te rekenen hoeveel geluid er gemiddeld per etmaal aanwezig is (jaargemiddelde). In die kaart die het gezamenlijk geluid weergeeft, tellen alle geluidbronnen even zwaar mee (er is geen weging gedaan) (Atlas Leefomgeving, z.d.). Geluid van sommige bronnen (bijvoorbeeld luchtvaart) kan bij hetzelfde geluidniveau wel als hinderlijker worden ervaren dan andere bronnen (bijvoorbeeld railverkeer). Geluid van de industrie is gebaseerd op een kentalraming. Aanvullend hierop is gekeken naar de zonekaart (in de vorige paragraaf 2.5 beschreven onder immissie), die leidend is voor de 50 dB-contour.

2.7 Het inventariseren en analyseren van gezondheidsrisico's

Voor het verkennen van de gezondheidsrisico's van stoffen is, voor zover mogelijk, per stof uit de RIVM –stoffendatabase (https://rvs.rivm.nl/), de concentratie waaraan omwonenden kunnen worden blootgesteld via bodem, water of lucht getoetst aan de interventiewaarde bodem, de milieukwaliteitsnorm (MKN), het maximaal toelaatbaar risico (MTR) of advieswaarden van de wereldgezondheidsorganisatie (WHO). De concentratie gevaarlijke stoffen is daarbij als aandachtspunt voor de gezondheid benoemd als de waarde van de interventiewaarde bodem, het MTR of MKN is overschreden (zie ook 2.7.2). Aanvullend hierop is gekeken naar de gezondheidsrisico's van mengsels van stoffen in water en lucht.[8] Hierbij is gebruikgemaakt van de Hazard-indexmethode (Bodar et al., 2023; Bodar et al., 2022). Een stofmengsel is als aandachtpunt voor de gezondheid benoemd, wanneer de Hazard-index (HI) voor het mengsel van stoffen de drempelwaarde van 1 overschrijdt.

Bij het beantwoorden van onderzoeksvraag 3 'Welke aandachtspunten voor de gezondheid komen uit de bestaande gegevens naar voren?', is het ook mogelijk dat de beschikbare gegevens hiervoor ontoereikend zijn. In dat geval zijn suggesties voor vervolgonderzoek gegeven. In Tabel 2.2 is dit toegelicht.

Tabel 2.2 Aandachtspunten en vervolgonderzoek

	Toelichting
Aandachtspunten voor de gezondheid.	Er is sprake van een verhoogd gezondheidsrisico. De blootstelling van mensen aan stoffen of andere stressoren overschrijdt actuele wetenschappelijke risico-acceptatiecriteria. Bijvoorbeeld: wanneer een concentratie van en stof hoger ligt dan het MTR voor de mens, is dit in deze verkenning aangeduid als

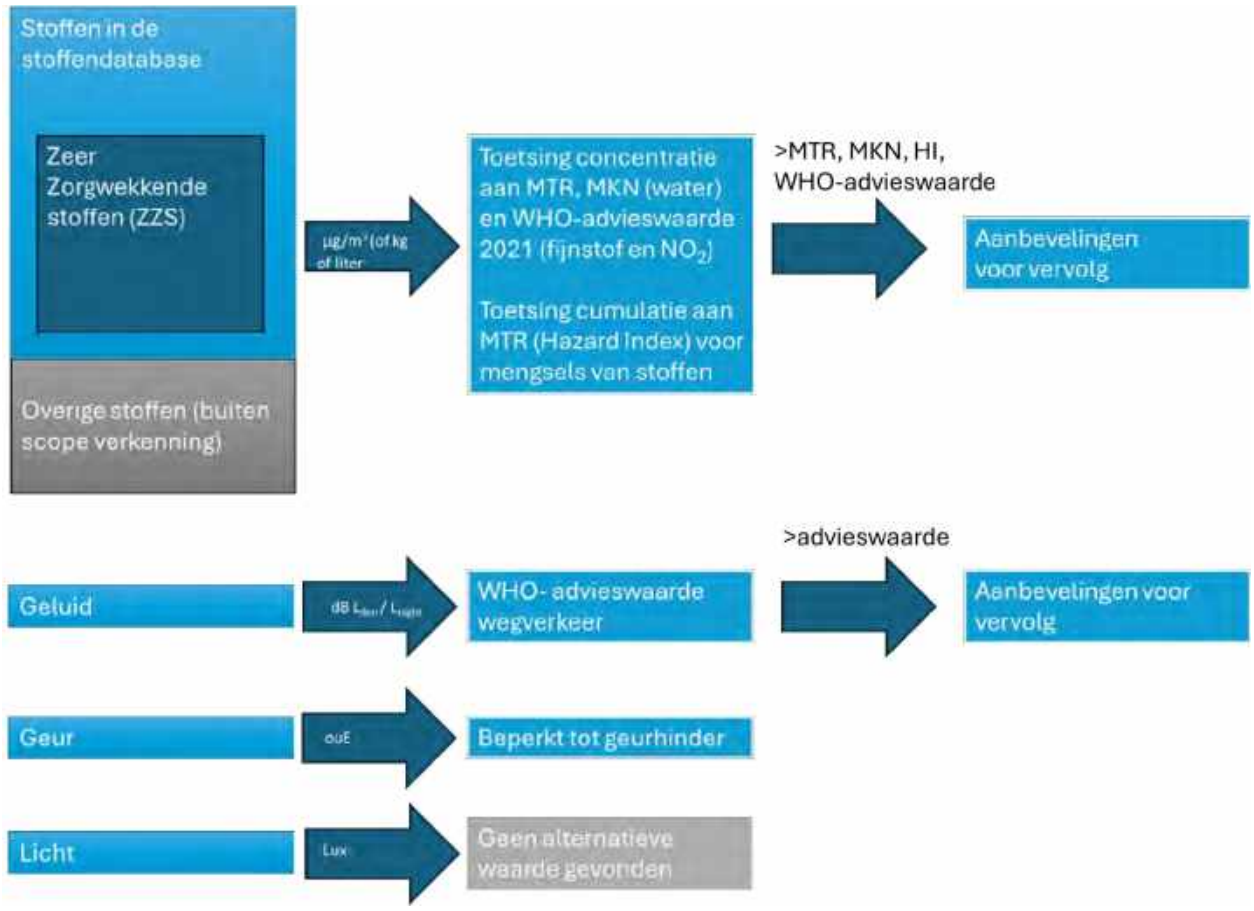
[8] Voor het thema bodem waren deze analyses niet beschikbaar.

	Toelichting
	aandachtspunt voor de gezondheid. Adviezen zullen dan gericht zijn (indien mogelijk) op het (versneld)[9] terugdringen van de concentratie van deze stof in de leefomgeving.
Suggesties voor eventueel vervolgonderzoek naar gezondheidsrisico's of effecten.	Er is sprake van een aanbeveling voor vervolgonderzoek wanneer: 1. het voor een thema niet mogelijk is om de (omvang van de) gezondheidsrisico's of -effecten te bepalen op basis van de beschikbare gegevens. Of; 2. er bij een gevonden gezondheidsrisico nader onderzoek nodig is om vast te stellen dat er echt gezondheidseffecten te verwachten zijn. Of; 3. kennis ontbreekt voor het aanpakken van aandachtspunten voor de gezondheid die uit de verkenning naar voren komen

Suggesties voor vervolgacties zijn uitgewerkt in hoofdstuk 9. Bij het bepalen van hinder door geluid, geur en licht is een vergelijkbare werkwijze gehanteerd. Figuur 2.1 vat de gehanteerde werkwijze samen. Het figuur wordt hieronder verder toegelicht.

[9] Voor ZZS geldt al een vermijdings- en reductieprogramma. Ook wanneer een gevonden waarde van een ZZS onder het MTR ligt. Bij een waarde boven het MTR is vanuit het perspectief van gezondheidsrisico's versnelde reductie gewenst.

Figuur 2.1 Analyse beschikbare gegevens gezondheidsrisico's



Wanneer er voor bepaalde stoffen en andere stressoren onvoldoende gegevens beschikbaar zijn om een oordeel te vellen over aandachtspunten voor de gezondheid, wordt aanbevolen aanvullende gegevens hierover te verzamelen.

2.7.1 *Het prioriteren van stoffen voor de verkenning*

Op chemiecluster Chemelot wordt met een groot aantal verschillende stoffen gewerkt. De blootstelling aan deze stoffen kan in meer of mindere mate impact hebben op de gezondheid. Bij het verkennen van de gezondheidsrisico's is als eerste gekeken naar de stoffen die zijn aangemerkt als Zeer Zorgwekkende Stof (ZZS; zie hieronder voor uitleg over ZZS) of in het geval van emissie naar water ook naar stoffen die potentieel ZZS zijn (pZZS), pZZS zijn stoffen die mogelijk voldoen aan de ZZS-criteria, maar nog niet als ZZS zijn geïdentificeerd. Dat voor het thema Water wel is gekeken naar pZZS komt voort uit de indeling van stoffen naar waterbezwaarlijkheid waar ZZS en pZZS in dezelfde categorie vallen (zie hoofdstuk 5). Van de meeste ZZS die bij het chemiecluster Chemelot worden gebruik, is ook een norm beschikbaar. Hierdoor is een verdere analyse naar mogelijke impact op de humane gezondheid mogelijk.

De vergunning bevat naast de geïdentificeerde ZZS ook veel andere stoffen. Via nader onderzoek kan nog worden gekeken of de stoffen die geen ZZS of pZZS zijn, nog een significant gezondheidsrisico hebben.

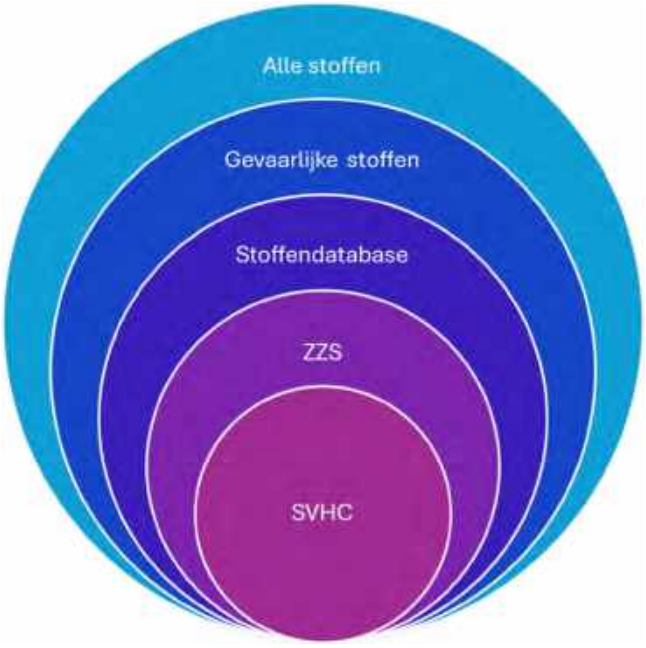
Dit kan bijvoorbeeld relevant zijn wanneer mensen indirect worden blootgesteld aan stoffen die gecategoriseerd zijn als waterbezwaarlijk categorie A, waar mogelijk accumulatie in waterorganismen kan optreden.

Zeer zorgwekkende stoffen (ZZS)
Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) zijn stoffen die schadelijk kunnen zijn voor mens en milieu en voldoen aan een of meer van de onderstaande criteria:

- kankerverwekkend aangeduid met de letter C, carcinogeen;
- mutageen (M)
- voortplanting belemmerend, aangeduid met de letter R, reproductie toxisch;
- persistent, bioaccumulerend en giftig, afgekort tot PBT: Persistent, Bioaccumulerend én Toxisch. Stoffen stapelen in het milieu en de voedselketen;
- zeer persistent en zeer bioaccumulerend, afgekort tot vPvB: zeer (*very)* Persistent en zeer (*very)* Bioaccumulerend;
- soortgelijke zorg (zoals hormoon verstorende stoffen)

Deze volgen uit de criteria voor *Substances of Very High Concern* (SVHC), zoals vastgelegd in artikel 57 van de Europese REACH Verordening. Alle SVHC's onder REACH vallen dus automatisch onder het Nederlandse ZZS-beleid. De ZZS-lijst is echter breder, omdat niet alle stoffen die aan de ZZS-criteria voldoen als SVHC onder REACH zijn aangemerkt. Zo vallen stoffen zonder eigenaar niet onder REACH, maar kunnen ze wel ZZS zijn. De Nederlandse overheid pakt de emissies van ZZS met voorrang aan, met als doel om ze zoveel mogelijk uit de leefomgeving te weren.

Figuur 2.2 De verkenning concentreert zich op de stoffen in de stoffendatabase



2.7.2 *Beoordelingscriteria voor gezondheidsrisico's*

Ook bij blootstelling aan stoffen en andere stressoren onder de wettelijke normen kunnen gezondheids- en milieueffecten optreden. Daarom is in deze verkenning gebruikgemaakt van gezondheidskundige waarden voor het beoordelen van gezondheidsrisico's. Deze gezondheidskundige waarden kunnen afwijken van de geldende wettelijke normen. Omdat deze verkenning zich gezondheidsrisico's voor de mens richt, is zoveel mogelijk gebruikgemaakt van waarden die bedoeld zijn voor het beoordelen van de risico's voor de humane gezondheid. Als deze waarden niet beschikbaar waren, is gezocht naar een passend alternatief, bijvoorbeeld een waarde voor ecotoxicologische effecten. Deze paragraaf legt dat verder uit. De inhoudelijke betekenis van de gebruikte (gezondheidskundige) waarden verschilt daardoor en is toegelicht in Bijlage 2.

Voor het inzichtelijk maken van gezondheidsrisico's van industriële activiteiten op de gezondheid en het verkennen van aandachtspunten voor de gezondheid is gebruikgemaakt van het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR) voor lucht en bodem. Voor oppervlaktewater worden tegenwoordig geen MTR's meer afgeleid, maar spreekt men van Milieu Kwaliteits Normen (MKN's). Het MTR kent verschillende invullingen, namelijk als de maximaal toelaatbare kans op overlijden, als de maximaal toelaatbare kans op een extra ziektegeval en als drempelwaarde voor het optreden van gezondheidseffecten (Roels et al., 2014a). In de notitie 'Omgaan met Risico's (Tweede Kamer, 1989) is gesteld dat het MTR, uitgedrukt in de jaarlijkse kans op sterfte door activiteiten waarbij straling (per individuele bron) of toxische stoffen (per individuele stof) vrijkomen, of met een kans op grote ongevallen, in beginsel voor geen enkele burger groter mag zijn dan een op de miljoen per jaar (of een op de 10.000 bij levenslange blootstelling).[10]

Genotoxisch carcinogene (=kankerverwekkende) stoffen hebben geen drempelwaarde voor de kans op een effect. Iedere blootstelling verhoogt de kans op een tumor. In lijn met 'Omgaan met Risico's' is voor deze stoffen is het MTR gedefinieerd als de kans op maximaal één extra geval van kanker op een miljoen mensen per jaar door blootstelling aan de betreffende stoffen (Roels et al., 2014b). Deze beleidsmatig geaccepteerde risiconiveaus gelden voor lucht en bodem. Bij het afleiden van drinkwater-richtwaarden en milieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater, gebruikt men voor genotoxische carcinogenen een lager risiconiveau van 10^{-8} per jaar (1 op miljoen per leven). Dit is in lijn met Europese afspraken onder REACH en de Kaderrichtlijn Water (Roels et al., 2014b).

Voor schadelijke stoffen waarvoor wel een veilige waarde kan worden afgeleid (er wordt verondersteld dat er een drempelwaarde bestaat), is het MTR het niveau waaronder geen nadelige gezondheidseffecten te verwachten zijn. Veel van de door de WHO geadviseerde luchtconcentraties zijn op deze manier bepaald.

[10] Bij de bepaling van maximaal toelaatbare risiconiveaus voor concentraties van stoffen in de lucht het water en bodem zijn soms andere keuzes gemaakt, waardoor een vastgesteld MTR een andere inhoudelijke betekenis krijgt.

MTR's voor lucht zijn nagenoeg altijd gebaseerd op gezondheidskundige effecten. De normen voor het compartiment bodem en oppervlaktewater kunnen ook betrekking hebben op eco(toxico)logische effecten. Omdat de focus in deze verkenning ligt op de gezondheidskundige eindpunten, is voor geselecteerde stoffen in de stoffendatabase (https://rvs.rivm.nl) gezocht naar de achterliggende stofdocumenten om te herleiden wat de gezondheidskundige grenswaarde is, als deze niet overeenkomt met de vastgestelde of geadviseerde MTR/MKN-waarde.

Lucht
Voor het beoordelen van de luchtkwaliteit is gebruikgemaakt van de $MTR_{lucht.}$ Voor fijnstof en NO_2 is geen MTR_{lucht} vastgesteld. Daarom is voor fijnstof en NO_2 gekeken naar alternatieve gezondheidskundige waarden. Uit een vergelijking van de wettelijke normen en gezondheidskundige advieswaarden komt naar voren dat de gezondheidsrisiconiveaus die overeenkomen met de deze waarden, fors hoger liggen dan de hierboven beschreven risiconiveau bij het MTR_{lucht} (Geelen et al., 2023; Gezondheidsraad, 2018). Voor de beoordeling van aandachtspunten voor de gezondheid is daarom in deze verkenning ervoor gekozen om in plaats van de vastgestelde Europese normen (grenswaarden) voor fijnstof en NO_2 de strengere WHO-advieswaarden uit 2021 als grens te hanteren voor het benoemen van aandachtspunten voor de gezondheid.

Water
De immissieconcentratie van de stoffen moet worden getoetst aan milieukwaliteitsnormen (MKN's). Sinds de invoering van de Kaderrichtlijn Water (KRW) gebruikt men daarvoor de JG-MKN en MAC-MKN.[11] De JG-MKN is de jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm voor langdurige blootstelling, die rekening houdt met ecotoxicologische effecten op planten en dieren die in het water leven en met mensen en dieren die vis of schelpdieren eten. De MAC-MKN is de maximaal aanvaardbare concentratienorm die het ecosysteem beschermt tegen acute effecten van kortdurende concentratiepieken en die op geen enkel monitoringspunt overschreden mag worden. De MAC-MKN heeft alleen betrekking op directe ecotoxiciteit. Dit rapport richt zich op humane toxiciteit. Er zijn wettelijke en beleidsmatig vastgestelde MKN's. Deze laatste zijn vaak zogenoemde indicatieve waarden, die zijn afgeleid via een beknopte methode. [12] Er bestaan ook nog oudere (indicatieve) MTR's. Deze gelden voor langdurige (chronische) blootstelling, maar houden doorgaans geen rekening met humane visconsumptie of doorvergiftiging van vogels en zoogdieren.

Omdat er stroomafwaarts innamepunten van drinkwater zijn, moet ook rekening worden gehouden met de kwaliteitseisen voor oppervlaktewater dat wordt gebruikt voor drinkwaterbereiding. Deze

[11] De termen JG-MKN en MAC-MKN staan in de Nederlandse vertaling van de Richtlijn prioritaire stoffen 2013/39/EU. Tot 2015 werden ze ook gebruikt in de Nederlandse wetgeving onder de KRW. Bij de inwerkingtreding van de Omgevingswet is de term Omgevingswaarde geïntroduceerd. Bijlage III vermeldt (de JG-OGW en MAC-OGW voor prioritaire stoffen en bepaalde KRW-verontreinigende stoffen. De monitoringsindicatoren voor de specifieke verontreinigende stoffen heten nu "Kalenderjaargemiddelde waarde van de concentratie" en "maximaal aanvaardbare waarde van de concentratie". Deze wijziging heeft te maken met de juridische status van de getallen. De inhoudelijke betekenis van de getallen en de wijze van toetsing is niet veranderd. De wijziging is ook niet van toepassing op stoffen die niet in het Bkl zijn opgenomen. In deze rapportage kiezen we er daarom voor om de termen JG-MKN en MAC-MKN te gebruiken.
[12] Zie voor meer informatie Milieukwaliteitsnormen | Risico's van stoffen en Oppervlaktewater | Risico's van stoffen

staan in Bijlage V van het Bkl. Als er geen kwaliteitseis is vastgelegd, geldt op grond van het Drinkwaterbesluit en de Drinkwaterregeling een signaleringsparameter van 1 µg/L. Als de berekende concentratie op het innamepunt hoger is dan deze waarde, is een risico voor de drinkwatervoorziening niet uitgesloten. In dat geval kan een nadere beoordeling worden uitgevoerd op basis van een gezondheidskundige drinkwater-richtwaarde (ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2019).

Vastgestelde normen en RIVM-adviezen voor MKN's en drinkwater-richtwaarden zijn te vinden via het zoeksysteem van de website Risico's van Stoffen[13]. Voor veel stoffen uit de vergunning was geen MKN, MTR of drinkwater-richtwaarde beschikbaar. In de vergunningstabel worden dan andere waarden gegeven; de ecologische toetswaarde. Op basis van de ABM (zie ook 2.4) is een indeling gemaakt naar de waterbezwaarlijkheid. Vervolgens is door Circle een ecologische toetswaarde afgeleid (als alternatief voor een vastgestelde norm) op basis van openbare literatuur. De herkomst of kwaliteit van de ecologische toetswaarde is niet duidelijk gemaakt per stof en of het zowel de ecotoxiciteit als humane toxiciteit meeneemt. In dit verkennend onderzoek is niet gekeken naar de onderliggende kwaliteit van alle normen of gebruikte ecologische toetswaarden zoals in de vergunning vermeld. De ecologische toetswaarde kan gebaseerd zijn op de MKN, MTR, alerteringswaarde[14] of andere afgeleide waarde door Circle zelf betekenen.

Dit onderzoek focust allereerst op de 83 Z-stoffen. Ook kijken we naar de A-groep stoffen. Dat zijn de stoffen die slecht afbreekbaar zijn in het watermilieu en kunnen accumuleren in waterorganismen. Aangezien dit onderzoek om de gezondheid van omwonenden gaat, wordt bij de vergelijking onderscheid gemaakt tussen gezondheidskundige en ecotoxicologische normen en waarden (zie ook paragraaf 2.7.1).

Bodem
In deze verkenning is een bodemverontreiniging als aandachtspunt voor de gezondheid benoemd wanneer er bij grondwateronttrekking, uitloging naar grondwater of uitdamping een MTR met een humaan eindpunt is overschreden. Wanneer een dergelijke waarde niet beschikbaar was, is gebruikgemaakt van een alternatief. Voor de beoordeling van gezondheidsrisico's van concentraties van gevaarlijke stoffen in de grond zijn, op basis van het MTR, waarden opgesteld voor de beoordeling van 1) stoffen in de bodem; 2) stoffen in het grondwater; 3) stoffen in het oppervlaktewater; en: 4) stoffen in de lucht door uitdamping.

[13] Dashboard | Risico's van stoffen
[14] De alerteringswaarde is een effluentconcentratie per stof opgenomen in de watervergunning. Voor meetbare stoffen kan de effluentconcentratie in eerste instantie met de alerteringswaarde worden vergeleken. Blijf je onder de alerteringswaarde, dan voldoe je aan de vergunning. Voor (nog) niet-meetbare stoffen representeert de alerteringswaarde een berekende waarde, gebaseerd op de jaarvracht van een stof die naar water geloosd mag worden, gecorrigeerd voor een aangenomen rendement van de IAZI voor afbreekbare stoffen (95% efficiëntie) of slecht afbreekbare stoffen (0% efficiëntie). Dit wordt door Circle en het Waterschap Limburg als 'conservatieve benadering' gezien, gestaafd door resultaten van het rendement van de IAZI voor stoffen die inmiddels wel meetbaar zijn.

Op basis van de beschikbare gegevens beperkt de vervuiling van de vaste bodem zich tot het terrein van het chemiecluster. Er zijn geen gegevens bekend over door Chemelot vervuilde bodem buiten de terreingrenzen die nog onder Chemelot vallen. Omdat de verspreiding naar omwonenden via het grondwater plaatsvindt, richt de verkenning zich bij het thema bodem op de gezondheidsrisico's van stoffen in het grondwater.

Voor het beoordelen van verontreinigingen in grondwater is gekeken naar waarden voor directe en indirecte humane blootstelling. Voor directe blootstelling is gebruik gemaakt van gezondheidskundige waarden voor drinkwaterwinning (zie paragraaf water). Voor indirecte blootstelling is gekeken naar beschikbare normen. Hierbij is gebruikgemaakt van beschikbare waarden voor veedrenking (zie hoofdstuk 6). Het is ook mogelijk dat bodemverontreiniging via uitloging in het oppervlaktewater terechtkomt. Voor het beoordelen van gezondheidsrisico's van deze verontreiniging is aangesloten bij de normen voor oppervlaktewater: de JG-MKE (zie paragaaf water).

Voor beoordelen van vluchtige stoffen, waarbij via uitdamping uit de bodem naar de lucht inademing mogelijk is, is gebruikgemaakt van de MTR_{lucht} voor de betreffende stof.

Geluid
Blootstelling aan omgevingsgeluid kan leiden tot geluidhinder, slaapverstoring en andere gezondheidseffecten waaronder ischemische hartziekten, beroerten, hartfalen en diabetes (van Kempen, 2021).
In het methodisch kader Gezondheidseffectrapportage Tata Steel Nederland, wordt aanbevolen de stressor geluid (jaargemiddeld) mee te nemen in de gezondheidseffectrapportage. Omdat er nauwelijks onderzoek is verricht naar de gezondheidseffecten van industriegeluid, is in dat methodisch kader aangenomen dat industrieel geluid geen andere risico's met zich mee brengt voor ziekten ten opzichte van andere geluidbronnen. Daarom is in het methodisch kader gezondheidseffectrapportage Tata Steel voorgesteld om voor de berekening van risico's van industriegeluid aan te sluiten bij de dosis-responsrelaties voor wegverkeer (Gooijer et al., 2025).

In deze verkenning is voor het beoordelen van geluidniveaus van industrie en het benoemen van aandachtspunten voor de gezondheid ook aangesloten bij gezondheidskundige advieswaarde van de WHO voor wegverkeer. Dit sluit aan bij de hierboven beschreven keuze in het methodisch kader voor de gezondheidseffectrapportage Tata Steel. De WHO adviseert om voor wegverkeer de geluidniveaus te reduceren tot onder de 53 dB (L_{den}) en adviseert om nachtelijke geluidniveaus te reduceren tot onder 45 dB (L_{night}). (Welkers et al., 2020; World Health Organization, 2018). Geluid is in deze verkenning daarom als aandachtspunt voor de gezondheid beoordeeld wanneer het geluidniveau hoger is dan 53dB (L_{den}) en 45 dB (L_{night}). De gezondheidskundige advieswaarden van de WHO bevatten een mate van risico-acceptatie. Zo is er bij het voldoen aan de WHO-advieswaardenorm van $53L_{den}$ naar schatting een percentage van 10 procent ernstig gehinderden te verwachten. Ook zijn er bij deze geluidniveaus andere effecten mogelijk. Zo verwacht de WHO dat de

kans op hartvaatziekten toeneemt bij geluidniveaus tussen 50-55 dB (Lden) (Welkers et al., 2020 Tabel 3.2).

De WHO-advieswaarden van 53dB (L_{den}) en 45 dB (L_{night}) gelden voor buitenniveaus op de hoogst belaste gevel. De GGD heeft bij het opstellen van de gezondheidskundige richtwaarden die zij hanteren, ook gekeken naar wat een richtlijn voor een acceptabel binnenniveau kan zijn. De GGD hanteert een waarde van 33 dB L_{den} en 25 L_{night}, voor een acceptabel binnen-niveau, Ze stelt hierbij dat mensen de keuze moeten hebben om met een open of gesloten raam te slapen. Een gevel met beperkt geopende ramen reduceert het geluidniveau tot 15 dB(A). Dit betekent dat 40 dB(A) L_{night} op de gevel tot een acceptabel binnen-niveau leidt (Slob et al., 2019).
Ze hanteert daarmee een strengere waarde dan de WHO. Omdat er nauwelijks onderzoek is verricht naar de gezondheidseffecten van geluid dat uit de industrie komt, zijn ook dergelijke waarden lastig te onderbouwen. Om geluid consistent te beoordelen, is aangesloten bij de gezondheidskundige waarden van wegverkeer voor buitenniveaus op de hoogst belaste gevel, zoals het methodisch kader GER Tata Steel (Gooijer et al., 2025) voorstelt. Een beperking van deze aanpak is dat hierbij geen rekening is gehouden met aanvullende maatregelen die tot een lager binnen-niveaus kunnen leiden.

Om een volledig beeld te geven van de gezondheidsrisico's door omgevingsgeluid, heeft het RIVM eerder aanbevolen om effecten op (ernstige) hinder en (ernstige) slaapverstoring ook weer te geven als het percentage (ernstige) gehinderden en (ernstige) slaap verstoorden (Gooijer et al., 2025). De volwassenenmonitor van de GGD bevat cijfers over het percentage mensen dat ernstige hinder en ernstige slaapverstoring ervaart. Het percentage mensen dat ernstige hinder en/of ernstige slaapverstoring ervaart, kan in deze verkenning ook een aanleiding vormen om geluid als aandachtspunt te benoemen.

Geur en licht
Voor geur zijn voor enkele bedrijfstakken niveaus van aanvaardbare geurbelasting vastgelegd. Deze normen zijn gericht op het voorkomen van ernstige hinder (Roels et al., 2014b). Daarnaast kunnen ook aantallen en percentages gehinderden een reden zijn voor het treffen van aanvullende maatregelen. Hiervoor zijn in deze verkenning geen criteria opgesteld.

Voor lichthinder zijn er in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) wel waarden voor lichthinder door kassen, maar er zijn geen geschikte waarden gevonden om lichthinder in relatie tot gezondheid te kwantificeren. Voor lichthinder beperkt deze verkenning zich daarom tot het beschrijven van de ervaren hinder, inclusief ervaren slaapverstoring. De verkenning van de ervaren gezondheidsrisico's en geur- en lichthinder is daarmee beschrijvend van aard. De zorgen en hinder zijn niet vertaald naar een kwantitatief gezondheidseffect, zoals ziektelast.

2.7.3 Het bepalen van cumulatierisico's en gecombineerde blootstelling
In de verkenning is ook gekeken naar de gezondheidsrisco's van blootstelling aan meerdere stoffen en andere stressoren. De

gezondheidsrisico's van combinaties van blootstelling zijn in deze verkenning geoperationaliseerd als:

a. de gezondheidsrisico's door gelijktijdige blootstelling aan verschillende chemische stoffen in de lucht, het water of de bodem. Dit wordt in deze verkenning aangeduid als het cumulatierisico en is uitgewerkt in deze paragraaf.
b. de gezondheidsrisico's door gelijktijdige blootstelling aan verschillende milieufactoren waaronder chemische stoffen in de lucht en het water en de bodem en andere stressoren waaronder geluid, licht en geur. Dit is in deze verkenning aangeduid als de gecombineerde blootstelling. Dit is in deze verkenning niet gekwantificeerd.

Bij het bepalen van het cumulatierisico 'onder a)' is gebruikgemaakt van de Hazard-index(HI)-methode (zie Bodar et al., 2023; Hof et al., 2024; Burg et al., 2025). Hierbij wordt allereerst per stof de aanwezige concentratie bepaald, bijvoorbeeld de concentratie in de lucht in µg/m^3 en wordt gekeken hoe deze concentratie zich verhoudt tot het MTR voor de betreffende stof. Deze relatieve concentratie is uitgedrukt in de Hazard-quotiënt (HQ). Bijvoorbeeld: wanneer gemeten of berekende concentratie benzeen in de lucht van 0,1 µg/m^3 wordt vastgesteld, waarvan het MTR 5 µg/m^3 bedraagt, dan is de hazard-quotiënt 0,1/5 = 0,02. Oftewel de huidige concentratie benzeen bedraagt 2 procent ten opzichte van het MTR. De Hazard-index is de som van de Hazard-quotiënten per stof. In een nulde tier benadering worden alle stoffen en hun HQs gesommeerd, ongeacht werkingsmechanisme. Dit is een worst-case-benadering. Wanneer de som van de quotiënten onder de 1 uitkomt (de afkapgrens), wordt niet verwacht dat het mengsel van stoffen waaraan de mensen worden blootgesteld tot onacceptabele gezondheidsrisico's leidt. Wordt de waarde van 1 wel overschreden, dan wordt de cumulatie van gezondheidsrisico's door het mengsel van stoffen als aandachtspunt gezien en wordt een verfijning van de risicobeoordeling aanbevolen. In de verfijningsstap (tier 1) kan dan worden gekeken of de stoffen effect hebben op dezelfde organen, bijvoorbeeld de longen of nieren. Deze verfijningsstap is echter alleen mogelijk wanneer die informatie beschikbaar is voor de stoffen. De gedachte hierbij is dat cumulatie-effecten aannemelijker zijn wanneer de stoffen effect hebben op hetzelfde doelorgaan (Bodar et al., 2024). Onderstaande tabel (Tabel 2.3) illustreert hoe op basis van de som van het Hazard-quotiënt per stof kan worden beoordeeld of de afkapgrens van 1 wordt overschreden. In onderstaand voorbeeld is de Hazard-index 0,062. Voor dit voorbeeld wordt dan niet verwacht dat het stoffenmengsel waaraan de mensen worden blootgesteld tot gezondheidseffecten leidt. Bij een toename van het aantal stoffen in het mengsel of een toename van de concentratie van stoffen in het mengsel neemt de Hazard-index toe.

Tabel 2.3 Voorbeeldberekening van de Hazard-index (HI) voor stoffen in de lucht (gebaseerd op Bodar et al., 2024)

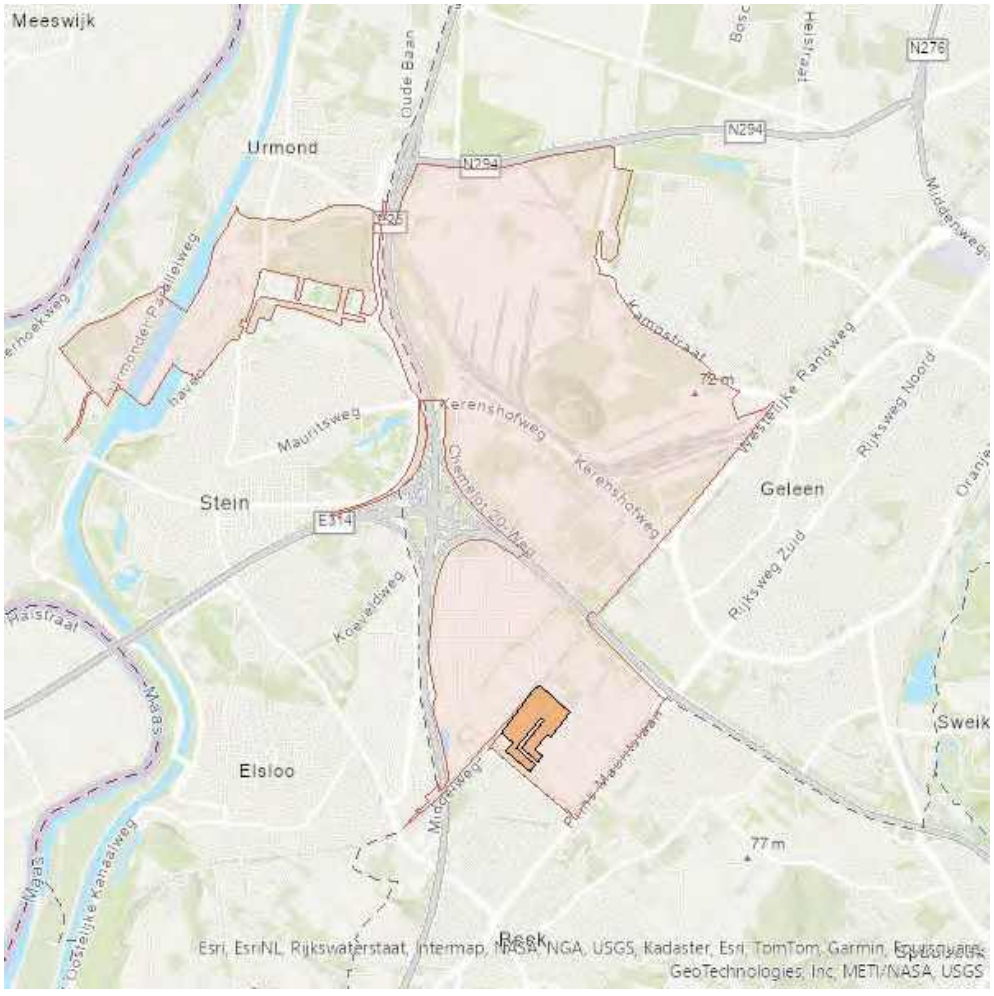
	Stof	**Concentratie ($\mu g/m^3$)**	**MTR ($\mu g/m^3$)**	**Hazard-quotiënt (concentratie/ MTR)**
ZZS	stof a	0,1	3	0,033
	stof b	0,1	5	0,020
	stof c	2	225	0,009
niet-ZZS	stof d	0,1	500	0,0002
	stof e	0,00033	3300	0,0000001
	stof f	0,00026	26	0,00001
HI (som HQs)				**0,062**

3 Situatieschets Chemiecluster Chemelot

3.1 Ligging

Chemiecluster Chemelot is een industriecomplex dat is ingericht op de chemische industrie. Het chemiecluster bevindt zich in de provincie Limburg en is onderdeel van gemeente Sittard-Geleen en Stein. Aan het cluster grenzen de plaatsen Geleen (gemeente Sittard-Geleen), Beek (Gemeente Beek), Elsloo, Stein en Urmond (Gemeente Stein) (Figuur 3.1). De rijksweg A76 (E314) doorkruist het cluster van west naar oost, de A2 (E25) van noord naar zuid. Het gebied bestrijkt 880 hectare grond.

Figuur 3.1 Chemiecluster Chemelot bestaande uit de Chemelot-site (lichtrode vlak) en in het oranje vlak de bedrijven Cedo Recycling (buiten bedrijf) en Celanese Emulsion B.V. Deze twee bedrijven zijn geen onderdeel van Chemelot.



Bron: Atlasleefomgeving.nl

In totaal werken er ongeveer 8.500 medewerkers, van wie een deel ook in de omgeving rondom het chemiecluster woont. Daarnaast maken jaarlijks ongeveer 1.200 studenten en 3.000 kenniswerkers gebruik van de faciliteiten op de Brightlands Chemelot Campus. Op het Chemelot-

terrein zijn meer dan 200 bedrijven te vinden en 60 fabrieken (Chemelot, 2024).
Ongeveer de helft van de bedrijven maakt onderdeel uit van het Chemelot Industrial Park dat de chemische fabrieken en ondersteunende diensten omvat. De andere bedrijven (ongeveer 90) zijn onderdeel van de Brightlands Chemelot-campus. De Brightlands-campus omvat kantoren, onderwijs, onderzoek, laboratoria en proeffabrieken (Brightlands, z.d.; Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2018). Sommige bedrijven uit het Chemelot Industrial Park hebben ook een ontwikkelafdeling op de Brightlands-campus. Deze verkenning richt zich vooral op de impact van het Chemelot Industrial Park.

3.2 Producenten op Chemelot terrein

Het Chemelot Industrial Park bevat ongeveer 60 procesinstallaties die worden geëxploiteerd door verschillende bedrijven (Chemelot, 2024). De Chemelot-site is aangemerkt als milieubelastende activiteit Seveso[15] - inrichting (van Infrastructuur en Waterstaat, 2024). De fabrieken hebben een functionele binding met elkaar, wat betekent dat het product van de ene fabriek vaak wordt gebruikt door een andere fabriek op het chemiecluster. Er zijn twee hoofdprocesroutes te onderscheiden (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2018):

1. De ammoniakroute: via aardgas, stoom en lucht wordt ammoniak geproduceerd. De ammoniak vormt een grondstof voor andere activiteiten op Chemelot. Ammoniak wordt bijvoorbeeld gebruikt voor het maken van salpeterzuur. Salpeterzuur wordt onder andere gebruikt voor de productie van kunstmestkorrels. Ammoniak is van belang voor andere fabrieken op Chemelot, zoals de caprolactamfabrieken (een grondstof voor nylon), melaminefabrieken en acrylonitrilfabrieken. De fabrieken die onderdeel zijn van de ammoniakroute, zijn gevestigd in het noordelijke gedeelte van het chemiecluster.
2. De naftaroute: uit ruwe olie worden verschillende stoffen geproduceerd, die dienstdoen als grondstof voor de productie van kunststof. Het gaat onder meer om naftakrakers, polyetheenfabrieken, polypropeenfabrieken en rubberfabrieken. Fabrieken die onderdeel uit maken van de naftaroute, zijn gevestigd in het zuidelijke deel van het chemiecluster en zijn ingericht op het gebruik van de producten van de naftakrakers (Nunen et al., 2019).

Vroeger vielen alle bedrijven op het chemiepark onder DSM. Tegenwoordig staan ze op zichzelf. De bedrijven op het Chemelot-terrein vallen onder een koepelvergunning. en werken met elkaar samen, bijvoorbeeld door kennis uit te wisselen en gezamenlijk specialistische kennis in te huren (Nunen et al., 2019).

De voornaamste producenten op het terrein en hun producten staan in Tabel 3.1.

[15] Een bedrijf dat werkt met grote hoeveelheden gevaarlijke stoffen valt onder de Europese Seveso-richtlijn is dan in het Besluit activiteiten leefomgeving aangewezen als Seveso-inrichting.

Tabel 3.1 Producenten en producten op terrein chemiecluster Chemelot

Producent	**Product**
Noord	
AnQore	onder andere acrylonitril, HCN, NaCN, diaminobutaan
Basic Pharma group	Geneesmiddelen
Carbolim	CO_2
Fibrant	Caprolactam (HPO & HSO-fabriek[16]), ammoniumsulfaat, bijproducten
OCl Nitrogen Europe	melamine, kunstmest, ureum
SEKISUI S-LEC B.V.	Glasfolie
Tessenderlo Kerley	Kunstmest
Midden	
Air Liquide Acetylene B.V.	O_2, N_2, H_2, acetylene
SABIC Plastic Energy Advanced Recycling	Circulaire polymeren
SABIC	Grondstoffen (nafrakraker Olefins 4)
Zuid	
ARLANXEO	synthetische elastomeren (o.a. rubber)
Aurorium Netherlands BV	polymeren van styreen maleïnezuuranhydride (SMA)
Borealis Plastomers	plastomeren, elastomeren, polyethylenen
Cedo recycling *(geen onderdeel Chemelot)*	Gerecyclede plastic pellets
Celanese emulsions *(geen onderdeel Chemelot)*	Lijmproducten.
Envalior	Stanyl
LyondellBasell	Gerecycled HDPE en polypropylene
Mitsui Prime Advanced Composites Europe	Polypropyleen composieten (PP)
SABIC	Chemicaliën, kunststoffen
VYNOVA GROUP[17]	PVC

Tegenover de haven van Stein bevindt zich de integrale afvalwaterzuiveringsinstallatie (IAZI), die onderdeel is van Chemelot. Vanuit de emissierapportages zijn er gegevens beschikbaar over emissies via water.

Tabel 3.1 geeft de grootste producenten weer op het Chemelot-terrein. Er zijn meer dan 200 bedrijven en 60 fabrieken op het terrein aanwezig, waaronder ook dienstverleners op het Chemelot-terrein, zoals logistieke

[16] Respectievelijk hydroxylamine-phosphate-cyclohexanon-oxime en hydroxylamine-Sulfate-cyclohexanon-oxime.

[17] Vynova is van plan om de fabriek eind 2025 te sluiten Verheggen, E. (2025, 8 juli 2025). *Vynova sluit PVC-fabriek op Chemelot: 'Moeilijke maar noodzakelijke stap'*. Industrielinqs.via https://www.industrielinqs.nl/chemie/2025/07/vynova-sluit-pvc-fabriek-op-chemelot-moeilijke-maar-noodzakelijke-stap/?gdpr=deny.

dienstverleners, leveranciers van energie, zoals de energiecentrale van RWE, en beheer- en onderhoudsbedrijven bijvoorbeeld voor de aanwezige infrastructuur.

De naastgelegen bedrijven Celanese Emulsion en Cedo Recycling liggen niet op de Chemelot-site, maar geografisch binnen het chemiecluster Chemelot. Deze twee bedrijven vormen geen onderdeel van de koepelvergunning van Chemelot. Celanese Emulsions maakt lijmproducten. Het bedrijf is een Seveso-inrichting (van Infrastructuur en Waterstaat, 2024). Cedo Recycling richt zich vooral op het recyclen van plastics, maar heeft aangegeven de recyclingactiviteiten te verplaatsen naar de vestiging in Litouwen en de productie op de locatie in Geleen te beëindigen (Cedo Recycling, 2025). De Limburger meldt dat Cedo inmiddels is gestopt met produceren en dat de fabriek mogelijk wordt gesloopt (Welling, 2025). In de gemeenten rond chemiecluster Chemelot liggen ook andere bedrijventerreinen, die losstaan van chemiecluster Chemelot. Ook deze bedrijven kunnen van invloed zijn op de gezondheid. Deze bedrijven zijn in deze verkenning niet nader geanalyseerd.

3.3 Transportstromen rond Chemelot

Er zijn meerdere manieren waarop stoffen Chemelot binnenkomen: per trein, per boot vanuit de haven, via pijpleidingen, via vrachtwagens of een combinatie hiervan. Transport kan negatief bijdragen aan de omgevingskwaliteit, bijvoorbeeld geluidproductie door schepen, treinen en vrachtwagens, of de uitstoot van fijnstof. In deze verkenning ligt de nadruk op de activiteiten op het chemiecluster. De impact van transportstromen van en naar dit chemiecluster is hierbij niet verder uitgewerkt.

3.4 Bijzondere voorvallen

Chemelot meldt op de pagina https://www.chemelot.nl/bijzondere-voorvallen gebeurtenissen die overlast kunnen veroorzaken, of hebben veroorzaakt voor de omgeving. De webpagina bevat ook een archief met bijzondere voorvallen vanaf 2021. Meldingen bevatten zowel gepland onderhoud als storingen, maar ook incidenten, zoals een lekkages, worden gemeld. Er wordt gewaarschuwd voor mogelijke licht- en geluidoverlast, een zichtbare bruine pluim, geuroverlast. Bij incidenten, zoals een lekkage, geeft Chemelot aan of er volgens hen gevaar is geweest voor de omgeving, bijvoorbeeld voor de veiligheid of gezondheid. Tabel 3.2 bevat een samenvatting van de gemelde voorvallen in 2024.

Tabel 3.2 Bijzondere voorvallen 2024

Installatie	Voorval	Effect	Frequentie
Salpeterzuurfabriek	Onderhoud	Bruine pluim	10
	Storing	Bruine pluim	2
	Opstart	Bruine pluim	2
			14
Caprolactamfabriek	Onderhoud	Bruine pluim	9
	Storing	Bruine pluim	11
	Opstart	Bruine pluim	2

Installatie	Voorval	Effect	Frequentie
			22
Ammoniakfabriek	Onderhoud/ werkzaamheden	Licht-geluidoverlast door fakkelen	6
		Geluidoverlast	2
	Storing	Licht-geluidoverlast door fakkelen	8
			16
Naftakraker	Onderhoud	Licht-geluidoverlast door fakkelen	8
		Geuroverlast	1
	Storing	Licht-geluidoverlast door fakkelen	1
	Onbekend	Licht-geluidoverlast door fakkelen	1
			11
EPT-fabriek	Onderhoud	Licht-geluidoverlast door fakkelen	4
Stoomleiding	Afblazen	Geluidoverlast	4
Zwavelleiding	Opstarten	Geuroverlast	1
Butadieenfabriek	Opstarten	Licht en geluidoverlast door fakkelen	
Ammoniakkoeler	Lekkage	Gaswolk	1
Onbekend	Onderhoud	Licht- en geluidoverlast door fakkelen	2
	Storing	Licht-geluidoverlast door fakkelen	2
		Vrijkomen polyetheen-poeder	1
	Lekkage	Onbekend	2
		Brand	1
	Gasemissie	Gaswolk	1
			9
Anders, melding: vervoersverbod door sneeuw, wereldwijde computerstoring, afsluiting kanaal)			3
Totaal			93

In 2024 heeft Chemelot in totaal 93 bijzondere voorvallen gemeld. Bij 43 voorvallen (46%) had de melding betrekking op gepland onderhoud of werkzaamheden, 11 meldingen gingen over mogelijke hinder door het opstarten van installaties of het afblazen van stoom. Daarmee is bij iets meer dan de helft van de voorvallen (58%) sprake van geplande

activiteiten. De andere gebeurtenissen zijn beoordeeld als ongepland. Zo was er bij 29 meldingen sprake van een storing.

De bijzondere voorvallen in 2024 leidden het meest tot (mogelijke) licht- en geluidhinder (45 voorvallen) en het vrijkomen van een bruine pluim (36 voorvallen). Licht- en geluidhinder wordt voornamelijk gemeld bij het melden van fakkelen[18]. Chemelot meldt bij deze voorvallen dat een aantal fabrieken over een fakkelinstallatie beschikken. Bij storingen en onderhoudswerkzaamheden wordt er uit veiligheidsoverwegingen gefakkeld en kan een grote vlam en soms een rookpluim zichtbaar zijn. Ook kan er geluidhinder zijn. Bij de gemelde voorvallen over de bruine pluim legt Chemelot uit dat bij het stopzetten van de betreffende installatie de temperatuur daalt. Daardoor worden niet alle dampen meer weggevangen. De bruine pluim gedurende beperkte tijd is volgens Chemelot onvermijdelijk. De gemelde voorvallen laten zien dat naast hinder door geluid, geur en licht, ook hinder door depositie van polyetheen relevant is. Polyetheen is een polymeer van etheen (ook bekend als ethyleen) en één van de meest voorkomende plastic materialen. Afhankelijk van het type polyetheen (PE) kan het polymeer naast etheen ook andere stoffen bevatten, die het plastic bijvoorbeeld warmtebestendig maakt. Het polymeer wordt niet beschouwd als giftig; het hoofdbestanddeel etheen is geclassificeerd als ‘dat het duizeligheid kan veroorzaken (H336)’, echter bij relatief hoge luchtconcentraties. Het is niet duidelijk welke andere mogelijke bestanddelen aanwezig zijn in het polyetheenpoeder die relevant kunnen zijn bij huidcontact of inslikken, en of de poeder ook bestaat uit inhaleerbare deeltjes. Er is geen risicobeoordeling uitgevoerd voor de depositie van het poeder in deze verkenning. Noot: de depositie draagt bij aan de verspreiding van microplastics in het milieu.

[18] Fakkelen is het verbranden van excessieve uitstoot, die anderzijds onbewerkt in het milieu terechtkomt. Dit kan zijn vanwege veiligheidsredenen, procesafwijkingen en storingen, routineprocedures of economische en milieuredenen.

4 Lucht

Gebaseerd op de in hoofdstuk 2 genoemde gegevens, gaat dit hoofdstuk nader in op de emissie- en immissiegegevens. In dit hoofdstuk is beschreven hoe op basis van emissiegegevens de concentraties van verschillende stoffen zijn berekend. Ook is naar metingen gekeken van verschillende stoffen en deze worden vergeleken met de modelresultaten. Er is gekeken naar de windrozen van de gemeten stoffen PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, benzeen, 1,3-butadieen en monovinylchloride. Daarnaast wordt een schatting gemaakt van de bijdrage van Chemelot aan deze stoffen. Ook worden enkele ZZS, zoals vermeld in de Emissieregistratie, doorgerekend. De gemeten waarden worden vervolgens vergeleken met de berekende waarden. Voor de emissie van de ZZS wordt een vergelijking gemaakt met de huidige luchtnormen en een ruwe schatting van gezondheidsrisico's gedaan. Daarnaast worden eerdere risicobeoordelingen door het RIVM over piekblootstelling aan ZZS en mogelijke mengseleffecten van ZZS als gevolg van emissie door Chemelot besproken.

4.1 Emissie

De Emissieregistratie (ER) (https://www.emissieregistratie.nl) bevat de door bedrijven opgegeven en door bevoegde gezagen geaccordeerde emissies. De Emissieregistratie is een samenwerkingsverband tussen vijf kennisinstellingen (RIVM, CBS, PBL, WUR en Deltares) en heeft tot doel om (antropogene) emissies in kaart te brengen uit alle relevante sectoren. De eindverantwoordelijkheid ligt bij het RIVM.

In de Emissieregistratie zijn de bedrijfsemissies gebaseerd op wat bedrijven rapporteren via het elektronisch milieujaarverslag (e-MJV; formele naam: integraal PRTR[19] (Pollutant Release and Transfer Register) - verslag). Een groot aantal bedrijven is verplicht jaarlijks zo'n milieujaarverslag in te dienen. Het betreft hier bedrijven wiens activiteiten vallen onder de zogeheten reikwijdte van de E-PRTR. Verder gelden drempelwaarden voor emissiestoffen: wanneer de emissiejaarvracht de desbetreffende drempel overschrijdt, moet deze wettelijk verplicht gerapporteerd worden. Deze gerapporteerde emissiedata worden vervolgens gecontroleerd en geaccordeerd door het bevoegd gezag. Voor Chemelot is dat de provincie Limburg. Hierbij moet worden opgemerkt dat de vereisten onder de PRTR ertoe leiden dat er geen compleet beeld verkregen wordt van de stoffen die naar de lucht worden geëmitteerd; ook niet wat betreft ZZS. De lijst van stoffen die moeten worden gerapporteerd onder de E-PRTR, mits boven de drempelwaarde, komen niet volledig overeen met de ZZS lijst van het RIVM[20]. De lijst van stoffen onder e-PRTR is maar een beperkte selectie van de stoffen op de (p)ZZS-lijst. Er is een ZZS-emissiedatabase[21] in ontwikkeling, die nog niet openbaar is. Bedrijven zijn vanaf 1 januari 2025 verplicht om ZZS-emissies via de ZZS-emissiedatabase te

[19] https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/stoffenlijsten/E-PRTR
[20] https://rvszoeksysteem.rivm.nl/ZZSlijst/TotaleLijst
[21] https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/zzs-emissiedatabase/

rapporteren. De berekeningen in de huidige analyse liepen echter tot 2023 of, in enkele gevallen, 2024.

Conform de overkoepelende vergunning is Chemelot verplicht jaarlijks emissiegegevens van ZZS te geven aan het bevoegd gezag en tevens continu te monitoren voor ZZS met MTR-waarde. Hieronder bevinden zich specifiek benzeen, 1,3-butadieen en monovinylchloride (Circle Infra Partners BV, revisie 20241024). De verkregen informatie tijdens de verkenning geeft geen uitsluitsel of de ER gegevens van Chemelot alle ZZS bevat die worden uitgestoten.

Uit de ER van Chemelot (overkoepelende vergunning) blijkt dat er circa 115 chemische stoffen vergund zijn voor emissie naar de lucht die onder de E-PRTR vallen. Van deze stoffen zijn er 15 die voorkomen op de totale lijst van Zeer Zorgwekkende Stoffen van het RIVM, die volgens de bedrijfsgegevens ook worden uitgestoten naar de lucht. Stoffen als kwik, nikkel en N,N-dimethylaceetamide staan wel op de lijst maar hebben een emissie jaarvracht van nul.

Op chemiecluster Chemelot wordt met een groot aantal verschillende stoffen gewerkt. Voor het thema lucht is prioriteit gegeven aan de analyse van de emissie van ZZS (zie paragraaf 2.7.1). Overige stoffen, waaronder ook pZZS als MTBE en ZZS die nog niet op de ZZS-lijst staan, zoals styreen zijn daarom buiten beschouwing gelaten. Ook ZZS waarvoor geen emissiegegevens beschikbaar waren, zoals nafta, zijn in de verkenning buiten beschouwing gelaten. Daarnaast vinden er ook emissies plaats van fijnstof en NOx naar de lucht[22].

Met de informatie uit de ER zijn in deze studie verspreidingsberekeningen uitgevoerd om de concentraties van de verschillende stoffen in de omgeving te schatten. Een dergelijke set berekeningen is ook voor de industrie in de IJmond uitgevoerd (Geelen et al., 2023), hoewel de daarbij berekende bijdragen zijn geschaald aan de hand van geschatte gemeten bijdragen. Desgewenst kan hiermee voor elk woonadres in de omgeving de (jaargemiddelde)blootstelling worden geschat. De berekeningen zijn uitgevoerd met het pakket ISL3a, een implementatie van de in Nederland wettelijk voorgeschreven rekenmethode voor industrie. Er is gerekend met de voorgeschreven meteorologie, terreinruwheid en achtergrondconcentraties. Deze waarden zitten in het rekenpakket ingebouwd.

Het aantal uitgestoten stoffen is groot. Slechts voor enkele stoffen worden er ook metingen in de omgeving van Chemelot uitgevoerd, waarmee de berekende en gemeten concentraties zijn te vergelijken. Voor een groot aantal stoffen zijn alleen gegevens uit de Emissieregistratie beschikbaar. Vanuit praktisch oogpunt is het niet haalbaar om voor alle stoffen in de ER berekeningen te doen van de immissie en de daaropvolgende bepalingen van gezondheidsrisico's. Om die reden is voor een pragmatische aanpak gekozen om fijnstof en NO_x verder uit te werken, evenals een selectie van chemische stoffen (zie later in dit hoofdstuk). De prioriteit ligt daarbij op enkele ZZS, mogelijk

[22] Emissies van stikstofoxiden betreffen vaak NOx, de som van NO en NO2. De NO wordt na de emissie in de loop der tijd omgezet in NO2. Voor gezondheid zijn deze NO2 concentraties in de lucht van belang.

aangevuld met stoffen waarvan de emissiegegevens aangeven dat er denkbaar een hoge immissieconcentratie is in vergelijking met een MTR_{lucht}.

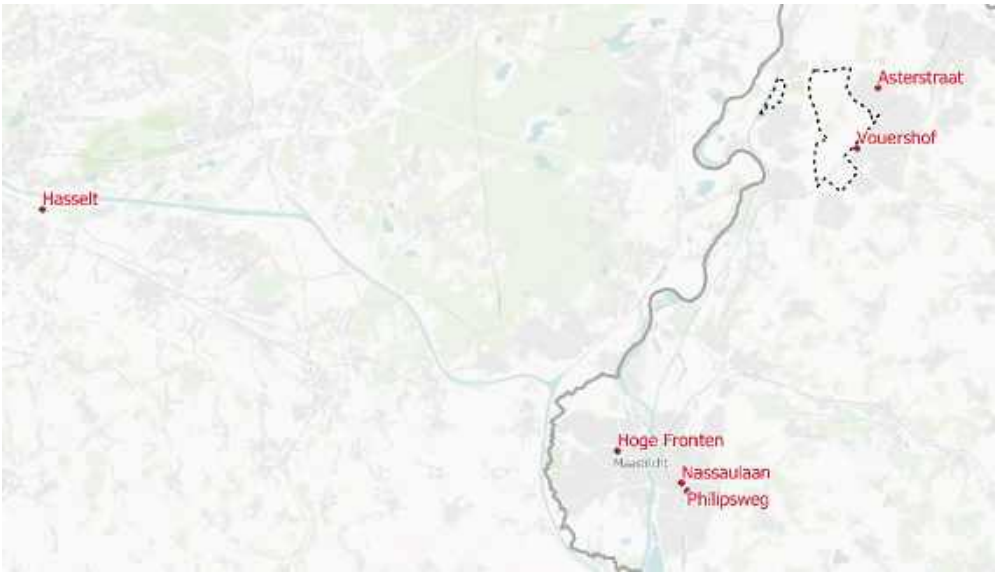
Er zijn ook incidentele luchtemissies. Zo meldt Chemelot dat er af ten toe bruine pluimen ontstaan bij het onderhoud en het opstarten van de salpeterzuur- en caprolactamfabriek, waarbij de denox-installatie tijdelijk niet functioneert en er NO_x vrijkomt (zie ook Tabel 3.2 Bijzondere voorvallen 2024). Ook zijn er de afgelopen jaren enkele lekkages gemeld, waarbij gassen zijn vrijgekomen. Tot slot zijn ook emissies vanuit bodemverontreiniging mogelijk. Dit is beschreven in hoofdstuk 6.

4.2 Immissie en blootstelling

De immissie beschrijft de luchtconcentratie op leefniveau als gevolg van de emissie (uitstoot) van chemische stoffen, fijnstof en NO_x. Vanuit het vergunningverleningsproces wordt doorgaans de immissie berekend. De immissieconcentratie wordt meestal op de bedrijfsgrens berekend. In het chemiecluster Sittard-Geleen bevindt zich op de bedrijfsgrens met Chemelot aan de oostzijde het meetstation Vouershof. Burgers worden op verschillende plekken blootgesteld aan luchtverontreiniging (thuis, werk, tijdens reizen et cetera) Binnen het vergunningverleningsproces en in studies naar luchtkwaliteit worden de luchtconcentraties op leefniveau gebruikt als benadering voor de blootstelling via inademing.

De Omgevingsdienst Zuid-Limburg (ODZL) heeft twee meetstations vlak bij Chemelot: Asterstraat en Vouershof. De meeste installaties op het terrein van Chemelot staan onder een hoek van ongeveer 190-280 graden van het meetpunt Asterstraat. Op de locatie Asterstraat worden de stoffen NO_2, NO, O_3, PM_{10}, en $PM_{2,5}$ gemeten; recentelijk is ook UFP gemeten (RIVM et al., z.d.). Op locatie Vouershof worden de stoffen NO_2, NO, O3, 1,3-butadieen, monovinylchloride en benzeen gemeten. De ODZL Zuid gaf aan dat de keuze voor het meten van 1,3-butadieen, benzeen en vinylchloride is gebaseerd op inventariserende metingen tussen 2021 en 2024. Er zijn toen met een meetwagen zeventig Vluchtige Organische Stoffen (VOC) gescand. Hieruit kwamen 1,3-butadieen en vinylchloride als potentieel significante en aanwezige componenten naar voren in de gaschromatografie (GCMS). Er is voor gekozen om ook benzeen mee te nemen als extra indicator voor de luchtkwaliteit. De locaties van de meetpunten zijn in Figuur 4.1 aangegeven, zie voor uurlijkse gegevens de website luchtmeetnet.nl.

Figuur 4.1 Luchtfoto van een deel van Limburg en België met de locaties van de meetpunten Vouershof en Asterstraat, evenals de stations van ODZL en België. De Chemelot-site is ook weergegeven.



Figuur 4.2 Kaart van de directe omgeving van het Chemelot terrein met de locaties van de meetpunten Vouershof en Asterstraat

Voor verschillende stoffen zijn de gemeten concentraties in Geleen op de stations Asterstraat en Vouershof voor de afgelopen jaren verzameld. Met de gegevens zijn windrozen gemaakt, waarmee het mogelijk is om de concentratiebijdragen uit verschillende richtingen te bepalen. Door een combinatie van verschillende windrozen is het mogelijk om indicatieve schattingen van concentratiebijdragen van grotere bronnen, zoals Chemelot, te maken. De ODZL stelde verschillende meetseries die nog niet openbaar zijn vast ter beschikking voor deze analyse. De locaties van deze stations staan eveneens in . De Belgische Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu (IRCEL) heeft ook meetreeksen beschikbaar gesteld. Het station dat we gebruiken voor deze analyse, Hasselt, staat ook in de figuur. Voor schattingen van bijdragen uit meetgegevens worden combinaties gemaakt van verschillende meetpunten, ook al liggen deze soms iets verder van het terrein.

Aangezien er pas zeer recentelijk meetgegevens voor UFP worden verzameld, wordt deze stof niet meegenomen in de analyse. De meetperiode is namelijk te kort om zinvolle uitspraken te doen over de bijdrage van UFP. De metingen voor de komende jaren kunnen gebruikt worden om UFP in beschouwing te nemen.

4.2.1 Jaargemiddelde concentraties PM_{10}

De jaargemiddelde concentraties van PM_{10} (fijnstof kleiner dan 10 µm) op verschillende meetlocaties in Zuid-Limburg staan aangegeven in Tabel 4.1. Voor de locatie Hoge Fronten is alleen data beschikbaar voor het jaar 2023.

Tabel 4.1 Totale jaargemiddelde concentraties PM_{10} in µg/m³

PM10	**2021**	**2022**	**2023**
Geleen-Asterstraat	17.1	17.3	14.9
Hoge Fronten	-	-	13.1
Maastricht Nassaulaan	18.7	19.4	15.5
Philipsweg	18.3	18.4	12.8
Hasselt	18.2	19.8	16.8

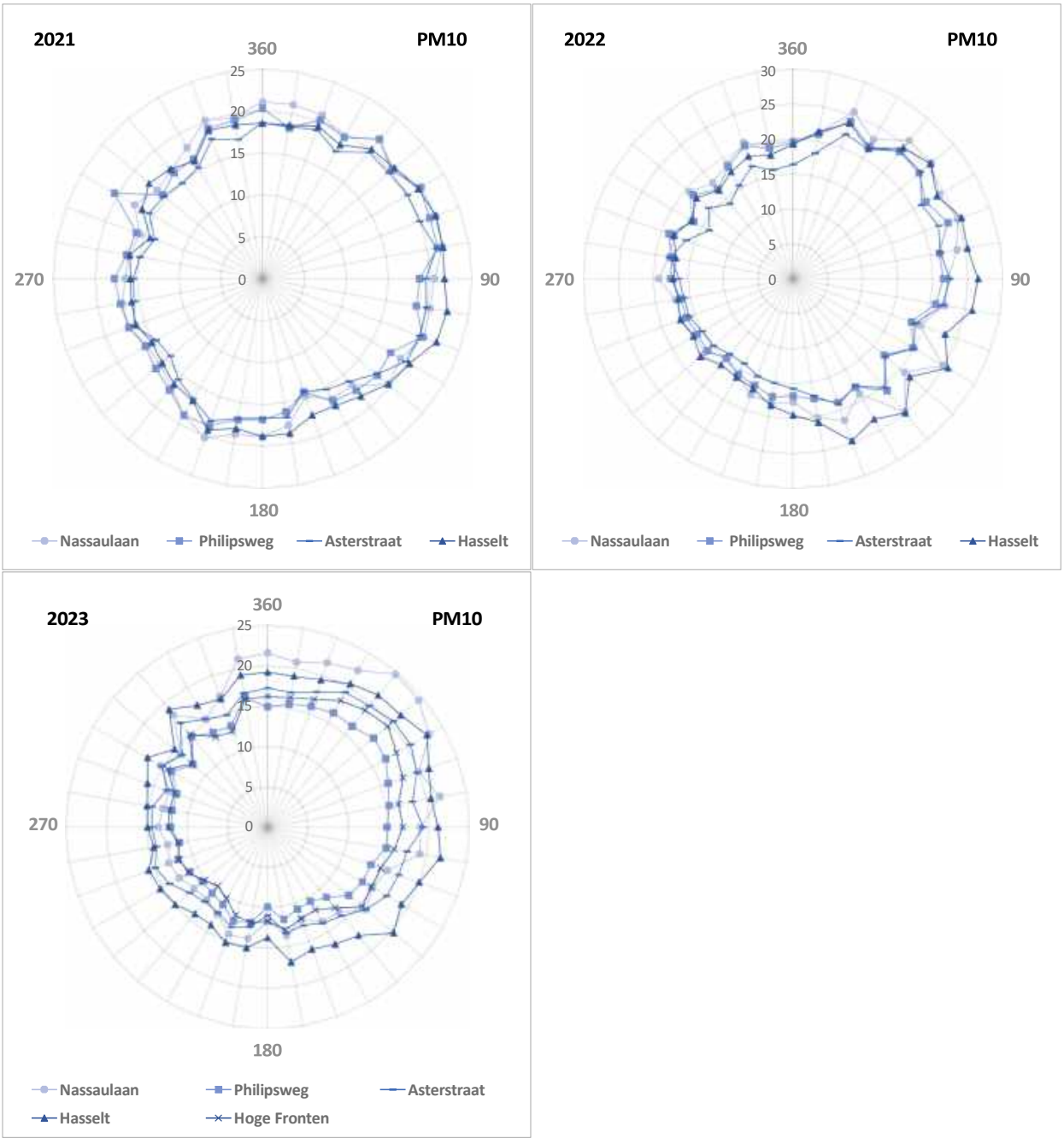
Windrozen PM_{10}

De windrozen voor PM_{10} zijn bepaald door de gemeten concentraties per uur te combineren met de uurlijkse meteorologische gegevens van het KNMI, gemeten op de luchthaven Maastricht. Per windrichting (in stappen van 10 graden) is de gemiddelde concentratie bepaald en deze waarden worden per windrichting weergegeven. Onderstaande figuur toont de PM_{10} windrozen in 2021, 2022 en 2023 voor de Asterstraat in Geleen, Hasselt en het gemiddelde van stations in Maastricht. De gegevens van het westelijk gelegen Belgische station Hasselt (IRCEL ID

42N047) en de stations in Maastricht worden getoond om met de concentraties in Geleen te vergelijken.

Voor schattingen van bijdragen uit meetgegevens worden combinaties gemaakt van verschillende meetpunten, ook al liggen deze soms iets verder van het terrein.

Figuur 4.3 Windroos van PM_{10}-concentraties in 2021, 2022 en 2023 voor de Asterstraat, Hasselt en de stations in Maastricht. De waarde '360' is voor wind uit het noorden. Alle concentraties zijn in µg/m³.



Figuur 4.3 toont dat de concentraties in alle drie de jaren in Geleen en Maastricht een vergelijkbaar patroon volgen. Onder de aanname dat een

(lokale) windroos wel bijdragen van een bron bevat en een andere (achtergrond)windroos niet, kan uit het verschil van die windrozen een schatting van de bijdragen van die bron worden gemaakt. In 2023 zijn de concentraties in Geleen bij wind uit het westen en zuidoosten iets hoger dan gemiddeld in Maastricht en aan de oostkant zijn de concentraties op de Nassaulaan juist hoger. In 2021 en 2022 is dit niet het geval. Ook de concentraties in Hasselt lijken qua windrichting-afhankelijkheid sterk op die in Geleen en Maastricht, maar deze zijn wel voor de meeste windrichtingen hoger dan die op de Nederlandse stations. Het is dus niet mogelijk om uit het verschil tussen de windroos in Hasselt en die in Geleen een schatting voor de bijdragen van Chemelot te maken. Een optie is om het verschil tussen de windrozen in Geleen en in Maastricht als indicatieve maat te nemen voor de geschatte bijdragen van Chemelot. In Maastricht lijken de lokale bijdragen aan fijnstof vooral van verkeer te komen. Als Maastricht als achtergrond wordt gebruikt, wordt impliciet aangenomen dat de bijdragen van lokale bronnen in Maastricht beperkt is, dan wel niet wezenlijk verschilt van de situatie in Geleen.

Als voor Maastricht in 2023 het gemiddelde van alle drie de PM_{10} meetpunten wordt genomen, dan is de geschatte bijdrage van Chemelot (tussen 190 en 290 graden) aan de PM_{10} concentraties 0.7 µg/m³. Indien voor Maastricht het meetpunt Nassaulaan, naast de A2, niet wordt meegenomen, dan is de geschatte bijdrage 1.0 µg/m³. Op basis van de windrozen uit 2022 zijn de geschatte PM_{10}-bijdragen nul. Voor deze berekeningen werd als achtergrond respectievelijk gebruikgemaakt van twee Maastrichtse stations (Philipsweg en Nassaulaan) en van één station (Philipsweg), omdat er in 2022 geen data beschikbaar waren voor station Hoge Fronten. Het verschil in de geschatte bijdragen tussen de jaren kan te maken hebben met het feit dat de concentraties op station Philipsweg in 2023 lager waren dan in 2022, en natuurlijk ook met het feit dat station Hoge Fronten niet is meegenomen in het gemiddelde.

De exacte keuze van de sectoren die bijdragen maakt weinig uit voor de geschatte bijdragen. De grootste onzekerheid zit in de mate waarin metingen in Maastricht representatief zijn voor de achtergrond in Geleen. Deze onzekerheid is nauwelijks te bepalen. De spreiding tussen de uurwaarden op de stations in Maastricht kan als een grove indicatie worden gebruikt. In 2023 bedroeg de spreiding ongeveer 1.3 ug/m³. Een voorzichtige schatting is dan ook dat de jaargemiddelde bijdrage van Chemelot aan de PM_{10} concentraties in Geleen kleiner is dan 1.0 µg/m³.

Berekende bijdragen PM_{10}
Op basis van door Chemelot verstrekte invoer voor de Emissieregistratie (gekanaliseerde en diffuse bronnen) zijn met het rekenpakket ISL3a berekeningen verricht aan de bijdragen van Chemelot aan de PM_{10}-concentraties in de omgeving. Voor 2023 is een bijdrage van 0.10 µg/m³ berekend op de locatie Asterstraat en een bijdrage van 0.12 µg/m³ berekend op de locatie Vouershof.

Conclusies concentraties PM_{10}

Op basis van meetgegevens zijn de lokale bijdragen van fijnstof, PM_{10}, in de omgeving van Chemelot geschat. Een voorzichtige schatting is dat de jaargemiddelde bijdrage van Chemelot aan de PM_{10}-concentraties in Geleen kleiner is dan 1.0 µg/m³. De onzekerheid in deze schatting is aanzienlijk, in de orde van de schatting zelf. De geschatte bijdrage aan de hand van metingen is, wegens de grote onzekerheden, van dezelfde orde van grootte als de op basis van de Emissieregistratie berekende bijdrage van ongeveer 0.1 ug/m^3. De onzekerheid in de op basis van metingen geschatte bijdrage is zoveel groter dan de berekende bijdrage, dat dit geen informatie oplevert over de kwaliteit van de berekende bijdrage en de emissie (uit de Emissieregistratie) waarop die is gebaseerd. Binnen de aanzienlijke onzekerheden kunnen berekende en gemeten bijdragen consistent zijn.

4.2.2 *Jaargemiddelde concentraties $PM_{2.5}$*

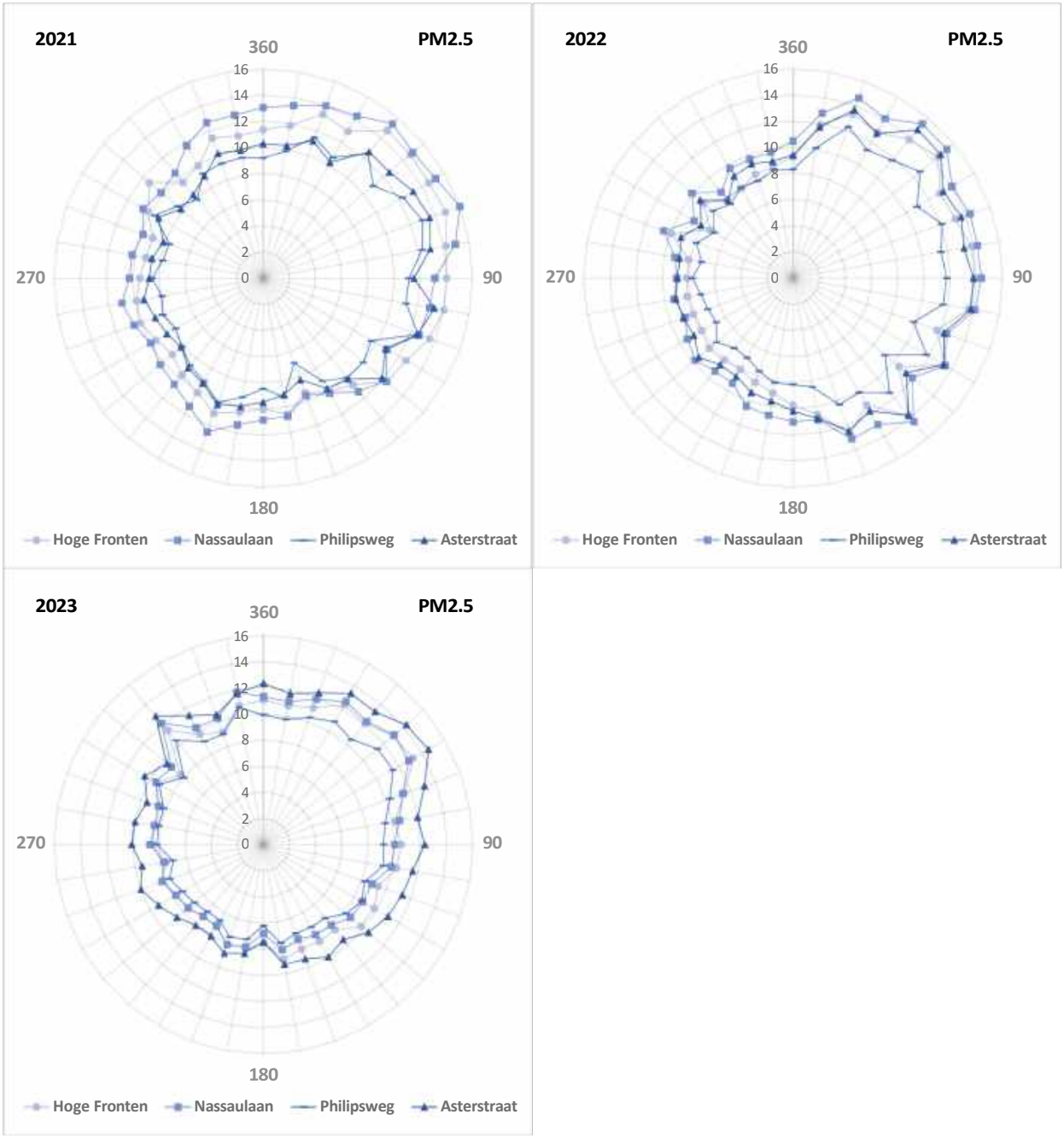
Voor $PM_{2.5}$ kunnen dezelfde analyses worden gedaan als voor PM_{10}. De jaargemiddelde concentraties van $PM_{2.5}$ op verschillende meetlocaties in Zuid-Limburg staan vermeld in onderstaande Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Totale jaargemiddelde concentraties $PM_{2.5}$ in µg/m^3

PM2.5	**2021**	**2022**	**2023**
Geleen-Asterstraat	10.1	10.6	10.1
Hoge Fronten	11.2	10.2	9.0
Maastricht Nassaulaan	12.0	11.3	9.0
Philipsweg	9.6	8.8	8.2

Voor $PM_{2.5}$ kunnen, analoog aan de werkwijze voor PM_{10}, ook windrozen worden gemaakt om de lokale bijdragen van bronnen op het terrein van Chemelot in de omgeving te schatten. Zie onderstaande figuur voor de windrozen.

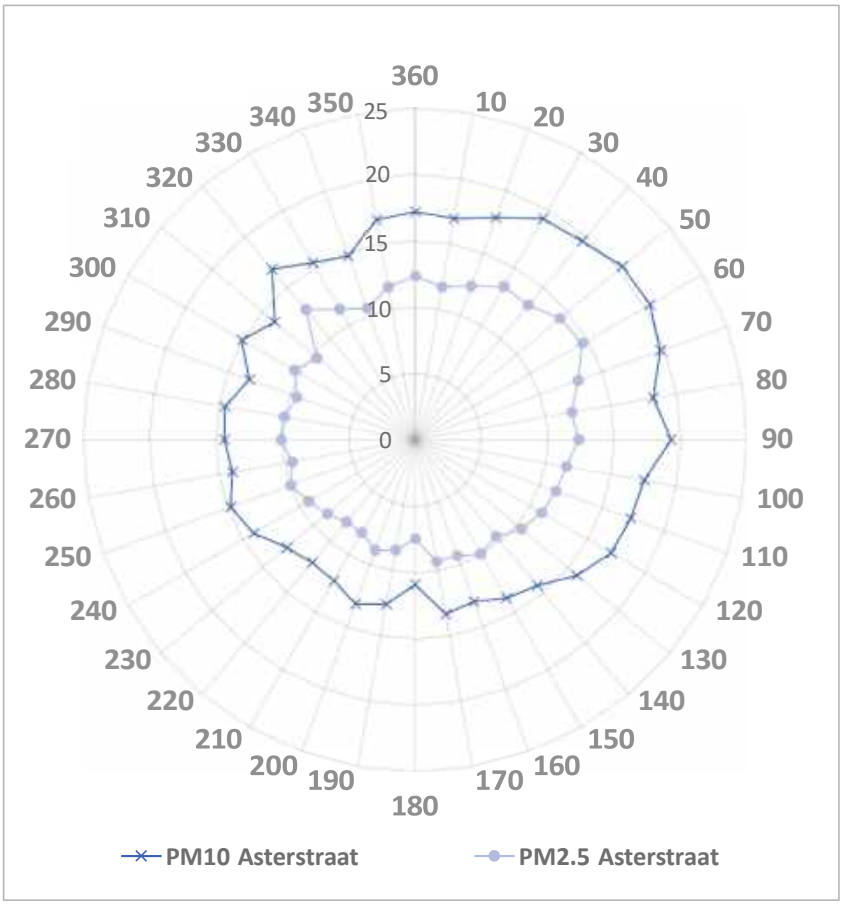
Figuur 4.4 Windroos van $PM_{2.5}$-concentraties in 2021,2022 en 2023 voor de Asterstraat en de stations in Maastricht. De waarde '360' is voor wind uit het noorden. Alle concentraties zijn in µg/m³.



In 2023 zijn voor $PM_{2.5}$ de waarden van de windroos voor Geleen hoger dan de waarden in Maastricht. Met name naar het westen en oosten zijn de concentraties op Geleen hoger dan in Maastricht. Voor 2021 en 2022 geldt dit niet. In 2021 vertonen de metingen op station Hoge Fronten en Nassaulaan in alle windrichtingen hogere waarden. In 2022 zijn de waarden op de Nassaulaan duidelijk hoger, hoewel de concentraties aan de oost- en westkant ongeveer gelijk zijn. De verdelingsvormen zijn voor alle stations en jaren voor een groot deel vergelijkbaar.

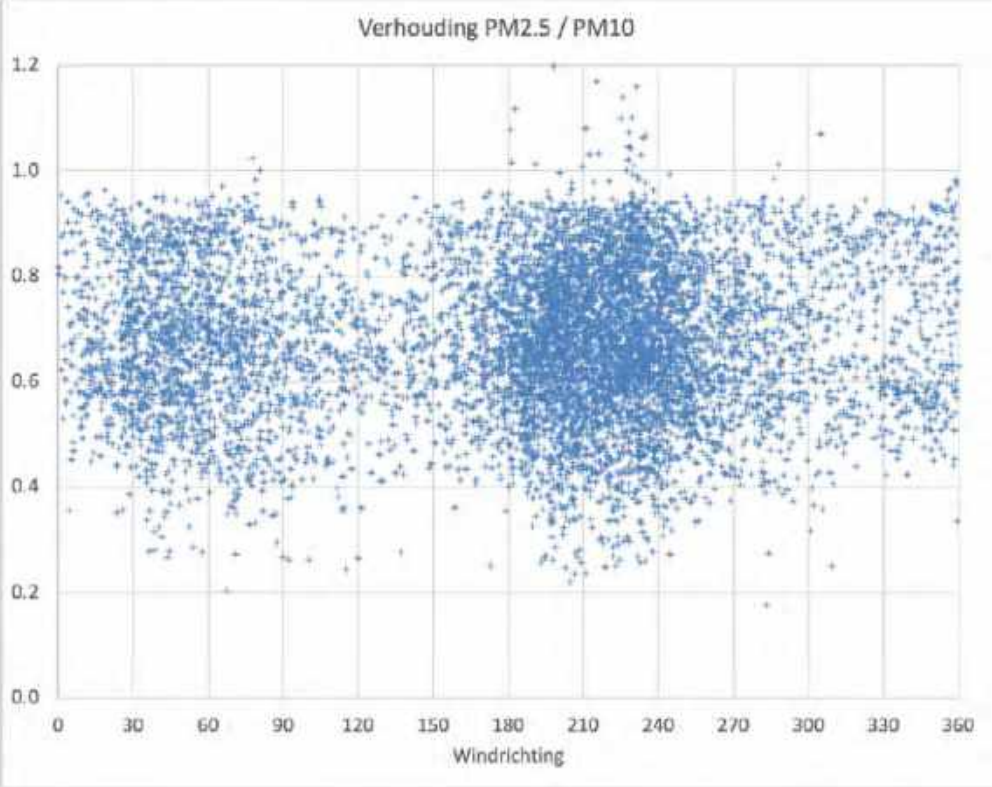
Als voor Maastricht het gemiddelde van alle drie de $PM_{2.5}$-meetpunten wordt genomen, is de geschatte bijdrage van Chemelot (tussen 190 en 290 graden) aan de $PM_{2.5}$-concentraties 0.8 µg/m³. Indien voor Maastricht het meetpunt Nassaulaan, naast de A2, niet wordt meegenomen, dan is de geschatte bijdrage ook 0.8 µg/m³. Op basis van de windrozen van 2022 bedragen de geschatte bijdragen van $PM_{2.5}$ 0.3 en 0.7 µg/m³, bij gebruik van drie, respectievelijk twee stations in Maastricht als achtergrond. Het is ook interessant om de $PM_{2.5}$ en PM_{10} windrozen te vergelijken, zie Figuur 4.5.

Figuur 4.5 Windroos van de $PM_{2.5}$- en PM_{10}-concentraties in 2023 voor de Asterstraat. De waarde '360' is voor wind uit het noorden. Alle concentraties zijn in µg/m³.



De vormen van de $PM_{2.5}$- en PM_{10}-windrozen lijken sterk op elkaar, met een gemiddelde verhouding van 0.68 en een standaarddeviatie van 0.02. Van uur tot uur kunnen de verhoudingen echter fors variëren. De variaties zijn weergegeven in Figuur 4.6, waar de verhouding voor alle uren in 2023 is geplot als functie van de windrichting.

Figuur 4.6 Verhouding van de $PM_{2.5}$- en PM_{10}-concentraties in 2023 gemeten op de locatie Asterstraat, als functie van de windrichting. De waarde '360' is voor wind uit het noorden.



De verdeling van de punten in de figuur over de windrichtingen geeft al aan dat de wind in 2023 niet uniform uit alle richtingen kwam. Er zijn duidelijk sectoren die vaker voorkomen, zoals zuidwestelijke wind. En er zijn sectoren die veel minder vaak voorkomen, zoals zuidoostelijke en noordwestelijke winden. Uit de richtingen waarin Chemelot ligt, grofweg 190-280 graden, variëren de verhoudingen $PM_{2.5}/PM_{10}$ tussen circa 40 procent en 90 procent. Omdat de $PM_{2.5}$- en PM_{10}-concentraties uit twee verschillende metingen komen, met elk een eigen onzekerheid, kan het voorkomen dat de verhouding $PM_{2.5}/PM_{10}$ een enkele keer hoger uitkomt dan 1.0.

Berekende bijdragen $PM_{2.5}$

Voor de $PM_{2.5}$-bijdragen zijn ook berekeningen gemaakt met GeoMilieu. Voor 2023 is een bijdrage van 0.08 µg/m³ berekend op de locatie Asterstraat en een bijdrage van 0.10 µg/m³ berekend op de locatie Vouershof.

Conclusies concentraties $PM_{2.5}$

Indien in 2023 voor Maastricht het gemiddelde van alle drie de $PM_{2.5}$-meetpunten als achtergrond voor Chemelot worden genomen, dan is de geschatte bijdrage van Chemelot aan de $PM_{2.5}$-concentraties 0.8 µg/m³. De onzekerheden zijn, net als voor PM_{10}, aanzienlijk. Voor het jaar 2022 liggen de geschatte bijdragen tussen 0.3 en 0.7 µg/m3. Voor 2023 is een bijdrage van 0.08 µg/m³ berekend op de locatie Asterstraat en een bijdrage van 0.10 µg/m³ berekend op de locatie Vouershof. De

berekende bijdragen zijn dus aanzienlijk lager dan de geschatte gemeten bijdragen. Binnen de aanzienlijke onzekerheden zijn de berekende en gemeten bijdragen vergelijkbaar, net als de situatie voor PM_{10}.

4.2.3 *Jaargemiddelde concentraties NO_2*

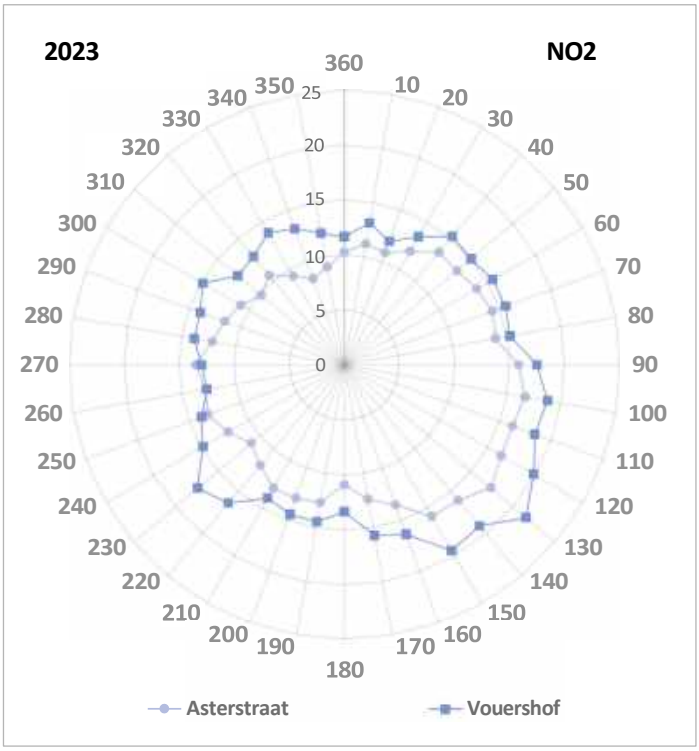
Voor NO_2 zijn dezelfde analyses gedaan als voor PM_{10} en $PM_{2.5}$. De jaargemiddelde concentraties van NO_2 op verschillende meetlocaties in Zuid-Limburg staan aangegeven in onderstaande Tabel 4.3. Op de locatie Vouershof worden, door de iets andere locatie, de potentiële bijdragen van Chemelot in een iets andere set windrichtingen gemeten, namelijk tussen ongeveer 180 graden, en dan vanuit het westen, noorden en noordoosten, oftewel de windroos rechtsom, tot circa 45 graden.

Tabel 4.3 Totale jaargemiddelde concentraties NO_2 in µg/m³

NO_2	**2021**	**2022**	**2023**
Geleen-Asterstraat	14.8	15.0	12.6
Geleen Vouershof	17.3	18.0	15.0

De windrozen voor NO_2 in 2023 staan in Figuur 4.7. In tegenstelling tot fijnstof wordt NO_2 op zowel de Asterstraat als op Vouershof gemeten.

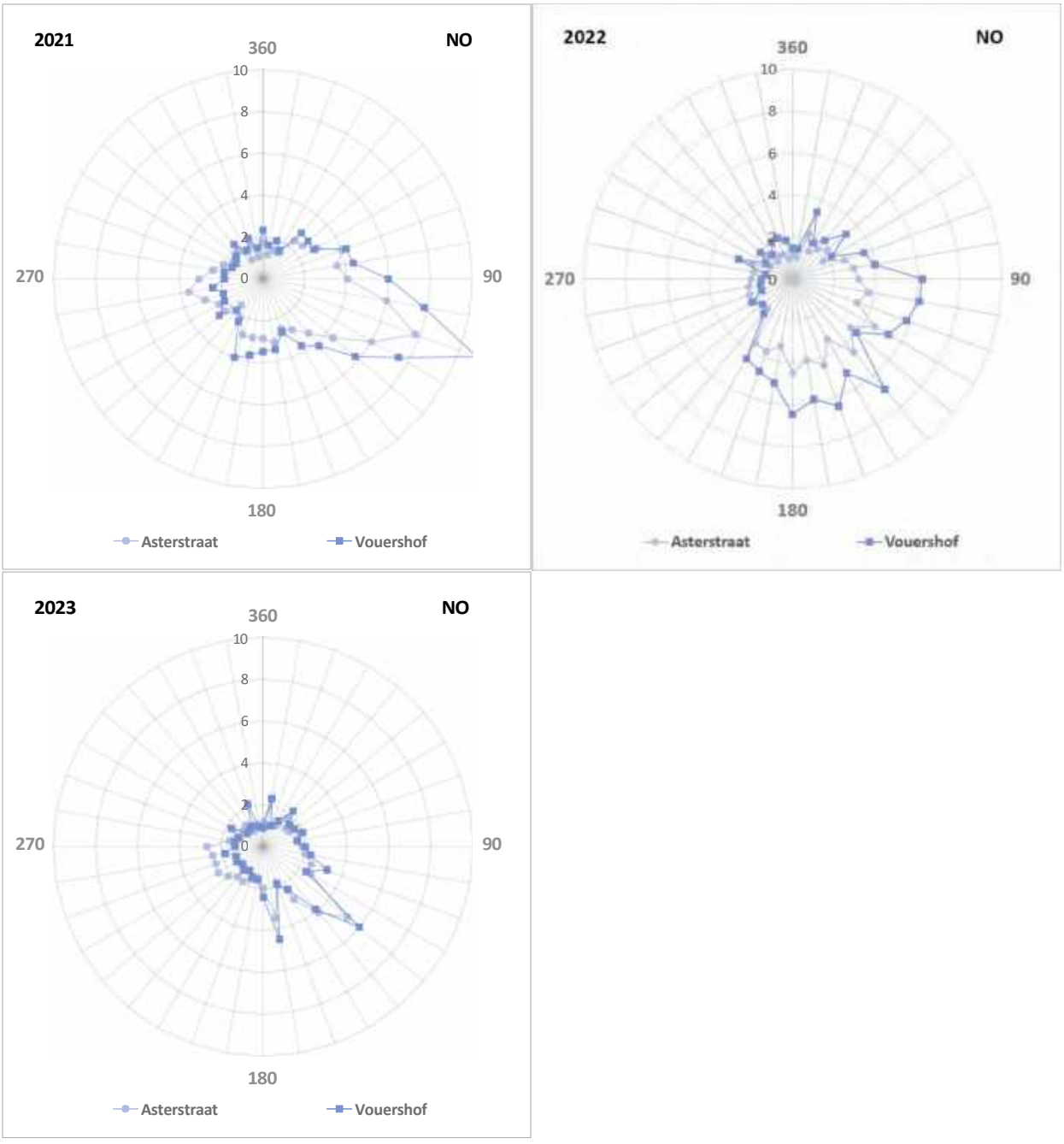
Figuur 4.7 Windroos van NO_2-concentraties in 2023 voor de Asterstraat en Vouershof. De waarde '360' is voor wind uit het noorden. Alle concentraties zijn in µg/m³.



Elk jaar vertonen de windrozen een vergelijkbare vorm. In de windrozen voor NO_2 valt op dat de waarden op Vouershof voor bijna alle windrichtingen hoger zijn dan die in de Asterstraat. In een groot deel van de windroos, ongeveer 350 graden (rechtsom) tot en met 210 graden, lijken de verdelingen van de windrozen ook sterk op elkaar. In de richtingen 220-340, grofweg richting Chemelot, verschillen de windrozen aanzienlijk. De metingen op Vouershof laten zowel richting 230 als 300 en 330 graden nadrukkelijk hogere NO_2-concentraties zien dan in de Asterstraat. De metingen in de Asterstraat laten rond 270 graden wat hogere NO_2-concentraties zien. Omdat het verkeer in Maastricht aanzienlijk bijdraagt aan de totale NO_2-concentraties, is het niet zinvol om de metingen in Maastricht als achtergrond te gebruiken voor Geleen. Auto's en ander verkeer zijn een belangrijke bron van zowel NO_x als NO_2, maar minder van fijnstof. Bij gebrek aan een bruikbare/verdedigbare achtergrondmeting is het niet mogelijk een schatting te maken van de NO_2-bijdragen van bronnen op het Chemelot-terrein in de omgeving. De vorm van de windrozen doet echter niet vermoeden dat het om substantiële bijdragen gaat, meer om 'enkele microgrammen per m^3'.

De windrozen voor NO, een redelijk indicatie van verbrandingsbronnen, laten vooral hogere concentraties vanuit het zuiden en zuidoosten zien, zie de volgende figuur. Windrozen van andere meetlocaties in Zuid-Limburg (zoals Wijnandsrade en Heerlen) vertonen een vergelijkbaar patroon. Dat wijst erop dat het niet om een lokale bron gaat, maar om verder weg gelegen bronnen, waarschijnlijk om een of meerdere buitenlandse bronnen. Op de Asterstraat worden iets hogere NO-concentraties gemeten uit de richting van Chemelot, uit de richtingen 230-270 graden. De totale jaargemiddelde NO-concentraties bedragen maar 3 µg/m^3. De bijdrage van Chemelot aan de NO-concentraties uit deze richtingen bedraagt naar verwachting maar een beperkt deel hiervan. Hoeveel dat is, is lastig te schatten.

Figuur 4.8 Windrozen van NO-concentraties in 2021,2022 en 2023 voor de Asterstraat en Vouershof. De waarde '360' is voor wind uit het noorden. Alle concentraties zijn in µg/m³.



Berekende bijdragen NO_2

De op basis van de in de ER beschikbare emissies berekende NO_2 bijdragen van Chemelot komen in 2023 voor de locatie Asterstraat op 1-2 µg/m³ uit en voor de locatie Vouershof op 2-3 µg/m³.

Conclusies concentraties NO_2

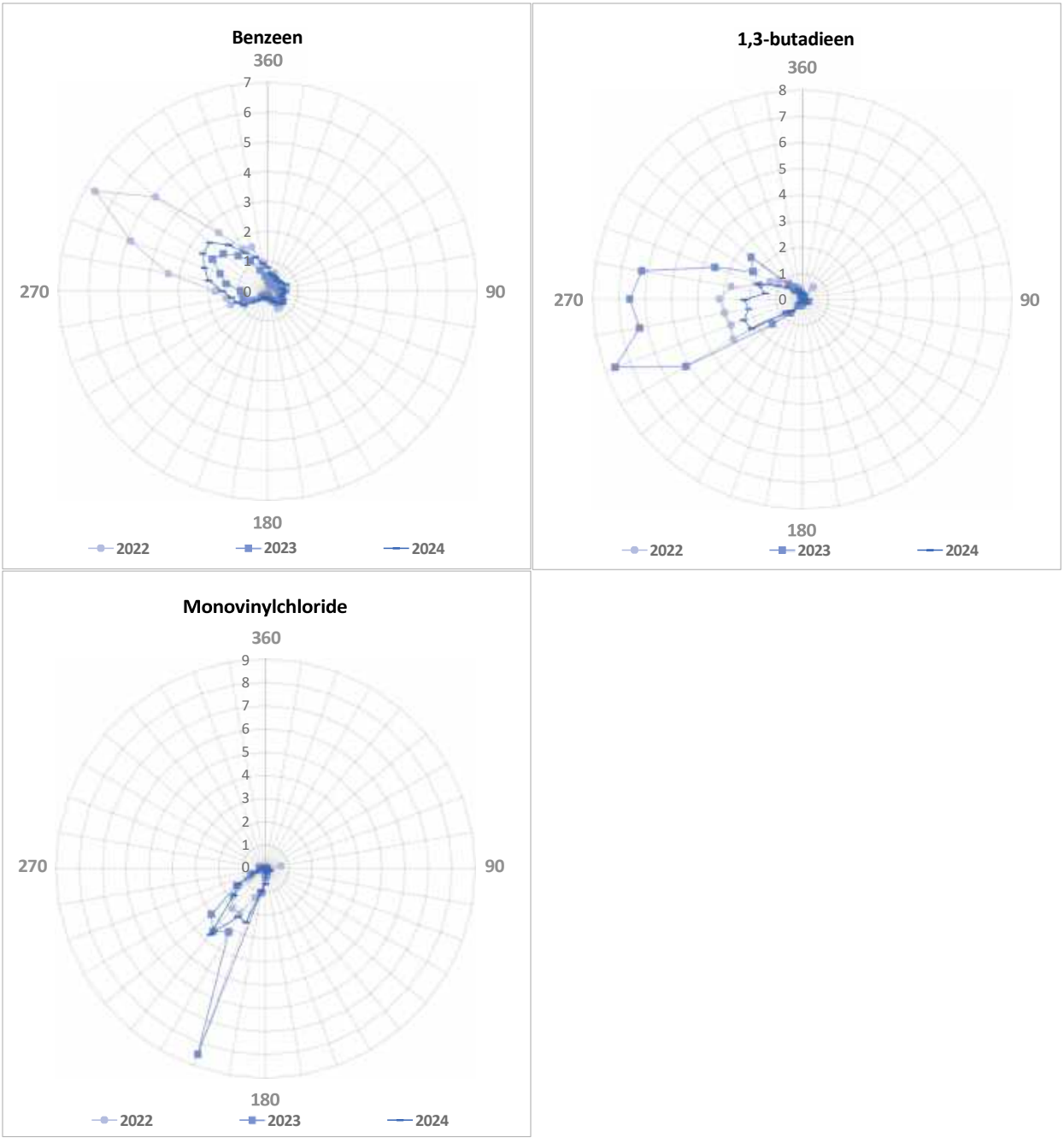
Bij gebrek aan een bruikbare/verdedigbare achtergrondmeting is het niet mogelijk gebleken om een schatting te maken van de NO_2-bijdragen van bronnen op het Chemelot-terrein in de omgeving. De vorm van de

windrozen doet vermoeden dat het om enkele microgrammen per m3 gaat.

4.2.4 Zeer Zorgwekkende Stoffen

Naast de metingen van fijnstof en NO/NO_2 worden op de locatie meetpunt Vouershof, in opdracht van de Provincie Limburg door de ODZL, ook continu diverse vluchtige organische stoffen (VOC's) gemeten. Hierbij gaat het om 1,3-butadieen, monovinylchloride en benzeen, die zijn geclassificeerd als Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS). Binnen de Chemelot-site komen deze stoffen vrij door productieprocessen en de omgang met producten en tussenproducten. Figuur 4.9 toont de windrozen voor de genoemde stoffen voor de jaren 2022, 2023 en 2024. In tegenstelling tot de gemeten fijnstof en NO/NO_2, wordt er in plaats van een uurgemiddelde ongeveer drie keer per uur kort gemeten.

Figuur 4.9 Windrozen van benzeen, 1-3 butadieen en monovinylchloride concentraties in 2022,2023 en 2024 op Vouershof. De waarde '360' is voor wind uit het noorden. Alle concentraties zijn in µg/m³.

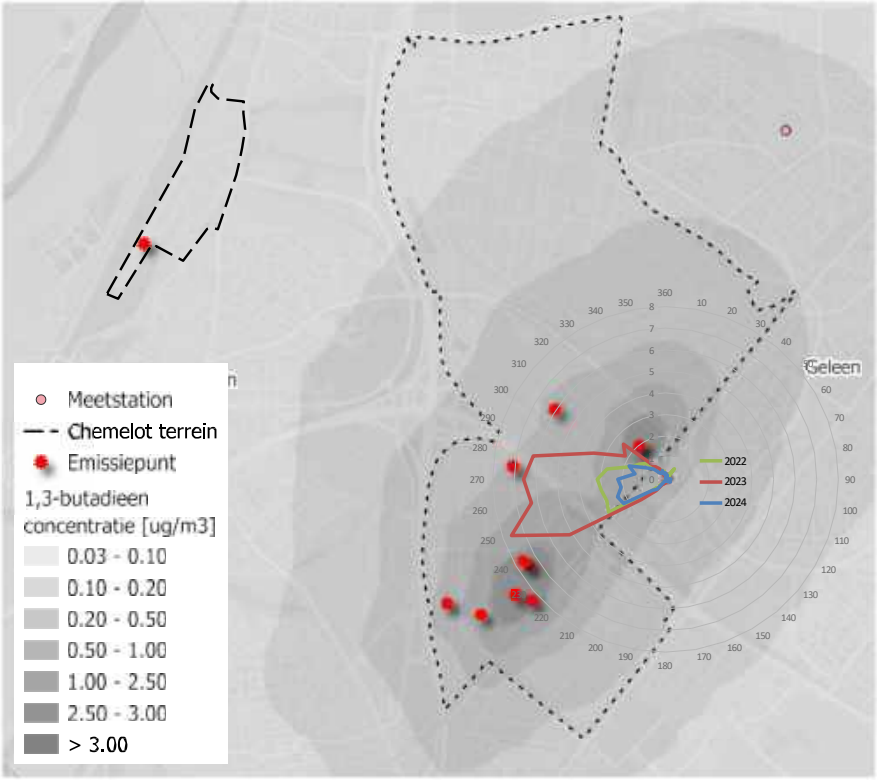


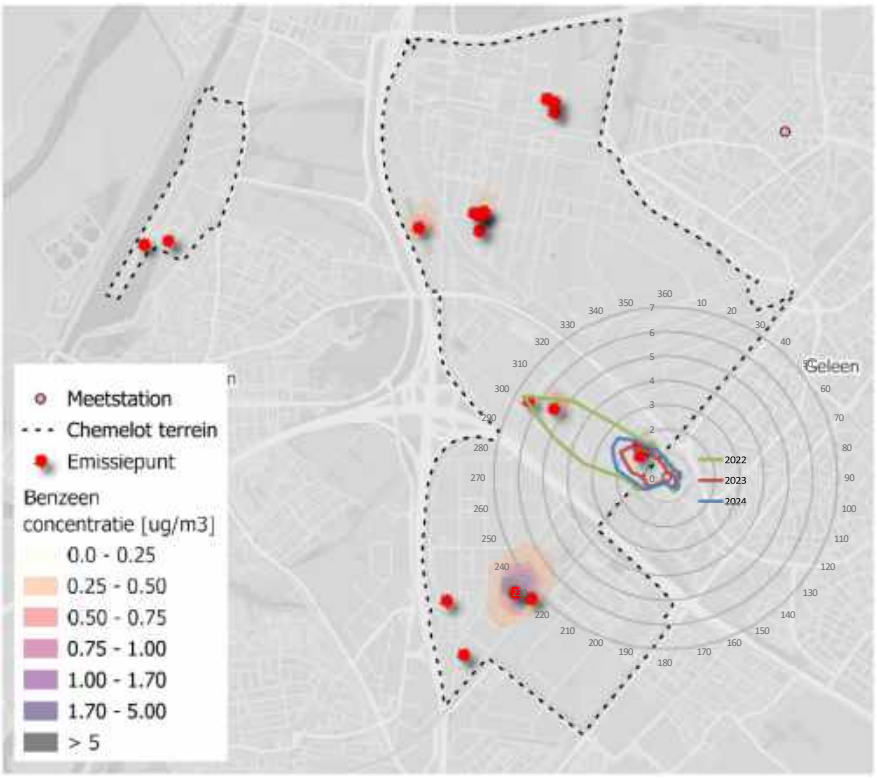
De windrozen tonen voor alle stoffen en jaren duidelijke pieken in de richting van het Chemelot-terrein.

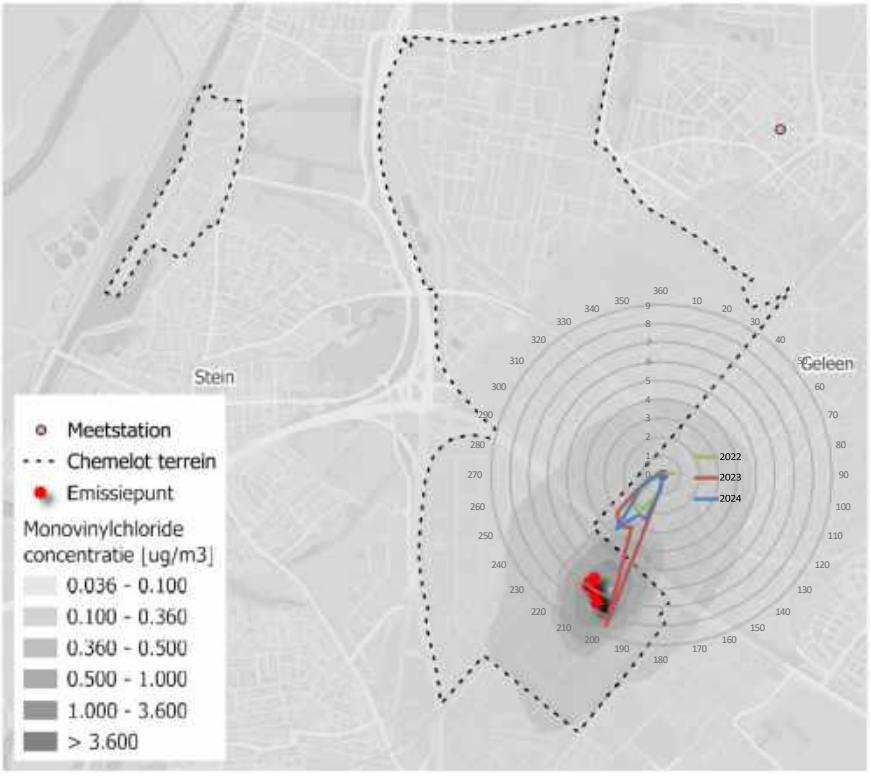
In de figuur van monovinylchloride is een opvallende piek te zien rond 200 graden in het jaar 2023. Deze piek is voor een groot deel toe te schrijven aan een incident dat plaatsvond op 19 oktober. Omdat de wind precies in de richting van het meetpunt Vouershof stond, konden de effecten van het incident daar worden gemeten. De concentraties stegen binnen twintig minuten van 2.7 µg/m³ naar 3100 µg/m³. Twintig

minuten later daalden de waarden naar 1100 µg/m³, waarna de concentratie in de loop van enkele uren verder afnam. Onderstaande figuur 4.10 toont de windroos van MVC in 2023, over het terrein van Chemelot geplot.

Figuur 4.10 Windrozen voor verschillende jaren met gemeten concentraties van 1,3-butadieen (boven), benzeen (midden) en MVC (onder) op Vouershof, uitgedrukt in µg/m³. De concentraties zijn geplot op de bijbehorende concentratiecontouren, berekend met ISL3A.







1,3 butadieen en monovinylchoride

Op basis van de metingen zijn de geschatte jaargemiddelde bijdragen van deze stoffen berekend. Daarbij wordt aangenomen dat de achtergrondconcentraties van 1,3-butadieen en monovinylchloride

verwaarloosbaar zijn. De geschatte bijdragen voor deze stoffen voor de jaren 2023 en 2024 zijn te zien in Tabel 4.4

Tabel 4.4 Geschatte bijdrage voor 1,3 butadieen en monovinylchloride

	2023	**2024**
1,3-butadieen	1.88 µg/m³	0.77 µg/m³
Monovinylchloride	1.07 µg/m³*	0.75 µg/m³

*0.87 µg/m³ zonder incident

Benzeen
Voor benzeen kan de jaargemiddelde achtergrondconcentratie niet worden verwaarloosd, waardoor het schatten van de bijdrage lastiger is. Figuur 4.10 laat een duidelijke piek zien uit de richting van het Chemelot-terrein. Een optie om de achtergrond te schatten, is het nemen van de gemiddelde waarde uit de overige niet-Chemelot-windrichtingen (340 t/m 260 graden) en dan die gemiddelde waarde ook aannemen voor de andere richtingen. Onder de aanname dat alle bijdragen uit de hoek 270–330 graden afkomstig zijn van het Chemelot-terrein worden de volgende jaargemiddelde bijdragen van Chemelot berekend:

Tabel 4.5 Geschatte benzeen-bijdragen

	2023	**2024**
Benzeen	0.16 µg/m³	0.25 µg/m³

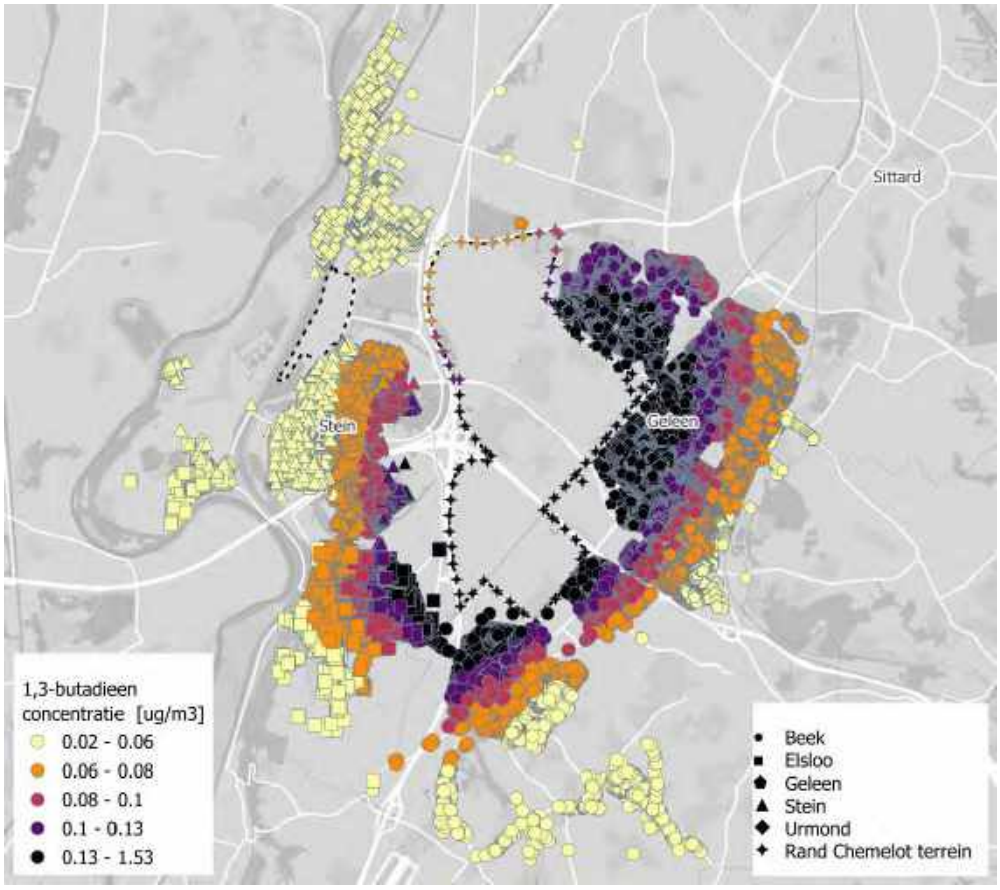
De genoemde waarden moeten vooral worden gezien als een voorlopige schatting, eigenlijk zijn meer data nodig.

NB. In de onderliggende data zijn waarden nooit ‘0’, maar <0.2 of <0.5. Deze waarden zijn handmatig vermenigvuldigd met 0.7 keer de detectiegrens, volgens de methode die de OD gebruikt.

Berekende bijdragen
Voor de locatie Vouershof bedragen de berekende bijdragen in 2023 0.18 µg/m³ voor monovinylchloride, 0.73 µg/m³ voor 1,3-butadieen en 0.06 µg/m³ voor benzeen. De berekeningen zijn ook nog voor een aantal andere ZZS gedaan. Hier wordt later in sectie 4.2.4 bij stilgestaan.

Geschatte blootstelling
Om een eerste grove schatting te maken van bijdragen van en de blootstelling aan verschillende ZZS, zijn berekeningen uitgevoerd met het pakket GeoMilieu. De blootstelling is indicatief in kaart gebracht door de concentraties op een set van woonplaatsen die vanuit de BAG is verkregen, te berekenen en de resultaten te middelen.

Figuur 4.11 Berekende 1,3-butadieen-concentraties in ug/m3 per omliggende woonlocatie en op de rand van het terrein. Deze locaties worden gebruikt om de blootstelling in verschillende woonplaatsen te schatten. De vorm geeft aan in welke gemeente de locatie zich bevindt.



De resultaten van de berekeningen staan in Tabel 4.6

Tabel 4.6 Berekende totale jaargemiddelde bijdrage voor 2023 totale concentraties (kolom GM) en bijbehorende 95e-percentiel voor elk meetpunt en wooncluster van enkele ZZS. Alle waarden zijn in ug/m3.

	Vinylchloride		**1,3-butadieen**		**Benzeen****	
	GM	**95th perc**	**GM**	**95th perc**	**GM**	**95th perc**
Vouershof*	0.180	–	0.740	–	0.060	–
Asterstraat*	0.030	–	0.130	–	0.020	–
Beek	0.039	0.080	0.092	0.160	0.011	0.02
Elsloo	0.019	0.030	0.087	0.140	0.013	0.02
Geleen	0.040	0.080	0.123	0.210	0.016	0.03
Stein	0.014	0.020	0.071	0.100	0.015	0.02
Urmond	0.010	0.010	0.043	0.050	0.013	0.02

* Dit betreffen de waarden op de locaties van de meetpunten.
** Benzeen heeft in 2023 een achtergrondwaarde van ~0.61 ug/m3.

De berekeningen in Tabel 4.6 zijn uitgevoerd voor het jaar 2023. De gemeten jaargemiddelde totale concentraties op locatie Vouershof waren dat jaar als volgt: voor monovinylchloride 1.12 µg/m³, voor 1,3-butadieen 1.93 µg/m³ en voor benzeen 0.76 µg/m³. Zonder het eerdergenoemde incident is het jaargemiddelde voor MVC 0.92 µg/m³. Let op: eerder zijn de geschatte bijdragen weergegeven. Voor MVC en 1,3-butadieen zijn de bijdragen en totale concentraties praktisch gelijk.

Wanneer er bij benzeen de voorheen bepaalde achtergrondconcentratie wordt opgeteld en als er wordt uitgegaan van het MVC-jaargemiddelde zonder incident, blijkt dat de gemeten concentratie van MVC een factor 5 hoger ligt dan de berekende concentratie, die van 1,3-butadieen 2.5 keer hoger, en die van benzeen 1.1 keer hoger.

Verder zijn ook de concentraties berekend van een aantal ZZS waarvoor geen metingen beschikbaar zijn. De stoffen die zijn doorgerekend, zijn de stoffen die beschikbaar zijn uit de emissieregistratie en die ook op de ZZS-lijst van het RIVM staan. De resulterende concentraties op meetpunten Vouershof en Asterstraat staan in Tabel 4.7 en de contourplots zijn te vinden in Bijlage 3.

Tabel 4.7 Berekende totale jaargemiddelden van ZZS, die voorkomen in de emissieregistratie. Alle waarden zijn in ug/m3 en de berekeningen zijn gedaan voor het jaar 2023.

	Vouershof	**Asterstraat**
Koolmonoxide	12.0	4.8
Isobutaan	0.83	0.46
1,3-butadieen	0.74	0.13
Vinylchloride	0.18	0.03
Benzeen	0.06	0.02
Acrylonitril	2.4E-03	6.1E-03
N,N-dimethylformamide	9.5E-03	4.1E-03
Ethanal	7.0E-04	1.2E-03
Butaan	5.7E-03	1.3E-03
N-methyl-2-pyrrolidon	7.0E-04	2.0E-04
gehydrogeneerd terfenyl	9.0E-04	1.0E-04
Triglyme*	0	0
Naftaleen	2.0E-04	0
Hydrazine	1.0E-04	0
Cadmium	0	0

* De berekende jaargemiddelden zijn > 0, maar naar 0 afgerond.

Conclusies concentraties ZZS
Voor vijftien ZZS zijn de concentraties in de omgeving van Chemelot berekend op basis van de emissieregistratie uit 2023. Voor drie van de vijftien ZZS, MVC, 1,3-butadieen en benzeen zijn ook de luchtconcentraties berekend voor vijf gemeenten. Voor dezelfde drie ZZS zijn ook gemeten concentraties beschikbaar op locatie meetstation Vouershof. De gemeten concentratie van MVC ligt een factor 5 hoger

dan de berekende concentratie, die van 1,3-butadieen 2.5 keer hoger, en die van benzeen 1.1 keer hoger. Dat geeft aan dat de berekende concentraties in dezelfde orde van grootte liggen, maar wel stelselmatig een lagere waarde geven dan gemeten. De van de berekende concentraties afgeleide gezondheidseffecten zijn naar verwachting ook een onderschatting.

4.3 Gezondheidsrisico's lucht

4.3.1 Fijnstof en stikstofdioxide

De berekende en gemeten totale concentraties van fijnstof (PM_{10}, $PM_{2,5}$) en NO_2 zijn vergeleken met de huidige geldende wettelijke EU-luchtnorm en de WHO-advieswaarde 2021. In de afzonderlijke paragrafen staat de bijdrage vanuit Chemelot beschreven. Het is echter voor de omwonenden relevant wat de betekenis is van de totale luchtconcentratie. Deze advieswaarden staan in Tabel 4.8. Per 2030 gelden er strengere Europese grenswaarden voor fijnstof en NO_2. Deze zijn ook weergegeven in Tabel 4.8

Tabel 4.8 Waarden voor jaarlijkgemiddelde blootstelling aan fijnstof en NO_2

	WHO-advieswaarden (2021)	**EU-grenswaarde (vastgesteld)**	**EU-grenswaarde (2030)**
PM_{10}	15 µg/m^3	40 µg/m^3	20 µg/m^3
$PM_{2.5}$	5 µg/m^3	25 µg/m^3	10 µg/m^3
NO_2	10 µg/m^3	40 µg/m^3	20 µg/m^3

De totale concentraties van de drie luchtverontreinigingen blijven beneden de EU-luchtnormen van 40, 25 en 40 µg/m^3. De advieswaarden van de WHO voor PM_{10} en $PM_{2,5}$ zijn lager (15 en 5 µg/m^3) en worden overschreden door de totaal gemeten concentraties. Hetzelfde geldt voor de WHO-advieswaarde van NO_2 van 10 µg/m^3 die door de totale concentratie NO_2 wordt overschreven.

Voor fijnstof en NO_2 geldt dat er geen drempelwaarde is vast te stellen. Dat wil zeggen dat er ook bij concentraties beneden de EU-luchtnorm of WHO-advieswaarden gezondheidseffecten kunnen optreden. Hierbij worden vooral de luchtwegen en hart en vaten aangedaan door de blootstelling. Ook longkanker (bij fijnstof) en verhoogde mortaliteit worden genoemd. De gezondheidsrisico's behorend bij de concentraties van fijnstof en NO_2 rondom Chemelot zijn niet bepaald in dit verkennende onderzoek, maar vormen wel een aandachtspunt vanuit het perspectief van de luchtkwaliteit rondom Chemelot.

4.3.2 ZZS

Geen van de berekende of gemeten concentraties van ZZS overschrijden het MTR_{lucht} voor de individuele stof. De berekende en gemeten waarden voor MVC, 1,3-butadieen en benzeen tonen aan dat de concentraties relatief dicht bij de waarde van de MTR zitten. Voor de meeste ZZS geldt dat er geen drempelwaarde is vastgesteld en dat er gezondheidseffecten kunnen optreden bij concentraties beneden de MTR. Het risiconiveau bij de MTR is 1 op de 10.000 extra gevallen van het gezondheidseffect. Dat betekent dus ook dat voor de drie genoemde ZZS het risiconiveau dicht bij de 1 op de 10.000 extra gevallen kanker zit. Hoewel de ZZS dus

voldoen aan de immissietoets, is het risiconiveau groter dan 1 op de miljoen en ondersteunt daarmee het belang van het minimaliseren van ZZS-uitstoot. Met uitzondering van naftaleen is het risiconiveau voor de andere ZZS lager (zie paragraaf 4.3.1). Het exacte gezondheidsrisico dat bij de concentraties ZZS hoort, is niet doorgerekend in de verkenning.

De volgende paragrafen beschrijven eerdere beoordelingen door het RIVM over het mengselrisico van ZZS en de piekblootstellingen.

4.3.3 Cumulatie van ZZS via lucht

In het kader van het Impulsprogramma Chemische Stoffen heeft het ministerie van IenW het RIVM opdracht gegeven onderzoek te doen naar mogelijkheden om rekening te houden met cumulatie-effecten in de context van het vergunningverleningsproces. Hiertoe heeft het RIVM-onderzoek gedaan en een voorstel gedaan om het gebruik van de HI-methode te verkennen (Bodar et al., 2022; 2023). In het kort beschrijft de HI-methode een aanpak waarbij de ratio tussen de immissieconcentratie (een luchtconcentratie op leefniveau bij de bedrijfsgrens; vergelijkbaar met de luchtconcentraties, zoals die in paragraaf 4.2 worden gepresenteerd) en de MTR_{lucht} voor de stoffen in het 'mengsel' worden bepaald (Hazard-quotiënt per stof; HQ = luchtconcentratie/MTR_{lucht}) en vervolgens gesommeerd over de stoffen (de Hazard-index; HI = som HQ van mengsel).
In een van de uitgewerkte casussen van het RIVM-onderzoek zijn de meetgegevens van meetstation Vouershof beschouwd (RIVM kennisnotitie; Ter Burg et al., 2025). Voor de stoffen 1,3-butadieen, MVC en benzeen zijn de jaargemiddelde luchtconcentraties vergeleken met de MTR_{lucht} voor de periode 2018 t/m 2024. Het gaat hier om de luchtconcentraties, zoals gemeten bij het meetstation Vouershof door ODZL.
Uit de kennisnotitie blijkt dat de luchtconcentratie van de afzonderlijke stoffen onder de MTR_{lucht} blijven. Maar wanneer het mengselrisico met de HI-methode wordt bepaald, zien we een overschrijding van de HI-afkapgrens van 1 voor de jaren 2018 tot en met 2021 en 2023. Dit betekent dat luchtconcentraties van de drie stoffen tot een gezamenlijk risico leiden, dat groter is dan 1 op de 10.000 extra gevallen van kanker. De auteurs van de Kennisnotitie geven aan dat de risicoschatting moet worden bezien in het kader van de onderzoeksopdracht. Het onderzoek had als doel om de toepasbaarheid van de HI-methode te verkennen voor het vergunningverleningsproces. Verder wordt aangegeven dat de risicoschatting met de HI-methoden onzekerheden kent.
De onzekerheden kunnen wijzen op een mogelijke onderschatting van de berekende HI, of juist dat de HI een overschatting is. Van drie ZZS is de blootstelling meegenomen. Ook de uitstoot van twaalf andere ZZS (van de vijftien ZZS uit de ER), pZZS, overige ZZS die niet in de ER worden opgenomen en andere luchtstressoren als fijnstof en NO_2 draagt bij aan de mengseleffecten. In de kennisnotitie staan in de bijlage overigens nog meer ZZS genoemd, gebaseerd op een overzicht van vergunde ZZS uit 2019 (Ter Burg et al. 2025). Het is niet voor alle stoffen duidelijk waarom die stoffen niet in de emissieregistratie staan, waar in paragraaf 4.2 mee is gerekend. In ieder geval zal de toevoeging van de overige twaalf ZZS de HI verhogen en dus kan de huidige HI uit

de kennisnotitie een onderschatting zijn. Ook het meenemen van pZZS zal leiden tot een hogere HI op locaties waar mensen aan deze stoffen worden blootgesteld. Op basis van de gegevens uit de emissieregistratie voor de vijftien ZZS in dit rapport (Tabel 4-9) zou er geen overschrijding zijn van de HI-afkapgrens van 1. Daarbij moet worden opgemerkt dat de berekende concentraties een factor 1.1 tot 5 lager waren dan de gemeten stoffen 1,3-butadieen, MVC en benzeen. Als diezelfde onderschatting ook van toepassing is op de andere stoffen, wordt de HI-afkapgrens van 1 overschreden. Daarnaast is gerekend met de immissieconcentratie aan de bedrijfsgrens. De luchtconcentraties bij het meetstation Vouershof zijn hoger dan de luchtconcentraties die in het huidige rapport zijn berekend voor de woonkernen (zie paragraaf 4.2). Dat is een indicatie dat de HI een mogelijke overschatting is van het werkelijke gezondheidsrisico.
In conclusie is het mogelijke mengselrisico van ZZS een aandachtspunt, omdat het risiconiveau groter is dan 1 op de 10.000 extra gevallen op kanker.

Tabel 4.9 Berekende waarden van de 15 ZZS op Vouershof en Asterstraat, evenals de bijbehorende MTR per stof en de HQ-waarde op beide stations.

	Vouers-hof	**Aster-straat**	**MTR**	**HQ Vouers-hof**	**HQ Aster-straat**
koolmonoxide	12.00	4.80	1.00E+04	1.20E-03	4.80E-04
Isobutaan	0.83	0.46	-	-	-
1,3-butadieen	0.74	0.13	3.00	0.25	0.04
vinylchloride	0.18	0.03	3.60	0.05	8.30E-03
benzeen	0.06	0.02	5.00	0.01	4.00E-03
acrylonitril	2.40E-03	6.10E-03	10.00	2.40E-04	6.10E-04
N,N-dimethylformamide	9.50E-03	4.10E-03	30.00	3.17E-04	1.37E-04
ethanal	7.00E-04	1.20E-03	70.00	1.00E-05	1.71E-05
butaan	5.70E-03	1.30E-03	-	-	-
N-methyl-2-pyrrolidon	7.00E-04	2.00E-04	71.00	9.86E-06	2.82E-06
gehydrogeneerd terfenyl	9.00E-04	1.00E-04	-	-	-
triglyme	0.00	0.00	3.00E+02	0.00	0.00
naftaleen	2.00E-04	0.00	1.00E-03	0.20	0.00
hydrazine	1.00E-04	0.00	7.00E-02	1.43E-03	0.00
cadmium	0.00	0.00	5.00E-03	0.00	0.00
HI				0.51	0.06

4.3.4 Gezondheidsrisico's bij piekblootstelling aan luchtconcentraties

Het is gebruikelijk dat de emissie van stoffen naar de lucht pieken kent over het jaar heen. Deze pieken liggen soms vele malen hoger dan het $MTR_{lucht,}$ maar zijn vaak kort van duur (bijvoorbeeld als gevolg van een lek). De pieken worden meegenomen in de gemiddelde jaarconcentratie, zoals in paragraaf 4.2 is getoond voor MVC. De gemiddelde jaarconcentratie 1,3-butadieen gedurende de monitoringperiode van 2022, 2023 en 2024 bedroeg 1,8 µg/m^3 voor de locatie Vouershof. De gemeten concentratie komt overeen met resultaten uit 2018 en 2019

(Schemmer, 2019). In het onderzoek van Schemmer is ook gekeken naar piekconcentraties voor 1,3-butadieen. Deze piekconcentraties bleven meestal beneden de 100 µg/m^3, op enkele dagen worden ook piekconcentraties boven de 100 µg/m^3 gemeten (Schemmer, 2019). In 2019 is naar aanleiding van een vraag door Provincie Limburg en ODZL een advies gegeven over gezondheidsrisico's bij deze piekblootstellingen (De Jong 2019). Hoge piekconcentraties zouden negatieve invloed kunnen hebben op de omzettingssnelheid van een stof (en daardoor op het kankerrisico), doordat enzymen in het menselijk lichaam betrokken bij de omzetting verzadigd raken. Eerder concludeerde het RIVM dat dit voor 1,3-butadieen pas gebeurt bij blootstelling aan luchtconcentraties, die aanzienlijk hoger zijn dan de gemeten piekconcentraties. Daarom hoeft bij de gemeten concentraties hiermee geen rekening te worden gehouden bij de beoordeling van de risico's op kanker (De Jong, 2019). Voor de piek van MVC uit 2023 geldt feitelijk hetzelfde als de conclusie die De Jong in 2019 voor 1,3-butadieen trok. De gemeten piek blijft nog ruim beneden de rampen-interventiewaarden, waarbij acute gezondheidsklachten kunnen ontstaan.

Naar aanleiding van het onderzoek van Schemmer uit 2019 zijn er door de RUD Zuid-Limburg (nu Omgevingsdienst Zuid-Limburg) ook vragen gesteld aan het RIVM over het risico van gelijktijdige piekconcentraties en blootstelling aan 1,3-butadieen en (mono)vinylchloride. 1,3-butadieen-blootstelling kan leukemie veroorzaken. Blootstelling aan vinylchloride kan levertumoren veroorzaken. Omdat de beide typen kanker (leukemie, levertumoren) verschillende organen betreft en de gemeten concentraties laag waren, is er geen aanleiding om te veronderstellen dat de kankerrisico's bij gelijktijdige blootstelling worden versterkt (De Jong, 2019). Het risico van kanker in de blootgestelde populatie kan wel opgeteld worden, zoals ook in paragraaf 4.3.1 is getoond.

4.4 Conclusies en kennishiaten lucht

Voor de berekeningen van de immissie is gebruik gemaakt van de gegevens uit de Emissieregistratie. Ook is naar de metingen van ODZL op meetpunten Vouershof en Asterstraat gekeken. Voor de stoffen die in deze datasets zitten is een goed beeld verkregen. Een belangrijke beperking van de Emissieregistratie is dat deze niet alle voorkomende (p)ZZS bevat, aangezien deze niet vereist worden om op te geven conform het E-PRTR. Voor een volledig beeld van de emissie naar de lucht is het wenselijk dat de bedrijven alle relevante stoffen opgeven aan de Emissieregistratie. De vergunning schrijft voor dat alle ZZS met MTR waarde worden gerapporteerd aan het bevoegd gezag. Het is niet duidelijk of dat via de Emissieregistratie wordt gedaan en welke andere ZZS (zonder MTR waarde) of andere stoffen dan gemist worden. De verkenning baseert zich dus vooral op de informatie die wel beschikbaar was.

Ondanks dat er in de omgeving slechts twee meetpunten beschikbaar zijn, is er toch een aanzienlijke hoeveelheid gegevens verzameld over de bron-effectketen. De metingen van ZZS in het kader van de projectmetingen door de Omgevingsdienst zijn daarbij waardevol om inzicht te krijgen in de immissies en blootstelling. Opvallend is dat de

gemeten concentraties op verschillende locaties hoger zijn dan de berekende waarden. Nader onderzoek is wenselijk om de oorzaken van deze verschillen beter te begrijpen. Daarnaast is het waardevol om meer (p)ZZS te meten. De keuze voor de drie onderzochte stoffen is begrijpelijk, aangezien deze stoffen duidelijk naar voren kwamen in de gaschromatografie. Maar het uitbreiden van het meetprogramma kan in complexe situaties, zoals deze, belangrijke aanvullende inzichten opleveren.

Vanuit de meetpunten wordt een overkoepelend beeld verkregen van de luchtkwaliteit. Het is mogelijk om in te schatten voor welk deel van de blootstelling chemiecluster Chemelot verantwoordelijk is. Het is echter moeilijk te herleiden welke individuele bronnen verantwoordelijk zijn voor de gemeten concentraties.

Er is ook gekeken naar eventuele gezondheidsrisico's. De immissieconcentraties voor de individuele chemische stoffen, gemeten of berekend, tonen aan dat het maximaal toelaatbaar risico (MTR_{lucht}) niet wordt overschreden. Voor de drie stoffen die ODZL op locatie meetstation Vouershof heeft gemeten, wordt aangetoond dat voor de jaren 2018 tot en met 2021 en 2023 het risiconiveau behorend bij een MTR_{lucht} is overschreden, wanneer naar het mengselrisico wordt gekeken. Daarbij moet worden opgemerkt dat mogelijk niet alle ZZS worden meegenomen in het overzicht, omdat deze niet worden gerapporteerd in de ER en dat overige chemische stoffen als styreen en MTBE ook kunnen bijdragen aan het mengselrisico. Het is nog niet duidelijk wat dit betekent voor de gezondheidsrisico's in de woonkernen. Om risico's beter te kunnen duiden, zijn luchtconcentraties in de woonkernen nodig. Op dit moment, zijn er alleen berekende concentraties voor woonkernen, waarbij wordt opgemerkt dat het mogelijke onderschattingen zijn. Het risico op kanker wordt bepaald door de blootstelling die men heeft gehad. Daarbij is niet duidelijk wat de historische blootstellingen (van voor 2018) zijn geweest, om de huidige risico's te kunnen duiden.
Naast de risico's door de emissie van ZZS, spelen ook fijnstof en NO_2 een rol. De berekende bijdrage vanuit Chemelot lijkt beperkt. De bijdrage aan het risico op gezondheidseffecten in de omgeving vanuit fijnstof en NO_2 is niet geanalyseerd. Vervolgonderzoek zou zich kunnen toespitsen op het uitvoeren van metingen in de (randen van de) woonkernen, om een nauwkeuriger schatting te kunnen maken van gezondheidsrisico's door blootstelling via de lucht aan fijnstof, NO_2 en ZZS.

In zijn algemeenheid kan worden gesteld dat het waar mogelijk vervangen van ZZS in industriële processen, of het minimaliseren van de emissie van ZZS, een belangrijke bijdrage zal leveren in het reduceren van gezondheidsrisico's. Het regulier uitvoeren van metingen in de omgeving, zoals ODZL nu heeft uitgevoerd, geeft ook inzicht in de effecten van getroffen maatregelen. Daarmee is het zeer waardevol om zicht te houden op emissies en immissie.

5 Water

5.1 Inleiding – beschrijving situatie

Op het Chemelot-terrein wordt afval-, regen- en koelwater van zestig bedrijven/installaties verzameld en geloosd op de integrale afvalwaterzuiveringsinstallatie (IAZI) op de site van het bedrijf Circle Infra Partners, voorheen Sitech Services BV. Naast de verzameling van afvalwater op het terrein van Chemelot wordt ook het afvalwater verzameld van de fabrieken Cedo Recycling en Celanese Emulsions en verwerkt in deze IAZI. (Provincie Limburg, 2020). De IAZI verzamelt het afvalwater uit verschillende installaties, met het voordeel dat de totale instroom naar de waterzuivering stabieler en minder variabel is. De lozing vindt plaats op een zijtak van de Ur, die uiteindelijk uitmondt in de Maas. De lozing op de zijtak van de Ur is al langere tijd (meerdere decennia) vergund door het bevoegd gezag Waterschap Limburg. De huidige vergunning is verleend in 2020[23] en is uniek, omdat de stoffen (circa 630) los vergund en benoemd worden, in plaats van per stofgroep. Daarnaast wordt afvalwater ook afgevoerd als afval waar verwerking bij een afvalbedrijf plaatsvindt. De route van afvalverwerking leidt niet tot blootstelling in de omgeving en wordt buiten beschouwing gelaten in dit onderzoek.

De vergunning schrijft voor dat effluent van de IAZI geloosd mag worden op de zijtak van de Ur met een maximaal debiet van 5834 m^3/uur en een maximum van 124000 m^3/etmaal. De temperatuur van de afvalwaterstroom mag niet hoger zijn dan 32,9 °C en het effluent moet een pH-waarde hebben tussen 6,5 en 9. De lijst van stoffen in Bijlage 4 van de vergunning, is onderverdeeld in categorieën volgens de Algemene beoordelingsmethodiek (ABM). De lijst bestaat uit 83 (potentieel) zeer zorgwekkende stoffen (waterbezwaarlijkheid categorie Z), 246 niet snel water-afbreekbare stoffen (categorie A), 268 snel afbreekbare stoffen (categorie B) en 36 stoffen die van nature voorkomen in het lokale oppervlaktewater (categorie C). Daarnaast is nog een aantal componenten genoemd in voorschriften 12 en 13, namelijk chemisch zuurstofgebruik, biochemisch zuurstofverbruik, totaal-stikstof, totaal-fosfor en onopgeloste bestandsmiddelen. Ook voor PAK, EOX, AOX, sulfaat, chloride, cyanide en metalen (arseen, nikkel, zink, kwik en vanadium) zijn normen vastgesteld in voorschriften 14-17. Voor drinkwater-gerelateerde stoffen in het effluent zijn normen vastgelegd in voorschrift 18. Voor drie deelstromen vanuit de PVC-, ACN- en EPT-fabriek zijn normen vastgelegd in de voorschriften 20-22 voor respectievelijk de stoffen monovinylchloride, molybdeen en nikkel en vanadium.

De verleende vergunning houdt rekening met de wettelijke kaders, waaronder de Waterwet (doestellingen artikel 2.1), het Waterbesluit, de Waterregeling, de beleidsregels grote rivieren, de keur Waterschap Limburg 2019 en de Algemene wet bestuursrecht (Awb).

[23] Besluit Watervergunning, verleend te 15 december 2020 aan Sitech Services B.V., documentnummer 2020-D103173, geraadpleegd op https://www.waterschaplimburg.nl/actueel/achtergronden-nieuws/lozingsvergunning-chemelot-circle op 27-01-2025.

De vergunning, heeft als voordeel dat er één vergunning is voor de waterlozing van alle bedrijven op en rond de Chemelot-site en dat stoffen afzonderlijk in beeld gebracht zijn. In Bijlage 4 van de vergunning zijn alle stoffen per cas-nummer benoemd, in plaats van per stofgroep, zoals totaal N, totaal P, PAK, onopgeloste bestandsdelen. Deze manier van vergunnen maakt het overzichtelijker om de emissie en immissie in kaart te brengen. Hierdoor kan er in dit rapport op basis van de vergunning en de gebruikte ABM geprioriteerd worden op stofniveau. Deze manier van vergunnen op stofniveau kent ook een nadeel voor het huidige verkennend onderzoek en mogelijke vervolgonderzoeken en/of maatregelen, vanwege het grote aantal stoffen. Hierdoor moet er een selectie plaatsvinden voor de stoffen die onderzocht kunnen worden. Dit is nader toegelicht in sectie 2.5. Ook is de bron van sommige geloosde stoffen niet altijd gemakkelijk te traceren, wat belemmerend kan zijn voor gerichte stofspecifieke aanbevelingen. Waterschap Limburg geeft aan dat er een stamkaart per fabriek beschikbaar is en hiermee de bron van specifieke stoffen te identificeren valt.

Bron-ketenbenadering: focus op direct contact en drinkwater
Vanuit de bedrijven vindt er lozing plaats via de IAZI naar oppervlaktewater. Door de lozing komen de stoffen terecht in oppervlaktewateren waar recreatie kan plaatsvinden en vanwaaruit drinkwater gewonnen kan worden. Blootstelling door direct contact tijdens het zwemmen en door drinkwaterconsumptie zijn relevante routes. Vanuit gesprekken met het Waterschap Limburg blijkt dat er niet-commercieel gevist wordt voor consumptie in de wateren. Het consumeren van eigen vangst wordt door het voedingscentrum afgeraden, vanwege de vervuiling in de wateren, die zich ophopen in vissen, schaal- en schelpdieren. Een enkele keer een vis consumeren kan echter geen kwaad.[24] Ook wordt er, voor zover bekend, geen oppervlaktewater onttrokken voor agrarisch gebruik; wat ook wordt ontraden. Hierdoor is de blootstellingsroute van geloosde stoffen in oppervlaktewater via consumptie van vis of schaaldieren of via lokaal voedsel naar verwachting zeer beperkt. Dit hoofdstuk bespreekt de emissie en immissie van stoffen naar water en vergelijkt deze met normen en advieswaarden. Hoewel niet direct relevant voor blootstelling, gezien de beperkingen van het gebruik van water, geeft het wel aan of er indicaties zijn voor de noodzaak van de beperkingen. Met oog op mogelijke gezondheidsrisico's wordt alleen rekening gehouden met twee blootstellingsroutes, namelijk drinkwater en zwemmen.

5.2 Emissie

De emissie wordt door Circle weergegeven als de jaarvracht die geloosd wordt naar de IAZI, wat wordt doorvertaald naar waterconcentraties in het effluent. Op deze berekende of gemeten effluent waterconcentraties worden eventuele maatregelen getroffen wanneer bepaalde waarden worden overschreden (zie paragraaf 5.2).

[24] 'Kan ik veilig zelf gevangen vis en schaal- of schelpdieren eten?', geraadpleegd op https://www.voedingscentrum.nl/nl/service/vraag-en-antwoord/veilig-eten-en-e-nummers/kan-ik-veilig-zelfgevangen-vis-eten-.aspx, op 18 juni 2025.

Voor de verkenning is het niet mogelijk om alle stoffen uit Bijlage 4 van de vergunning te bespreken. De focus zal vooral liggen op stoffen die volgens de ABM vallen in de Z- en A-categorie. Daarnaast is een aantal stoffen naar voren gekomen dat vanuit historisch gebruik nog steeds zorgt voor nalevering van de stoffen via waterlozingen. Specifiek gaat het om AMPA, een afbraakproduct van een koelwater additief dat vroeger werd gebruikt en PFAS-verbindingen die eerder in blussystemen werden gebruikt. PFAS-blusschuim en bluswater moeten tegenwoordig apart worden afgevoerd (afvoer verloopt dus niet via lozingen naar water).

In de vergunning zijn voorschriften opgenomen voor de verlaging van de emissie van AMPA. Waar in 2020 nog 120 µg/L was vergund, is dit sinds 2023 slechts 10 µg/L. Deze verlaging van de emissie gedurende de looptijd van deze vergunning blijkt ook uit de gegevens van Circle, namelijk een jaarvracht van 323 kg/jaar gemiddeld over de periode 2020 tot en met 2023, wat omgerekend een geschatte waterconcentratie van 12,3 µg/L geeft in het effluent. Dit is niet enkel de jaarvracht in 2023 en is logischerwijs ook hoger dan de 10 µg/L die per 2023 was vergund, maar beduidend lager dan de 120 µg/L die in 2020 nog was vergund. Er is aangegeven dat het koelmiddel dat sinds 2023 uitgefaseerd is[25] nog wel aanwezig is in de leidingen.

Wat betreft de emissie van PFAS, zijn er elf PFAS-gerelateerde stoffen in Bijlage 4 van de vergunning opgenomen. De genoteerde alerteringswaarde[26] van deze stoffen liggen allemaal onder de 1 µg/L, behalve één stof, die is aangeduid alsfluorosurfactant. Deze stof is echter sinds 2020 volledig uitgefaseerd, aldus Circle. Verder zijn er nog emissies van microplastics. Volgens het Waterschap Limburg zijn de concentraties laag, maar doordat er veel water geloosd wordt is de totale hoeveelheid hoog. Er zijn twaalf stoffen in de vergunning gerelateerd aan plastics. Hierbij is echter niet de grootte van de deeltjes bekend, mogelijk zijn dit niet alle microplastics. Op dit moment is er nog geen NEN-norm voor het meten van microplastics. Wel werkt Circle aan het ontwikkelen van een methode om de microplastic-concentratie in het effluent te monitoren. En is er een schatting gemaakt van de totale jaarlijkse uitstoot aan microplastics, die een kleine fractie, 2 procent, is van het totaal aan geloosde microplactics in de Maas, maar nog steeds relevant blijft.[27]

De emissie van de stoffen in Bijlage 4 van de vergunning is niet enkel gebaseerd op metingen van de emissie. Het effluent van de IAZI wordt door zowel het Waterschap Limburg als door Circle Infra Partners gemeten. Echter van ongeveer 1/3 van de stoffen is er geen meetmethode beschikbaar. Voor deze stoffen wordt daarom gewerkt met een emissie op basis van berekeningen van de toestroom naar de IAZI en het verwachte verwijderingsrendement. Bij goed afbreekbare stoffen wordt uitgegaan van een rendement van 95 procent en voor

[25] Uit het interview met het Waterschap Limburg van 17-04-2025 en het interview met Circle Infra Partners van 08-04-2025.
[26] De alerteringswaarde is een effluentconcentratie per stof opgenomen in de watervergunning, Zie sectie 2.7.2 voor uitgebreidere uitleg.
[27] Uit het rapport Chemelot op weg naar minder microplastics, geraadpleegd op https://www.chemelot.nl/nieuws/chemelot-op-weg-naar-minder-microplastics op 22-05-2025.

slecht afbreekbare stoffen een verwijderingsrendement van 0 procent. Deze schatting van het rendement is tot nu toe conservatief gebleken voor stoffen waar in de tussentijd meetmethodes zijn ontwikkeld, aldus het Waterschap en Circle.[28] Dit is geen garantie dat het voor alle stoffen uit de vergunning een conservatieve inschatting is, aangezien dit sterk kan afhangen van de eigenschappen van de stof, zoals goed sorberend of juist mobiel.

Naast de emissie vanuit de IAZI van het chemiecluster, zitten sommige stoffen al in het water dat wordt ingenomen. Het influent van de IAZI is afkomstig uit fabrieken die water innemen uit het Julianakanaal en dit bevat al chemische stoffen. Watermonsters van het effluent van de IAZI kunnen deze stoffen nog steeds bevatten. Dit lijkt dus een vervuiling vanuit Chemelot, maar is mogelijk een al bestaande vervuiling van de Maas door bronnen stroomopwaarts. Een goed beeld van de concentraties in de Maas direct voor en na de lozing vanuit de IAZI zou kunnen helpen in te schatten wat de bijdrage is van de geloosde stoffen vanuit Chemelot op de waterkwaliteit stroomafwaarts.

5.2.1 Kennishiaten emissie

Dit type vergunning op stofniveau betekent dat er inzicht is in een groot aantal stoffen, dat geloosd wordt. Hierdoor, en voornamelijk omdat dit een nieuw type vergunning is, is er relatief veel kennisontwikkeling nodig. Zo is het gewenst om de emissie in kaart te brengen door (gevalideerde) analyse of meetmethodes, maar deze zijn er nog niet voor ongeveer 1/3 van de stoffen. Wanneer deze niet beschikbaar zijn, worden de concentraties geschat en dit is mogelijk minder accuraat. Bij de schatting worden aannames gedaan over de werking van de IAZI. Het is niet duidelijk of die aannames voor alle stofcategorieën gelden; mobiele stoffen zijn bijvoorbeeld lastig te verwijderen uit het water. Circle geeft aan dat ervoor gekozen is conservatief te zijn, waardoor in de vergunning een berekende ‘worst-case-scenario’ voor stoffen is verkregen, in plaats van een overzicht van de daadwerkelijke (gemeten) emissies. Meer kennis(deling) over de zuivering per stofcategorieën is echter wenselijk.

Er zijn voor deze verkenning drie verschillende gegevensbronnen voor de emissie verkregen. De eerste bron is Bijlage 4 van de vergunning zelf, met de alerteringswaarde per stof, die bepaald is op zowel analyses/metingen als op basis van de toestroom naar de IAZI en het berekende rendement van de zuivering. Als tweede bron heeft Circle voor de A- en Z-stoffen uit de vergunning een lijst aangeleverd met de jaarvracht-emissies, gemiddeld over de periode 2020 tot en met 2023, waarbij staat aangegeven of deze bepaald zijn door analyses of berekend zijn. Deze waarden verschillen regelmatig van de alerteringswaarden in de vergunning. En als laatste heeft het waterschap analyses aangeleverd over de losse voorschriften. Dit is echter voor de meeste gevallen niet op stofniveau, maar een optelsom, zoals totaal P-stoffen. Van een aantal stoffen betreft het deelstroommetingen van een fabriek, dus niet het totale effluent uit de IAZI. En slechts een beperkt aantal stoffen, namelijk arseen, nikkel,

[28] Uit het interview met het Waterschap Limburg van 17-04-2025 en het interview met Circle Infra Partners van 08-04-2025.

zink, kwik, vanadium, aluminium, pyrazool, AMPA en melamine, is in het effluent gemeten. Deze analyses met volume proportioneel etmaalmonsters zijn echter lastig te vergelijken met de gemiddelde jaarvrachtwaardes vanuit Circle. Het Waterschap geeft aan dat hetgeen het meet wel in overeenstemming is met wat door Circle gemeten wordt. Door beperkingen in het aantal geïncludeerde stoffen, de versnippering aan gegevens en verschillende meetmethoden, kan de emissie slechts beperkt geverifieerd worden. Er is dus geen gevalideerd volledig overzicht.

5.3 Immissie

Bijlage 4 van de vergunning bestaat uit 633 stoffen die geloosd mogen worden door de IAZI. Voor deze stoffen is een immissietoets uitgevoerd, volgens het handboek Immissietoets (ministerie van I&W, 2019). Wanneer er geen referentiewaarde (norm, toetswaarde, advieswaarde of alerteringswaarde) beschikbaar was, is de werkwijze gevolgd uit het hoofdstuk 2.1.4.6: 'wat als er géén norm beschikbaar is voor een te lozen stof'. De effluentconcentratie in water is vergeleken met een ecologische toetswaarde (MKN of gelijkwaardige norm, of een door Circle afgeleide waarde) en de drinkwaternorm. Bij overschrijding is gekeken naar de immissie; de effluentconcentratie wordt omgerekend naar immissieconcentratie met een verdunningsfactor van 22. In deze verkenning is geen actie ondernomen om te achterhalen of deze verdunningsfactor wetenschappelijk onderbouwd is.
De immissietoets houdt idealiter rekening met achtergrondwaardes in de Maas. Rijkswaterstaat meet niet voor alle stoffen in de vergunning de concentraties in de Maas. Dit komt door de omvang van het aantal stoffen en het feit dat er voor sommige stoffen geen meetmethodiek bestaat. Als er geen achtergrondwaarde bekend is, wordt er in de immissietoets vanuit gegaan dat deze 0 is. Kanttekening hierbij is dat concentraties in de Maas sterk kunnen fluctueren door weersomstandigheden. Bij regenval stroomopwaarts is er een sterkere verdunning, maar bij droogte lopen concentraties op (en is er dus een hogere achtergrondwaarde). Dit is vooral een zorg voor mogelijke acute effecten in het watermilieu. Voor de immissie wordt meestal gerekend met jaargemiddelden, die fluctuaties over het jaar uitmiddelen. In de immissietoets zijn deze effecten meegenomen bij de berekening van de verdunningsfactor. Voor het netto afvoer debiet van het ontvangende watersysteem wordt de waarde genomen die hoort bij de 90-percentiel lage afvoer (oftewel: 90% van de tijd is het debiet hoger).

Bij het verlenen van de vergunning werd nog niet voor alle stoffen voldaan aan de immissietoets. In interviews met het Waterschap en Circle is aangegeven dat inmiddels alle stoffen voldoen aan de immissietoets, of dat wijzigingsaanvragen zijn ingediend.[29] Bij deze wijzigingsvoorschriften betreft het stoffen waarvoor een nieuwe afgeleide indicatieve waarde nog gevalideerd moet worden, of dat gewacht moet worden op validatie van een beperkte reeks doelstofanalyses. Het RIVM heeft geen gegevens van de immissietoetsen ontvangen en heeft er geen zicht op of de stoffen in alle gevallen zouden voldoen aan de immissietoets.

[29] Uit het interview met het Waterschap Limburg van 17-04-2025 en het interview met Circle Infra Partners van 08-04-2025.

In deze verkenning zijn er geen (aanvullende) immissietoetsen uitgevoerd. Daarbij merken we op dat voor 81 stoffen, waarvan negen Z geclassificeerd en twaalf A, geen alerteringswaarde in de bijlage staat. Dit zijn met name metalen en metaalzouten, waarvan de stof uiteenvalt in ionen, of al een norm in de vergunning staat. Verder is van dertien stoffen geen ecologische toetswaarde bekend. Hiervan is 'biopolymeren' als enige geclassificeerd als Z-stof, waarschijnlijk door gebrek aan gegevens en verder zijn er zes A geclassificeerde stoffen. Daarnaast staat bij 24 stoffen aangegeven dat de ecologische toetswaarde niet van toepassing is. Hiertussen zitten geen Z-stoffen en acht A-stoffen en om die reden is niet verder onderzocht of die claim terecht is. Er zijn veel minder drinkwaternormen of drinkwaterrichtwaarden bekend en dus is bij 505 stoffen de signaleringsparameter gebruikt (tezamen genoemd als drinkwatertoetswaarde in dit rapport).

In dit rapport zijn de metingen en berekende waarden aangeleverd door Circle vergeleken met de drinkwatertoetswaarde en de ecologische toetswaarde, zoals vermeld in Bijlage 4 van de vergunning, rekening houdend met de verdunningsfactor. Er zijn 24 stoffen die een van deze waardes overschrijden, weergegeven in Tabel 5.1. Hierbij moet aangegeven worden dat voor enkel de Z- en A-geclassificeerde stoffen de waarden van Circle beschikbaar zijn. Er is dus niet gekeken of de snel-afbreekbare minder waterbezwaarlijke stoffen de normen overschrijden. De meeste van de onderstaande stoffen overschrijden de ecologische toetswaarde, die vermeld staat in Bijlage 4. Het wordt opgemerkt dat die toetswaarden zowel op humane als ecologische toxiciteit gebaseerd kunnen zijn en dat door Circle zelf voorgestelde toetswaarden in veel gevallen niet zijn geverifieerd door het RIVM (zie ook 2.7.2).

Tabel 5.1 Overzicht van de A- en Z-geclassificeerde stoffen, inclusief casnummer en ABM-indeling, die of de ecologische of de drinkwatertoetswaarde overschrijden. Hierbij is gebruikgemaakt van de effluent concentratie aangeleverd door Circle. Daarbij is aangegeven of de stof wordt gemeten (analyse:ja), of wordt berekend op basis van de toestroom naar de IAZI en het geschatte rendement van de IAZI.

Stofnaam	Cas-nummer	ABM indeling	Analyse
Kwik	7439-97-6	Z1	ja
Benzo(a)Pyrene	50-32-8	Z1	ja
1,3-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester*	137-89-3	Z2	ja
1,1-Bicyclohexyl	92-51-3	A1	ja
Eicosene	3452-07-1	A1	nee
Alcohol ethoxylaten	68951-67-7	A1	nee
Isododecaan (2,2,4,6,6-pentamethylheptaan)	30586-18-6	A1	nee
Alcoholen, C12-14, geethoxyleerd	68439-50-9	A1	nee
9-octadecenamide (Z-)	301-02-0	A1	nee

Stofnaam	Cas-nummer	ABM indeling	Analyse
Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester	70910-37-1	A1	nee
Fatty alcohol polyglycol ether	nb (008)	A1	nee
Glycerol tricaprylate	538-23-8	A1	nee
β-Sitosterol	83-46-5	A1	nee
Stigmastanol	83-45-4	A1	nee
Cholestan-3-ol, (3,5)-	80-97-7	A1	nee
Tetracosane	646-31-1	A1	nee
Trityl Tetrakis{penta-fluorophenyl)borate	136040-19-2	A1	nee
Tris(2,4-di-tert-butylphenyl) phosphate	95906-11-9	A1	nee
Etidronic acid (HEDP)	2809-21-4	A3	ja
Isopropyl palmitate	142-91-6	A3	nee
Squaleen	111-02-4	A4	nee
Glyceryl monostearate	123-94-4	A4	nee
Docosane	629-97-0	A4	nee
Polyvinylbutyral (PVB)**	63148-65-2	A4	nee

* Deze stof is vanaf 2020 niet meer gebruikt. De stof is in 2020 in een fingerprint-analyse van een fabriek aangetoond, daarna niet meer; staat op Annex III-lijst ECHA.
** Alle in de tabel benoemde stoffen overschrijden de ecologische toetswaarde. Enkel deze stof overschrijdt de drinkwatersignaalwaarde van 1 µg/L.

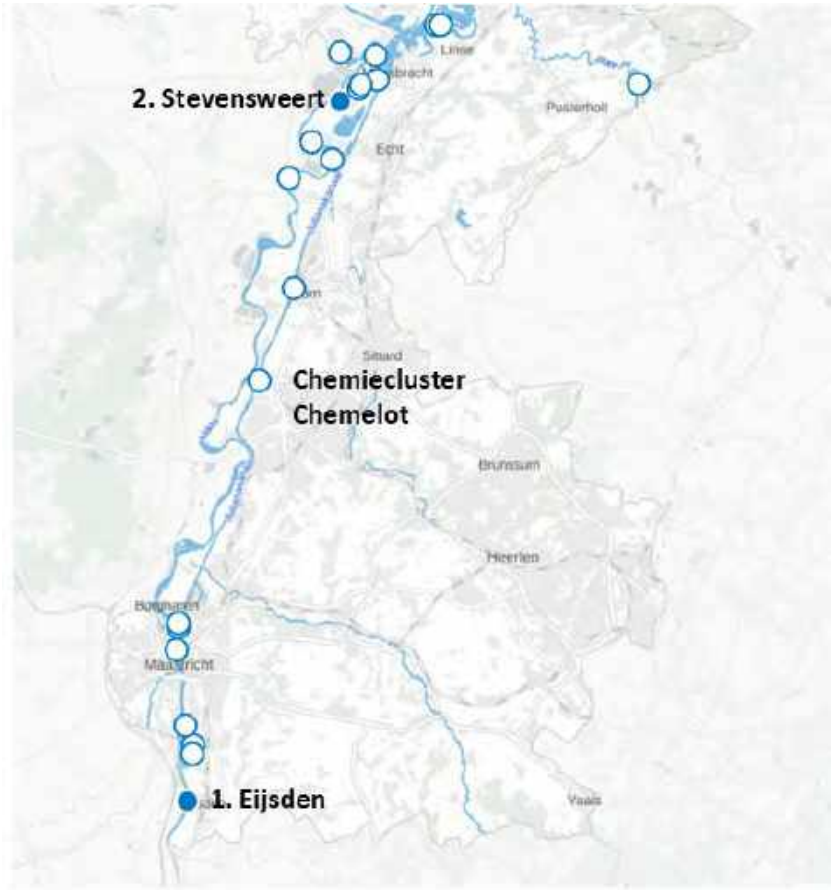
Om in te schatten of de overschrijding van de ecologische toetswaarde relevant is voor de humane gezondheid is, is er voor deze stoffen gekeken of er informatie beschikbaar is op de 'risico's van stoffen'-website van het RIVM. Waar mogelijk, is het brondocument van de normafleiding gescreend op een afleiding van een gezondheidskundige grenswaarde. Dit kunnen zowel waarden zijn die uitgaan van visconsumptie, of drinkwaterconsumptie. (Deze waarde is dan meestal al als drinkwaternorm opgenomen.) In het verleden is niet altijd humane gezondheid meegenomen in het vaststellen van een milieukwaliteitsnorm voor water. Dat maakt het lastig om uitsluitsel te geven over mogelijke gezondheidseffecten bij de mens. Van negentien van de stoffen uit de tabel is er geen informatie op de website beschikbaar, wat aangeeft dat er geen norm is voor deze stoffen. Hierdoor is het niet mogelijk binnen de verkenning om te achterhalen of er een gezondheidskundige zorg is.

Van de overige vijf stoffen is er wel informatie: Kwik staat op de lijst prioritaire stoffen in de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). Dit zijn stoffen die met voorrang moeten worden aangepakt, omdat ze een probleem vormen voor het watermilieu. Er is een JG-MKN vastgesteld op 0.00007 µg/L (zie Besluit kwaliteit leefomgeving, Bijlage III), maar deze waarde heeft betrekking op doorvergiftiging voor vogels en zoogdieren. Voor Alcoholen, C12-14, Geethoxyleerd, vermeldt de onderliggende rapportage een humaan MTR berekend van 3,5 ng/L, dat overschreden wordt met de huidige emissie. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze afleiding ruim twintig jaar oud is en niet is uitgevoerd volgens de nu geldende methodiek. Hetzelfde geldt voor het ecotoxicologische i-MTR

voor Etidronic acid (HEDP). Het RIVM heeft Waterschap Limburg in 2020 geadviseerd om een waarde van 350 µg/L te gebruiken als indicatieve drinkwaterrichtwaarde voor HEDP. Dit is hoger dan het beleidsmatig vastgestelde i-MTR. Wanneer er van deze waarde wordt uitgegaan, is er geen overschrijding. Benzo(a)pryeen behoort tot de polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) en is kankerverwekkend. De wettelijke waterkwaliteitsnorm is gebaseerd op humane visconsumptie. De overschrijding is, in algemene zin, dan ook relevant voor de humane toxiciteit. Als laatste is over squaleen informatie te vinden, namelijk een ad hoc MTR voor zoet oppervlaktewater van 2.24×10^{-8} µg/L. De achtergrond voor deze norm is echter niet bekend. Daardoor is het niet met zekerheid te zeggen of de norm is afgeleid voor humane gezondheidseffecten.

Bijdrage vanuit Chemelot
Van kwik en benzo(a)pyreen is een achtergrondwaarde in de Maas gemeten. Voor het bepalen van een achtergrondconcentratie is er in dit onderzoek gekeken naar twee meetpunten, namelijk Eijsden en Stevensweert. De concentraties van zowel kwik als benzo(a)pyreen zijn op beide meetpunten hoger dan de ecologische toetswaarde. De meetpunten Eijsden (1), voor de lozing vanuit Circle, en Stevenweert (2), na de lozing, zijn aangegeven op de kaart in Figuur 5.1. Tabel 5.2 laat zien dat de jaargemiddelde concentraties kwik en benzo(a)pyreen in Stevenweert ongeveer twee keer zo hoog zijn, dan in Eijsden. Er is echter niet uit te sluiten dat er tussen deze twee punten ook andere lozingen plaatsvinden. Daarom kan niet worden gezegd dat (enkel) Circle deze toename in de concentraties veroorzaakt. Circle meet ook de concentratie kwik in het effluent, weergegeven in Tabel 5.2. Deze concentratie is hoger dan de concentraties in de Maas. Wanneer rekening wordt gehouden met de verdunning van het effluent in de Maas, door de verdunningsfactor van 22 toe te passen, is de concentratie lager. Er is aan de hand van deze gegevens niet vast te stellen of en in welke mate de lozing vanuit de IAZI bijdraagt aan de verhoogde concentratie van kwik in de Maas bij Stevensweert. De concentratie benzo(a)pyreen wordt ook gemeten. Deze is lager in het effluent dan in de Maas, waarmee het onwaarschijnlijk is dat Circle significant bijdraagt aan de verhoogde concentratie van benzo(a)pyreen in de Maas bij Stevensweert.

Figuur 5.1 Kaart van meetpunten Rijkswaterstaat in de Maas rondom het Chemiecluster, met de punten Eijsden en Stevensweert erop aangegeven



Tabel 5.2 Jaargemiddelde concentraties van de stoffen kwik en benzo(a)pyreen in de Maas, gemeten door Rijkswaterstaat op de meetpunten Eijsden en Stevensweert. De gegevens zijn gemiddeld over de periode 01-01-2020 t/m 31-10-2023. Dit is gedaan om te kunnen vergelijken met de waarde van de effluent jaarvracht aangeleverd door Circle over de periode 2020 t/m oktober 2023, die omgerekend zijn van kg/jaar naar µg/L op basis van een debiet van 3000 m^3/h. Als laatste is de immissie weergegeven, waarbij de verdunningsfactor is toegepast.

Stofnaam	Cas-nummer	Eijsden (µg/L)	Stevens-weert (µg/L)	Effluent Circle (µg/L)	Immissie Circle (µg/L) (incl. VF)
Kwik	7439-97-6	0,00386	0,00572	0,01219	0,000554
Benzo(a) Pyrene	50-32-8	0,00555	0,01045	0,00394	0,000179

5.3.1 *Kennishiaten immissie*

De kennishiaten, zoals beschreven bij de emissie, werken door in de immissiegegevens. Daarbij komt dat stofconcentraties in waterlichamen stroomafwaarts van Eijsden ook door externe factoren zijn te beïnvloeden. Het is niet bekend of andere bedrijven stroomafwaarts van

Eijsden, maar nog stroomopwaarts van het meetpunt Stevensweert, dezelfde stoffen als Circle lozen naar het water. Dit maakt het lastig te beoordelen of de lozing vanuit Circle/Chemelot volledig verantwoordelijk is voor de concentraties aan gemeten stoffen in de Maas, of andere waterlichamen die in verbinding staan met de Maas. Circle is op dit moment de enige in Nederland met dit type vergunning op stofniveau. Wanneer dit type vergunning voor andere bedrijven ingevoerd zou worden, kan het duidelijker worden waar hoge concentraties stoffen vandaan komen en kunnen deze gerichter worden aangepakt.
Daarnaast worden bij de vergunning van Circle de immissieconcentraties voor de immissietoets berekend vanuit de effluentconcentratie met een standaard verdunningsfactor, volgens het handboek Immissietoets. In werkelijkheid echter varieert de concentratie in het water ook sterk door het debiet van de Maas, die afhankelijk is van regenval en/of droogte, dat voor een groot gedeelte is ondervangen bij de bepaling van de verdunningsfactor. Met name voor acuut toxische stoffen kan dit een zorg opleveren. De immissietoets voor water wordt uitgevoerd met toetswaarde voor oppervlaktewater en drinkwaterinname voor drinkwaterproductie. Een belangrijke hiaat is het ontbreken van indicatieve of vastgestelde waarden en normen voor vele stoffen in de vergunning. De kwaliteit en achtergrond van de meeste ecologische toetswaarden konden niet gecontroleerd worden. En in de verkenning is geen actie ondernomen om te achterhalen of de gebruikte toetswaarden zouden voldoen aan de normafleiding door het RIVM. In het verleden is er contact geweest tussen Circle en het RIVM over de kwaliteitstoets van gebruikte toetswaarden. Dat heeft echter niet geleid tot een werkbare situatie om tot afgeleide waarden en normen te komen voor deze hoeveelheid aan stoffen. Binnen de verkenning is daarom de evaluatie van de toetswaarde overschrijdingen beperkt uitgevoerd.

De evaluatie beperkte zich tot een korte screening van Z- en A-stoffen waarvoor een overschrijding is geconstateerd. Indien er informatie aanwezig was, is een uitspraak gedaan over gezondheidskundige relevantie. Voor negentien van deze stoffen is er geen normvaststelling beschikbaar, waardoor het niet mogelijk is binnen deze verkenning te achterhalen of er een gezondheidskundige zorg is. Of de overschrijding ook zal leiden tot een risico, hangt af van de blootstelling.
In geval van een vergelijking met de drinkwaternorm is zeker dat er wordt gekeken naar een humaan beschermdoel. Voor veel stoffen is er echter geen drinkwaternorm uit de KRW en wordt gebruikgemaakt van de signaleringswaarde voor drinkwaterproductie Deze waarde is relatief laag, met uitzondering voor genotoxisch carcinogene stoffen. Daarom is niet op voorhand bekend wat de gezondheidskundige betekenis is van een overschrijding van de signaleringswaarde.
Als laatste kennishiaat voor immissie naar water is de vraag hoe de emissie en immissie van microplastics moet worden beoordeeld. Het is bekend dat er microplastics worden geloosd, maar wat de betekenis hiervan is voor milieu en humane gezondheid is nog niet goed bekend.

5.4 Blootstelling

Er zijn meerdere routes bekend, waarbij mensen in aanraking kunnen komen met stoffen in het water, namelijk: drinkwater, zwemmen, consumptie van vis, schelp- en schaaldieren, en besproeiing van

gewassen die men vervolgens consumeert. Circle loost op de zijtak van de Ur vlak bij de uitmonding in de Maas. Er wordt geen water gewonnen uit de zijtak-Ur voor drinkwater, noch water onttrokken voor besproeiing van gewassen. Omdat de zijtak van de Ur gedeeltelijk is omsluisd, wordt daar volgens het waterschap niet gevist. Ook zwemmen is daar niet mogelijk. Bijvoorbeeld kwik en benzo[a]pyreen komen vooral bij de mens via visconsumptie en/of voeding. Deze routes lijken niet heel aannemelijk in de omgeving van Chemelot.

De zijtak-Ur mondt uit in de Maas. Er zijn twee drinkwaterinnamepunten aan de Maas stroomafwaarts van de lozing van Chemelot; bij Roosteren-Susteren en bij Heel. Waterwinpunt Roosteren-Susteren ligt ongeveer 15 km stroomafwaarts van Chemelot. Hier vindt waterwinning via oeverinfiltratie plaats, maar dit water wordt slechts in kleine mate toegevoegd aan het grondwater dat in Susteren wordt gewonnen. Ongeveer 10 km verder stroomafwaarts, bij waterwinpunt Heel, wordt water gewonnen uit een bekken (De Lange Vlieter), dat wordt gevuld met Maaswater. Het drinkwaterbedrijf WML levert drinkwater aan de omliggende gemeenten van Chemelot, Beek, Sittard-Geleen en Stein. WML geeft aan dat het drinkwater dat aan deze gemeenten wordt geleverd, voornamelijk afkomstig is uit het innamepunt IJzeren Kuilen en Susteren.[30] IJzeren Kuilen ligt in het Mergelland en Susteren is een pompwaterstation (grondwaterwinning). Daarmee hebben deze punten niet te maken met water uit de Maas. Het water uit het punt Susteren wordt voor slechts een heel klein gedeelte aangelengd met zowel grondwater als oeverwater uit Roosteren. Dit laatste oeverwater staat wel in contact met de Maas en ligt stroomafwaarts van de Circle-lozing. Maar het aandeel dat hiervan terechtkomt in het drinkwater van omwonenden van Chemelot is klein. Er kan dus mogelijk een zeer kleine blootstelling zijn aan de stoffen van de lozing van de IAZI op de Maas voor omwonenden. WML benadrukt dat al het drinkwater voldoet aan de drinkwaternormen en niet schadelijk is voor de gezondheid. De normen voor inname van drinkwater zijn streng. Er geldt een stofspecifieke drinkwaternorm of drinkwaterrichtwaarde, of de standaard signaleringswaarde van 1 µg/L, als er geen stofspecifieke waarde bekend is.

Bij de IAZI vindt een chemische screening plaats van het effluent water (voorschrift 27 in de vergunning). Zo worden apolaire stoffen en niet-vluchtige stoffen een keer per kwartaal gemonitord en vluchtige, matig tot polaire en polaire stoffen een keer per week. Wanneer een onbekende stof wordt gevonden in de lozing, voorschrift 29, wordt deze gemeld bij het waterschap. Deze moet vervolgens binnen een jaar geïdentificeerd zijn. De lozing moet dan gestopt zijn, of er moet een wijziging van de vergunning zijn aangevraagd.
Aanvullend gebruiken Circle en WML een mosselmonitor om de waterkwaliteit te beoordelen. Volgens voorschrift 28 van de vergunning maakt Circle ook gebruik van een bio-assay; de mosselmonitor. Deze mosselmonitor detecteert als het ware de waterkwaliteit, doordat mosselen hun schelp sluiten op het moment dat het water te veel vervuild is. Bij een bepaalde mate en frequentie van schelpsluitingen wordt een drempel overschreden, die aangeeft dat de IAZI onvoldoende

[30] Uit het gesprek met drinkwaterbedrijf WML op 31-07-2025.

functioneert, waarna er contact kan worden opgenomen met het drinkwaterbedrijf. Het drinkwaterbedrijf WML gebruikt ook een mosselmonitor. Het is echter onduidelijk in hoeverre de resultaten van de mosselmonitor gebruikt kunnen worden als indicator voor de blootstelling van stoffen bij de mens.

Zwemmen in de Maas is zeer gevaarlijk vanwege sterke stromingen, temperatuurschommelingen en scheepsvaart. Daarom is zwemmen ook verboden in grote delen van de Maas (Rijkswaterstaat, z.d.). Er zijn mogelijk wel zwemwaterplassen die direct in verbinding staan met de Maas. Het waterschap controleert deze op biologische vervuilingen, maar niet op chemische stoffen. Daarmee is niet volledig in beeld of en welke chemisch schadelijke stoffen er in het zwemwater aanwezig kunnen zijn. Rijkswaterstaat voert in de Maas metingen uit voor een groot aantal chemische stoffen. De lozingsvergunning van Circle bevat echter meer dan 600 stoffen, waarvan niet voor alle stoffen meetmethodes bestaan. Deze worden dus niet allemaal gemeten door RWS. Het is aannemelijk dat de gemeten concentraties in de Maas ook in de zwemwateren aanwezig zijn.
Concluderend kan blootstelling aan oppervlaktewater plaatsvinden door drinkwaterconsumptie, ook al zal de bijdrage vanuit de Maas beperkt zijn, en zwemmen in toegewezen zwemlocaties in de regio. Het zwemmen is vooral seizoensgebonden. Blootstelling via visconsumptie of besproeiing van gewassen is niet aannemelijk.

5.4.1 Kennishiaten blootstelling

De daadwerkelijke blootstelling van omwonenden van Chemelot door contact met vervuild water uit de Maas in relatie tot de lozingen vanuit de IAZI is niet bekend. In feite wordt verondersteld dat de normen ertoe moeten leiden dat wanneer concentraties beneden de norm blijven, mogelijke blootstelling via zwemwater, schelp- en schaaldier en visconsumptie, drinkwaterconsumptie of ander gebruik van oppervlaktewater niet zal leiden tot (onacceptabele) gezondheidskundige effecten. Hierbij wordt opgemerkt dat de kennishiaten beschreven onder immissie ook hier een rol spelen.

Door dit type vergunning is het inzicht verbeterd in welke stoffen er worden geloosd. Ook is er in de vergunning meer aandacht besteed aan relevante stoffen voor de drinkwaterkwaliteit. Zo is de uitstoot van AMPA en Melamine succesvol gereduceerd. Chemelot is echter de enige in Nederland met dit type vergunning op stofniveau en daardoor blijft het inzicht in het totaal van stoffen in de Maas beperkt. Bij het verlenen van een lozingsvergunning wordt er getoetst op de waterkwaliteitsnormen, de immissietoets en op de vraag of de lozing onaanvaardbare verslechtering van het oppervlaktewater veroorzaakt. Er wordt hierbij over het algemeen in Nederland en het buitenland geen rekening gehouden of de stoffen gezuiverd kunnen worden in de huidige installaties binnen drinkwaterbedrijven.[31] Dit is een aparte verantwoordelijkheid van drinkwaterbedrijven binnen hun wettelijke opdracht en geen onderdeel van de reguliere milieutoets. In deze vergunning van Chemelot is er wel rekening gehouden met het drinkwater en is er contact geweest met WML, Evides en Dunea. Voor

[31] Uit het gesprek met drinkwaterbedrijf WML op 31-07-2025.

lang niet alle 633 stoffen die Circle loost, kunnen de gezondheidskundige effecten in kaart worden gebracht. Daarom ontbreekt inzicht of het mogelijk is om deze stoffen kosteneffectief te verwijderen uit het innamewater, terwijl dit van belang is voor een duurzame drinkwatervoorziening. Een belangrijke observatie is dat stoffen die persistent en mobiel zijn doorgaans moeilijk uit drinkwater worden gezuiverd. De chemische stoffen die drinkwaterbedrijf WML meet, zitten doorgaans onder de detectielimiet of onder de norm, waardoor de drinkwaterkwaliteit voldoet aan de geldende normen. (bron: WML-waterkwaliteitskaarten per locatie).

De normen voor drinkwater zijn streng en drinkwaterbedrijven controleren zowel het ingenomen water voor de productie als het drinkwater zelf. Waar mogelijk voeren zij aanvullende waterzuiveringen uit, of schorten zij tijdelijk drinkwaterwinning op als er signalen voor vervuiling zijn, bijvoorbeeld uit de mosselmonitor. De zuivering van de drinkwaterbedrijven is anders (meer op filtering en bezinking gebaseerd), dan de zuivering die in de IAZI (met name biologisch) plaatsvindt. Chemelot is verplicht om te hoge effluentconcentratie te melden bij het drinkwaterbedrijf als die verhoging kan leiden tot een verslechtering van de drinkwaterkwaliteit. Deze communicatie verloopt volgens beide partijen goed. Hierdoor is er sneller handelen mogelijk en kunnen de juiste maatregelen snel worden getroffen. Het drinkwaterbedrijf meet zelf ook de waterkwaliteit voor een aanzienlijk aantal stoffen (meer dan 300 stoffen). Er is echter een belangrijke kennishiaat in wat er uiteindelijk qua chemische stoffen in drinkwater zit en of drinkwaterbedrijven in staat zijn om alle vervuilingen te zuiveren. Blootstelling via zwemwater verdient wat meer aandacht, omdat deze blootstelling aannemelijk is gedurende het recreatie-seizoen en er is geen zicht op de chemische waterkwaliteit in die zwemplassen. Zwemwaterkwaliteit richt zich meestal op bacteriën en algengroei, hoewel recentelijk er meer aandacht komt voor bijvoorbeeld PFAS.

5.5 Gezondheidsrisico’s

Gezondheidsrisico’s kunnen op dit moment niet kwantitatief bepaald worden. Hiertoe ontbreken gegevens over de daadwerkelijke blootstelling via drinkwater of gedurende recreatie in de zwemplassen. Voor drinkwater gelden strenge eisen en is er controle via normen of richtwaarden op drinkwaterinname punten (KRW) alsook voor kraanwater. Wanneer chemische stoffen in oppervlaktewater voldoen aan de KRW, mag ook worden aangenomen dat zwemmen in oppervlaktewater zonder gezondheidsrisico’s is. De blootstelling zal lager zijn dan waterconsumptie. Daarnaast is er voornamelijk blootstelling tijdens het recreatieseizoen en niet dagelijks gedurende het jaar.
In kwalitatieve zin zijn er aandachtspunten voor mogelijke gezondheidsrisico’s. Dit heeft ten eerste te maken met het grote aantal stoffen dat geloosd wordt op het water en de mogelijke cumulatie-effecten. In 2023 heeft het RIVM in het kader van het Impulsprogramma Chemische Stoffen onderzoek gedaan naar het meenemen van cumulatie-effecten in de vergunningverlening; waaronder naar een methodiek voor het compartiment water (RIVM-briefrapport 2023-0411) (zie paragraaf 5.5.1). Daarnaast hebben deze stoffen lage ecologische toetswaarden, waarbij het niet bekend is hoe relevant dat is voor

gezondheidskundige effecten. Voor veel stoffen zijn er ook geen (vastgestelde) drinkwaternormen.

Onder de geloosde stoffen bevinden zich naast ZZS ook stoffen die persistent zijn en mobiel zijn. Persistente, mobiele en toxische stoffen (PMT) en zeer persistente en zeer mobiele (vPvM) stoffen zijn op dit moment nog geen ZZS, maar dit verandert mogelijk in de komende jaren. Deze stoffen (waaronder bijvoorbeeld melamine) zijn doorgaans moeilijk te verwijderen uit het water en kunnen via het drinkwater bij de mens terechtkomen. De PFAS-verbindingen zijn recent als ZZS geclassificeerd, waar dit bij het vergunnen nog niet het geval was. Over PFAS geeft het WML op zijn website aan dat de gehaltes van PFAS in het drinkwater erg laag zijn (in nanogram per liter), maar dat deze waarden alsnog de meest recente advieswaarde van het RIVM kunnen overschrijden. Overigens merkt WML op dat het drinkwater veilig is voor consumptie.
Het moet benadrukt worden dat niet alleen Chemelot verantwoordelijk is voor de waterkwaliteit van de Maas door de waterlozing van PFAS. Ook huishoudens vormen een belangrijke bron van bijvoorbeeld PFAS of andere stoffen en industrie stroomopwaarts hebben ook een belangrijke bijdrage.

Toch is het een algemeen aandachtspunt dat de waterkwaliteit van oppervlaktewateren in Nederland sterk onder druk staat. Aangezien dat oppervlaktewater, zoals de Maas, wordt gebruikt voor drinkwaterwinning, is dat ook een (blijvend) aandachtspunt voor de volksgezondheid.

Voor veel stoffen, waaronder ook voor microplastics, is geen MKN afgeleid (of een voorloper van de MKN). Het proces tot afleiding van een MKN vereist zorgvuldigheid vanwege de consequenties die eraan worden verbonden. Hierdoor kan de doorlooptijd van het afleiden van een MKN oplopen. Dit belemmert in praktijk de beoordeling van de geloosde stoffen. Een laatste aandachtspunt is dat de gevolgen voor de volksgezondheid van microplastics op dit moment nog niet goed bekend zijn.

Van de 633 stoffen zijn er 83 geclassificeerd als ZZS of potentieel ZZS. Ook zijn er 246 niet snel afbreekbare stoffen. Voor 111 van deze stoffen is er geen ecologische toetswaarde (bij 81 stoffen staat er n.v.t. en bij 13 wordt aangegeven dat er een econorm-afleiding moet plaatsvinden. 505 hebben de drinkwatersignaalwaarde van 1 µg/L en 77 hebben geen drinkwatersignaalwaarde (n.v.t. wordt aangegeven). Dit bemoeilijkt het inschatten van de gezondheidseffecten van een bepaalde concentratie van een stof. De normafleiding, zowel MKN als een drinkwaterrichtwaarde, is gewenst, maar dit stelsel is niet ingericht op dit type vergunning met honderden losse stoffen gespecificeerd. Zeker met het oog op het toepassen van dit type vergunningen in de toekomst bij meerdere bedrijven is het stelsel voor de normafleiding een aandachtspunt.

5.5.1 Cumulatie

In 2023 heeft het RIVM onderzoek gedaan naar het meenemen van cumulatie-effecten in de vergunningverlening; waaronder naar een

methodiek voor het compartiment water (RIVM-briefrapport 2023-0411). Eén van de cases (casus 2) betrof het oppervlaktewater nabij het industriecomplex Chemelot. Het cumulatie-onderzoek richtte zich op verschillende zones, te weten achtergrond (stroomopwaarts), effluent, rand mengzone en in het waterlichaam (de Maas stroomafwaarts). Uit de casus blijkt dat een aantal stoffen al bij de toetsing van achtergrondwaardes niet voldoet aan de gezondheidskundige waarden (de Hazard-quotiënt van individuele stoffen is groter dan 1). Wanneer de HI-methode (voor nadere uitleg zie paragraaf 2.7.3) wordt toegepast op het gehele mengsel dan komt de HI-waarde ruim boven de 1 uit. De HI-waarden zijn het hoogst voor de rand mengzone en effluent wat ook te verwachten is. Het waterlichaam geeft slechts een kleine verhoging van de HI-waarde ten opzichte van de achtergrond. Opvallend is dat percentueel gezien kwik verreweg de grootste bijdrage levert aan de HI-waarde voor alle zones en dat vrije cyanide, HEDP en vanadium nog enigszins iets bijdragen aan de som HI. Volgens de vergunning worden kwik en de andere stoffen ook geloosd vanuit Chemelot.

Hoewel de HI ruim boven de 1 uitkomt, is het niet geheel duidelijk in hoeverre er een gezondheidskundig risico is. De HI-methode is toegepast op de JG-MKN, waar visconsumptie of direct contact via zwemwater impliciet wel is meegenomen. Blootstelling via drinkwater is echter buiten beschouwing gelaten in deze aanpak (het is niet bekend of dat tot hogere schattingen van het risico zou geven). Hoewel de betekenis voor gezondheidskundige effecten onzeker is, is van kwik wel bekend dat het zowel schadelijk is voor het milieu en de volksgezondheid bij de gebruikte norm in de berekeningen. De conservatieve tier 0-benadering laat dus zien dat risico’s voor mens en milieu niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Hierbij zijn alle stoffen en hun HQ’s gesommeerd, ongeacht werkingsmechanisme. Een verfijningsstap (tier 1), waarin wordt gekeken of de stoffen effect hebben op dezelfde organen (bijvoorbeeld de longen of nieren), is echter nog niet uitgevoerd. Ook is er geen verdiepend onderzoek gedaan naar de relevante blootstellingsroutes per stof om op die wijze een duidelijkere aanwijzing te verkrijgen voor mogelijke gezondheidsrisico’s. Van kwik is bekend dat de risico’s in grote mate samenhangen met bioaccumulatie, wat leidt tot doorvergiftiging in de voedselketen. Visconsumptie is daarbij een belangrijke blootstellingsroute van kwik voor de mens. Voor gezondheidsrisico’s in de omgeving van Chemelot zijn drinkwater en zwemwater het meest relevant, maar kan er op basis van de uitgevoerde studie geen uitspraak gedaan worden over gezondheidsrisico’s van cumulatie-effecten via het compartiment water.

RIVM-onderzoek bevat een verfijning van een schatting van het mengselrisico voor milieueffecten waar de msPAF is toegepast (Hof et al., 2024; KN-2024-0041). Dit is voor de verkenning buiten beschouwing gelaten, omdat deze methode alleen ecotoxicologische effecten beschouwd.

5.6 Deelconclusies water

Verwijderingsrendement IAZI
Circle Infra Partners heeft sinds 2020 een vergunning om op stofniveau (633 stoffen) op de zijtak-Ur te lozen. Voor ongeveer 1/3 van deze stoffen ontbreken meetmethodes. Daarom is de vergunning gebaseerd op zowel gemeten concentraties in het effluent als berekende concentraties op basis van de toestroom naar de IAZI en een 'standaard' verwacht verwijderingsrendement (0% of 95%) van de IAZI. Het is onduidelijk of de aannames van de werking van de IAZI voor alle stofcategorieën gelden. Voor mobiele stoffen is bekend dat ze lastig uit water te verwijderen zijn. Er is hierdoor geen gevalideerd overzicht van de feitelijke lozingen. Om beter inzicht te krijgen op de emissies vanuit de IAZI is het ontwikkelen van gestandaardiseerde meetmethodes gewenst.

Beperkingen vanuit opzet vergunning en normstelsel
Voor het merendeel van de stoffen in de vergunning is geen drinkwaternorm bekend en wordt de signaleringswaarde van 1 µg/L gehanteerd. Daarnaast ontbreekt bij veel stoffen, waaronder microplastics, een indicatieve of vastgestelde norm en wordt een door Circle afgeleide ecologische toetswaarde gehanteerd. De kwaliteit en de achtergrond van de meeste ecologische toetswaarden konden niet gecontroleerd worden. En in de verkenning is geen actie ondernomen om te onderzoeken of de gebruikte toetswaarden zouden voldoen aan de normafleiding door het RIVM.

Bijdrage vanuit Chemelot
Op dit moment is het niet goed mogelijk om de bijdrage vanuit Chemelot aan de concentraties van stoffen in de Maas te bepalen. Niet alle door Circle geloosde stoffen worden namelijk gemeten door Rijkswaterstaat. Daarnaast is Circle het enige bedrijf in Nederland met dit type vergunning op stofniveau. Daardoor is niet goed te bepalen waar hoge concentraties van stoffen vandaan komen.

Wat betekent de lozing voor blootstelling en gezondheid van omwonenden?
In deze verkenning is de evaluatie beperkt tot een korte screening naar overschrijding van de drinkwatertoetswaarden en/of ecologische toetswaarden van de Z- en A- geclassificeerde stoffen uit de vergunning. Van 19 van de in totaal 24 stoffen die een van deze toetswaarden overschrijden, is geen verdere informatie bekend over de normvaststelling voor deze stoffen. Hierdoor is het binnen deze verkenning niet mogelijk om te achterhalen of er een gezondheidskundige zorg is. Van de overige vijf stoffen zijn kwik en benzo(a)pyreen het meest relevant vanwege humane toxiciteit, maar relevante blootstellingroutes (via visconsumptie of voeding) zijn niet heel aannemelijk in de omgeving van Chemelot. De blootstellingsroutes die wel aannemelijker zijn, zijn het zwemmen in de Maas en via drinkwater. Het wordt aangenomen dat wanneer aan de drinkwaterrichtwaarde wordt voldaan, er ook veilig gezwommen kan worden.

Algemene aandachtspunten en kennishiaten
Gezondheidsrisico's kunnen op dit moment niet kwantitatief bepaald worden, omdat informatie ontbreekt op het gebied van blootstelling en humane toxiciteit van de stoffen. Het totaalbeeld is dus beperkt. Daarnaast is het door de verscheidenheid aan stoffen relevant om mengseltoxiciteit te onderzoeken, met daarbij de verdieping, gericht op humane toxiciteit en mogelijke risico's. Onder de geloosde stoffen bevinden zich stoffen die persistent zijn en bioaccumulerend, danwel mobiel zijn. Deze stoffen (waaronder bijvoorbeeld PFAS-verbindingen en melamine) zijn doorgaans moeilijk te verwijderen uit het water en kunnen via het drinkwater of visconsumptie en doorvergiftiging bij de mens terechtkomen. Een algemeen aandachtspunt voor de volksgezondheid is de oppervlaktewaterkwaliteit van de Maas. Er zijn al hoge concentraties, soms normoverschrijdend, van sommige stoffen in de Maas gemeten, voordat de lozing vanuit Chemelot plaatsvindt.

6 Bodem

Dit hoofdstuk beschrijft in hoeverre de bron-effectketen van aanwezige bodemverontreinigingen op en rond het Chemelot-terrein in kaart zijn gebracht. Daarvoor gaat het eerst in op de wijze waarop gegevens over bodemverontreiniging zijn verzameld en hoe bodemverontreinigingen zijn gemonitord. Vervolgens wordt gekeken naar de mogelijkheden en beperkingen van deze gegevens voor het beoordelen van de impact van deze bodemverontreiniging op de gezondheid van omwonenden. Daarna wordt ingegaan op de bronnen van bodemverontreiniging en de emissie en immissie van stoffen. Op basis van de verzamelde gegevens is beschouwd of, en zo ja, welke aandachtspunten voor de gezondheid uit de bestaande gegevens naar voren komen. En welke aanvullende onderzoeken en maatregelen potentieel kunnen bijdragen aan het inzichtelijk maken en beperken van mogelijke effecten van de bodemverontreiniging op chemiecluster Chemelot op de gezondheid van omwonenden.

6.1 Gegevensverzameling en monitoring bodem

Monitoring van de bodem op het Chemelot-terrein vindt plaats sinds de inwerkingtreding van de Wet bodembescherming (Wbb). Tussen 1987 en 2000 is er volgens de Provincie Limburg (hier optredend als bevoegd gezag) een grote hoeveelheid gegevens verzameld. In 1996–2000 is gewerkt aan saneringsplannen voor enkele bronlocaties, een beheersplan voor de leeflaag en grondstromen, een integraal monitoringsplan grondwater en een nazorgplan (Provincie Limburg, 2024). Deze plannen zijn tussen 2000 en 2020 uitgevoerd (zie tijdsvenster ‘Duurzaam bodembeheer Chemelot’ (Provincie Limburg, 2024)).

Op 21 juni 2022 is het geactualiseerde saneringsplan ‘Duurzaam bodembeheer Chemelot (DBC)’ geaccepteerd door Gedeputeerde Staten (Provincie Limburg, 2022). Het saneringsplan is opgesteld in opdracht van Chemelot en omvat drie fasen, waaraan acties gekoppeld zijn. Daarnaast zijn algemene acties opgenomen, onafhankelijk van de fase. Deze algemene acties zijn gericht op teaminrichting, periodieke rapportage, het uitvoeren van monitoringsactiviteiten en het treffen van bronmaatregelen (aanpak van vervuilingen op bronniveau) (Arcadis, 2021d; Provincie Limburg, 2024). De drie fasen betreffen globaal:

- Fase 1 – ‘Operationaliseren van de aanpak op gebiedsniveau’. Deze fase is afgerond en liep van 2022 tot 2024. In deze fase stonden nadere bodemonderzoeken, de aanleg van grondwatermeetnetten en de uitvoer van lopende saneringen centraal. Provincie Limburg gaf mondeling aan dat alle geplande acties (zie DBC §9.2.3) zijn uitgevoerd.
- Fase 2 – ‘Operationele aanpak op gebiedsniveau en bronnen, eerste cyclus’. De uitvoering van deze fase loopt van 2024 t/m 2027. Deze fase betreft het afronden van enkele bronsaneringen (de zogenoemde ‘Scherff’-saneringen) en het uitvoeren van de volgende monitoringsronde van vier jaar. Deze fase staat in het teken van evaluatie en herijking van DBC, gericht op soorten en

frequentie van monitoring (meetnetten) en stoffen. De voorbereiding van een volgende versie van DBC start.
- Fase 3 – 'Operationele aanpak op gebiedsniveau en bronnen, tweede cyclus'. De laatste fase loopt van 2028 t/m 2031. In deze fase worden voorgaande activiteiten ('Scherff'-saneringen, pluimmonitoring) voortgezet. Het momenteel geldende advies "ontraden van lokaal gebruik van grondwater (beregening en irrigatie)" wordt dan herbeoordeeld (Witteveen+Bos, 2021)). Ook is een brede evaluatie DBC ingepland. Een uitgebreider overzicht van de specifieke acties is opgenomen in paragraaf 9.2 (pagina 80) van het DBC (Arcadis, 2021d).

6.1.1 Monitoring Chemelot

Voor de monitoring van grondwaterverontreinigingen is een signaleringssysteem aan de terreingrens opgezet, dat zowel bekende grondwaterverontreinigingen als nieuwe of opkomende stoffen kan detecteren. Dit monitoringsnet bedekt het gehele terrein, en loopt door tot aan de Maas (zie paragraaf 6.2 voor een uitgebreidere uitleg). Chemelot verzamelt informatie over bodem in hun eigen bodeminformatiesysteem BOSANIS. Deze database bevat bodemdata die zijn verzameld sinds 1996. Deze database beschrijft de grond- en grondwaterkwaliteit ter plaatse en stroomafwaarts van de Chemelot-site en bevat informatie over aanwezige (historische) verontreinigingen (DBC paragraaf 2.1) (Arcadis, 2021d).

Data over verontreinigingen in het grondwater worden verzameld via het monitoringsnet. Het monitoringsnet van Chemelot is uitgebreid en bestaat uit ongeveer vierhonderd filters (RoyalHaskoningDHV, 2021a). Zowel op de site als om de site heen, staan meerdere peilbuizen op verschillende diepten in het eerste watervoerende pakket. De maaiveldhoogte (34–70 m NAP) en diepte van de boringen (1–45 m) varieert. Dit netwerk aan peilbuizen brengt de grondwaterverontreinigingen in kaart. De hoogste dichtheid aan peilbuizen bevindt zich op de site zelf.[32]

Ook zijn de stijghoogtes in het grondwaterpeil (~35–65 m NAP), en daarmee de potentiële grondwaterstroming, in kaart gebracht (RoyalHaskoningDHV, 2021a). Chemelot geeft aan de gebiedsgerichte aanpak te baseren op een conceptueel site-model, dat bestaat uit het systeemgebied, de grondwaterstromingspatronen en een dwarsdoorsnede van de locatie 6.2 Arcadis, 2021d; hoofdstuk 4 RoyalHaskoningDHV, 2021d).

Het systeemgebied bestaat uit bedrijfsterrein Chemelot, een signaleringszone van peilbuizen en een benedenstroomse zone: de pluimzone. De signaleringszone is een zone van ongeveer 500 meter breed stroomafwaarts van het Chemelot-terrein. Hierna volgt de pluimzone. Dit is de zone waarin verontreinigingen in het grondwater zijn gemeten die het gevolg zijn van de bodemverontreiniging. De

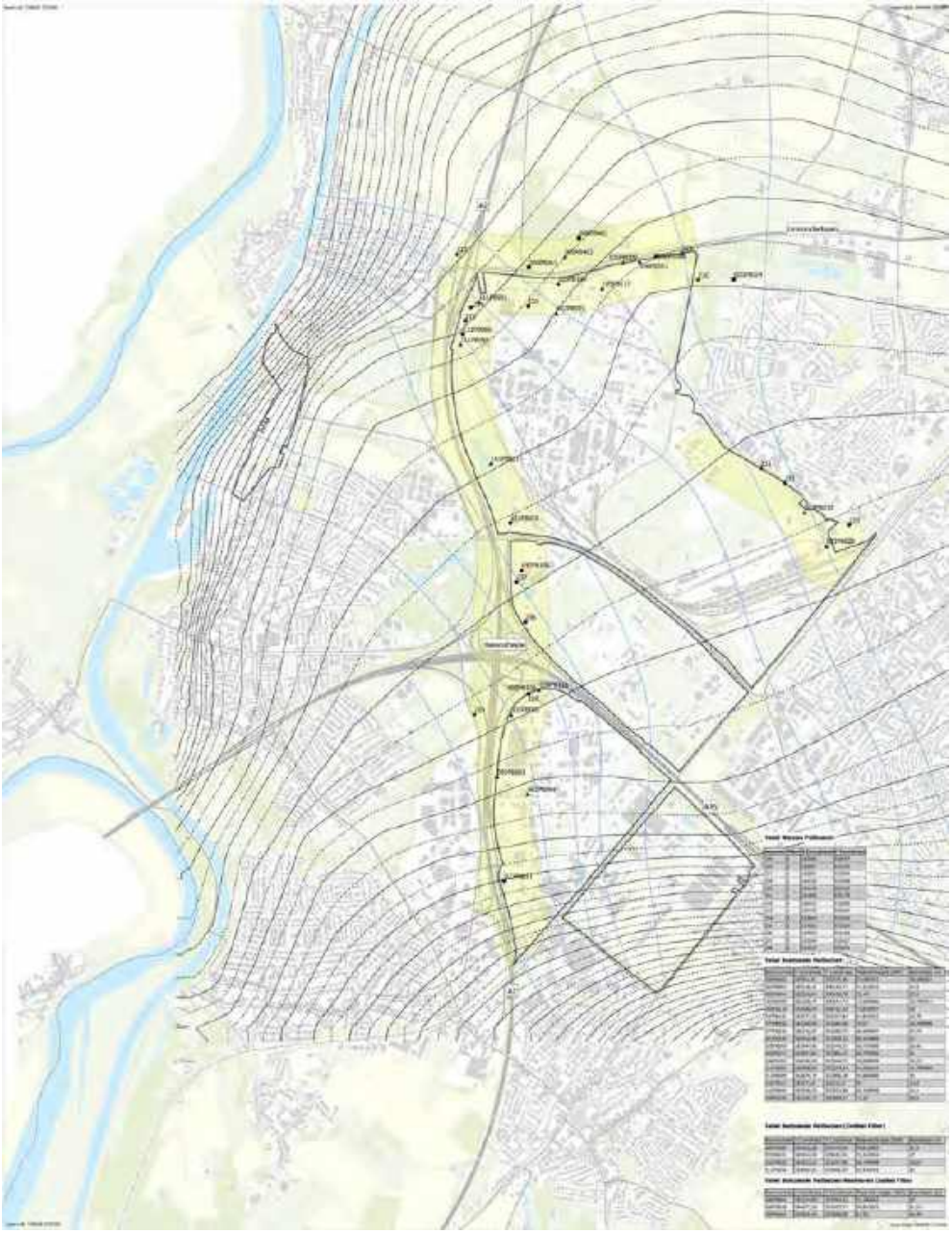
[32] Overzichtskaarten zijn te vinden in het bijlagenrapport van het DBC: 'Bijlagenrapport (Tekeningen en Mastertabel-monitoring en meetnetten DBC, A3 formaat) DSM Industriegrond B.V. en Sitegrond B.V.'; p. 15 en 16) Arcadis. (2021b). Bijlagenrapport (Tekeningen en Mastertabel monitoring en meetnetten DBC, A3 formaat) DSM Industriegrond B.V. en Site grond B.V.

pluimzone bestrijkt het gebied tussen de signaleringszone en de Maas. Figuur 6.1 geeft een overzicht van het systeemgebied met daarin de signaleringszone gemarkeerd. Figuur 6.2 beschrijft de signaleringszone, inclusief aanwezige peilbuizen (Arcadis, 2021d). In de figuur zijn ook nieuw te plaatsen peilbuizen aangegeven. Provincie Limburg en Chemelot hebben mondeling aangegeven dat deze zijn geplaatst.

Figuur 6.1 Kaart van het systeemgebied Chemelot. De geel gemarkeerde zone betreft de signaleringszone. Alle oranje gemarkeerde gebieden hierboven en links hiervan betreffen de pluimzone (Figuur 12 Arcadis, 2021d).

De pluimzone is bepaald op basis van het grondwaterstromingsmodel en de resultaten van de monitoring. Het model is gebaseerd op stijghoogte-metingen uit het veld uit 2013 en 2020 en wordt iedere vier jaar herijkt op basis van nieuwe stijghoogte-metingen (Arcadis, 2021c).

Figuur 6.2 Kaart van de signaleringszone Chemelot (lichtgele contour), gecombineerd met grondwater isohypsen (zwarte dunne lijnen) en stroombanen (lichtblauwe lijnen) zoals vastgesteld in 2021. In de figuur zijn rechtsonder bestaande en nieuw te plaatsen peilbuizen in een tabel aangegeven. Voor de bestaande peilbuizen zijn de boordiepten aangegeven. (Figuur 23 Arcadis, 2021d).



De monitoring in de signaal- en pluimzone heeft de volgende doelen:

- Signaleringsmonitoring. Deze monitoring heeft als doel vast te stellen of verontreinigende stoffen de terreingrens passeren, ongeacht bronlocaties en bekende pluimen. Een dicht netwerk van peilbuizen stroomafwaarts van de terreingrens monitort meerdere keren per jaar een standaardpakket en vierjaarlijks op een breder pakket aan stoffen. Bij herhaalde overschrijding van

de interventiewaarde volgt pluimonderzoek of -monitoring (DBC paragraaf 6.2) (Arcadis, 2021d). De jaarlijkse monitoring omvat zeven[33] stoffen, die de terreingrenzen overschrijden. De vierjaarlijkse parameters bestaan uit de stoffen, die voorkomen in de processen van Chemelot[34], PFAS en nieuwe ZZS (Arcadis, 2021d).

- Pluimmonitoring. Deze monitoring heeft als doel te bepalen of elke pluim die de terreingrens overschrijdt een stabiele en milieu-hygiënisch acceptabele eindsituatie bereikt. Hierbij worden de nalevering van verontreinigingsbronnen en de omvang en trend van de resulterende pluimen in het benedenstroomse gebied geanalyseerd. Dit omvat zowel nieuw ontdekte verontreinigingen, als bronlocaties en monitoringparameters sinds 2000. Voor sommige pluimen is aanvullend grondwateronderzoek nodig voor verdere afbakening. Mits de situatie het toelaat, wordt op lange termijn de monitoring beperkt tot alleen de deponieën.

Blootstelling aan stoffen in de bodem is mogelijk via huid- en mondcontact met in de toplaag neergekomen stoffen (depositie). Depositie kan ook neerkomen op gewassen, waarbij mensen via consumptie van gewassen deze stoffen kunnen binnenkrijgen. Dit is een blootstellingsroute die rondom industrie veel aandacht heeft gekregen, omdat het een indicatie geeft van de stofdeeltjes die in de omgevingslucht aanwezig zijn, met de daaraan gebonden stoffen. De ODZL en de provincie hebben geen depositie onderzoek uitgevoerd rondom Chemelot.

6.1.2 Beoordelingssystematiek

Bodem en grondwaterverontreinigingen worden getoetst aan de daarvoor relevante wettelijke kaders (zie bijvoorbeeld Roels et al., 2014b). Voor de monitoring van de signaleringszone (zie Figuur 6.2) is door Chemelot een beoordelingsparameter opgesteld: de toetsingswaarde. De toetsingswaarde is door Chemelot gedefinieerd als: toetswaarde = ½ (streefwaarde + interventiewaarde).[35] Deze waarde is inhoudelijk hetzelfde als de tussenwaarde. De gebruikte toetsingswaarden zijn opgenomen in de bijlagen in het rapport 'Huidige situatie bodemkwaliteit Chemelot site Geleen-Stein' (RoyalHaskoningDHV, 2021d). Voor stoffen waarvoor destijds geen interventiewaarde is vastgesteld, zijn de projectspecifieke interventiewaarden uit het Plan van Aanpak 2000 gebruikt, of is een interventiewaarde in overleg met het RIVM bepaald (Arcadis, 2021d).

Voor de beheersing van de pluimen afkomstig van het Chemelot-terrein zijn meerdere acties ondernomen. Er zijn isolatiemaatregelen genomen en interceptiemaatregelen, waaronder stimulatie van biologische

[33] Ammonium, benzeensulfonzuur, cyanide, dichloorbenzeen, monochloorbenzeen, nitraat, sulfaat.
[34] Deze lijst bestaat uit de volgende stoffen: aceton, tolueen, ethylbenzeen, xylenen, naftaleen, CZV, diethanolamine, minerale olie, 1,1,1, trichloorethaan, ethyltolueen, trimethylbenzeen, heptaan, kaneelaldehyde, zink, nikkel, arseen, chloride, COCL, Vinylchloride en dichloorazijnzuur.
[35] De streefwaarde is een verouderd begrip en gaf het niveau aan waarop de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, dier of plant volledig zijn hersteld, zie: ministerie van Infrastructuur en Milieu (2008). Streefwaarden en interventiewaarden bodemsanering. Geraadpleegd op https://wetten.overheid.nl/BWBR0011149/2000-02-27. De interventiewaarde was een maatstaf die bepaalt bij welke concentratie de bodem zijn functionele eigenschappen voor mens, plant of dier ernstig of dreigend ernstig verliest.

processen in de pluim- en persluchtinjectie. Dit is niet haalbaar voor de stoffen ammonium, nitraat en sulfaat, vanwege de grootte van het watervoerende pakket waarover deze verontreinigingen uitgespreid zijn. Voor dergelijke verontreinigingen is vanuit de systematiek overgaan op de immissietoets, om te kijken of deze mogen worden geloosd op oppervlaktewater (RoyalHaskoningDHV, 2021b).

De emissie-immissietoets beoordeelt de impact van de lozing op het ontvangende oppervlaktewater. Hiermee wordt bepaald of de aangevraagde lozingshoeveelheden in overeenstemming zijn met de doelen voor waterkwaliteit. Dit wordt getoetst op basis van de milieukwaliteitseisen. Deze normen zijn gedefinieerd als de concentraties, waarboven nadelige effecten voor mens en ecosysteem optreden. Een belangrijk aspect van de toets is of er voldoende menging optreedt in het ontvangende oppervlaktewater. Het doel is om onaanvaardbare directe negatieve effecten op de kwaliteit van het oppervlaktewater te voorkomen (IPLO, z.d.–b; van Infrastructuur en Waterstaat, 2019).

In het monitoringsplan voor de terreingrensoverschrijdende verontreinigingen zijn zeventien monitoringspeilbuizen geselecteerd, die ieder kwartaal worden bemonsterd op de verontreinigingen, de redoxcondities en waterkwaliteitsparameters (zuurgraad, geleidingsvermogen en troebelheid). Resultaten hiervan worden gerapporteerd aan Rijkswaterstaat en de provincie, die beoordeelt of er aan de immissietoetsen wordt voldaan (RoyalHaskoningDHV, 2021b).

6.1.3 Handelingskader risico’s bij veranderende situaties

Om risico’s van veranderende situaties in te schatten, is in het DBC opgenomen dat voor pluimen die recent zijn ontdekt, of een stijgende trend vertonen, een aanvullende risico-evaluatie nodig is om de mogelijke verspreidingsrisico's te beoordelen. Hierbij wordt een aanpak gevolgd die vergelijkbaar is met die uit 2021, met aandacht voor (Arcadis, 2021d):

- mogelijke risico's voor de mens;
- effecten op oppervlaktewater, zoals de Maas;
- inventarisatie van putten en private onttrekkingen in het gebied om risico's en gebruiksbeperkingen vast te stellen en te bepalen of maatregelen nodig zijn.

Als er op basis van de momentopname en verwachte ontwikkeling geen verspreidingsrisico's worden verwacht, is overgegaan op monitoring en trendanalyse, zoals bij bekende pluimen. Als er wel risico's worden vastgesteld, volgt een saneringsonderzoek. Hierbij worden kosteneffectieve maatregelen overwogen om de risico's zoveel mogelijk te verminderen. Deze maatregelen kunnen bestaan uit:

- actieve sanerings- of beheersingsmaatregelen aan de randen van de pluimen;
- verhoogde monitoring;
- mogelijke gebruiksbeperkingen.

De beoordeling van de kosteneffectiviteit van maatregelen voor een specifieke pluim wordt vergeleken met die van de bredere gebiedsgerichte aanpak. Beide benaderingen wegen de baten en lasten

af, maar bij de pluimaanpak ligt de focus op het vergelijken van concrete saneringsmaatregelen en terugvalscenario's om de pluim en de risico's te beheersen (Arcadis, 2021d).

6.2 Bronnen, emissie en immissie

Voor het beschrijven van de keten van bodemverontreiniging gaan de aspecten van bron, emissie en immissie in elkaar over. Het omvat de puntbron (de kern van de verontreiniging) en de verspreiding van deze verontreiniging. Op korte afstand via de bodem en op lange afstand via het grondwater (de pluim).

Bronnen en stoffen
Op chemiecluster Chemelot zijn meerdere bodemverontreinigingen aanwezig. Gezien de historie van activiteiten op chemiecluster Chemelot vallen de verschillende bodemverontreinigingen onder verschillende wettelijke kaders (historisch, Wbb, Omgevingswet). Er zijner ook nog enkele deponieën (stortplaatsen) aanwezig, waar ook verontreinigingen uitlogen (zie paragraaf 4.1.3 Arcadis, 2021d). In hoofdstuk 2 van het DBC-rapport staan alle beschreven locaties op kaarten weergegeven. Paragraaf 2.6 van het DBC-rapport bevat een overzicht van de verontreinigingsbronnen. In dit overzicht is ook aangegeven in hoeverre deze verontreinigingen terrein overschrijdend zijn. In het deelrapport 'Natuurlijke lozing Oppervlaktewater' zijn kaarten opgenomen met de ontwikkelingen van de verontreinigingen over de jaren 2000–2020 (RoyalHaskoningDHV, 2021b). Beknopt bestaan deze uit:

- 28 Historische verontreinigingen
  - Hiervan overschrijden stoffen uit negen van deze bronnen de toetsingswaarde op de terreingrens via verspreiding (een pluim). Hiervan worden de bronnen gesaneerd.
  - Er zijn zeven bronnen waarnaar nader bodemonderzoek[36] wordt uitgevoerd.
  - De overige bronnen worden gemonitord als de stabiliteit nog niet zeker is. Als deze wel zeker is, wordt de monitoring beëindigd.
- 4 Deponieën (stortplaatsen)
  - Twee locaties, de Mauritsdeponie en de Katberging, bevinden zich in de nazorgfase onder Chemelot (het wegnemen van risico's door bodemverontreiniging, die na een bodemsanering is achtergebleven). De Mauritsdeponie draagt bij aan de terrein overschrijdende benzeensulfonzuur-, ammonium- en sulfaatverontreiniging. Deze verontreiniging wordt ondervangen door een geohydrologisch scherm (IBC[37]-maatregel).
  - De overige twee locaties, de Louisegroeve en de Gipsdeponie, vallen onder nazorg door respectievelijk de Provincie Limburg en B.V. Bodemzorg Limburg. Ammonium en chloride logen uit de Louisegroeve, ammonium en sulfaat uit de Gipsdeponie. Voor de Gipsdeponie is een dalende trend zichtbaar.

[36] Wanneer een verkennend bodemonderzoek verontreiniging aan het licht brengt, wordt er een nader bodemonderzoek uitgevoerd volgens de Nederlandse technische afspraak (NTA) 5755. Dit onderzoek is erop gericht de aard en omvang van de verontreiniging te bepalen, waardoor inzichtelijk wordt wat de risico's zijn voor mens en milieu. Op basis van deze bevindingen wordt besloten of sanering noodzakelijk is. Zie de 'GGD-richtlijn medische milieukunde: bodem en gezondheid' voor een overzicht van het proces.
[37] Isolatie, beheer en controle.

- Acht zorgplichtsaneringen. Deze vallen onder de Wbb, artikel 13.

Deze bodemverontreinigingen zijn allen beoordeeld binnen de kaders van het Duurzaam Bodembeheer Chemelot (DBC), inclusief eventueel te nemen maatregelen/ monitoring. Uit gegevens rondom grondwaterkwaliteit uit het DBC blijkt dat voor zeven stoffen de toetsingswaarde op de terreingrens wordt overschreden. De stoffen waarvan de toetsingswaarde wordt overschreden op de terreingrens zijn:

- ammonium;
- benzeensulfonzuur;
- cyanide;
- dichloorbenzeen (DCB);
- monochloorbenzeen (MCB);
- nitraat;
- sulfaat.

De gebruikte toetsingswaarden[38] (tussenwaarden), gebaseerd op de destijds geldende streefwaarden en interventiewaarden uit de circulaire bodemsanering voor cyanide, MCB en DCB, voldoen nog aan de huidige normen van het Besluit kwaliteit leefomgeving. De begrippen 'achtergrondwaarde' en 'interventiewaarde' echter zijn respectievelijk vervangen door 'standaardwaarde' en 'signaleringsparameter beoordeling grondwatersanering'.

Het RIVM heeft voor de stoffen ammonium, sulfaat, nitraat en benzeensulfonzuur geen wettelijke standaardwaarde of signaleringsparameter afgeleid. Chemelot (destijds DSM) heeft hiervoor enkele tussenwaarden afgeleid in 1998 (DSM Limburg & Arcadis, 1998). Dit gebeurde op basis van destijds geldende drinkwaternormen en op basisparameters van stoffen (LD_{50}, wateroplosbaarheid, de octanol-water verdeling coëfficiënt en de adsorptiecoëfficiënt voor organische koolstof in de bodem). Deze waarden zijn bijgesteld in 2021: voor ammonium is deze gebaseerd op de in 1998 door DSM afgeleide interventiewaarde grondwater (1,6 mg/l), Voor sulfaat lijkt deze gebaseerd te zijn op de helft van de verouderde drinkwaternorm vanuit de EU 98/83/EG (125 mg/l). De afleiding van de huidige tussenwaarde van nitraat en benzeensulfonzuur zijn onduidelijk. Voor nitraat (45 mg/l) zit deze in ieder geval onder de drinkwaterkwaliteitseis. Voor benzeensulfonzuur ontbreken dergelijke waarden.

Voor de overige in 1998 vastgestelde stoffenparameters is in de beschikbare documentatie niet terug te vinden of de tussenwaarden zijn bijgesteld. Ook is niet terug te vinden of deze opnieuw zijn getoetst. Voor een groot aantal van de destijds geïdentificeerde stoffen zonder interventiewaarden is tot op heden geen norm afgeleid.

Vanuit het perspectief van volksgezondheid kunnen met name cyanide, benzeen, dichloorbenzeen en monochloorbenzeen een gezondheidsrisico vormen. (GGD Zuid-Limburg, 2022a). Dit is nader geanalyseerd in paragraaf 6.3. Deze verontreinigingen zijn afkomstig van verschillende

[38] Zie hoofdstuk 5 in het rapport 'Huidige situatie bodemkwaliteit Chemelot site Geleen-Stein' RoyalHaskoningDHV. (2021d). *Huidige situatie bodemkwaliteit Chemelot site Geleen-Stein*.

bronnen die worden gesaneerd (paragraaf 2.2.1 Arcadis, 2021d). De provincie controleert en beoordeelt deze saneringsplannen. Voor deze verontreinigingen worden processen in beeld gebracht, die betrokken zijn bij de verspreidingssnelheid en de natuurlijke afname (biologische afbraak, chemische omzetting of complexatie, verdunning, sorptie aan de bodem). In het monitoringsprogramma worden volgens het DBC analyses opgenomen om te kijken of de condities voor natuurlijke afbraak aanwezig zijn (paragraaf 6.3.3 en paragraaf 6.4.2.2 Arcadis, 2021d). De pluimen van deze bronnen, en de locaties van andere verontreinigingen zijn opgenomen in het voorgenoemde rapport 'Huidige situatie bodemkwaliteit Chemelot site Geleen-Stein' (RoyalHaskoningDHV, 2021d). Gemiddeld genomen nemen deze concentraties af, maar de afname geldt niet voor iedere individuele stroombaan; cyanide wordt in het bijzonder genoemd (zie paragraaf 6.3 Arcadis, 2021d).

Daarbij zijn op het Chemelot-terrein oude brandweeroefenterreinen geïdentificeerd waar met blusschuim is gewerkt, die verdacht zijn van PFAS. Er is een bodemkwaliteitskaart PFAS opgesteld in verband met het hergebruik van vrijkomende grond. Het uitgevoerde onderzoek is echter geen onderdeel van de beschikbare openbare stukken (Arcadis, 2021d, pagina 77). De aanwezigheid van PFAS in de bodem kon daarom niet worden beoordeeld.

In de jaarrapportage van de grondwatermonitoring is aangegeven dat PFAS is opgenomen in de vierjaarlijkse monitoring om te kunnen meten of en in welke mate verhoogde PFAS-gehalten de terreingrens overschrijden (RoyalHaskoningDHV, 2024). Bij het beoordelen van de concentraties zijn de door het RIVM opgestelde risicogrenzen gehanteerd (zie Tabel 4.2 in Wintersen & Otte, 2021). Uit de jaarrapportage komt naar voren dat gevonden gehalten PFAS in de peilbuizen in de signaleringszone de normen 'grondwater niet bestemd voor consumptie' niet overschrijden. Hierbij is getoetst aan de geaggregeerde risicogrenzen, exclusief consumptie, omdat het grondwater niet voor consumptie gebruikt wordt. Ook is gekeken naar de risicogrenzen voor PFOS, PFOA en GenX. GenX is niet aangetroffen. De gemeten gehalten PFAS overschrijden de risicogrenzen niet (RoyalHaskoningDHV, 2024).

6.2.1 Uitlogende verontreinigingen en oppervlaktewaterwaterkwaliteit

Uit onderzoek naar de grondwaterstromen onder de Maas blijkt dat uitlogende bodemverontreinigingen in de Maas terechtkomen (RoyalHaskoningDHV, 2022). Uit de immissietoets blijkt dat nagenoeg alle stoffen voldoen aan de toetsingscriteria. Een uitzondering hierop is ammonium, dat niet voldoet aan de significantietoets (RoyalHaskoningDHV, 2021b). De concentratieverhoging was meer dan 10% van de jaargemiddelde milieukwaliteitseis (JG-MKE, zie paragraaf 6.3.4), de oppervlaktewaternorm voor deze stof. (RoyalHaskoningDHV, 2021b). De significantietoets is erop gericht om stapelende effecten vanuit verschillende bronnen voor een individuele stof te voorkomen. Deze toets kijkt niet naar cumulatieve effecten van verschillende stoffen. Voor meer informatie over deze toetsen wordt verwezen naar het handboek Immissietoets (van Infrastructuur en Waterstaat, 2019).

Uit de risicobeoordeling door Arcadis volgt dat de uitloging van ammonium op de Maas vooral een ecologisch risico vormt, en dat RWS en terreineigenaar DSM Firmenich dit verder oppakken (Arcadis, 2021a). In de beoordeling van de NLO staat genoemd dat de daadwerkelijke uitlogende concentraties van ammonium beter in kaart zullen worden gebracht via metingen (traject loopt) (RoyalHaskoningDHV, 2021b). Hoewel ecologische risico's van belang zijn, vallen deze buiten de scope van de huidige verkenning, die gericht is op humane gezondheidsaspecten. Het RIVM heeft de gebruikte parameters binnen de immissietoetsen niet gecontroleerd en beoordeeld (dit valt buiten de scope van de verkenning).

6.3 Blootstelling en gezondheidsrisico's bodem

Gezondheidsrisico's die ontstaan door verontreinigde bodem en grondwater, worden bepaald aan de hand van potentiële blootstelling (RIVM, 2024). Vanuit de scope van deze verkenning ligt de focus op de humane risico's buiten het Chemelot-terrein. De kwaliteit van de leeflaag op het Chemelot-terrein zelf is niet beoordeeld, omdat de scope van het rapport gericht is op omwonenden.

In 2000 is een risicobeoordeling uitgevoerd voor mens, milieu en verspreiding in het kader van het initiële bodembeleid op het Chemelot-terrein. Deze risicobeoordeling is in 2021 herzien, onder andere op basis van nieuwe inzichten omtrent risico's van stoffen (MTR's) en modellering (Sanscrit) (Arcadis, 2021a, 2021d). Hierbij is ook gekeken naar indirecte humane risico's door 1) veedrenking met verontreinigd grondwater; 2) beregening van landbouwpercelen, parken en tuinen, en; 3) geuroverlast door dicyclopentadieen[39] (DCPD . 1,3-CPD) (Arcadis, 2021a). Het onderzoeksgebied omvat de gebieden stroomafwaarts van het bedrijfsterrein van Chemelot, met in het westen de Maas als grens.

De humane risico's zijn door Arcadis bepaald met de methodiek uit de circulaire bodemsanering 2013 (Bijlage 2 van de circulaire) (Arcadis, 2021a; van infrastructuur en milieu, 2013). Relevante blootstellingsroutes zijn geïdentificeerd om blootstellingsniveaus te bepalen. Vervolgens zijn deze potentiële blootstellingen vergeleken met het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) voor grond (in mg/kg), de Milieu kwaliteitseis water (MKE/MKN in µg/L) of de $MTR_{lucht,}$ indien uitdamping plaatsvindt voor de betreffende stof om het actuele risico te beoordelen. Buiten het bedrijfsterrein zijn de verontreinigingen alleen in het grondwater aanwezig (zie paragraaf 6.2). Deze paragraaf gaat daarom in op de gezondheidsrisico's in relatie tot het grondwater, de risico's van uitdamping uit dit vervuilde grondwater en de risico's van uitloging.

6.3.1 Verspreidingsrisico's

Er zijn diverse mogelijke routes die humane risico's tot gevolg kunnen hebben door kans op verspreiding van de verontreiniging. Deze routes zijn hieronder besproken en geanalyseerd:

- Een onbeheersbare situatie op basis van de Wbb (zie van infrastructuur en milieu, 2013). Er is een drijflaag (minerale olie

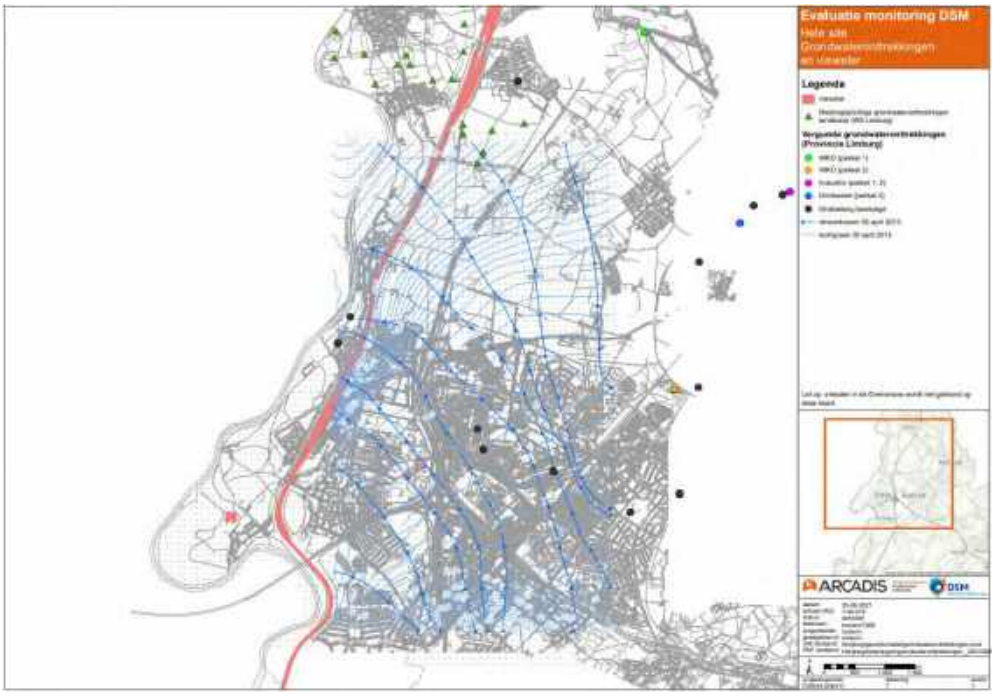
[39] Hoewel dit overlapt met het hoofdstuk over geur, gaat het hier om een bodemverontreiniging, die hier wordt meegenomen.

& aromaten) en een zaklaag (Chloorbenzenen) aanwezig. Deze situaties zijn ondervangen met saneringsmaatregelen.
- Kwetsbare objecten: er zijn natuurobjecten aanwezig, maar dit betreffen ecologische risico's.
- Infiltratie van vervuild hemelwater (regenwater) afkomstig van het terrein Chemelot. In 2019 heeft Chemelot Site Permit B.V. in samenwerking met de Omgevingsdienst Zuid-Limburg (ODZL) een beheersplan opgesteld voor de infiltratie van hemelwater op het Chemelot-terrein, onderdeel van de koepelvergunning. Dit plan biedt richtlijnen voor het beoordelen van de wenselijkheid van hemelwaterinfiltratie en stelt dat infiltratie geen bodemverontreiniging mag verspreiden. Monitoring op het terrein helpt om te bepalen of infiltratie de grondwaterkwaliteit beïnvloedt.
- Verplaatsing van vervuilde grond: de ODZL gaf aan hier goed zicht op te hebben (bij partijen groter dan 25 m^3). Er wordt gecontroleerd dat er geen grondstromen ontstaan die humane risico's veroorzaken. Gegevens over bodemkwaliteit worden iedere vijf jaar vernieuwd.
- Natuurlijke lozing oppervlaktewater: de uitloging van de verontreinigingen op de Maas zorgt niet voor een overschrijding van de signaleringswaarde voor de stopzetting van de inname voor drinkwater. Bovendien wordt de emissie-immissietoets periodiek geëvalueerd. Cumulatie is hierbij niet expliciet meegenomen. Voor het meenemen van cumulatie is een voorstel gedaan (zie Bodar et al, 2022; 2023), maar ontbreekt een wettelijk kader. Dit zal echter niet alleen voor Chemelot relevant zijn (Arcadis, 2021a).

6.3.2 Gezondheidsrisico gebruik grondwater als drinkwater

Kaartmateriaal toont aan dat er stroomafwaarts van Chemelot geen actieve drinkwateronttrekkingen uit grondwater zijn, hoewel het Waterschap Limburg negen grondwateronttrekkingen meldt, die voor landbouw worden gebruikt (Bijlage F Arcadis, 2021a). Deze kaart is opgenomen als Figuur 6.3. Kanttekening hierbij is dat zelfs wanneer grondwateronttrekkingen meldingsplichtig zijn, deze niet altijd worden gemeld en daarom dus ook niet altijd op dit soort overzichten verschijnen.

Figuur 6.3 Grondwateronttrekkingen en viswater in het gebied rondom Chemelot (bebouwing is grijs geaccentueerd). Stroombanen van grondwater (donkerblauw) zijn weergegeven over de isohypsen (lichtblauw). Beëindigde onttrekkingen (zwarte stippen), gemelde landbouwonttrekkingen (groene driehoeken) en viswateren (roze) zijn onder andere in de kaart weergegeven. (Bijlage F Arcadis, 2021a).



Er is in 1999 al een negatief advies afgegeven voor het gebruik van grondwater als drinkwater. Vervolgens werd aanbevolen om alle grondwaterputten te dempen, om te voorkomen dat men dit als drinkwater zou gebruiken. Dit werd gefinancierd door DSM. Destijds is niet gecontroleerd of dit ook daadwerkelijk is gebeurd. Het is onbekend of er daarnaast nog particuliere waterwinningen plaatsvinden (Arcadis, 2021a).

6.3.3 *Gezondheidsrisico door uitdamping*

Naast voorgenoemde risico's voor het onttrekken van grondwater, heeft de GGD Zuid-Limburg specifiek gekeken naar de risico's van uitdamping van vluchtige stoffen richting woningen. De GGD Zuid-Limburg heeft hiervoor berekeningen uitgevoerd in Volasoil (GGD Zuid-Limburg, 2022a). Er is gekeken naar:

a. de gebieden (peilbuizen) met de hoogst gevonden concentraties van stoffen, in combinatie met de grondwaterstand in de peilbuis waar deze concentratie is gevonden
b. gebieden met een hoge grondwaterstand. In gebieden met de hoge grondwaterstand zijn de hoogst gevonden concentraties van stoffen doorgerekend in combinatie met de aanwezige grondwaterstanden, gemodelleerd met een grondwaterdiepte van 1 meter onder maaiveld;
c. het gebied waar een cyanidepluim aanwezig is onder bebouwing (aan de rand van Urmond – op het Chemelot-terrein). Voor dit gebied zijn berekeningen uitgevoerd met zowel de actuele, als

hoogst mogelijke grondwaterstand (gemodelleerd met een grondwaterdiepte van 1 meter onder maaiveld).

In de analyse van de GGD is de Hazard-quotiënt (risico-index) van cyanide, benzeen, dichloorbenzeen en monochloorbenzeen berekend. Deze Hazard-quotiënt is uitgedrukt in de te verwachten concentratie van een bepaalde stof bij uitdamping tegenover de MTR_{lucht}-concentratie. Een waarde hoger dan 1 betekent een overschrijding van het MTR en op basis van de beoordelingscriteria in deze verkenning een aandachtspunt voor de gezondheid.

De hoogste concentraties cyanide en benzeen bevonden zich op plekken met een grondwaterdiepte van 10-15 meter onder het maaiveld (m-mv). De hoogste concentraties dichloorbenzeen en monochloorbenzeen zijn gemeten op locaties met een grondwaterdiepte van 5-7,5 m-mv. Bij de huidige grondwaterstanden is bij één peilbuis een gezondheidsrisico door uitdamping van cyanide mogelijk (hazard quotiënt >5). Deze locatie ligt aan de rand van het Chemelot-terrein waar geen woningen aanwezig zijn. De Hazard-quotiënt voor benzeen en voor de chloorbenzenen lag bij deze peilbuizen erg laag (<0,01) (GGD Zuid-Limburg, 2022a).

Ook voor de gebieden met de hoogste waterstanden (gemodelleerd op 1 m-mv) is gekeken bij welke peilbuizen de hoogste concentratie benzeen, dichloorbenzeen en monochloorbenzeen zijn gemeten. De hoogst gemeten concentraties in de gebieden met hoge grondwaterstanden lagen ver onder het MTR (Hazard-quotiënt <0,01).

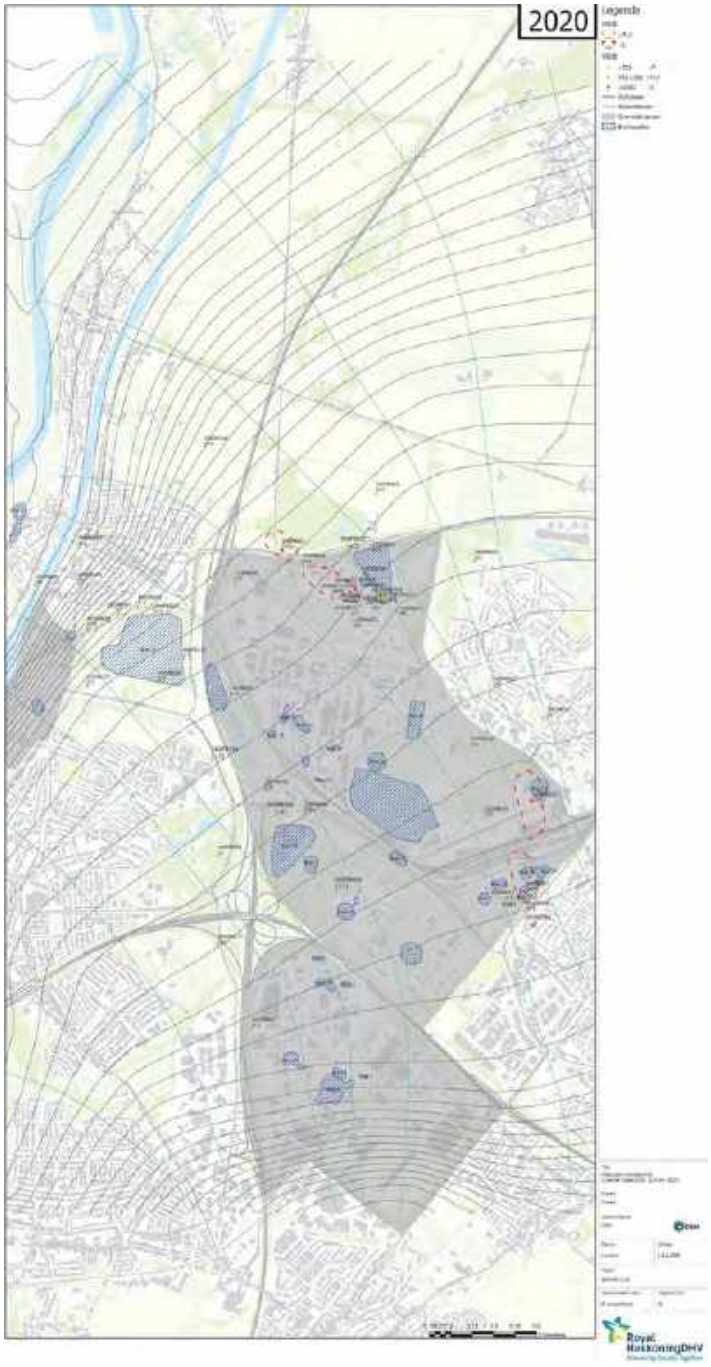
In gebieden met een hoge grondwaterstand is geen cyanide gemeten in de peilbuizen. Cyanide is wel gemeten aan de rand van Urmond met een grondwaterdiepte van 5-7.5 m-mv. Gevonden waarden van de Hazard-quotiënt liggen tussen de 0.57 en 0.02. Alleen bij een *worst-case*-scenario waar bij het grondwater stijgt (gemodelleerd op 1 m-mv) kan de Hazard-quotiënt worden overschreden en kunnen waarden boven de MTR worden bereikt.

Dit betekent dat de aanwezige bodemverontreinigingen en verontreinigingen van het grondwater via uitdamping niet tot directe aandachtspunten voor de gezondheid van omwonenden leiden. Wel vragen de gevonden concentraties cyanide om een goede monitoring van grondwaterstanden, om te bepalen in hoeverre grondwaterstijging in de toekomst kan leiden tot risico's van uitdamping (GGD Zuid-Limburg, 2022a).

De positie van de cyanide pluimen in 2020 is opgenomen in Figuur 6.4. De cyanide pluimen bevinden zich voor een groot deel op het Chemelot-terrein (RoyalHaskoningDHV, 2021b). De verontreinigingen buiten het terrein (pluimen) bevinden zich in twee stroombanen, ten noorden en noordoosten van het terrein. Het terreinoverschrijdende gedeelte van de cyanide pluim ten noorden van het Chemelot-terrein stroomt niet door bewoond gebied ('bron 12', hier ligt een weg en bos). De humane blootstelling buiten het Chemelot-terrein aan deze cyanidepluim lijkt daardoor beperkt. Chemelot en de Provincie Limburg gaven in een

interview aan dat er nieuwe peilbuizen zijn bijgeplaatst voor een striktere monitoring op onder andere de cyanidepluimen.

Figuur 6.4 Gebiedskaart van Chemelot (grijs gearceerd) met daarop isohypsen (grijze lijnen), met parallel hieraan stroombanen (lichtblauwe lijnen). Bronlocaties (blauwe arcering met strepen) liggen verspreid over het gebied. Cyanide pluimen zijn omgeven met een rood gestreepte cirkel (overschrijding van de interventiewaarde) (RoyalHaskoningDHV, 2021c). Overzichtskaarten van de andere terrein overschrijdende stoffen zijn eveneens in het bijlagerapport van het DBC opgenomen (RoyalHaskoningDHV, 2021c).



Volgens RHDHV zijn er voor de noordoostelijke bronnen van bodemverontreiniging (‘bron 10’) geen overschrijdingen van de tussenwaarde[40], een waarde die onder het MTR ligt, buiten de terreingrens geweest sinds de jaren negentig. Voor de noordelijke bron (‘bron 12’) geldt dat de omvang sinds 2000 lijkt toe te nemen. Volgens RHDHV komt dit deels door een toename van metingen. Er zijn meer peilbuizen zijn bijgeplaatst. Ook is in 2019 een afdichting geplaatst bij de bron van de noordelijke verontreiniging, om contact met regenwater en de verontreiniging te voorkomen. RHDHV noemt dat verdere controle van cyanide concentraties bij de bron nodig is. Ook vraagt het RIVM aandacht voor het beter in kaart brengen van de verspreiding en ontwikkeling van de verontreiniging richting de Maas in de pluimzone. RHDHV stelt op basis van de beschikbare data dat er in de huidige situatie geen direct gezondheidsrisico voor omwonenden is (RoyalHaskoningDHV, 2021b).

6.3.4 Uitloging van stoffen naar het oppervlaktewater

De terreingrensoverschrijdende verontreinigingen kunnen ook een risico vormen voor het oppervlaktewater. Tabel 6.1 biedt een overzicht van de terreingrensoverschrijdende verontreinigingen en de risicoparameters uit de emissie-immissietoets en op basis waarvan deze zijn afgeleid. Als de risicoparameters zijn opgesteld voor niet-humane blootstelling, is gekeken naar een humaan alternatief in de normstellingsdocumentatie op de stoffensite van het RIVM. De bron van de afleiding is daarbij aangegeven. Voor de beoordeling van de uitloging van stoffen naar het oppervlaktewater zijn milieukwaliteitseisen (MKE) opgesteld, onder het Besluit milieukwaliteitseisen water (Bmkw). Voorheen was dit de milieukwaliteitsnorm (MKN) binnen de kaderrichtlijn water (KRW): de concentraties waarboven nadelige effecten voor mens en/of ecosysteem optreden (IPLO, z.d.–a; RIVM, z.d.).[41] De inhoudelijke betekenis en toetsing van MKN en MKE is echter onveranderd, waardoor men ook nog vaak MKN tegenkomt (e.g. jaargemiddelde(JG)-MKN, in plaats van de JG-MKE) (RIVM, z.d.). De stoffensite van het RIVM kiest ervoor om de term MKN te gebruiken. De MKE’/MKN’en zijn voor verschillende receptoren (vis, alg, mens, amfibie) afgeleid. Hierdoor is een eenduidige vergelijking (berekening Hazard-Index) voor humane risico’s een uitdaging.[42] Uit 6.1 komt ammonium als aandachtspunt naar voren voor de ecologische milieukwaliteitseisen, maar niet als direct gezondheidsrisico’s voor de mens. Ook de waarden van de andere beoordeelde stoffen liggen onder de gehanteerde toetsingswaarden.

[40] De tussenwaarde is het rekenkundig gemiddelde van de streefwaarde en de interventiewaarde van een verontreinigende stof (ofwel T = (I+S)/ 2). Uit: IPLO. (z.d.–c). *Veelgestelde vragen Besluit Uniforme Saneringen*. Geraadpleegd 6-5 Beschikbaar via https://iplo.nl/thema/bodem/regelgeving/wbb/veelgestelde-vragen/besluit-uniforme-saneringen/?pager_page=0. Deze is vergelijkbaar met de eerdergenoemde toetswaarde die wordt gebruikt in het DBC.

[41] Zie voor uitleg: https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/normen/milieu

[42] Zie ook: https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/normen/milieu/oppervlaktewater

Tabel 6.1 Immissietoets en criteria voor het beoordelen van de gezondheid

Stof	Afleiding Risico parameters (Uit RVS RIVM)	Gebruikte toetsings-waarde[1]	Resultaat immissietoets (RoyalHaskoning DHV, 2021b)[3] [4]	Humaan alternatief? (uit RVS RIVM)
Ammonium	JG-MKN[2]: chronische toxiciteit viswater (ICBR, 2009)	0,304 mg/l (ICBR, 2009)	0,314 mg/l	Bescherming drinkwater Voorziening: 0,5 mg/l (ICBR, 2009)
Benzeen-sulfonzuur	JG-MKN: Geen afleiding beschikbaar	0,730 mg/l[5]	0,025 mg/l	Geen afleiding beschikbaar
Cyanide	JG-MKN: Geen afleiding beschikbaar	0,050 mg/l (BZK, 2024)[8]	0,024 mg/l	Drinkwaterbereiding: 0,050 mg/l (BZK, 2024)
Dichloorbenzenen	JG-MKN: Chronische toxiciteit op meerdere soorten (algen, kreeftachtigen, vissen) (Van Leeuwen et al., 2010)	$6{,}9 \times 10^{-3}$ mg/l (Van Leeuwen et al., 2010)	5×10^{-5} mg/l	$MPC_{hhfood,water}$: $8{,}9 \times 10^{-3}$ mg/l (Van Leeuwen et al., 2010)[6]
Monochloorbenzeen	JG-MKN: Chronische toxiciteit op meerdere soorten (algen, kreeftachtigen, amfibieën, vissen) (Van Leeuwen et al., 2010)	0,032 mg/l (Van Leeuwen et al., 2010)	n.v.t. (triviaaltoets voldoet)	$MPC_{hhfood,water}$: 0,044 mg/l (Van Leeuwen et al., 2010)[6]
Nitraat	JG-MKN: Geen afleiding beschikbaar	50 mg/l (BZK, 2024)[7]	11 mg/l	Oppervlaktewater voor drinkwaterbereiding: 50 mg/l (BZK, 2024)
Sulfaat	JG-MKN: Geen afleiding beschikbaar	100 mg/l (BZK, 2024) [7]	2,010 mg/l	Oppervlaktewater voor drinkwaterbereiding: 100 mg/l (BZK, 2024)

Opmerkingen:
[1]De waarden in de tabel zijn alleen weergegeven voor zoet oppervlaktewater.
[2]JG-MKN: Jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm(/eis) – de jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm voor langdurige blootstelling beschermt het waterecosysteem en mensen en dieren die vis of schelpdieren eten.
[3]Binnen de emissie-immissietoets vindt men de waarden voor de MKN-toetsafstanden tot het ontvangende waterlichaam. De toetsafstanden zijn arbitrair en worden zelf ingevoerd. RHDHV heeft gekozen voor een JG-MKN-afstand van 400 meter (RoyalHaskoningDHV, 2021b).

[4]Overschrijding van de risico-parameter betekent niet dat de emissie-immissietoets niet succesvol wordt doorlopen; deze is afhankelijk van een collectie aan parameters, zie hiervoor de relevante documentatie (van Infrastructuur en Waterstaat, 2019).
[5]Zelf ingevoerd door RHDHV (RoyalHaskoningDHV, 2021b).
[6]De $MPC_{hh\ food,water}$ (hh staat voor 'human health') is de grensconcentratie in water die mensen moet beschermen tegen nadelige effecten van vis en schaaldier consumptie (Van Leeuwen et al., 2010).
[7]Bij de emissietoets is in plaats van de JG-MNK de Omgevingswaarde voor water t.b.v. drinkwaterwinning gekozen.

6.3.5 *Andere blootstellingsroutes*

Naast gezondheidsrisico's door directe menselijke consumptie van grondwater en uitdamping zijn andere blootstellingsroutes mogelijk (Arcadis, 2021a):

- Veedrenking: Verontreinigingen in het grondwater kunnen gezondheidsschade veroorzaken bij vee wanneer zij deze stoffen binnenkrijgen door grondwater te drinken. Arcadis raadt het gebruik van grondwater voor veedrenking af, omdat indirecte humane risico's niet zijn uit te sluiten. Als grenswaarde wordt de interventiewaarde grondwater gebruikt. Er zijn geen wettelijke normen voor water voor veedrenking (Otte et al., 2013). Voor sulfaat, nitraat en ammonium zijn waarden beschikbaar, die zijn opgesteld vanuit gezondheidseffecten voor het vee (Commissie onderzoek minerale voeding, 2005 Tabel 21.1). Het is niet bekend of veedrenking met vervuild grondwater plaatsvindt.
- Irrigatie en beregening van gewassen: Een specifieke grenswaarde voor beregening ontbreekt. Arcadis past hier, evenals voor veedrenking, de interventiewaarde voor grondwater toe. Humane gezondheidsrisico's door het consumeren van gewassen geteeld met behulp van vervuild grondwater door beregening en irrigatie zijn niet uit te sluiten. Arcadis raadt daarom af om binnen gebieden met verhoogde verontreinigingswaarden grondwater voor beregening en irrigatie te gebruiken.
- Geuroverlast: er is kans op geuroverlast door de stof DCPD bij gebruik van grondwater ter hoogte van het Steinerbos. Dit risico is ondervangen door de preventieve maatregel om de vijvers voor roei- en viswater te vullen met leidingwater. Er zijn geen metingen gedaan om te bevestigen dat er daadwerkelijk geuroverlast optreedt wanneer hier het grondwater wordt gebruikt (Arcadis, 2021a).

Hoewel in Figuur 6.3 viswater is aangeduid, leiden de bodemverontreinigingen niet tot humane risico's bij het eten van vis uit deze wateren. Visconsumptie kan een risico vormen wanneer deze vissen zwemmen in vervuild water. De vissen kunnen dan stoffen accumuleren, die vervolgens in de mens terechtkomen. De vijvers in het Steinerbos worden gevuld met leidingwater. Bovendien is het verboden hier vis mee te nemen (Elsloo, z.d.).

6.3.6 *Risico's over het mijnverleden*

Tijdens de gesprekken met de provincie in het kader van bodemverontreiniging zijn ook de na-ijlende effecten van de voormalige steenkoolwinning op de Chemelot site benoemd. In 2016 zijn de resultaten van een omvangrijk onderzoek naar de na-ijlende effecten van de voormalige steenkoolwinning in Limburg opgeleverd. Hierin is

geconcludeerd dat er geen directe veiligheidsrisico's zijn (Minister van Economische Zaken, 2016).

Als gevolg van het stijgend mijnwater wordt bodemstijging verwacht. Ongelijkmatige stijging wordt echter niet verwacht. Stijgend mijnwater kan in theorie leiden tot seismiciteit (trillingen) rond breuken, maar dit effect wordt hier niet verwacht.

Wat de kwaliteit en kwantiteit van het grondwater betreft, is geconcludeerd dat de risico's van beïnvloeding op de grondwaterkwaliteit door stijgend mijnwater beperkt zijn. Toch wordt de stijging en kwaliteit gemonitord. De grootste risico's bevinden zich voornamelijk rond de voormalige Emma-concessie (Projectgroup GS-ZL, 2016). Deze valt niet binnen het gebied van de gemeenten Beek, Stein en Sittard-Geleen. Een stijging van het grondwater in gebieden met bodemverontreiniging kan leiden tot een verhoogd risico van uitdamping van verontreinigde stoffen, dit risico is in beeld (zie paragraaf 6.3.3). Uit mijnen kan ook mijngas (voornamelijk koolstofdioxide) vrijkomen, wat tot gezondheidseffecten kan leiden (onder andere verstikking in kelders). Dit is niet als aandachtspunt voor de regio rond Chemelot naar voren gekomen (Projectgroup GS-ZL, 2016). Uit de risicoanalyse over het mijnverleden zou alleen de stijging van verontreinigd grondwater een aandachtspunt kunnen vormen. Dit ondersteunt het advies tot goede monitoring van de cyanidepluim, om te bepalen in hoeverre grondwaterstijging in de toekomst kan leiden tot risico's van uitdamping (GGD Zuid-Limburg, 2022a).

Om de situatie goed te blijven monitoren, hebben Rijk en regio afgesproken dat zij wat betreft de na-ijlende effecten in gezamenlijkheid verantwoordelijkheid nemen voor een veilige leefomgeving. De partijen zijn daarnaast overeengekomen dat zij in gezamenlijkheid actie ondernemen om dit ook te bevorderen (Minister van Economische Zaken, 2017). In relatie tot omwonenden heeft de Provincie Limburg een informatiepunt opgezet voor de beantwoording van vragen over de gevolgen van de voormalige steenkoolwinning in Limburg.[43]

6.4 Kennishiaten bodem

Voor het onderdeel bodem zijn enkele kennishiaten geïdentificeerd. Ook zijn bij deze inventarisatie eerder gerapporteerde kennishiaten in rapporten van adviesbureaus, de provincie en de ODZL meegenomen.

PFAS-onderzoek
De omvang van de PFAS-verontreinigingen op het terrein ter hoogte van de verdachte locaties door e.g. brandoefeningen is nog onbekend. Chemelot en de provincie gaven in een interview aan dat dit wordt onderzocht.

Opvolging advies onthouden gebruik van grondwater
In de stukken wordt meermaals genoemd dat het gebruik van grondwater wordt ontraden in het gebied benedenstrooms van Chemelot (Arcadis, 2021a, 2021d; Provincie Limburg, 2024). Het is echter niet gecontroleerd of alle grondwaterputten zijn gedempt bij het afgeven van

[43] Zie hiervoor: https://www.limburg.nl/thema/infopunt-mijnbouw/

het advies (dit werd rond 2000 gefinancierd door DSM). Ook is niet bekend of er nog ongeregistreerde particuliere drinkwaterwinningen of landbouwonttrekkingen plaatsvinden, bijvoorbeeld bij de aanwezige volkstuinen (zie Figuur 6.3). Daarnaast is niet onderzocht hoe relevant de route van veedrenking is voor humane risico's. In fase 3 van het DBC is het advies "ontraden van lokaal gebruik van grondwater (beregening en irrigatie)" geëvalueerd. Het is voor deze evaluatie belangrijk om ook te kijken naar cumulatieve effecten en naar de ontwikkeling van PFAS-gehalten.

Depositieonderzoek rondom Chemelot
De provincie Zuid-Limburg en de Omgevingsdienst Zuid-Limburg hebben mondeling aangegeven geen weet te hebben van uitgevoerd depositie-onderzoek. Het effect van depositie op de kwaliteit van de bodem buiten het terrein is hierdoor onbekend. Chemelot meldt in het overzicht van bijzondere voorvallen (paragraaf 7.1) wel het vrijkomen van polyetheenpoeder, maar uit de analyse van het thema Lucht komt geen directe aanleiding voor depositie-onderzoek naar voren.

6.5 Deelconclusies bodem

6.5.1 Mogelijkheden en beperkingen beschikbare gegevens

De bodemverontreinigingen op en rond het chemiecluster zijn uitgebreid in kaart gebracht. De verontreinigingen worden gevolgd, beoordeeld, en waar nodig worden aangepakt op basis van een opgesteld monitoringsplan en -handelingskader.[44] In paragraaf 9.2 van het DBC-(Arcadis, 2021d) zijn uit te voeren acties voor de verbetering van de bodemkwaliteit opgenomen. De respondent van de provincie gaf mondeling aan geen kennislacunes te ervaren.

De provincie evalueert de aangeleverde informatie over monitoring van de verontreinigingen jaarlijks. Daarbij gaf de ODZL aan goed zicht te hebben op het grondverzet van en naar de site en op de kwaliteit hiervan. De diversiteit aan stoffen die op het terrein aanwezig zijn, en de complexe samenstelling van stoffen in stortplaatsen, maken het wenselijk om bij de uitgebreide vierjaarlijkse screening expliciet stil te staan bij de selectie van de te screenen stoffen. De resultaten van het onderzoek naar PFAS-verontreinigingen, in het bijzonder op bluslocaties, waren op het moment van schrijven nog niet beschikbaar. Ook is het niet bekend of er nog particuliere grondwaterwinning plaatsvindt.

6.5.2 Aandachtspunten voor de gezondheid

De bodemverontreiniging vormt vanuit ecologisch perspectief een aandachtspunt (ammonium). Op basis van de beschikbare gegevens vormen de aanwezige bodem- en grondwaterverontreinigingen echter geen direct gezondheidsrisico voor de bewoners in het benedenstroomse gebied van het chemiecluster Chemelot, mits de gebruiksbeperkingen voor grondwater worden nageleefd. Het risico van blootstelling via het onttrekken van grondwater kan niet worden uitgesloten, omdat niet is gecontroleerd of alle grondwaterputten ook zijn gedempt.

[44] De te treffen maatregelen staan beschreven in het DBC, maar betreffen allemaal zaken die te maken hebben met risico's voor werknemers (Arbo) op het terrein zelf, of ecologische risico's, die buiten de scope van deze verkenning vallen.

Met betrekking tot de cyanidepluimen (Figuur 6.4) lijkt de noordelijke pluim niet snel in contact te komen met bebouwd gebied. De oostelijke cyanidepluim bevindt zich dichter bij bewoond gebied. Maar volgens Arcadis is de tussenwaarde, een waarde die onder het MTR ligt, op de terreingrens hier sinds de jaren negentig niet overschreden. Monitoring hiervan blijft noodzakelijk, maar deze pluim vormt momenteel geen risico voor de gezondheid van omwonenden. De beperkingen voor het gebruik van grondwater worden geëvalueerd op basis van nieuwe metingen (zie ook paragraaf 6.1.

De uitloging van de gemonitorde verontreinigingen in de Maas veroorzaakt geen overschrijding van de signaleringswaarden (verschillen per stof) waarmee de inname van drinkwater moet worden stopgezet.

7 Andere stressoren en zorgen

Dit hoofdstuk beschrijft de beschikbare gegevens over de stressoren geluid, geur en licht en de door omwonenden ervaren hinder van het Chemiecluster. In lijn met het onderzoek naar de bijdrage van Tata Steel Nederland aan de gezondheidsrisico's van de omwonenden (Geelen et al., 2023) is voor hinder de definitie van de Gezondheidsraad aangehouden. De gezondheidsraad definieert hinder als een gevoel van afkeer, boosheid, onbehagen, onvoldaanheid of gekwetstheid, dat optreedt wanneer een milieufactor iemands gedachten, gevoelens of activiteiten negatief beïnvloedt (Gezondheidsraad, 1999). Hinder is hierin ook beschouwd als een effect op het welzijn en daarmee als schadelijk gezondheidseffect. Ook zorgen over de gezondheid in relatie tot het chemiecluster zijn in de verkenning meegenomen.

Voor de leesbaarheid van het hoofdstuk zijn de onderdelen van de bron-effectketen in een andere volgorde beschreven. De eerste paragrafen gaan in op de aanwezige gegevens over gezondheidseffecten. Paragraaf 7.1 beschrijft de resultaten van het Belevingsonderzoek Chemelot, dat naast veiligheidsbeleving ook heeft gevraagd naar hinder en zorgen over de gezondheid. In de gezondheidsenquête van de GGD, de volwassenenmonitor, is hinder gedetailleerder uitgevraagd. Deze resultaten zijn beschreven in paragraaf 7.2. Uit deze gezondheidsenquête komt geluid als belangrijk thema naar voren. Dit thema is in paragraaf 7.3 nader geanalyseerd, waarbij is gekeken naar de andere onderdelen van de bron-effectketen.

7.1 Resultaten Belevingsonderzoek Chemelot

Om meer inzicht te krijgen in de ervaren gezondheidsrisico’s en -effecten, is in deze verkenning ook gekeken naar uitgevoerde belevingsonderzoeken. In 2021 is de veiligheidsbeleving van omwonenden rond chemiecluster Chemelot gepeild via een vragenlijstonderzoek. De vragenlijst is uitgezet onder adressen in Beek, Beekdaelen, Echt-Susteren, Sittard-Geleen en Stein. Dit onderzoek is uitgevoerd door het RIVM, in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, om instrumenten te ontwikkelen en te testen voor het peilen van veiligheidsbeleving. De inzichten zijn door Veiligheidsregio Zuid-Limburg, Chemelot, gemeente Beek, gemeente Sittard-Geleen, gemeente Stein, gemeente Echt-Susteren, GGD Zuid-Limburg, GHOR Zuid-Limburg, Provincie Limburg, Politie Limburg en Veiligheidsregio Limburg-Noord gebruikt voor de ontwikkeling van een gezamenlijk plan voor risicocommunicatie (Veiligheidsregio Zuid-Limburg et al., 2021).

Ruim 900 mensen vulden de vragenlijst in. Per gemeente vulden meer dan 100 mensen de vragenlijst in, waardoor vergelijking tussen gemeenten mogelijk is. De uitkomsten zijn besproken in drie focusgroepbijeenkomsten met inwoners van Stein, Beek en Sittard-Geleen (Neuvel et al., 2021). Hoewel de vraagstelling over hinder afwijkt van de vraagstelling in de gezondheidsenquête

(volwassenenmonitor) van de GGD (zie paragraaf 7.4) en vergelijking lastig is, geeft ook deze enquête inzicht in de ervaren hinder en zorgen.

Hinder is uitgevraagd via de vraag: Ervaart u als omwonende hinder (bijvoorbeeld stank-, licht-, stof- of geluidoverlast) van de activiteiten bij Chemelot? In 2021 gaf 14 procent van alle deelnemers aan het RIVM-onderzoek aan (heel) vaak hinder te ervaren (bijvoorbeeld stank, licht- stof- of geluidoverlast) van de activiteiten bij Chemelot. 48 procent van alle deelnemers ervoer nooit of zelden hinder. De andere deelnemers ervoeren soms hinder (Neuvel et al., 2021). Op de vraag 'hoe veilig voelt u zich als omwonende van Chemelot', zei 16 procent zich (heel) onveilig te voelen. 41 procent zei zich (heel) veilig te voelen. Via een open vraag is uitgevraagd waardoor mensen zich wel/niet veilig voelen. Mensen die zich onveilig voelden, gaven het vaakst aan dat dit kwam doordat de kans op een calamiteit volgens hen reëel is en/ of de impact van de calamiteit groot. Een andere vaak genoemde reden was 'onvoldoende communicatie'. Hiermee bedoelden deelnemers onvoldoende informatie, onvoldoende transparantie en in hun ogen onbetrouwbare communicatie door zowel bedrijven als overheden. Ook ervaren overlast of bijzondere voorvallen gaven mensen een onveilig gevoel. Op de vraag of het veiligheidsgevoel over Chemelot de afgelopen vijf jaar is veranderd, antwoordde 18 procent van alle deelnemers zich minder veilig te voelen ten opzichte van 5 jaar eerder (59% voelde zich even veilig en 5% veiliger. De rest had weet niet of 'niet van toepassing' ingevuld). 55 procent is het (helemaal) eens met de stelling: 'Een incident met gevaarlijke stoffen bij Chemelot zal gevolgen hebben voor mijn gezondheid'.

Wel zijn er verschillen tussen gemeenten. Respondenten uit Beek en Stein, dicht bij Chemelot, ervoeren het vaakst hinder. 23 procent van de respondenten uit Beek en 22 procent van de respondenten uit Stein antwoordden vaak hinder te ervaren door bijvoorbeeld geur, geluid of licht. Zij gaven ook het vaakst aan zich onveiliger te voelen (19% van de respondenten uit Beek, 17% van de respondenten uit Stein) en zich onveiliger te voelen dan vijf jaar geleden (in beide gemeenten 23%). In Sittard-Geleen was dit percentage lager. Gemeenten zoals Beekdaelen en Echt-Susteren, die verder weg liggen, rapporteerden minder hinder. In Echt-Susteren bijvoorbeeld rapporteerde 1 procent hinder te ervaren, voelde 11 procent zich onveilig en voelde 11 procent zich minder veilig dan vijf jaar geleden (Neuvel et al., 2021).

Er is ook gevraagd naar welke incidenten mensen zich met betrekking tot Chemelot kunnen herinneren. Opvallend is dat mensen 'incident' breed interpreteren. Hieruit komen verschillende typen gebeurtenissen naar voren. Er zijn acute incidenten, zoals explosies, branden en plotselinge gas- of stofwolken. Ook zijn er gebeurtenissen die men koppelt aan negatieve effecten op gezondheid, welzijn en woonomgeving op lange termijn, zoals fakkelen, stofneerslag en geluidoverlast. In de vragenlijst is mensen ook gevraagd om een (recent) incident bij Chemelot te noemen, waarbij ze thuis waren en iets konden horen, ruiken of zien. Daarna is deelnemers gevraagd om met dit incident in gedachten stellingen te beantwoorden, waaronder over veiligheid en gezondheid. Bij het incident dat de deelnemers

beschreven, maakte 32 procent zich zorgen over de eigen gezondheid en/of veiligheid van zichzelf en/of die van anderen.

Vertrouwen
In het onderzoek is ook ingegaan op het vertrouwen in Chemelot. Uit de antwoorden van alle respondenten kwam naar voren dat de meeste deelnemers erop vertrouwen dat Chemelot zich aan veiligheidsregels houdt (63%) en maatregelen neemt tegen incidenten (62%). Ongeveer de helft (47%) had vertrouwen in het toezicht op naleving van regels. 19 procent van de deelnemers voelde zich goed geïnformeerd over risico's, en 39 procent denkt dat Chemelot eerlijk communiceert over veiligheid. 38 procent van de deelnemers dacht dat overheden eerlijk en open communiceren. 40 procent vond dat overheden de belangen van omwonenden onvoldoende behartigen. 42 procent dacht tijdig geïnformeerd te worden bij incidenten. Uit de antwoorden op open vragen blijkt dat men vindt dat informatie over veiligheidsrisico's niet transparant is. Respondenten vermoeden dat incidenten worden verzwegen of gebagatelliseerd (Neuvel et al., 2021).

Resultaten focusgroep belevingsonderzoek Chemelot
De resultaten van het vragenlijstonderzoek zijn in het belevingsonderzoek Chemelot ook besproken in drie focusgroepbijeenkomsten met deelnemers uit Beek, Stein en Sittard-Geleen. Hieraan hebben in totaal negentien mensen deelgenomen. Weinig deelnemers aan de focusgroepbijeenkomsten voelden zich onveilig door Chemelot. Hinder, onder andere door geluid, stank, licht en rook, werd vooral door bewoners van Beek en Stein ervaren. Windrichting speelt hierbij een rol. Deelnemers uit Sittard-Geleen, en dan vooral uit Sittard ervoeren weinig hinder en/of onveiligheid, waarschijnlijk omdat deze deelnemers verder van Chemelot wonen. Deelnemers die geen hinder of onveiligheid ervoeren, werk(t)en vaak bij Chemelot (Neuvel et al., 2021).

Mogelijkheden en beperkingen van de gegevens
Belevingsonderzoeken bieden waardevolle inzichten in hoe bewoners tegen hinder, gezondheid en veiligheid aankijken en welke factoren met de veiligheidsbeleving samenhangen. Het zijn ook momentopnames. Het onderzoek is uitgevoerd tijdens de COVID-19-pandemie. Ervaringen met andere belevingsonderzoeken laten zien dat mensen die bezorgd zijn over hun veiligheid in algemene zin, zich ook meer zorgen maken over een specifiek risico en andersom. Zorgen over het virus en de omstandigheden die hierdoor ontstaan zijn, kunnen daarmee van invloed zijn geweest op de ervaren veiligheid rond Chemelot.

7.2 Resultaten GGD-gezondheidsenquête 2024

Landelijk zetten de GGD'en in Nederland elke vier jaar op hetzelfde moment een gezondheidsenquête onder volwassenen (18 t/m 64 jaar) uit[45]. Deze volwassenenmonitor bestaat uit verschillende onderdelen waaronder vragen over de milieuhinder en bezorgdheid. Lichthinder en hinder door trillingen en stof is hier niet uitgevraagd. Deze hinder kan daarmee ook niet worden gekwantificeerd.
De steekproeftrekking wordt door het CBS gedaan. Vanaf 2012 verhoogd GGD Zuid-Limburg in haar regio de steekproef door het CBS, zodat een uitspraak op wijkniveau gedaan kan worden (https://gezondheidsatlaszl.nl/).
De verzamelde gegevens moeten een representatief beeld geven van de populatie. De respons kan selectief zijn, omdat bepaalde groepen uit de populatie meer of minder geneigd zijn om deel te nemen aan de volwassenenmonitor. Om te corrigeren voor deze vertekening door selectieve respons, heeft het CBS weegfactoren gemaakt. Bijvoorbeeld als het responspercentage onder mannen lager is dan bij vrouwen, wordt er voor het vergroten van de representativiteit aan de mannen een zwaardere weegfactor toegekend. De weegfactoren van het CBS zijn gebaseerd op de variabelen: geslacht, leeftijd, burgerlijke staat, gemeente, stedelijkheidsgraad, etniciteit, inkomen en huishoudgrootte (Buelens, 2017).
De ervaren geluidhinder, inclusief slaapverstoring door verschillende bronnen van geluid, is bepaald met behulp van een gestandaardiseerde vraagstelling met een 11-puntsschaal (lopend van 0 t/m 10), waarvan de uiteinden benoemd zijn als 'helemaal niet gehinderd' en 'extreem gehinderd' (ISO, 2021). Geurhinder is op vergelijkbare wijze uitgevraagd. De GGD'en in Nederland hebben een score groter of gelijk aan 8 gedefinieerd als 'ernstige hinder' c.q. 'ernstige slaapverstoring' (Slob et al., 2019). Het betreft de hinder c.q. slaapverstoring over de afgelopen twaalf maanden op het woonadres.
Hinder heeft een negatieve invloed op ons welbevinden. Dit manifesteert zich in de eerste plaats op de psyché als een gevoel van onbehagen en uit zich in psychische effecten als onvrede over de woonsituatie, spanningen in het gezin, gevoelens van onveiligheid, een negatief beeld van de eigen gezondheid en vermindering van activiteiten buitenshuis.

7.2.1 Geluidhinder

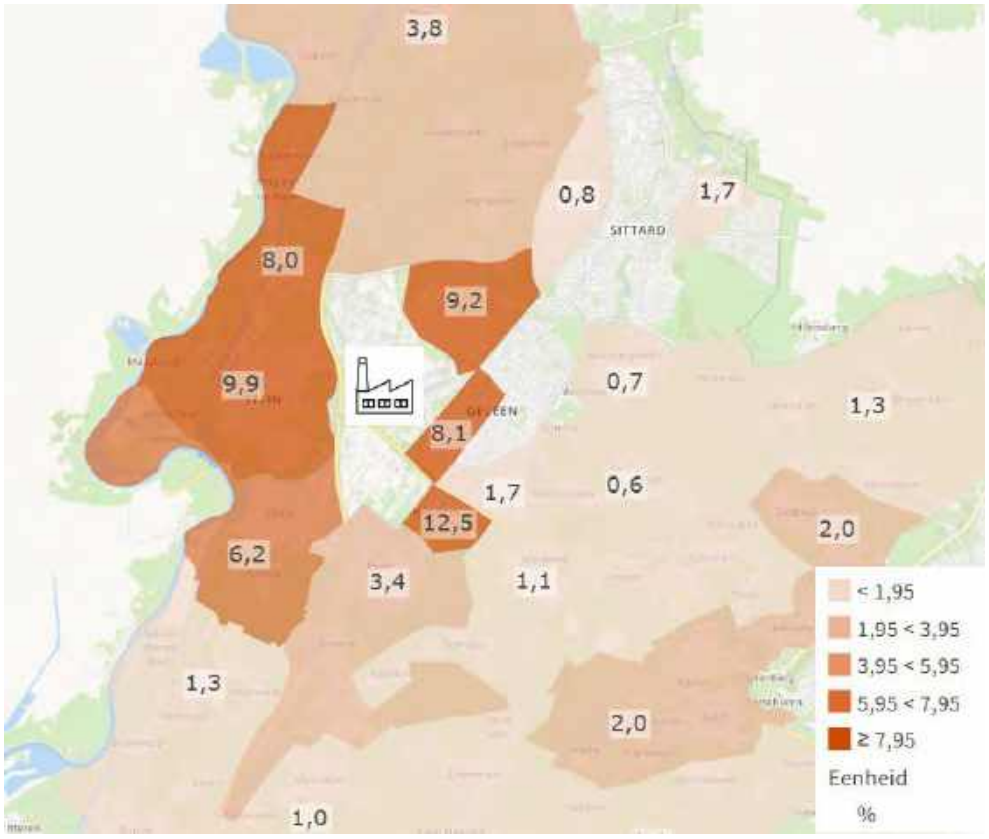
Geluidhinder geeft aan hoeveel last (hinder) mensen ondervinden van een bepaald geluid in de woonomgeving. De mate waarin iemand zich gehinderd voelt, hangt samen met de blootstelling aan geluid en geluidkarakteristieken (onder andere toonhoogte en frequentie van geluidgebeurtenissen). Daarnaast spelen ook niet-geluid gebonden factoren (co-determinanten) een rol, zoals persoonskenmerken en de sociale en situationele context (zie ook Kempen & Simon, 2019).

In Figuur 7.1 staat het percentage van de bewoners dat ernstige geluidhinder door bedrijven ervaart voor de verschillende wijken rondom Chemelot. Ter vergelijking, in Zuid-Limburg ervaart 2,4 procent van de volwassenen ernstige geluidhinder door bedrijven. In de wijken rondom

[45] In 2024 is ook een gezondheidsenquête onder ouderen (>64 jaar) uitgezet. In deze verkenning is de volwassenenmonitor als basis gebruikt.

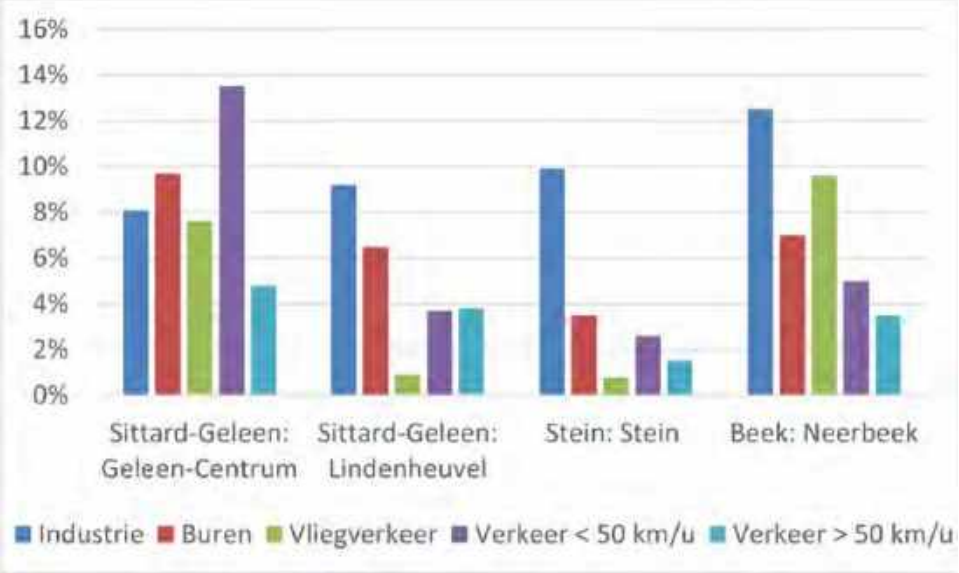
Chemelot wordt tot vijf keer vaker ernstige geluidhinder door bedrijven ervaren dan gemiddeld in Zuid-Limburg.

Figuur 7.1 Percentage volwassenen dat ernstige geluidhinder door bedrijven ervaart (2024, GGD Zuid-Limburg)



In Figuur 7.2 staat het percentage ernstige geluidhinder voor de verschillende bronnen voor een aantal wijken in de directe omgeving rondom Chemelot. Industrie is een belangrijke bron, maar niet altijd de belangrijkste bron.

Figuur 7.2 Percentage volwassenen dat ernstige geluidhinder ervaart per bron (2024, GGD Zuid-Limburg)

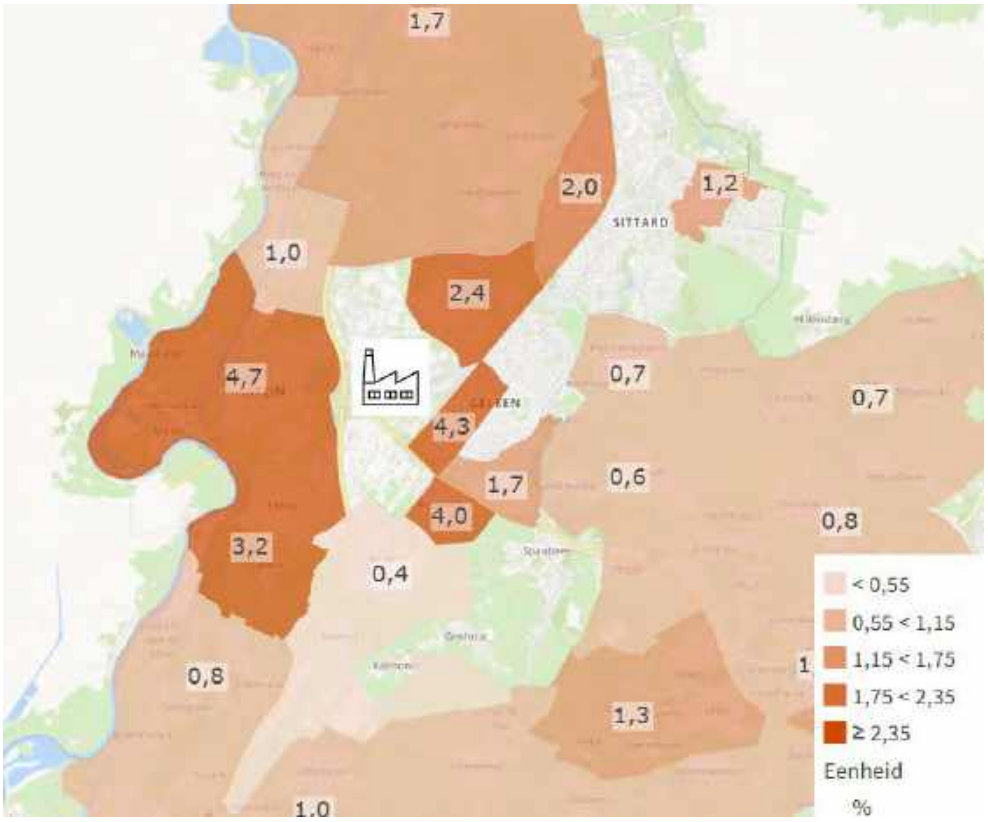


7.2.2 *Slaapverstoring door geluid*

Nachtelijk geluid heeft nadelige effecten op de slaapkwaliteit en het algemeen welbevinden. De slechtere slaapkwaliteit kan zich uiten in onder meer een verlenging van de inslaaptijd, het tijdens de slaap tussentijds wakker worden, verhoogde motorische activiteit tijdens de slaap en het vervroegd wakker worden. De volgende dag kunnen na een verstoorde slaap effecten optreden, zoals een toegenomen irritatie, vermoeidheid en een verminderd algemeen welbevinden en prestatievermogen (Fast et al., 2018; Slob et al., 2019).

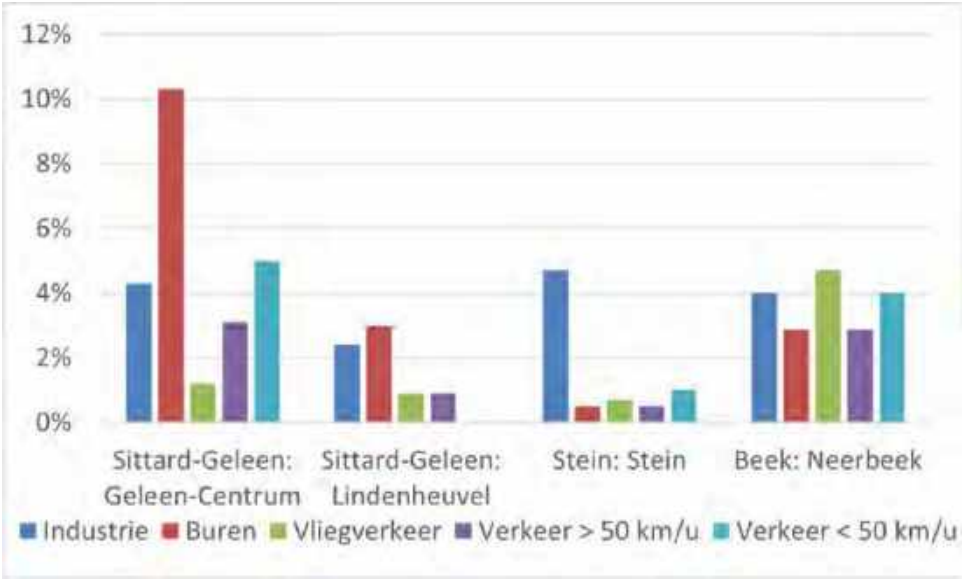
Figuur 7.3 geeft het percentage weer van de bewoners dat ernstige slaapverstoring ervaart door geluid van bedrijven. Ter vergelijking, in Zuid-Limburg ervaart 1,2 procent van de volwassenen ernstige slaapverstoring door geluid dat van bedrijven komt. In de wijken rondom Chemelot ervaren mensen tot vier keer toe vaker ernstige slaapverstoring door bedrijven dan gemiddeld in Zuid-Limburg.

Figuur 7.3 Percentage volwassenen dat ernstige slaapverstoring ervaart door geluid van bedrijven (2024, GGD Zuid-Limburg)



Figuur 7.4 geeft het percentage ernstige slaapverstoring door verschillende bronnen voor de verschillende wijken in de direct omgeving van Chemelot weer. Bedrijven zijn een belangrijke bron maar niet altijd de belangrijkste bron.

Figuur 7.4 Percentage volwassenen dat ernstige slaapverstoring ervaart per bron (2024, GGD Zuid-Limburg)



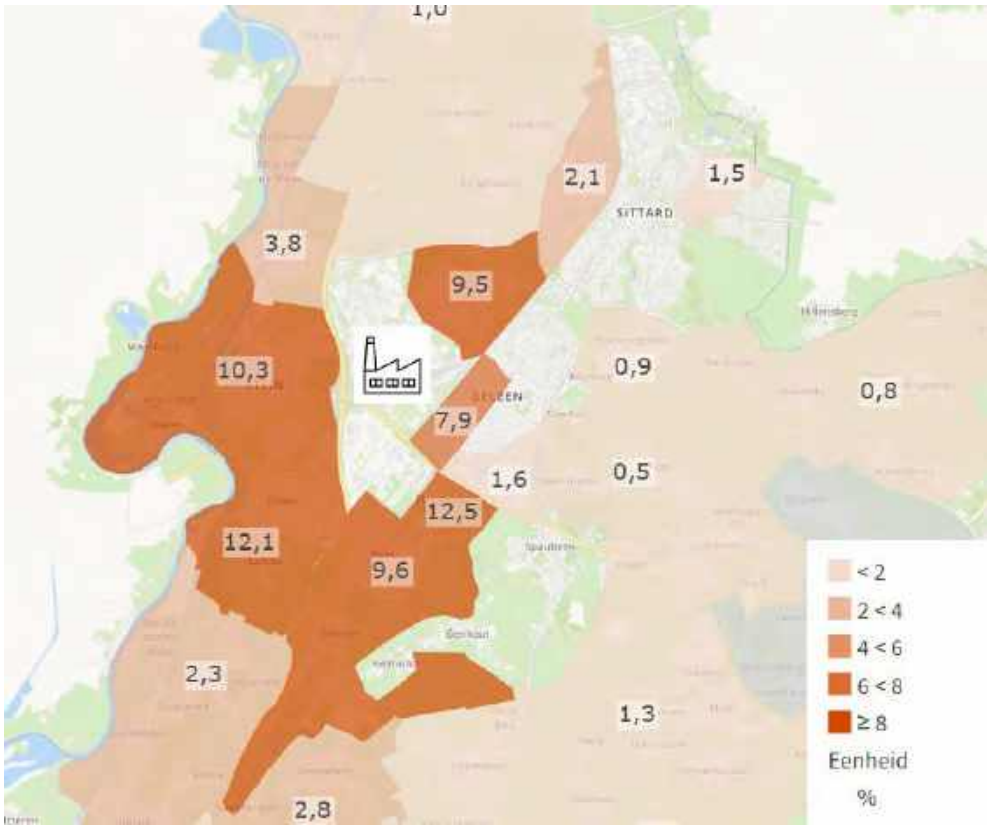
7.2.3 Geurhinder

Blootstelling aan geurstoffen in de buitenlucht kan leiden tot hinder. Stoffen met een belangrijke stankcomponent kunnen diverse gezondheidsproblemen veroorzaken. Het gezondheidseffect kan zowel direct, als indirect zijn (Fast et al., 2015 (in herziening)):

- In hoeverre een geurwaarneming als hinderlijk wordt ervaren, hangt af van diverse factoren, zoals de blootstellingskarakteristieken (concentratie, duur en frequentie van geurwaarneming), hedonische waarde en aard van de geur.
- Geurhinder kan leiden tot een ernstige mentale belasting. Langdurige of herhaalde blootstelling aan geurstoffen kan ook aanleiding geven tot gezondheidsklachten, zoals hoofdpijn, slaapstoornissen en depressieve klachten. Deze worden waarschijnlijk indirect veroorzaakt door een complex van stressverwerkende mechanismen.
- Geurstoffen kunnen een toxische werking hebben. Bij sterk prikkelende stoffen kan irritatie van de slijmvliezen van ogen en bovenste luchtwegen optreden. Hiervan is meestal alleen sprake bij calamiteiten. Er bestaat geen relatie tussen toxiciteit en geur. De geurdrempel is een ander begrip dan de toxiciteitsdrempel. Stoffen zonder geur kunnen zeer toxisch zijn en omgekeerd.
- De houding ten opzichte van de bron en overheid of industrie is van invloed. Als men afwijzend hierover staat, zal men eerder hinder rapporteren. Ook de verwachting die men heeft over of de geur zal toe- of afnemen, speelt hierbij een rol. Als mensen geloven dat de geur mogelijk gevaarlijk is voor hun gezondheid, of er bezorgd over zijn, kan dit gepaard gaan met een significant hogere waarneming van intensiteit, hinder en overige klachten (Bulsing, 2009).

In Figuur 7.5 is het percentage weergegeven van de bewoners dat ernstige geurhinder door bedrijven ervaart voor de verschillende wijken.

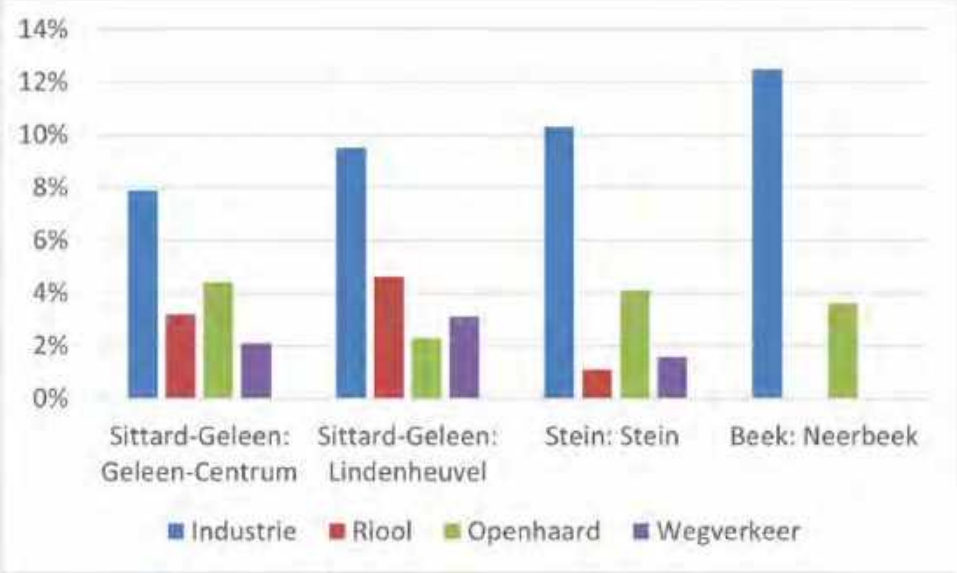
Figuur 7.5 Percentage volwassenen dat ernstige geurhinder door bedrijven ervaart (2024, GGD Zuid-Limburg)



Ter vergelijking, in Zuid-Limburg ervaart 1,9 procent van de volwassenen ernstige geurhinder door bedrijven. In de wijken rondom Chemelot wordt tot zes en een half keer vaker ernstige geurhinder door bedrijven ervaren dan gemiddeld in Zuid-Limburg.

Figuur 7.6 geeft het percentage ernstige geurhinder weer door verschillende bronnen voor de wijken in de directe omgeving van Chemelot. Bedrijven zijn de belangrijkste geurbron in deze wijken.

Figuur 7.6 Percentage volwassenen dat ernstige geurhinder ervaart per bron (2024, GGD Zuid-Limburg)



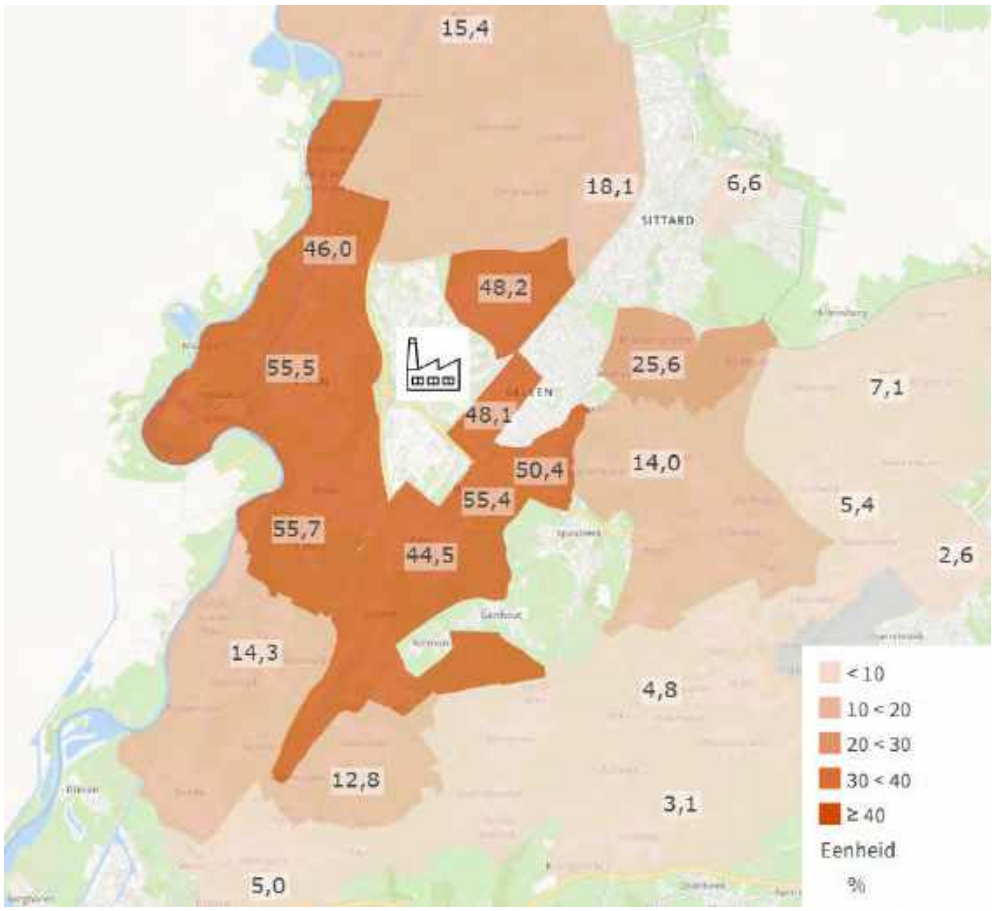
Om meer inzicht te krijgen in de hinder zijn ook gespreken gevoerd met betrokken overheden (zie paragraaf 2.1.2). Uit de gespreken met de gemeente Beek en Stein kwam naar voren dat klachten over geuroverlast in Beek en Stein sterk samenhingen met de activiteiten van Cedo Recycling en met de opslag van PMD-afval in de haven van Stein. Hierbij ervoeren mensen overlast door vliegen. Cedo heeft onder andere door de bouw van een hal en een hoge schoorsteen in 2024 maatregelen genomen om de overlast terug te dringen. Het percentage ervaren geuroverlast per bron in Beek en Stein ligt in 2024 hoger dan in 2020 (GGD Zuid-Limburg, 2022b). Op basis van de beschikbare gegevens is daarmee niet vast te stellen dat deze recent getroffen maatregelen hebben geleid tot een (aanzienlijke) reductie van de geuroverlast in Beek en Stein. Cedo Recycling heeft bekendgemaakt in augustus 2025 te stoppen met haar activiteiten in Geleen (Cedo Recycling, 2025). Er is ook kans op geuroverlast door de stof dicyclopentadieen (DCPD / 1,3-CPD) in het grondwater. Om deze reden worden de vijvers voor roei- en viswater in Stein gevuld met leidingwater (Arcadis, 2021d).
Voor geur ontbreken actuele en bruikbare gezondheidskundige waarden waarmee gezondheidsrisico's van geur konden worden beoordeeld. Geur kan wel impact hebben op de gezondheid. De gezondheidseffecten van geur die mogelijk kunnen optreden, zijn hinder, verstoring van gedrag en activiteiten, en stressgerelateerde gezondheidseffecten (Fast et al., 2015).

7.2.4 Bezorgdheid

In de GGD-gezondheidsenquête (2024) is gevraagd of men bezorgd is over hun gezondheid vanwege wonen in de buurt van onder andere een bedrijf, zendmast, hoogspanningslijn en een kerncentrale. Respondenten kregen hiervoor eerst de vraag of een situatie op hen van toepassing was. Bijvoorbeeld 'Ik woon in de buurt van een (petro)chemisch bedrijf/industrie'. Ze konden deze vraag met 'ja' of 'nee' beantwoorden. Bij 'ja' kregen ze als vervolgvraag 'Bent u hierdoor bezorgd over uw

gezondheid', waarbij ze opnieuw 'ja' of 'nee' konden invullen. In Figuur 7.7 staat het percentage volwassenen dat bezorgd is over hun gezondheid vanwege wonen in de buurt van een één of meerdere bedrijven.

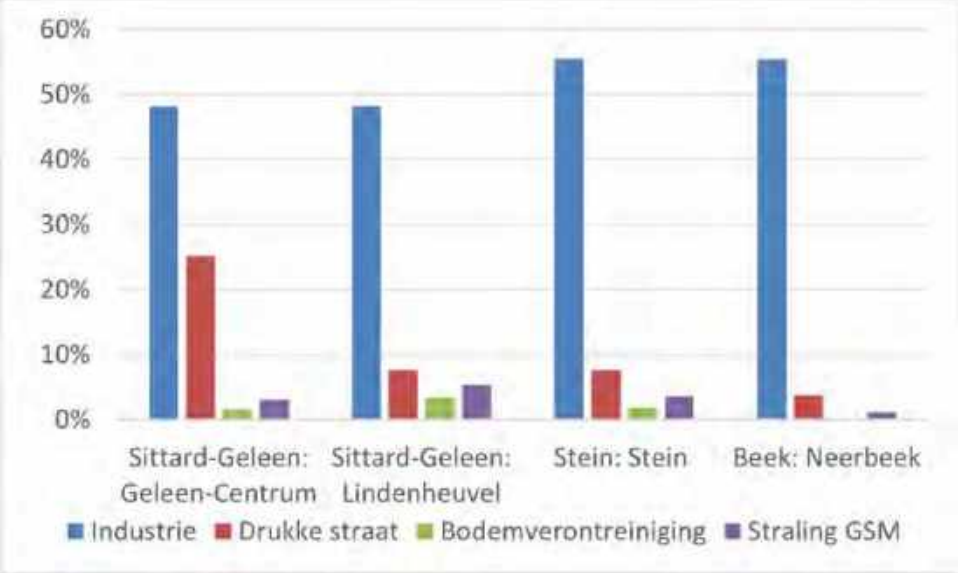
Figuur 7.7 Percentage volwassenen dat bezorgd is over industrie (2024, GGD Zuid-Limburg)



In een aantal wijken rondom Chemelot is het percentage volwassenen dat bezorgd is over hun gezondheid vanwege de industrie hoger dan 45 procent. Dit is vergelijkbaar met andere wijken rondom zware industrie, zoals bij Tata Steel en de industrie in de Kanaalzone Terneuzen – Gent (Bergstra, 2021; Oostvogels et al., 2022).

In Figuur 7.8 staat het percentage volwassenen dat bezorgd is over hun gezondheid vanwege verschillende bronnen in de directe omgeving. Ter vergelijking, in Zuid-Limburg is 9,1 procent van de volwassenen bezorgd over de eigen gezondheid vanwege bedrijven in de buurt. In de wijken rondom Chemelot wordt tot zes keer vaker bezorgdheid over de gezondheid vanwege bedrijven in de buurt ervaren dan gemiddeld in Zuid-Limburg. Bedrijven zijn in deze wijken de belangrijkste bron van bezorgdheid over hun gezondheid.

Figuur 7.8 Percentage volwassenen dat bezorgd is over hun gezondheid vanwege een bron (2024, GGD Zuid-Limburg)



7.3 Geluid

Vanwege de bijdrage van geluid aan hinder, slaapverstoring en kans op ziekten, waaronder ischemische hartziekten, beroerten, hartfalen en diabetes (Van Kempen, 2021), is de stressor geluid in deze paragraaf uitgewerkt. Hierbij is allereerst gekeken naar omgevingslawaai gedurende een etmaal (24 uur). Daarnaast is specifiek gekeken naar gegevens over de geluidbelasting voor geluiden 's nachts[46] vanwege de associatie met slaapverstoring. De beschikbare gegevens over de geluidsniveaus zijn vergeleken met de gezondheidskundige waarden in plaats van omgevingswaarden uit wet- en regelgeving (zie paragraaf 2.7.2). De beoordelingsmethodiek voor geluid vanuit het VTH-stelsel is ook beschreven in deze paragraaf. Zo ontstaat er een gedetailleerder beeld van de blootstelling aan geluid.

7.3.1 Gegevensverzameling en monitoring geluid

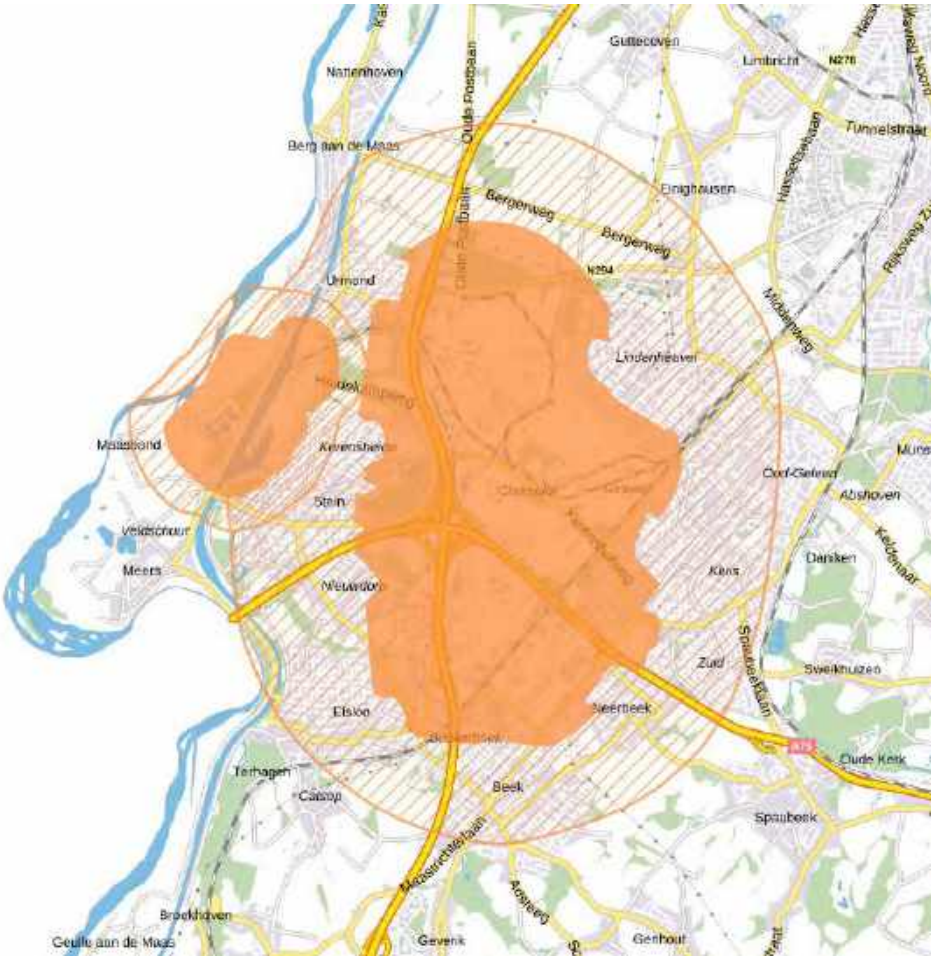
Zoals genoemd in hoofdstuk 2 zijn de volgende gegevens over geluid geraadpleegd: Gegevens uit de centrale voorziening geluidgegevens (CVGG), Atlas leefomgeving kaarten geluid, en de geluidkaart Chemelot (in L_{etmaal}). Voor chemiecluster Chemelot zijn nog geen geluidproductieplafonds vastgesteld en daarom zijn ze dus niet beschikbaar in de CVGG. De informatie in het CVGG op deze locatie is beperkt tot Rijkswegen, hoofdspoorwegen en luchtvaart. Voor gecumuleerde blootstelling aan geluid zijn deze mogelijk van belang.

Voor de vergunningverlening, toezicht en handhaving valt het industriegebied Chemelot onder het gezag van de provincie. De haven valt onder gemeente Stein. In de koepelvergunning zijn voor 68 deelinrichtingen (peildatum 14-5-2025) voorschriften opgenomen over toegestane geluidemissie. De geluidemissie van de 68 deelinrichtingen samen, mag niet leiden tot een overschrijding van de vastgestelde

[46] Voor het onderscheid tussen de gebruikte eenheden zie: https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-mmk-omgevingsgeluid/achtergronden-wetten-regels-beleid/industriegeluid-relaties-Lden-Letm

geluidzone van 50 dB(A) L_{etmaal} (zie Figuur 7.9) In de koepelvergunnig zijn ook voorschriften opgenomen, die aangeven hoe geluid van deelinrichtingen getoetst wordt.

Figuur 7.9 De geluidzone rondom Chemelot en haven Stein. De 55 dB-contour is aangegeven met een oranje opgevuld vlak, de 50 dB-contour is aangegeven met een gestreept vlak (Provincie Limburg, 2018)



De geluidkaarten op de Atlas Leefomgeving met het berekende omgevingsgeluid rondom Chemelot geven een grove schatting van de geluidimmissie. Zij zijn berekend met het grofschalige STAMINA-model (RIVM, 2025b). De beschikbare kaart voor de geluidgegevens van industrie op de Atlas Leefomgeving voor Chemelot is gebaseerd op gegevens uit 2022 (laatst geraadpleegd op 10 oktober 2025).

Fijnschaligere geluidmodellen bieden een nauwkeuriger beeld van de geluidimmissie en worden gebruikt voor het berekenen van de geluidimmissie in de omgeving rond het chemiecluster. De provincie heeft in een interview uitgelegd dat er niet wordt gemeten in de omgeving van Chemelot. Dit in verband met de aanwezigheid van stoorgeluid (weg- en vliegverkeer).

Om inzicht te verkrijgen bij een nieuwe of gewijzigde activiteit met geluidbelasting voor de omgeving, kan de vergunningverlener

geluidmetingen verplichten. De vergunningaanvrager levert de gegevens in de vorm van geluidrapporten en modellen (door bijvoorbeeld Sitech) aan bij de omgevingsdienst (ODZL). Het doel hiervan is dat de aanvrager met metingen aantoont dat, zodra de nieuwe geluidbron in bedrijf is genomen, het geluid overeenkomt met de aanvraag. Bij vermoeden dat een bron meer geluid produceert dan toegestaan op grond van de vergunning, kan de ODZL overgaan tot controlemetingen aan de bron en, indien nodig, handhavend optreden. Bronmetingen vinden plaats, via de in de Omgevingsregeling vastgelegde meet- en rekenmethode geluid industrie (Omgevingsregeling, Bijlage IVh) (met behulp van de aangepaste meetvlakmethode).

Het totaalgeluid afkomstig van het industrieterrein wordt met een rekenmodel bewaakt op elf strategisch gekozen bewakingspunten. ODZL monitort in opdracht van provincie en Sitech monitort in opdracht van Chemelot de totale geluidproductie van de site in een geluidmodel. De elf bewakingspunten bevinden zich over het algemeen aan de randen van de chemieclusterzijde van de omliggende wijken. De hoogte van de waarden ligt tussen de 60 dB[A] (Lindeheuvel Noord, Lindenheuvel – Javastraat, Geleen Krawinkel) tot 55 dB[A] (Lutterade NS-station) (zie paragraaf 7.3 in Sitech, 2025). Voor elke deelinrichting wordt een eigen berekening uitgevoerd met betrekking tot hoeveel ze bijdragen aan ieder meetpunt en aan elke zone. Het totaalbeeld moet uiteindelijk voldoen aan de vergunde geluidruimte. De provincie heeft aangegeven dat er geen actuele geluidberekening beschikbaar is van het vergunde geluid bij alle woningen, maar dat er momenteel berekeningen op woningniveau in voorbereiding zijn.

De provincie berekent de gemiddelde geluidproductie in L_{etmaal}. Daarbij wordt rekening gehouden met geluidkarakteristieken (bronvermogen, specifieke geluidfrequenties en bedrijfsduur) van alle vergunde activiteiten op de site, die zich op een maximaal representatieve dag kunnen voordoen. Daaronder valt het geluid van transport op de site (zowel vrachtverkeer als railverkeer), maar ook het geluid van installaties.

Om aan de Omgevingswet te voldoen, zullen in de nabije toekomst jaargemiddelden (in L_{den}), in plaats van etmaalgemiddelden worden berekend. De L_{den} neemt behalve de representatieve werkdag ook het geluid van uitzonderlijke bedrijfssituaties mee. De geluidzone vervalt. Hier komt een geluidaandachtgebied voor in de plaats. Ook in het nieuwe systeem met geluidproductieplafonds (GPPs) vindt bewaking plaats met berekeningen. Dit zal op vaste afstanden zijn rondom het terrein. Chemelot geeft aan dat de nachtperiode al maatgevend is, en dat er geen grote wijzigingen in de geluidruimte worden verwacht ten opzichte van de Wet milieubeheer. In het nieuwe systeem is de nachtelijke geluidproductie eenheid L_{night} – de nachtelijke geluidproductie, inclusief een straffactor van 10 dB(A) (Slob et al., 2019). Het doorvoeren van dit nieuwe GPP-systeem is gepland voor 2028.

7.3.2 Mogelijkheden en beperkingen van de beschikbare gegevens

De volwassenmonitor geeft een betrouwbaar beeld van het percentage bewoners dat ernstige geluidhinder en ernstige slaapverstoring door

bedrijven ervaart (dit wordt behandeld in paragraaf 7.2.1 en 7.2.2). Door de omvang van de steekproef biedt de monitor een betrouwbaar inzicht op wijkniveau. Door de vierjaarlijkse monitoring zijn ook trendanalyses mogelijk.

De openbaar beschikbare gegevens op de Atlas Leefomgeving geven een grof beeld van de geluidimmissie van de omgeving door Chemelot. De berekeningen van de provincie beperken zich tot specifieke locaties. Hierdoor is slechts een grove schatting van geluidniveaus mogelijk. Doordat de geluidniveaus zijn berekend in L_{etmaal} en nog niet in L_{den}, zijn de uitkomsten van de provinciale berekeningen nog lastig te vergelijken met beoordelingscriteria voor gezondheid die voor geluid in L_{den} zijn uitgedrukt. Voor industrielawaai is de L_{den} bij benadering gelijk aan de L_{etmaal} -2. (Slob et al., 2019). Dus 53 L_{den} staat ongeveer gelijk aan 55 Letmaal.

Door de nabijheid van andere geluidbronnen, zoals wegen, spoorwegen en vliegverkeer (zie Ameling et al., 2014), is het vrijwel onmogelijk om tijdens normale bedrijfsomstandigheden het geluid van Chemelot te onderscheiden van dat van andere bronnen. Dit leidt ertoe dat de geluidbelasting per bron alleen van elkaar kan worden onderscheiden via berekeningen. Het onderscheiden van bronnen is belangrijk in de beoordeling. In het kader van gezondheid is echter de gemeten cumulatieve geluidbelasting van belang.

Ook andere geluidfactoren dan het (gemiddelde) geluidniveau spelen een rol bij het bepalen van geluidhinder en gezondheidsrisico's, waaronder de geluidfrequentie (inclusief laagfrequent geluid), of het tonaal is, hoe vaak en wanneer geluidpieken plaatsvinden, maximale geluidniveaus en de aanwezigheid van meerdere geluidbronnen. De beschikbare informatie hierover is beperkt. In de huidige berekeningen op basis van L_{etmaal} voor het bewaken van het omgevingsgeluid worden bijzondere geluiden, zoals pieken door fakkelen of het afblazen van stoom, niet meegenomen. Binnen de vergunningverlening worden deze apart beoordeeld: de aanvrager moet inzicht bieden in de incidentele bedrijfsactiviteiten en de daarmee samenhangende geluidimpact. Onder de nieuwe methodiek binnen de omgevingswet (L_{den}) worden deze pieken meegenomen in de bewaking, maar uitgemiddeld over een jaar. De omgevingswet biedt de mogelijkheid om regels in het omgevingsplan te stellen, die te grote variaties tegengaan. Of dit nodig is en hoe deze regels eruit komen te zien, is nog onbekend. Aandacht voor de bijdrage van incidentele pieken aan het percentage gehinderden blijft hierbij van belang. Omdat dergelijke geluidsituaties vaak van korte(re) duur zijn, komen ze niet goed tot uiting in een jaargemiddelde. Ze kunnen wel als (heel) hinderlijk ervaren worden. Het beperken van deze factoren kan wel bijdragen aan het beperken van geluidhinder. Ook factoren die de blootstelling aan geluid kunnen verminderen, zoals de isolatie van een woning of de aanwezigheid van een stille zijde in de woning, kunnen een rol spelen. Deze factoren zijn, net als de niet-akoestische factoren, buiten beschouwing gelaten.

De dosis-respons-relaties specifiek voor industrieel geluid en gerelateerde zieken zijn beperkt (Miedema & Vos, 2004). Kwantitatieve gegevens over de relatie tussen industriegeluid en ernstige

slaapverstoring ontbreken geheel. Vanuit wetenschappelijk oogpunt zijn extra investeringen in de ontwikkeling van kennis en methoden voor het bepalen van de gezondheidsrisico's van industriegeluid wenselijk. Op basis van aanwezige kennis over geluid en gezondheid bij wegverkeer, is een inschatting van de impact van industriegeluid mogelijk (Gooijer et al., 2025). Dit is nog niet uitgevoerd binnen deze verkenning.

7.3.3 Bronnen en emissie geluid

De geluidbronnen op het Chemelot-terrein betreffen de procescomponenten die veel geluid produceren. Dit kan gaan om mechanische apparatuur (motoren, generatoren, pompen, compressoren, ventilatoren, turbines, transportbanden), apparatuur die trillingen veroorzaakt (persen, hamers, turbines) en productieprocessen (stoom afblazen, gas- of vloeistofvorming, afblaasventielen). Daarnaast kunnen transportbewegingen geluid produceren, zoals shovels, kranen, vorkheftrucks, trein- en vrachtverkeer. De hoeveelheid en het type van het geluid dat door de verschillende bronnen wordt geproduceerd, verschilt. Trillingen worden niet structureel gemeten in de omgeving rondom Chemelot. Er zijn trilling-onderzoeken uitgevoerd binnen de omgevingsplanprocedure, maar dit betreft onderzoek naar tijdelijke situaties (bouw, incidenten). Trillingen zijn vanwege de beperkte beschikbare informatie daarom niet verder opgenomen in de verkenning.

Voorbeelden van specifieke geluiden zijn het afblazen van stoom en fakkelen (zie paragraaf 3.4). Als er storing optreedt of na het opstarten van installaties na groot onderhoud, is fakkelen noodzakelijk vanwege de veiligheid (Chemelot, z.d.). Fakkelen produceert een heel specifiek geluid. Hierbij zijn hoge bronvermogens betrokken. Dit is tot in de wijde omtrek te horen. Deze geluiden worden niet in de contour meegenomen, omdat het onder het huidige systeem niet als representatieve bedrijfsvoering wordt beschouwd. Het is voor omwonenden wel een bron van geluidoverlast. Chemelot heeft aangegeven de Best Beschikbare Technieken (BBT) toe te passen om geluid dat van het terrein afkomt, zoveel mogelijk te reduceren richting omwonenden. Voorbeelden hiervan zijn geluidwallen, geluidisolatie van leidingen, pompen of ventilatoren en het letten op de positie van geluid producerende elementen.

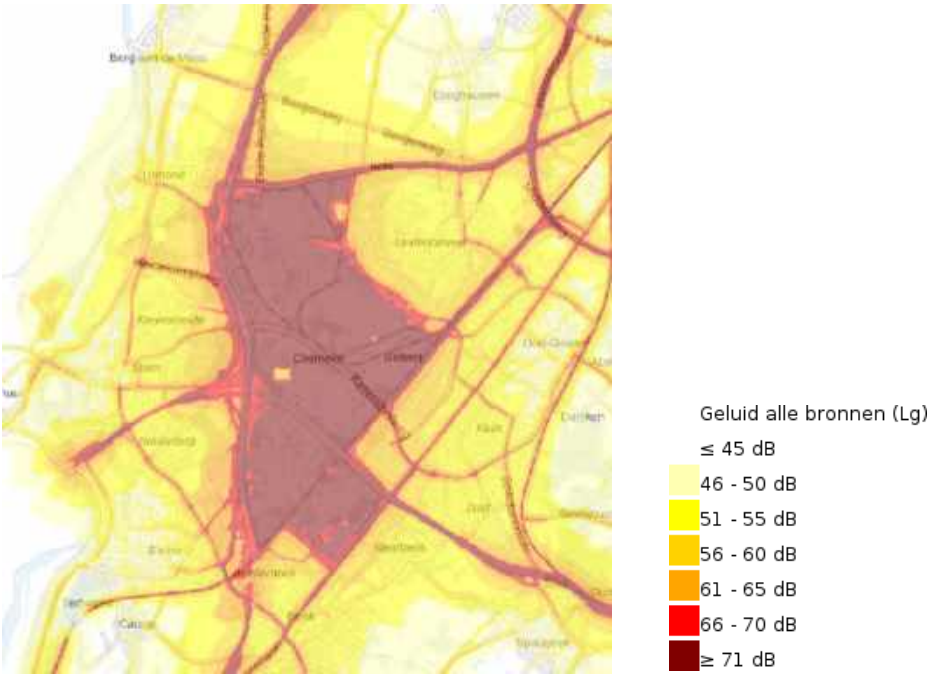
7.3.4 Analyse immissie, blootstelling en gezondheidsrisico's geluid

De kaart Geluid in Nederland van de Atlas Leefomgeving (RIVM, 2025a) geeft inzicht in het berekende omgevingsgeluid rondom Chemelot (Figuur 7.10). Op deze kaart staat hoeveel geluid verschillende bronnen bij elkaar opgeteld veroorzaken. Het gaat hier om het gemiddelde geluidniveau per jaar van wegverkeer, treinverkeer, vliegtuigen, industrie en windturbines (in L_{den}). Geluidemissies zijn berekend via het STAMINA-model en de losse bronnen tellen ieder even zwaar mee (er is geen weging gedaan; het gaat om gezamenlijk geluid). De gegevens van de verschillende bronnen komen uit verschillende jaren. Voor wegverkeer en vliegverkeer betreft dit 2022, voor treinverkeer 2023, en voor windturbines 2025. Gegevens van industrieel geluid zijn gebaseerd op de kentalraming uit 2022 (RIVM, 2025b).

De Atlas Leefomgeving maakt het ook mogelijk om te kijken naar nachtelijk weg en treinverkeer (in Lnight, het gemiddelde in decibel (dB)

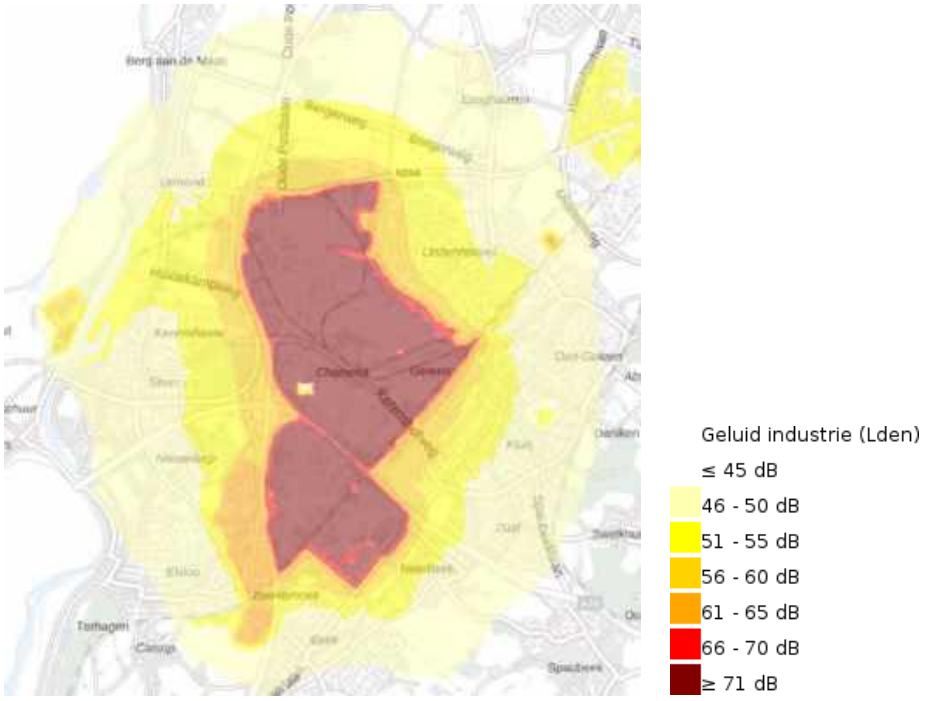
tussen 23 uur ‘s avonds en 7 uur ’s ochtends). Het nachtelijk beeld geeft op basis van het STAMINA-model met oog op de geluidproductie een vergelijkbaar beeld als de kaart gebaseerd op L_{den} (*Level day-evening-night*) (Prorail, 2021; RIVM, 2021, 2025a).

Figuur 7.10 Kaart gezamenlijk omgevingsgeluid Chemelot op basis van Lden, uit de Atlas Leefomgeving, geraadpleegd op 10 oktober 2025 (RIVM, 2025a)



Figuur 7.10 toont een hoge geluiddichtheid rondom spoor, wegen en op het Chemelot-terrein zelf (zie Figuur 7.11 voor industrieel geluid). Woningen liggen hier dicht op de geluidbronnen, waar de geluiddruk hoog is. In deze verkenning is in lijn met de WHO een geluidniveau van 53 dB (L_{den}) en 45 dB (A) L_{night} gebruikt als grens om een geluidniveau als aandachtspunt voor gezondheidsrisico te hanteren. Op basis van de Atlas Leefomgeving vormt de geluidbelasting in de omgeving van Chemelot een aandachtspunt voor de gezondheid.

Figuur 7.11 Kaart industrieel geluid Chemelot, op basis van Lden uit de Atlas Leefomgeving, geraadpleegd op 10 oktober 2025 (RIVM, 2025a)



De provincie voert berekeningen uit die een gedetailleerder beeld geven van de geluidbelasting door het chemiecluster. Zoals beschreven in paragraaf 7.3.1, wordt het geluid op 11 punten bewaakt met een rekenkundig geluidmodel op basis van metingen op het terrein. De berekende geluidniveaus op deze punten mogen niet hoger komen dan 55 dB(A) of 60 dB(A) (L_{etmaal}) afhankelijk van het gekozen punt. Deze geluidcontour is weergegeven in Figuur 7.11 en bevat een 55 dB(A)- en 50 dB(A)-contour. Deze geluidcontour is beleidsmatig vastgesteld en geeft aan welke geluidbelasting vergund is. Het is mogelijk dat de geluidcontour er in de praktijk anders uitziet dan de vergunde contour. De provincie heeft aangegeven dat niet alle vergunbare geluidruimte is uitgegeven. De actueel vergunde contour is in dat geval kleiner dan de in 1987 vastgestelde contour. Het systeem van zonebewaking is zo ingericht, dat er niet meer geluid vergund wordt dan in de zone vastgelegd. Om precies vast te stellen hoeveel van deze geluidruimte wordt opgevuld, zijn de uitkomsten van berekeningen nodig. Vanwege het ontbreken van verfijnde berekeningen voor het gehele gebied binnen de 50 dB(A)-contour is aangenomen dat de geluidniveaus overeenkomen met de vastgestelde contouren: dit betreft een worst-case-beeld.

Uit de beschikbare gegevens komt naar voren dat de huidige 55 dB(A) L_{etmaal}-contour de terreingrens van de bedrijven op het chemiecluster overschrijdt en over woningen die grenzen aan het cluster heen valt. De huidige 50 dB (A)-contour L_{etmaal} reikt verder en omvat grote delen van de woonplaatsen die grenzen aan het chemiecluster. Hoewel deze contouren zijn uitgedrukt in een L_{etmaal} en de gezondheidscriteria van de WHO zijn uitgedrukt in een L_{den} en $L_{night,}$ zijn de huidige geluidniveaus een aandachtpunt voor de gezondheid, waarbij gezondheidseffecten

mogelijk zijn. Dit beeld versterkt wanneer het totaal aan omgevingsgeluid wordt meegenomen.

De geluidcontouren geven inzicht in de geluidniveaus aan de gevel. Geluidisolatie kan het geluidniveau binnen beperken. In de omgeving van Chemelot zijn er met betrekking tot geluidisolatie voor woningen twee categorieën. De eerste categorie bestaat uit woningen die er al stonden toen de geluidzone werd vastgesteld. Voor deze woningen is onderzocht en geborgd dat het geluid binnen de woningen voldoet aan de destijds geldende wettelijke binnenwaarde van 45 dB(A) L_{etmaal}. Om dit te waarborgen, zijn deze afspraken opgenomen in het Saneringsprogramma en het maximaal toelaatbare gevelbelastingbesluit (MTG-besluit) (van Volkshuisvesting Ruimtelijke Orderning en Milieubeheer, 1995; Provincie Limburg, 1993).

De tweede categorie bestaat uit later gerealiseerde woningen. Hiervoor geldt dat deze uitsluitend mogen worden gebouwd als in het kader van de bouwvergunning is aangetoond dat de gevelisolatie toereikend is om een binnenwaarde van maximaal 35 dB(A) te waarborgen. Afhankelijk van de locatie van de betreffende woningen kunnen additionele, strengere eisen van toepassing zijn; als een woning zich bevindt in de nabijheid van meerdere geluidbronnen, geldt een eis voor de gevelwering die is gebaseerd op het gezamenlijke geluidniveau van deze bronnen.
Deze geluidniveaus liggen nog wel boven de GGD-richtwaarden voor het binnen niveau in de nacht (Slob et al., 2019).

7.4 Deelconclusies andere stressoren en zorgen

De vierjaarlijkse gezondheidsenquête van de GGD biedt inzicht in de ervaren milieuhinder en gezondheid op wijkniveau. Uit deze enquête van 2024 komt naar voren dat in de wijken rondom Chemelot het percentage volwassenen dat bezorgd is over hun gezondheid vanwege de industrie hoger is dan 45 procent. Deze enquête biedt beperkt inzicht in de factoren die tot deze zorgen leiden. Het Belevingsonderzoek Chemelot biedt vooral aanvullend inzicht in de veiligheidsbeleving en daarbij behorende informatiebehoeften, wat buiten de scope van deze verkenning valt. Dit belevingsonderzoek laat zien dat zorgen niet alleen voortkomen uit de activiteiten op het chemiecluster en de stoffen waarmee gewerkt wordt, maar ook uit bijzondere voorvallen, de ervaren transparantie, de ervaren betrouwbaarheid van de verstrekte informatie en het vertrouwen in de bedrijven op het chemiecluster en in de overheden die toezien op deze bedrijven.

De WHO-waarden voor wegverkeer van 53 dB (L_{den}) en 45 dB (A) L_{night} zijn gehanteerd als waarden voor het benoemen van aandachtspunten voor de gezondheid. Op basis van de Atlas Leefomgeving en de geluidcontouren, blijkt geluidbelasting rond Chemelot een aandachtspunt voor de gezondheid. Geluidhinder komt als aandachtspunt naar voren vanwege de combinatie van verschillende geluidbronnen (industrie, wegverkeer, vliegverkeer en spoor) en de hiermee gepaard gaande gecombineerde relatief hoge geluidniveaus en de ervaren hinder en slaapverstoring. Daarbij is de bijdrage aan hinder door de frequentie, tonale geluiden en piekgeluiden onvolledig in beeld.

In wijken rond Chemelot is het percentage respondenten dat ernstige geluidhinder door bedrijven ervaart het hoogst aan de west- en oostzijde van Chemelot, variërend van 6,2 tot 12,5 procent. Industrie is daarbij voor deelnemers uit Neerbeek, Stein en Lindenheuvel (Sittard-Geleen) de belangrijkste bron.

Daarnaast ervaren met name de wijken die grenzen aan het zuidelijke deel van het chemiecluster geurhinder. In de wijken rondom Chemelot wordt tot zes en een half keer vaker ernstige geurhinder door bedrijven ervaren dan gemiddeld in Zuid-Limburg. Andere vormen van hinder, zoals lichthinder of hinder door trillingen, zijn in de uitgevoerde enquêtes niet uitgevraagd. De omvang van deze hinder is daarom niet in kaart gebracht in deze verkenning.

8 Gezondheidseffecten

Dit hoofdstuk beschrijft welke gegevens en gegevensbronnen er beschikbaar zijn over de gezondheid van omwonenden van Chemelot. In dit hoofdstuk worden de gezondheidsonderzoeken die al zijn uitgevoerd en andere onderzoeksmogelijkheden besproken. Hinder, zorgen en slaapverstoring door blootstelling aan omgevingsgeluid, geur en licht zijn in het voorgaande hoofdstuk besproken in samenhang met gegevens over de blootstelling aan deze stressoren. Deze effecten kunnen ook als gezondheidseffecten worden gezien, maar zijn beschreven in hoofdstuk 7.

Determinanten van gezondheid

Gezondheid wordt bepaald door (een combinatie van) verschillende factoren. Deze specifieke factoren worden determinanten genoemd. Belangrijke determinanten van de gezondheid zijn bijvoorbeeld voeding, lichaamsbeweging, roken en de kwaliteit van de leefomgeving. Voor meer informatie wordt verwezen naar Volksgezondheid Toekomst Verkenning 2024 (Den Broeder et al., 2024). Als inwoners van een bepaald gebied een (gemiddeld) minder goede gezondheid hebben, kan dit door verschillende determinanten veroorzaakt worden. Zonder nader onderzoek kan niet gezegd worden welke determinanten dit zijn. Ook als een gebied qua gezondheid niet afwijkt van het gemiddelde, wil dat nog niet betekenen dat een determinant niet betekenisvol is. Bijvoorbeeld de gezondheidseffecten van chronische luchtverontreiniging kunnen gemaskeerd worden doordat in het betreffende gebied meer hoog opgeleiden wonen, die in het algemeen een betere gezondheid hebben.

8.1 Uitgevoerd gezondheidsonderzoek

Er zijn slechts weinig resultaten gepubliceerd van onderzoek naar de gezondheid van omwonenden van Chemelot. De gepubliceerde gegevens die er wel zijn, gaan over het vóórkomen van kanker, ervaren gezondheid en (niet-gespecificeerde) chronische ziekten / aandoeningen. In Nederland zijn nek- en rugklachten de meest voorkomende chronische aandoening. Deze gegevens geven echter geen compleet beeld van de gezondheid van omwonenden.

IKNL publiceert de Kankeratlas (IKNL, z.d.). Daarin is per 3-cijferig postcodegebied (en voor longkanker gedetailleerder, per 4-cijferig postcodegebied) de incidentie van de 24 meest voorkomende kankersoorten weergegeven, Ook de incidentie voor alle kankersoorten samen is weergegeven. Hierbij is rekening gehouden met de verdeling van leeftijd en geslacht in een gebied. Een beperking van de kankeratlas is dat er niet is gecorrigeerd voor andere factoren (zoals sociaaleconomische positie) die het optreden van ziekte kunnen verklaren. Verder komen sommige soorten kanker relatief weinig voor, waardoor de zeggingskracht van statistische toetsen op verschillen tussen gebieden in het vóórkomen van deze kankersoorten beperkt is.

In de Kankeratlas is gekeken naar de incidentie van kanker in de 3-cijferige postcodegebieden die grenzen aan Chemelot, namelijk 616

(Geleen), 617 (Stein), 618 (Elsloo), 619 (Beek) en 612 (onder andere Urmond). De 3-cijferige postcodegebieden rondom Chemelot omvatten een relatief groot gebied, waardoor de geografische resolutie beperkt is. Het is onder andere daardoor niet mogelijk om met de cijfers uit de Kankeratlas uitspraken te doen over een mogelijke relatie met de nabijheid van het industriecluster.

Uit de Kankeratlas komt naar voren dat wanneer er wordt gekeken naar alle kankersoorten samen de incidentie van kanker in de 3-cijferige postcodegebieden rondom Chemelot lager is dan gemiddeld in Nederland. Wanneer wordt gekeken naar afzonderlijke kankersoorten, zien we zowel verhoogde, verlaagde en vergelijkbare incidenties in de 3-cijferige postcodegebieden rondom Chemelot, vergeleken met gemiddeld in Nederland. Daarbij is de hogere incidentie van mesothelioom bij mannen in de (wijdere) omgeving van Chemelot het meest opvallend. Aangezien dit alleen bij mannen het geval is, is dit waarschijnlijk toe te schrijven aan arbeidsgerelateerde blootstelling in het verleden en niet door emissies naar de buitenlucht door Chemelot. Andere voorbeelden van verhogingen in de postcodegebieden rond Chemelot zijn de incidenties van leverkanker & galwegkanker onder mannen (3-cijferig postcodegebied 616 en 618), of maagkanker onder vrouwen (3-cijferig postcodegebied 612, 616, 617) en mannen (3-cijferig postcodegebied 612, 618). Voorbeelden van kankersoorten met verlaagde incidenties zijn borstkanker (3-cijferig postcodegebied 616, 617, 618, 619) of lymfomen en lymfatische leukemie.

Voor longkanker worden de incidenties weergegeven voor 4-cijferige (dus kleinere) postcodegebieden. In de kankeratlas is te zien dat in de postcodegebieden Geleen Centrum (6161) Lindenheuvel (6163), Geleen-Zuid (6164) en Stein (6171) de incidentie van longkanker statistisch significant hoger is dan verwacht is (9–43%) ten opzichte van het Nederlands gemiddelde voor mannen en vrouwen samen. Niet in alle wijken rondom Chemelot is de incidentie van longkanker verhoogd. Zonder nadere analyses kan er geen uitspraak worden gedaan of er een relatie is met Chemelot. Er kunnen andere redenen zijn waarom in een wijk longkanker meer of minder voorkomt, zoals de sociaaleconomische positie of leeftijdsopbouw.Zo zijn er ook wijken dichtbij Chemelot, bijvoorbeeld in Geleen en Beek, waar geen verhoogde longkankerincidentie is.

De GGD Zuid-Limburg heeft een onderzoek uitgevoerd naar luchtkwaliteit en de berekende effecten op de gezondheid (Limburg-Noord & Zuid-Limburg, 2022). Hiervoor is de GGD-rekentool gebruikt om de incidentie te berekenen van onder andere astma en laag geboortegewicht, en het daarmee samenhangende verlies van levensduur. Als maten voor luchtkwaliteit zijn concentraties gebruikt van NO_2, PM_{10} en $PM_{2,5}$ in het jaar 2019. De resultaten zijn weergeven per gemeente. De gegevens over concentraties komen van de GCN (Grootschalige Concentratiekaart Nederland). De GCN is de concentratie op basis van de samenvoeging van alle bijdragen van alle emissiebronnen en heeft een detailniveau van 1 bij 1 km. Voor verkeer is dit 100 x 100 meter. Gezien de lage geografische resolutie wat betreft industriële immissie is dit onderzoek niet geschikt om de bijdrage van Chemelot in beeld te brengen.

De Gezondheidsmonitor Volwassenen en Ouderen (GEMON) is een landelijke monitoring die elke vier jaar voor alle GGD-regio's wordt uitgevoerd door de regionale GGD'en. De gegevens zijn afkomstig van een steekproef van de bevolking in de GGD-regio. GGD Limburg Zuid heeft de steekproef opgehoogd, om beter inzicht te krijgen in de gezondheid van de bevolking in die regio. Wat betreft gezondheid is de ervaren gezondheid (vijf categorieën van zeer goed tot zeer slecht) en het vóórkomen van chronische aandoeningen (één of meer langdurige ziekten of aandoeningen) bevraagd. De resultaten laten zien dat in sommige wijken rondom Chemelot de ervaren gezondheid beter is dan gemiddeld in Zuid-Limburg, en in andere wijken slechter; een structureel geografisch patroon ontbreekt. Wat betreft chronische aandoeningen en ziekten is het percentage inwoners dat een ziekte of aandoening rapporteert in sommige wijken rondom Chemelot hoger en in andere wijken lager dan het gemiddelde in Zuid-Limburg. Ook hier is geen structureel geografisch patroon waarneembaar. Aangezien er niet is gecorrigeerd voor verstorende variabelen (zoals sociaaleconomische positie) kunnen er geen conclusies worden getrokken.

Het Nivel heeft onderzoek gedaan naar (ervaren) gezondheid in zeven industriegebieden in Nederland, waaronder het gebied rondom Chemelot (Scherpenzeel et al., 2025). Hierbij is gebruikgemaakt van gegevens uit de GGD Gezondheidsmonitor Volwassenen en Ouderen uit 2016, 2020 en 2022. Vergeleken met de rest van Nederland en zestien plattelandsgemeenten die als referentie dienden, rapporteerden respondenten in de omgeving van Chemelot statistisch significant vaker een minder goede algemene gezondheid, meer chronische ziekten, een lager mentaal welzijn met meer risico op angst en depressie, en meer lichamelijke en psychische symptomen. Het Nivel stelt over dit onderzoek dat er geen causale verbanden mee kunnen worden vastgesteld, maar slechts aanwijzingen voor een mogelijk effect. Het is bijvoorbeeld niet mogelijk om met zekerheid te zeggen dat er een relatie is tussen chronische ziekten in de omgeving van Chemelot en industriële uitstoot (Scherpenzeel et al., 2025). Het blijft daardoor complex om op basis van beschikbare gegevens gevonden verschillen gezondheidskundig te duiden en relaties vast te stellen. Het beantwoorden van vragen over de relatie tussen chemiecluster Chemelot en gezondheidseffecten in de omgeving vereist nadere analyse.

8.2 Onderzoeksmogelijkheden en beschikbare data

De gepubliceerde onderzoeken naar gezondheid van omwonenden in de regio rondom Chemelot leveren een beperkt beeld op. Om meer te weten te komen over de gezondheid, kunnen bestaande gegevens uit andere bronnen geanalyseerd worden, of nieuwe gegevens worden verzameld. Het voordeel van het analyseren van bestaande gegevens is, dat het vergeleken met het verzamelen van nieuwe gegevens kosteneffectief uitgevoerd kan worden. Deze paragraaf bespreekt aanvullende bronnen en de bruikbaarheid van de gegevens.

Een belangrijke bron van gegevens zijn de zogeheten CBS-microdata. Het CBS registreert en ontsluit gegevens van alle Nederlanders over onder andere (oorzaakspecifieke) sterfte, medicijngebruik,

ziekenhuisopnames, medisch-specialistische zorg, geboorte-uitkomsten en ziektekosten (onder meer specifiek voor Diabetes Mellitus type 2, vasculair risicomanagement, COPD en astma). Het CBS verzamelt de gegevens zelf of verkrijgt deze via andere organisaties. Het is bekend dat onder andere ouderen en mensen met een lage sociaaleconomische positie een grotere kans hebben op gezondheidsaandoeningen. Aangezien het CBS ook gegevens over sociaaldemografische factoren heeft, is het mogelijk om de uitkomsten hiervoor te corrigeren. Voor een deel van de populatie kan mogelijk ook informatie over leefstijlfactoren verkregen worden door koppeling met gegevens uit de GGD Gezondheidsmonitor.
Het is mogelijk om (gemodelleerde) luchtverontreinigingsgegevens aan woonadressen te koppelen en zo op individueel niveau de blootstelling te bepalen. Hierdoor is het mogelijk om de relatie tussen blootstelling en gezondheidseffecten te onderzoeken.

Het Nivel verzamelt gegevens over huisartszorg, onder andere klachten en aandoeningen, verwijzingen en voorgeschreven medicatie. De gegevens komen van een selectie van huisartspraktijken door heel Nederland.
Het Nivel kan op verzoek voor bepaalde regio's de selectie uitbreiden, om zo meer inzicht te krijgen in de huisartsenzorg. Nivel heeft twee huisartsenpeilstations in de GGD-regio Zuid-Limburg. Deze bevinden zich niet in de buurt van Chemelot. Nivel kan op verzoek meer huisartsen werven. Hier zijn kosten aan verbonden en dit leidt pas op langere termijn tot aanvullende inzichten.

Behalve het analyseren van bestaande (geregistreerde) gegevens over ziekte en gezondheid, kan ook onderzoek gedaan worden waarin nieuwe gegevens worden verzameld. Hierbij kan gedacht worden aan gezondheidsenquêtes en/of lichamelijk onderzoek bij (subgroepen van) omwonenden van Chemelot. Dergelijk onderzoek is echter arbeidsintensief en kost relatief veel tijd, en kan een belasting vormen voor de onderzoeksdeelnemers.

Gevoelige groepen
Bij langdurige blootstelling aan luchtverontreiniging geldt dat een aantal groepen extra kwetsbaar is. De Gezondheidsraad (Gezondheidsraad, 2018) heeft de volgende hoog gevoelige groepen geïdentificeerd:

- ouderen (boven de 65 jaar);
- kinderen (onder de 18 jaar);
- mensen met bestaande luchtwegaandoeningen;
- mensen met bestaande hart- en vataandoeningen;
- mensen met diabetes;
- het ongeboren kind.

Bij een eventueel gezondheidsonderzoek is het van belang om, indien mogelijk, aandacht te besteden aan deze groepen.

8.3 Deelconclusie gezondheidseffecten

De gepubliceerde gegevens uit de Kankeratlas, de GGD Gezondheidsmonitor en het Nivel-onderzoek naar de gezondheid van omwonenden van industriegebieden leveren een beperkt beeld op van

de gezondheid van omwonenden in de regio rondom Chemelot. Om een vollediger beeld te krijgen van de gezondheid van omwonenden, moeten aanvullende analyses gedaan worden naar het vóórkomen van andere gezondheidseffecten. Dergelijk onderzoek valt buiten de reikwijdte van deze verkenning. Vervolgonderzoek kan op een efficiënte manier worden uitgevoerd door gebruik te maken van bestaande gegevens, zoals de bij het CBS geregistreerde microdata.

9 Conclusies en vervolgstappen

De vier doelen van deze verkenning zijn om:

1) Inzicht te krijgen in de gegevens die beschikbaar zijn over de bron-effectketen van stoffen en stressoren in relatie tot gezondheid van chemiecluster Chemelot.
2) Inzicht te krijgen in de mogelijkheden en beperkingen van deze gegevens(verzameling) in het licht van de gegevens, die nodig zijn om gezondheidsrisico's en effecten te bepalen.
3) Een overzicht te krijgen van de inzichten en eventuele aandachtspunten die daaruit volgen over de gezondheid van omwonenden en;
4) om mogelijke vervolgstappen te schetsen om (de inzichten in) de gezondheid te verbeteren.

Per doel is een bijpassende onderzoekvraag geformuleerd. Deze onderzoeksvragen zijn in paragraaf 1.3 uitgewerkt. Dit hoofdstuk geeft de belangrijkste conclusies en mogelijke vervolgstappen weer. De conclusies over de mogelijkheden en beperkingen van de beschikbare gegevens, zoals beschreven in hoofdstuk 3 tot en met 8 en benoemd bij onderzoeksdoel 1 en 2, zijn besproken in paragraaf 9.1. Op basis van de beschikbare gegevens is gekeken naar aandachtspunten voor de gezondheid die uit de bestaande gegevens naar voren komen (onderzoeksdoel 3). Deze conclusies zijn beschreven in paragraaf 9.2. Op basis van de beschikbare gegevens en de gezondheidsrisico's zijn voorbeelden van maatregelen genoemd die kunnen bijdragen aan het voorkomen van gezondheidseffecten. Deze voorbeelden zijn besproken in paragraaf 9.3. Tot slot zijn in paragraaf 9.4 opties voor aanvullende onderzoeken benoemd, die potentieel bijdragen aan het verder inzichtelijk maken van mogelijke effecten van chemiecluster Chemelot op de gezondheid en welbevinden van omwonenden. Paragraaf 9.3 en 9.4 beschrijven daarmee samen mogelijke vervolgstappen om de gezondheid en inzichten in de gezondheidsrisico's en effecten te verbeteren (onderzoeksdoel 4).

9.1 Doel 1 en 2: mogelijkheden en beperkingen beschikbare gegevens

Voor de verschillende onderdelen van de bron-effectketen zijn gegevens beschikbaar die inzicht bieden in de gemeten, gemodelleerde en ervaren omgevingskwaliteit rond Chemelot met betrekking tot lucht, water, bodem, geluid, geur, en gezondheid. Met deze gegevens kunnen met behulp van aanwezige gezondheidskundige waarden (zie paragraaf 2.7) aandachtspunten voor de gezondheid worden benoemd. Een beperking hierbij is dat niet voor elke stof gezondheidskundige waarden zijn afgeleid of dat deze verouderd zijn. Dit geldt ook voor andere stressoren, zoals licht en geur. Ook kon in deze verkenning de kwaliteit van de normen of waarden die wel beschikbaar waren, niet in alle gevallen worden gecontroleerd. Het RIVM beveelt aan om waar mogelijk advieswaarden af te leiden voor stoffen waar geen waarde of norm voor is vastgesteld. Vanwege de omvang van het aantal stoffen die worden uitgestoten en de capaciteit bij het bevoegd gezag om advieswaarden af

te leiden, zal er geprioriteerd moeten worden. Hierbij is het van belang om te prioriteren op basis van de verwachte blootstelling en impact van de stof op mens en milieu, in lijn met de huidige vergunningverlening (zie ZZS-beleid, ABM-methode). Dit draagt bij aan een verbeterd inzicht in de gevolgen van emissies naar de omgeving.

Daarnaast hebben overschrijdingen van gezondheidskundige waarden ook een verschillende inhoudelijke betekenis, bijvoorbeeld wanneer dit wordt vertaald naar een ziektelast. Zo kan een overschrijding van de advieswaarden voor fijnstof een hogere bijdrage hebben aan de ziektelast van een populatie dan een overschrijding van het MTR_{lucht} van een andere stof. Dit omdat bij de advieswaarde voor fijnstof ook economische overwegingen zijn meegenomen. In deze verkenning is de omvang van het gezondheidsrisico bij een overschrijding van een gezondheidskundige waarde niet gekwantificeerd. Dit vereist aanvullende analyses en op onderdelen verdiepend inzicht in de dosis-responsrelatie van stoffen en stressoren, bijvoorbeeld voor stoffen in het oppervlaktewater of aannames, voor bijvoorbeeld de relatie tussen industriegeluid en gezondheid.
Een andere beperking is dat de blootstellingswaarden die via het modelleren van de luchtconcentraties op basis van de Emissieregistratie zijn bepaald grote onzekerheden kennen. De schattingen van de niveaus van blootstelling hebben een onzekerheidsmarge. Daarnaast is het inzicht in de blootstellingswaarden beperkt door het aantal stoffen wat niet hoeft te worden gerapporteerd in de Emissieregistratie. Om een meer betrouwbaar en meer valide beeld te krijgen van de blootstelling aan stoffen op een specifieke locatie zijn meer meetpunten vereist.
Tot slot is de verkenning beperkt tot openbaar beschikbare gegevens die de huidige stand van zaken beschrijven en is deze daarmee geen gezondheidskundig onderzoek. Bij gezondheidskundig onderzoek worden voor (langere) tijd gegevens over de milieukwaliteit en gezondheid geanalyseerd. Met de beschikbare gegevens zijn dan ook geen uitspraken mogelijk over causale verbanden tussen blootstelling door stoffen en stressoren van het chemiecluster en gezondheid. Dit vereist nader onderzoek.

Lucht
Berekeningen van de luchtkwaliteit rond Chemelot op basis van de gegevens uit de Emissieregistratie geven een schatting van de luchtkwaliteit. Waarden verkregen via het modelleren van de concentraties op basis van de Emissieregistratie kennen grote onzekerheden. De twee meetpunten uit het landelijk luchtmeetnet nabij Chemelot meten een beperkt aantal stoffen, namelijk NO_2, NO, O_3, PM_{10}, $PM_{2.5}$ en sinds kort ultrafijnstof (UFP). De Omgevingsdienst Zuid-Limburg meet op de locatie Vouershof ook continu drie zeer zorgwekkende stoffen (ZZS): 1,3-butadieen, monovinylchloride (MVC) en benzeen. Deze metingen geven een actueel beeld van de aanwezigheid van deze stoffen in de lucht en bieden inzichten die aanvullend zijn op de berekende concentraties. Opvallend is dat de gemeten concentraties op beide meetpunten hoger zijn, dan de berekende waarden die zijn gebaseerd op de gegevens uit de Emissieregistratie. Nader onderzoek is wenselijk om de oorzaken van deze verschillen beter te begrijpen.

Een beperking van de huidige metingen is dat de inzichten uit meetpunt Vouershof niet altijd te vertalen zijn naar concentraties op andere locaties. Zo zal een incident dat leidt tot extra uitstoot van bijvoorbeeld MVC door dit meetpunt niet worden opgemerkt wanneer de wind de emissies een andere kant op blaast. Om meer incidenten zoals lekkages te kunnen detecteren, zijn meetpunten in aanvullende windrichtingen vereist om nauwkeuring inzicht te krijgen in de piekblootstelling en langdurige blootstelling.

Op basis van de beschikbare gegevens is de bijdrage van het gehele chemiecluster aan de luchtkwaliteit voor veel gemeten stoffen te schatten. Gemeten jaargemiddelde concentraties PM_{10} lagen voor meetpunt Geleen – Asterstraat in de periode 2021 tot 2023 tussen de 14,9 en 17,3 µg/m³. Bij de geschatte gemiddelde bijdrage van het chemiecluster aan PM_{10} is de onzekerheid aanzienlijk, in de orde van grootte van de schatting zelf. Op basis van de windrozen is de jaargemiddelde bijdrage van Chemelot geschat op lager dan 1.0 µg/m³. Op basis van de berekeningen van de gegevens uit de Emissieregistratie is een bijdrage rond de 0.1 µg/m³ geschat.
Gemeten jaargemiddelde concentraties NO_2 lagen voor de meetpunten Geleen – Asterstraat en Geleen Vouershof in de periode 2021 tot 2023 tussen de 12,6 en 18,0 µg/m³ Het is niet mogelijk gebleken om een schatting te maken van de NO_2-bijdragen van bronnen op het Chemelot-terrein op de concentratie in de omgeving. De vorm van de windrozen doet vermoeden dat het om enkele microgrammen per m^3 gaat. Het schatten van de bijdrage van specifieke bedrijven en puntbronnen in het chemiecluster vereist nadere informatie en analyse.

Bodem
De beschikbare gegevens over de bodemkwaliteit geven inzicht in de verontreiniging van bodem en grondwater door (historische) bronnen en uitloging naar het oppervlaktewater. De aanwezigheid van stoffen wordt gemonitord, zowel binnen als buiten het terrein. Chemelot heeft hiervoor grondboringen uitgevoerd. Een netwerk van peilbuizen binnen en buiten het Chemelot-terrein monitort de verspreiding van verontreiniging via het grondwater. Met deze beschikbare gegevens is het mogelijk om te bepalen of er sprake is van een gezondheidsrisico.

Water
Lozingen van Chemelot worden ook op stofniveau gemonitord en beoordeeld. Er is een vergunning op stofniveau (633 stoffen). Dit doet zowel Circle Wastewater Services, de vergunninghouder van de lozingsvergunning van de IAZI van het chemiecluster, als Waterschap Limburg vanuit zijn rol als vergunningverlener en toezichthouder. Het monitoren van geloosde stoffen op stofniveau in plaats van per stofgroep levert een gedetailleerd beeld op. Voor ongeveer een derde van deze stoffen is geen meetmethode beschikbaar. Voor deze stoffen wordt daarom gewerkt met een emissie op basis van berekeningen van de toestroom naar de IAZI en het verwachte rendement. Het is niet duidelijk of de aannames van de werking van de IAZI voor alle stofcategorieën gelden. Voor mobiele stoffen is bekend dat ze lastig uit water te verwijderen zijn. Er is hierdoor geen gevalideerd overzicht van wat er daadwerkelijk geloosd wordt. Om beter inzicht te krijgen op de

emissies vanuit de IAZI, is het ontwikkelen van gestandaardiseerde meetmethodes gewenst.
Circle geeft aan nieuwe meetmethodes te ontwikkelen en alle zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) en potentiële ZZS, bij elkaar 83 stoffen, te kunnen meten.

Het ontbreekt aan een indicatieve of vastgestelde norm voor veel stoffen uit de vergunning; ook voor microplastics ontbreekt een norm. De ecologische toetswaarde kan gebaseerd zijn op de MKN of een gelijkwaardige norm of een door Circle afgeleide waarde. Bij 13 stoffen is aangegeven dat een ecologische toetswaarde afgeleid moet worden en bij 98 stoffen is niet van toepassing aangegeven (hiervan wordt bij 74 ook bij de alerteringswaarde 'niet van toepassing' aangegeven). De kwaliteit en de achtergrond van de meeste ecologische toetswaarden waren niet controleerbaar en in de verkenning is geen actie ondernomen om te onderzoeken of de gebruikte toetswaarden zouden voldoen aan de normafleiding door het RIVM. Daarbij kunnen ecologische toetswaarden gebaseerd zijn op milieueffecten en/of op gezondheidseffecten. Als er een overschrijding is van de waarde, is de betekenis daarvan voor de gezondheid niet altijd bekend. In geval van een vergelijking met de drinkwaternorm is zeker dat er wordt gekeken naar een humaan beschermdoel. Er zijn echter veel minder stoffen normen beschikbaar. Als er geen norm beschikbaar is, is een signaalwaarde voor drinkwaterproductie van 1 µg/l aangehouden. Dit is het geval bij 505 stoffen in de vergunning. Deze signaalwaarde is relatief laag, met uitzondering voor genotoxisch carcinogene stoffen waarvoor de signaalwaarde mogelijk niet afdoende beschermend is. Het is niet bekend wat de gezondheidskundige betekenis is van een overschrijding van deze waarde.

De beoordeling en monitoring op stofniveau biedt een gedetailleerder inzicht in de lozing van stoffen, in vergelijking met een vergunning op en monitoring van stoffen op basis van stofcategorieën. Een vergunning op stofniveau biedt ook meer mogelijkheden om, bijvoorbeeld op basis van actuele wetenschappelijke inzichten, de vergunning voor specifieke stoffen aan te scherpen. Deze aanpak vraagt echter ook meer capaciteit, zowel bij Circle voor het correct en compleet aanleveren van de stofinformatie als voor het RIVM dat op basis van deze gegevens advieswaarden afleidt (milieurisicogrenzen). Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat gebruikt deze advieswaarden voor het vaststellen van normen (milieukwaliteitsnormen).

Het beoordelen van de impact van het geloosde water op het oppervlaktewater en de bijdrage van Chemiecluster Chemelot vereist ook inzicht in de samenstelling van het Maaswater voor en na de lozing. Rijkswaterstaat monitort de chemische samenstelling van het Maaswater op punten stroomopwaarts en stroomafwaarts van het chemiecluster. Daarmee kan de kwaliteit van het Maaswater worden gemonitord, maar ook het effect van lozingen die uiteindelijk in de Maas terechtkomen. Door de beperkte informatie van lozingen door andere bedrijven tussen het bovenstroomse en benedenstroomse meetpunt rond Chemelot, is echter niet vast te stellen of een verhoogde concentratie van een stof in de Maas van Chemelot afkomstig is. Wanneer meer bedrijven dit type vergunning zouden hanteren, kan duidelijker worden waar hoge

concentraties stoffen vandaan komen en kunnen deze vervolgens gerichter worden aangepakt. Daarnaast worden niet alle 633 stoffen uit de vergunning gemeten door RWS. Ook omdat er niet voor alle stoffen een meetmethode beschikbaar is.

Stressoren geluid, geur, licht
Voor de stressoren geluid en geur vindt er via een gezondheidsenquête (GGD-gezondheidsmonitor (GEMON) van de GGD een structurele, vierjaarlijkse monitoring plaats van ervaren hinder. De enquête gaat bij het thema Hinder in op geluidhinder, slaapverstoring, geurhinder en bezorgdheid door de nabijheid van bedrijven. In Zuid-Limburg is onder andere in 2020 de steekproefomvang verhoogd en kunnen uitspraken op wijkniveau worden gedaan. Er is incidenteel aanvullend onderzoek uitgevoerd (onder andere het belevingsonderzoek van het RIVM), wat aanvullend inzicht geeft in de ervaren veiligheid en hinder.
Chemelot meldt bijzondere voorvallen op de eigen website en geeft daarbij aan welke overlast in de omgeving op kan treden. De website geeft inzicht in type en frequentie van overlast die op kan treden, wat een deel van de hinder verklaart.

Volgens de volwassenenmonitor wordt in de wijken rondom Chemelot tot zes en een half keer vaker ernstige geurhinder door bedrijven ervaren dan gemiddeld in Zuid-Limburg. Wat betreft ernstige geluidshinder door bedrijven in de wijken rondom Chemelot, is dit tot vijf keer vaker dan gemiddeld in Zuid-Limburg.
Vanwege het hogere percentage gehinderden door geluid is in de verkenning dieper ingegaan op het thema Geluid. Omwonenden van het chemiecluster worden door de nabijheid van andere geluidbronnen, zoals wegen, spoorwegen en vliegverkeer, blootgesteld aan meerdere geluidbronnen. Hierdoor is het lastig om tijdens normale bedrijfsomstandigheden het geluidniveau van Chemelot te meten. De bijdrage van Chemelot aan de totale geluidbelasting is daarom gebaseerd op bronmetingen aan deelinstallaties, die verwerkt worden in modelberekeningen en de vergunde geluidniveaus.

De berekeningen met het grofschalige STAMINA geven een indicatie van de geluidbelasting van Chemelot. Op basis van een gedetailleerder geluidmodel kan aan de hand van gemeten bron-emissies de geluidbelasting van Chemelot voor een specifieke locatie worden berekend. Dit soort berekeningen geven een nauwkeuriger beeld dan het STAMINA-model, maar zijn maar voor een beperkt aantal locaties uitgevoerd. De provincie stapt bij het berekenen van geluidniveaus over naar de berekening van jaargemiddelden (in L_{den}). De overstap naar L_{den} voor de berekening van geluidniveaus door de industrie, maakt de geluidbelasting beter vergelijkbaar met andere geluidbronnen en met gezondheidskundige waarden. Hoewel de beschikbare gegevens over geluid een grove schatting geven voor het geluidniveau, bieden de gegevens de mogelijkheid om op basis van vooraf vastgestelde criteria aandachtspunten te benoemen.
Een beperking van geluidberekeningen is dat zij vooral inzicht geven in geluidniveaus, terwijl ook andere geluidkenmerken, zoals pieken, tijdstip of toon, van invloed zijn op geluidhinder en slaapverstoring.

Gezondheidseffecten
Gezondheid wordt beïnvloed door diverse determinanten, waaronder leefstijl, sociaaleconomische positie en omgevingsfactoren, zoals luchtverontreiniging. Het is daardoor zonder aanvullend onderzoek niet mogelijk om een directe relatie te leggen tussen het vóórkomen van ziekten en specifieke determinanten in het gebied rondom Chemelot. Gepubliceerde gegevens over gezondheidsdata in het gebied rondom Chemelot zijn beperkt. Alleen in de kankeratlas van het Integraal Kankercentrum Nederland en de GGD-gezondheidsmonitor (GEMON) zijn gegevens gepubliceerd over respectievelijk het vóórkomen van kanker en over zelf-gerapporteerde ervaren gezondheid (inclusief hinder, zie vorige paragraaf) en chronische ziekten. Onderzoek van het Nivel geeft informatie over zelf gerapporteerde chronische ziekten en mentale gezondheid, maar de betekenis van de resultaten voor de gezondheid van omwonenden is moeilijk te duiden. Het in deze verkenning verkregen beeld beperkt zich dus tot kanker en zelf-gerapporteerde ervaren gezondheid en chronische ziekten (niet gespecificeerd). Uit de Kankeratlas en de Gezondheidsmonitor van de GGD blijken geen structurele afwijkingen in het optreden van ziekten en aandoeningen in de omgeving van Chemelot. Wanneer wordt gekeken naar afzonderlijke kankersoorten, zien we zowel verhoogde, verlaagde en vergelijkbare incidenties in de 3-cijferige postcodegebieden rondom Chemelot vergeleken met gemiddeld in Nederland. Opgemerkt moet worden dat ook in andere gebieden bepaalde typen kanker meer voorkomen. Zonder aanvullende analyses kan er geen uitspraak worden gedaan of er meer kanker voorkomt in de omgeving van Chemelot.

Mogelijke bronnen voor aanvullend onderzoek zijn onder andere de CBS-microdata en gegevens uit de huisartsenzorg van Nivel. Het CBS registreert en ontsluit gegevens van alle Nederlanders over onder andere (oorzaakspecifieke) sterfte, medicijngebruik, ziekenhuisopnames, medisch-specialistische zorg, geboorte-uitkomsten en ziektekosten (de CBS-microdata). Het is mogelijk om deze gegevens te koppelen met gegevens over de milieukwaliteit. Hierdoor is het mogelijk om dosis-responsrelaties te onderzoeken. Het Nivel verzamelt gegevens over huisartszorg, onder andere klachten en aandoeningen, verwijzingen en voorgeschreven medicatie. De gegevens komen van een selectie van huisartspraktijken. De geselecteerde huisartsenpraktijken bevinden zich niet in de buurt van het chemiecluster en zijn daarom nog niet geschikt voor de analyse van gezondheidseffecten rond het chemiecluster. De selectie van huisartsenpraktijken kan worden uitgebreid, maar dit leidt pas op langere termijn tot aanvullende inzichten. Wij concluderen dat een volledig beeld van de gezondheid van omwonenden van Chemelot op dit moment niet is te geven.
Om een vollediger beeld te krijgen van de gezondheid van omwonenden, moeten aanvullende analyses worden gedaan naar het vóórkomen van andere ziekten die een mogelijke relatie hebben met emissies van het Chemelot terrein.

9.2 Doel 3: inzichten in en aandachtspunten voor de gezondheid

In Stein, Beek en Sittard-Geleen maken mensen zich zorgen over de gezondheid in relatie tot bedrijven en industrie (tot zes keer vaker dan gemiddeld in Zuid-Limburg). Uit de beperkte beschikbare gegevens over

gezondheidseffecten in de wijken rond Chemelot komt geen patroon naar voren dat erop wijst dat bepaalde ziekten structureel vaker voorkomen door Chemelot.

Uit de analyse van gezondheidsrisico's komt de blootstelling aan geluid als aandachtspunt naar voren. De berekende geluidniveaus liggen boven de WHO-advieswaarden voor wegverkeer. De gezondheidseffecten komen ook naar voren uit de resultaten van gezondheidsmonitor: omwonenden ervaren geluidoverlast en slaapverstoring door geluid. Ook de mogelijke gezondheidsrisico's door luchtverontreiniging vormen een aandachtspunt, indien rekening gehouden wordt met cumulatie van stoffen.. Vanuit ecologisch perspectief kunnen bodem-, lucht- en waterverontreinigingen ook een aandachtspunt vormen. Dit was geen onderwerp in de vastgestelde opdracht voor deze verkenning en is daarom niet nader onderzocht. Uit de beperkte beschikbare gegevens over andere gezondheidseffecten in de wijken rond Chemelot komt geen patroon naar voren dat erop wijst dat bepaalde ziekten structureel vaker voorkomen rondom Chemelot. Zonder aanvullend onderzoek is er geen uitspraak mogelijk over een verband tussen het optreden van gezondheidseffecten en specifieke determinanten in het gebied. Hieronder staan de conclusies van de beoordeling van gezondheidsrisico's van lucht- water- en bodemkwaliteit en andere stressoren beschreven en de conclusies over de beschikbare gegevens over gezondheidseffecten.

Lucht
Uit de gegevens over luchtkwaliteit komt naar voren dat de niveaus van gemeten 1,3-butadieen, monovinylchloride en benzeen en de gemodelleerde concentraties van ZZS en PAK onder de MTR_{lucht} blijven. Echter, er zijn maar voor enkele ZZS emissiegegevens beschikbaar. Er zijn daarmee een beperkt aantal ZZS doorgerekend. Gemeten concentraties NO_2, en fijnstof $PM_{2,5}$ liggen hoger dan de WHO-advieswaarden. De gemeten waarden voor fijnstof PM_{10} ligt rond de WHO-advieswaarde. Voor zowel PM_{10} als $PM_{2,5}$ blijven de gevonden waarden ruim onder de geldende Europese normen.
Fijnstof komt uit bronnen in Nederland en het buitenland, onder andere door verkeer, consumenten (zoals houtstook), landbouw en industrie. De bijdrage van het chemiecluster ten opzichte van de totale hoeveelheid fijnstof in de lucht, is klein, maar door de overschrijding van de WHO-advieswaarden wel relevant.
Stikstofoxiden in Nederland komen vooral van uitstoot door weg- en overig verkeer en in mindere mate van de landbouw. Gemeten jaargemiddelde concentraties varieerden tussen de 12.6 en 18.0 µg/m3. De gevonden bijdrage van het chemiecluster aan de concentraties stikstofoxiden in de lucht rond het chemiecluster is geschat op enkele microgrammen per kubieke meter lucht. Omdat de totale concentraties fijnstof en stikstofoxiden hoger liggen dan de WHO-advieswaarde, zijn ook in de regio rond het chemiecluster fijnstof en stikstofoxiden als aandachtspunt benoemd.

De beoordeling van het mengsel van drie ZZS (benzeen, MVC en 1,3 butadieen) resulteert in een overschrijding van de Hazard-index- (HI) afkapgrens van 1 voor de jaren 2018 t/m 2021 en 2023 bij het meetpunt Vouershof. De berekeningen laten zien dat deze stoffen van

het chemiecluster komen. Modellering van deze stoffen laat zien dat door het vluchtige karakter van de stoffen, de concentraties voor benzeen, MVC, en 1,3 butadieen bij de woonkernen lager zijn dan de luchtconcentraties bij het meetstation Vouershof naast het chemiecluster. Dit trio van stoffen, gebaseerd op vooronderzoek van de ODZL, blijft een aandachtspunt voor nader onderzoek bij overschrijding van de HI, waarbij er ook gekeken moet worden naar het geheel aan ZZS en pZZS die nu niet konden worden meegenomen in de verkenning. De luchtkwaliteit als geheel vormt daarmee een aandachtspunt. Aandacht voor de gezondheidsrisico's van deze stoffen gezamenlijk is wenselijk.

Water
Het lozen van stoffen in het oppervlaktewater leidt nabij de lozing tot verhoogde concentraties van stoffen in het water. Door de verscheidenheid aan stoffen is het relevant om mengseltoxiciteit te onderzoeken. De aanwezige stoffen in het Maaswater zorgen voor een overschrijding van de Hazard-index-afkapgrens van 1, zowel vóór als na de lozing van Chemelot. Het is op basis van de beschikbare gegevens niet duidelijk in hoeverre deze overschrijding een milieu- of een gezondheidskundig-risico is. Daarom is het relevant de mengseltoxiciteit te onderzoeken, met daarbij de verdieping gericht op humane toxiciteit en mogelijke risico's. De blootstellingsroute van omwonenden van het chemiecluster aan de oppervlaktewaterlozingen van het chemiecluster is op basis van de beschikbare gegevens beperkt tot drinkwater (via drinkwaterwinning stroomafwaarts) en mogelijk zwemmen in de Maas of zwemplassen die direct in verbinding staan met de Maas. De geloosde stoffen zijn dan al sterk verdund. Drinkwaterbedrijf WML bevestigt dat het drinkwater aan alle wettelijke normen voldoet en voor een groot deel uit grondwater bestaat, met slechts een klein aandeel Maaswater. Indien Maaswater niet aan de normen voldoet, voert men een drinkwaterinnamestop in.

Gezondheidsrisico's zijn op dit moment niet kwantitatief te bepalen, omdat informatie ontbreekt op het gebied van blootstelling en humane toxiciteit van de stoffen. Het totaalbeeld is dus beperkt. Onder de geloosde stoffen bevinden zich naast ZZS ook stoffen die persistent zijn en bioaccumulerend, danwel mobiel zijn. Deze stoffen (waaronder bijvoorbeeld PFAS-verbindingen (enkelen zijn wel ZZS) en melamine) zijn doorgaans moeilijk te verwijderen uit het water en kunnen via het drinkwater of visconsumptie en doorvergiftiging bij de mens terechtkomen. Een algemeen aandachtspunt voor de volksgezondheid is de oppervlaktewaterkwaliteit van de Maas. Er zijn al hoge concentraties, soms normoverschrijdend, van stoffen, zoals kwik, in de Maas gemeten, voordat de lozing vanuit Chemelot plaatsvindt.

Bodem
De bodemverontreiniging is geconcentreerd op het terrein van het chemiecluster. Voor zeven stoffen is terreingrensoverschrijdende vervuiling geconstateerd die de tussenwaarde overschrijdt door verspreiding via het grondwater. Dit zijn ammonium, benzeensulfonzuur, cyanide, dichloorbenzeen, monochloorbenzeen, nitraat en sulfaat. De blootstelling van mensen buiten het Chemelot-terrein aan deze stoffen lijkt beperkt. Als het advies op de beperkingen

voor het gebruik van grondwater voor bijvoorbeeld beregening wordt opgevolgd, lijken er op dit moment geen humane risico's te zijn voor het gebied stroomafwaarts van het chemiecluster. Er is niet gecontroleerd in hoeverre er in dit gebied nog grondwater wordt gebruikt door bijvoorbeeld particulieren of de landbouw. Deze blootstelling kan worden uitgesloten via een check op de aanwezigheid van grondwaterputten in het gebied met grondwaterverontreiniging. Bij het uitlogen van grondwater naar het oppervlaktewater zijn geen aandachtspunten voor de humane gezondheid geconstateerd. Cumulatieve effecten zijn hierin nog niet meegenomen. De omvang van de PFAS-verontreinigingen op het terrein ter hoogte van de verdachte locaties door bijvoorbeeld brandoefeningen, is nog onbekend. Chemelot en de provincie gaven in een interview aan dat dit wordt onderzocht. Uit de metingen met peilbuizen voor de monitoring van bodemverontreinigingen komen geen overschrijdingen van de geaggregeerde risicogrenzen voor PFAS naar voren.

Stressoren geluid, geur, licht
Omwonenden ervaren geluid-, geur- en lichthinder en slaapverstoring van het chemiecluster en hebben zorgen over hun gezondheid in relatie tot industrie waaronder het chemiecluster. De blootstelling aan geluid vormt op basis van de berekende en ervaren geluidniveaus een aandachtspunt. Chemiecluster Chemelot is een belangrijke geluidbron naast andere geluidbronnen waaraan omwonenden worden blootgesteld, waaronder vlieg-, weg- en treinverkeer.

Naast geluidhinder wordt er aanzienlijk meer geurhinder ervaren dan gemiddeld in Zuid-Limburg. Een recyclingbedrijf is genoemd als een van de veroorzakers van geuroverlast, Dit recyclingbedrijf heeft maatregelen getroffen om geuroverlast terug te dringen. Uit de bestaande gegevens is nog niet af te leiden in hoeverre deze maatregelen hebben geleid tot een afname van de overlast.

Uit eerder belevingsonderzoek komt naar voren dat de omgeving lichthinder van Chemelot ervaart. De omgang van deze hinder kon in deze verkenning niet worden gekwantificeerd.

Gezondheidseffecten
In het gebied rondom Chemelot is geen structureel geografisch patroon zichtbaar in het optreden van kanker, ervaren gezondheid en zelfgerapporteerde chronische ziekten dat wijst op een verband met de nabijheid van Chemelot. Het betreft echter een onvolledig beeld door het gebrek aan gepubliceerde gegevens over andere ziekten.
Uit de volwassenmonitor van de GGD komt wel naar voren dat mensen in de gemeenten rond het chemiecluster zich zorgen maken over hun gezondheid in relatie tot industrie en bedrijven. De volwassenenmonitor laat ook zien dat mensen in deze gemeenten te maken hebben met geur-, geluidhinder en slaapverstoring. Het chemiecluster is een belangrijke geluidbron voor mensen die daar vlakbij wonen.

9.3 Doel 4: maatregelen voor het verbeteren van de gezondheid

De inzichten uit deze verkenning onderschrijven het belang van al ingezette maatregelen om omgevingskwaliteit te verbeteren. Het RIVM

adviseert daarom de ingezette, en deels ook wettelijk verplichte maatregelen om de omgevingskwaliteit de verbeteren voort te zetten. Hierbij is ook aandacht voor cumulatie en gecombineerde blootstelling wenselijk.

Voortzetten bestaande initiatieven voor verbeteren milieukwaliteit
Ook bij blootstelling aan stoffen en stressoren onder de wettelijke normen kunnen gezondheids- en milieueffecten optreden. De inzichten uit de verkenning ondersteunen het belang van bestaande initiatieven voor het verbeteren van de gezondheid via het verbeteren van de milieukwaliteit, waaronder, maar niet uitputtend:

- De uitvoering van het vermijdings- en reductieprogramma van ZZS. Dit programma is gericht op het minimaliseren van de emissie van ZZS. Vergunningplichtige bedrijven dienen een vermijdings- en reductieprogramma (VRP) op te stellen. Het bevoegd gezag kan daarbij met het bedrijf nadere afspraken maken over de invulling van het minimaliseren van deze ZZS-emissies en daarmee ook het tegengaan van cumulatieve effecten (zie ook Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat, 2025).
- Het verhogen van de milieukwaliteit in lijn met de strategische gebiedsvisie Omgeving Chemelot (Provincie Limburg et al., 2021), zoals:
  - het reduceren van geluid-, geur- en lichtemissies;
  - het reduceren van de emissie van stoffen;
  - de uitvoering van de resterende bodemsaneringen op het Chemelot-terrein.

Daar waar de milieukwaliteit ontoereikend is, kunnen maatregelen gericht zijn op het beperken van de blootstelling. Een voorbeeld hiervan is het actief informeren van bewoners over het niet gebruiken van ongecontroleerd grondwater in het systeemgebied van Chemelot.

Naast regionale maatregelen onderschrijft deze verkenning het belang van nationale en internationale maatregelen die kunnen bijdragen aan de lokale milieukwaliteit en acties tot het verbeteren van lucht, bodem en waterkwaliteit en het beperken van hinder door stressoren. De aanwezige concentraties van fijnstof en NO_2 en de beperkte bijdrage van het chemiecluster Chemelot aan deze stoffen illustreren het belang van nationale en internationale programma's voor betere luchtkwaliteit, waaronder het Schone Lucht Akkoord. De achtergrondwaarden van stoffen in het Maaswater ondersteunen het belang van de Kaderrichtlijn Water en initiatieven zoals schone Maas.

Aandacht voor cumulatie en gecombineerde blootstelling
De verkenning laat zien dat voor cumulatie zowel blootstelling aan een mengsel van stoffen (mengselrisico) als een gecombineerde blootstelling aan stoffen en stressoren relevant blijft bij het beoordelen van de gezondheidsrisico's van industrie. Dit geldt zowel voor het beoordelen van één bedrijf, als bij clusters van (afzonderlijke) bedrijven. In het kader van het Impulsprogramma Chemische Stoffen zijn methoden ontwikkeld om in de vergunningverlening meer rekening te houden met de effecten van mengsels. Deze methoden zijn onder andere toegepast op chemiecluster Chemelot voor de thema's Water en Lucht. In het

verleden zijn ook methoden ontwikkeld voor het beoordelen van gecombineerde blootstelling, waaronder via integrale milieuzonering (zie Roo, 1999), de gezondheidseffectscreening (Fast et al., 2018) of de Milieu Gezondheids Risico-indicator (MGR) (Alphen et al., 2017).

Bij de selectie van een instrument voor het beoordelen van cumulatie en gecombineerde blootstelling speelt ook de vraag welk beleid en welke normen recht doen aan wat politiek-bestuurlijk als 'voldoende gezond' wordt beoordeeld. Het gaat hierbij specifiek om blootstelling aan mengsels van stoffen (cumulatie), om gecombineerde blootstelling aan stoffen en stressoren en aan de operationalisatie van 'voldoende bescherming voor de gezondheid'. Deze vraag speelt op (inter)nationaal, regionaal en lokaal niveau. De Rijksoverheid bepaalt als stelselverantwoordelijke wat nationaal en wat decentraal geregeld wordt en stelt nationale omgevingswaarden vast voor het waarborgen van een veilige en gezonde leefomgeving. Hierbij wordt ook gekeken naar (mogelijkheden voor) internationale regels. De vraag speelt ook regionaal, voor het bevoegd gezag[47] bij het vergunnen van en toezicht houden op milieubelastende activiteiten. Bij chemiecluster Chemelot is Provincie Limburg bevoegd gezag voor de koepelvergunning Chemelot. Het is ook een vraag voor gemeenten als bevoegd gezag voor het toelaten van nieuwe activiteiten nabij Chemelot, zoals woningbouw. Ontwikkelde instrumenten voor de beoordeling van gecombineerde blootstelling of cumulatie (mengselrisico's) kunnen hierbij ondersteunen. Op basis van de input die bestuurders nodig hebben voor besluitvorming over gecombineerde blootstelling of mengselrisico's kunnen deze instrumenten doorontwikkeld worden.

9.4 Doel 4: aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Bij de start van de verkenning is gevraagd aan te geven welke opties voor vervolgonderzoek kunnen bijdragen aan het inzichtelijk maken van mogelijke effecten van het chemiecluster op de gezondheid van omwonenden. Er is sprake van een aanbeveling voor vervolgonderzoek wanneer:

1) het voor een thema niet mogelijk is om de (omvang van de) gezondheidsrisico's of -effecten te bepalen op basis van de beschikbare gegevens. Of;
2) er bij een gevonden gezondheidsrisico nader onderzoek nodig is om vast te stellen dat er echt gezondheidseffecten te verwachten zijn. Of;
3) kennis ontbreekt voor het aanpakken van aandachtspunten voor de gezondheid die uit de verkenning naar voren komen.

[47] In een reactie op de kennisnotitie over de risicobeoordeling van mengsels Ter Burg, W., Bos, P. M., & Bodar, C. W. M. (2025). *Risicobeoordeling mengsels van stoffen bij de industriële uitstoot naar lucht: casus Chemelot. Kennisnotitie* (KN-2024-0068). geeft Gedeputeerde Staten van de Provincie Limburg per brief aan de staatssecretaris van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat aan dat de bedrijven op Chemelot voldoen aan de wettelijke kaders Gedeputeerde Staten van Limburg. (2025). *Tussentijdse publicatie kennisnotitie RIVM.* (DOC-00760598). Maastricht. Zij vragen de staatssecretaris om duiding van deze kennisnotitie van het RIVM. In een reactie hierop Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat. (2025). *Uw brief over de tussentijdse publicatie kennisnotitie.* (IENW/BSK-2025/79576). Den Haag: van Infrastructuur en Waterstaat heeft het ministerie aangegeven dat de kennisnotitie een onderdeel is van het onderzoek naar hoe cumulatie van emissies van zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) voortaan kan worden meegewogen in de risico-inventarisatie bij vergunningverlening. Er lopen in Nederland en Europa meerdere onderzoeken naar het waarderen van cumulatie. De staatssecretaris geeft aan na publicatie van het syntheserapport van het RIVM, eind 2025, vervolgstappen te bepalen en dat een Europese aanpak daarbij zijn voorkeur heeft.

Ook zonder aanvullend onderzoek zijn al zinvolle maatregelen te treffen om de omgevingskwaliteit rond Chemelot te verbeteren. Wanneer vervolgonderzoek als voorwaarde voor de invoering van maatregelen wordt gesteld, kan dit zelfs tot verslechtering leiden als dit leidt tot uitstel van maatregelen. Het blijft daarmee aan betrokken bevoegde gezagen, zoals het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Provincie Limburg en Waterschap Limburg, en aan de bedrijven op het Chemiecluster Chemelot, om te besluiten welk onderzoek en welke vervolgacties uitgevoerd gaan worden en om deze acties verder af te wegen en uit te werken. Omgevingsdienst Zuid-Limburg en GGD Zuid-Limburg kunnen de bevoegde gezagen hierbij ondersteunen en adviseren.

Het RIVM beveelt op basis van de analyse van beschikbare gegevens en de daarbij geconstateerde beperkingen onderstaande vervolgonderzoeken aan:

Aanvullend onderzoek naar de blootstelling
Het is op basis van de beschikbare gegevens beperkt mogelijk om voor een thema de (omvang van de) gezondheidsrisico's of -effecten te bepalen. Een gedetailleerder inzicht in de mate waarin mensen zijn blootgesteld aan stoffen en stressoren, draagt bij aan het nauwkeuriger kunnen benoemen van gezondheidsrisico's.

Op basis van gegevens uit de Emissieregistratie voor ZZS zou er geen overschrijding zijn van de HI-afkapgrens voor het mengsel van deze ZZS. Voor fijnstof, stikstofdioxiden, PAK en de drie gemeten ZZS lagen de berekende concentraties een factor 1.1 tot 5 lager dan de gemeten waarden. Als deze onderschatting ook voor de gegevens over ZZS uit de Emissieregistratie geldt, dan zou de HI-afkapgrens alsnog kunnen worden overschreden. Ook blootstelling aan andere ZZS en pZZS die niet in de Emissieregistratie zijn opgenomen leidt tot een hoger gezondheidsrisico dat niet is meegenomen in deze verkenning. Het rapporteren van de andere ZZS in de landelijke ZZS-emissiedatabase draagt bij aan de mogelijkheden van beoordelende instanties om de emissie van ZZS te beoordelen.

Om onzekerheden te verkleinen, beveelt het RIVM aan om dichter bij de woonkernen aanvullend luchtmetingen uit te voeren en om bij de luchtmetingen aandacht te hebben voor de mogelijke aanwezigheid van (p)ZZS in de lucht. Deze metingen geven een nauwkeuriger beeld dan de modellering op basis van de Emissieregistratie. Door deze meetgegevens te gebruiken voor modelvalidatie/modelkalibratie zijn betere schattingen te maken van de blootstelling in het gehele gebied, ook waar geen metingen zijn. Aanvullende metingen dragen bij aan het beperken van de onzekerheid die aanwezig is in de gegevens in de Emissieregistratie en dispersiemodellering.

De behoefte aan aanvullende informatie over concentraties ZZS in de lucht beperkt zich niet tot Zuid-Limburg. Een landelijke inventarisatie langs omgevingsdiensten liet zien dat de roep om het meten van ZZS in de lucht breder is (Bodar, 2025). Kanttekening hierbij is dat extra metingen op zichzelf niet bijdragen aan de beperking van emissies. Ze kunnen wel inzicht bieden in de urgentie van emissiereductie. We

adviseren daarom om eventuele uitbreiding van meetpunten en de te meten stoffen niet ten koste te laten gaan van investeringen in de minimalisatieverplichting van ZZS. Het RIVM werkt aan een voorstel om aan de hand van een beperkt aantal gidsstoffen meer inzicht te krijgen in de aanwezigheid van ZZS in de lucht. Een gidsstof zou dan representatief moeten zijn voor een veel grotere groep van ZZS (Bodar, 2025). Er zijn verschillende manieren om deze vraag te benaderen, zoals:

- Het is mogelijk om de keuze voor het meten van aanvullende stoffen te baseren op zorgen van omwonenden of het bevoegd gezag, bijvoorbeeld op basis van vergunde activiteiten.
- De selectie van de te meten stoffen is te baseren op een brede screening van stoffen (inclusief fijnstof) op een locatie in de woonomgeving of op basis van de emissiemetingen aan de schoorsteen. Op basis van de screeningresultaten is een onderbouwde keuze te maken voor te meten stoffen in de toekomst.
- Bij het selecteren van te meten stoffen kan ook nog gekozen worden om stoffen landelijk te meten, wanneer er landelijke zorgen zijn, of juist door een decentraal bevoegd gezag te meten, wanneer de zorgen lokaler van aard zijn.

Het uitbreiden van het aantal meetlocaties maakt het mogelijk om ook bij andere windrichtingen de uitstoot van deze stoffen te monitoren. Hierdoor is een gedetailleerder beeld te schetsen van de concentraties van deze stoffen in de omgeving en van de lokale blootstelling.

Voor het thema Geluid zijn de inzichten in de geluidniveaus gebaseerd op grofschalige berekeningen. Fijnschaligere berekeningen, eventueel aangevuld met metingen, kunnen een gedetailleerder beeld geven en daarmee een beter onderbouwde basis vormen voor vervolgberekeningen om het gezondheidsrisico te kwantificeren. Voor geuroverlast kan aanvullend onderzoek naar geurhinder inzicht bieden in de omvang en aard van de geurhinder als binnenkomende klachten en meldingen hierin onvoldoende inzicht bieden. Op vergelijkbare wijze kan ook de omvang van lichthinder nauwkeuriger in kaart worden gebracht.

Eventueel vervolgonderzoek dat ook nadrukkelijk naar de ziektelast (die afhankelijk is van de populatie-omvang) kijkt, kan aanvullende input bieden voor het prioriteren van maatregelen. Dat is zinvol wanneer het uitgangspunt is om zoveel mogelijk gezonde levensjaren te winnen. Wanneer het uitgangspunt is dat iedereen gelijke rechten heeft om beschermd te worden tegen schadelijke stoffen in de omgeving, volstaat het gemiddelde risico voor een standaard populatie.

Epidemiologisch onderzoek
Epidemiologisch onderzoek kan inzichtelijk maken of het vóórkomen van ziekten en aandoeningen in de regio rondom het industriecluster een afwijkend patroon laat zien ten opzichte van een referentiegebied. Dergelijk onderzoek is signalerend van aard. Epidemiologisch onderzoek kan ook inzichtelijk maken of er een associatie is tussen verontreiniging die vanuit de industrie komt en gezondheidsaandoeningen. Daarvoor moeten op individueel niveau gegevens over gemeten of berekende blootstelling aan stoffen en stressoren gekoppeld worden aan

gezondheidseindpunten, zoals sterfte, medicijngebruik, ziekenhuisopnames en geboorte-uitkomsten. Vervolgens kunnen deze gegevens worden geanalyseerd, waarbij ook rekening gehouden kan worden met andere determinanten zoals de sociaaleconomische positie. Een geschikte bron van gegevens voor epidemiologisch onderzoek is de CBS-microdata. Een breder onderzoek met CBS microdata voor industriële hotspots in Nederland vergroot de zeggingskracht van een epidemiologische analyse.

Aanvullend onderzoek op deze verkenning is vooral zinvol als uit de analyse van de blootstelling aan stoffen gezondheidsrisico's te verwachten zijn, als uit ander onderzoek blijkt dat er (mogelijk) milieugerelateerde gezondheidseffecten zijn, en/of er geen (betrouwbaar) beeld is over blootstelling en/of gezondheid. De luchtkwaliteit en geluidbelasting komen weliswaar als aandachtspunten voor de gezondheid naar voren, maar het gezondheidsrisico vanuit luchtkwaliteit komen voor een belangrijk deel door fijnstof en stikstofoxiden. Deze luchtvervuiling is voor een groot afkomstig van andere bronnen, waarbij de totale waarden in de gebieden rond het chemiecluster niet opvallend hoog zijn, en de opgetelde bijdrage van de belangrijkste ZZS op een concentratie rond het niveau van het MTR wordt geschat. Voor het thema Geluid kan aanvullend onderzoek, naast inzicht in de gezondheidseffecten, ook een wetenschappelijk doel dienen, namelijk om meer inzicht te bieden in de dosis-responsrelatie van industriegeluid.

Aanvullend inzicht in de zorgen en ervaren hinder van omwonenden
De Gezondheidsmonitor van de GGD geeft waardevolle inzichten in de mate waarin mensen zich zorgen maken over hun gezondheid in relatie tot industrie en bedrijven en in welke mate inwoners van Beek, Stein en Sittard - Geleen hinder ondervinden van geluid en geur in de woonomgeving. Daarnaast is er sprake van overlast door licht. Het verrijken van de inzichten uit kwantitatief vragenlijstonderzoek met kwalitatief onderzoek kan meer inzicht bieden in de redenen tot zorg, de ervaren hinder en de factoren die hierop van invloed zijn. Op basis van de uitkomsten kunnen maatregelen worden getroffen, die recht doen aan de zorgen die leven.

Dankbetuiging

Bij de totstandkoming van dit rapport kregen de auteurs ondersteuning van inhoudelijk experts van het RIVM. We bedanken Remco Vis en Arjen Wintersen (thema Bodem), Els Smit (thema Water), Ronald Hoogerbrugge (thema Lucht) Ric van Poll en Rob van Loon (thema Geluid) Annemiek van Overveld (thema Hinder), Janneke Elberse (conclusies) en Jantien Noorda en Leendert Gooijer, voor hun feedback op de aanpak en concepthoofdstukken. Ook bedanken we de experts van de Omgevingsdienst Zuid – Limburg, GGD Zuid – Limburg, Provincie Limburg, Waterschap Limburg, gemeenten Beek, Sittard – Geleen en Stein, Rijkswaterstaat en WML voor het aanleveren van opgevraagde gegevens en het checken op feitelijke onjuistheden. Ook bedanken we experts van Chemelot, Sitech en Circle voor het beantwoorden van vragen naar aanleiding van deze gegevens.

Literatuur

Alphen, T. v., Fast, T., Houthuijs, D. J. M., & Swart, W. (2017). *Handleiding Milieugezondheidsrisico MGR*.

Ameling, C., Breugelmans, O., Houthuijs, D., Van Kempen, E., Marra, M., Van Poll, R., & Swart, W. (2014). *Gezondheidsonderzoek Vliegbasis Geilenkirchen (Desk Research) I. Hoofdrapportage: samenvatting, conclusies en aanbevelingen Gezondheidsonderzoek Vliegbasis Geilenkirchen.*

Arcadis. (2021a). *Beschrijving huidige situatie bodemkwaliteit DSM-terrein Geleen – Stein: Actualisatie risico evaluatie stap 1 en 2* (D10038053:96).

Arcadis. (2021b). *Bijlagenrapport (Tekeningen en Mastertabel monitoring en meetnetten DBC, A3-formaat) DSM Industriegrond B.V. en Site grond B.V.*

Arcadis. (2021c). *Deelplan Evaluatie Grondwater*.

Arcadis. (2021d). *Duurzaam Bodembeheer Chemelot*.

Atlas Leefomgeving. (z.d.). *Hoe is de kaart met geluid in Nederland gemaakt?* Geraadpleegd juni 2025 Beschikbaar via https://www.atlasleefomgeving.nl/veelgestelde-vragen#Mijn%20leefomgeving

Bergstra, A. D. (2021). *Milieuhinderonderzoek Terneuzen 2020*.

Bodar, C. W. M. (2025). *Inventarisatie ZZS luchtmetingen in Nederland. Kennisnotitie*.

Bodar, C. W. M., Burg, W. ., Faber, M., Herwijnen, R. v., Hof, M., Leeuwen, L. v., Naus, M., & Pronk, M. (2023). *Cumulatie ZZS en vergunningverlening (vervolgonderzoek 2023)* (RIVM-briefrapport 2023-0411).

Bodar, C. W. M., Burg, W. ., & Pronk, M. (2024). Cumulatie van stoffen en vergunningverlening. Een chemische stof komt nooit alleen. *Tijdschrift lucht*(2), 12–14.

Bodar, C. W. M., De Boer, L., Burg, W. ., Janssen, I. E., & Smit, E. (2022). *Cumulatie en vergunningverlening ZZS* (RIVM-briefrapport 2022-0061).

Brightlands. (z.d.). *Companies and knowledge institutes active in materials. Get to know Brightlands Chemelot Campus*. Geraadpleegd februari 2025 Beschikbaar via https://www.brightlands.com/en/chemelot-campus/campus/companies-and-knowledge-institutes-active-materials

Buelens, B. (2017). Weging Gezondheidsmonitor 2016. *CBS Heerlen*(Projectnummer 302071 BPM).

Bulsing, P. (2009). *The link between Odors and Illness: How Health Cognitions affect Odor Perception*

BZK. (2024). *Besluit kwaliteit leefomgeving*. Den Haag

Cedo Recycling. (2025). *Cedo Recycling verplaatst recyclingactiviteiten naar Litouwen – productie in Geleen wordt afgebouwd* https://www.cedorecycling.nl/persbericht-nl.pdf

Chemelot. (2024). *Milieujaarverslag 2023*.

Chemelot. (z.d.). *Fakkelen, waarom gebeurt dat?* Geraadpleegd juni 2025 Beschikbaar via https://www.chemelot.nl/omgeving/fakkelen-waarom

Commissie onderzoek minerale voeding. (2005). *Handleiding mineralenvoorziening rundvee, schapen, geiten.*
De Jong, F. (2019). *Antwoord op vragen over 1,3 butadieen. Memo*.
De Roo, G. (1999). *Planning per se, planning per saldo. Over conflicten, complexiteit en besluitvorming in de milieuplanning.* SDU.
Den Broeder, L., Hilderink, H., Polder, J., Staatsen, B., Dekker, L., Jansen-van Eijndt, T., Van der Lucht, F., Spijkerman, A., van Bakel, M., Deuning, C., Kupper, N., & Couwenbergh, C. (2024). *Volksgezondheid Toekomst Verkenning 2024: Kiezen voor een gezonde toekomst*.
DSM Limburg, & Arcadis. (1998). *Bepaling van indicatieve signaalwaarden aan verontreinigende stoffen in de bodem* (632/ZF98/3566/52114).
Elberse, J., Zonneveld, M., von den Benken, M., Bogers, R., Bergstra, A., van de Weijgert, V., Bekker, C., de Zwart, F., Houweling, D., Noorda, J., Wijten, J., & Gooijer, L. (2024). *Verkenning Chemours en de Westerschelde; advies voor onderzoeken naar PFAS in deze regio's*. (KN-2024-0049). Bilthoven: RIVM
Elsloo, H. J. (z.d.). *Steinerbos vergunning*. Geraadpleegd 07-05 Beschikbaar via http://www.hsv-juliana.nl/steinerbos_vergunning.html
Fast, T., Geelen, L. M. J., Meeuwsen, E. J., Sluis, N. I., Van der Stouwe, N., Zandt, I., & Venselaar-Mooij, M. (2015). *Geur en gezondheid. GGD-richtlijn medische milieukunde*.
Fast, T., Van den Hazel, P. J., Jans, H., & van de Weerdt, D. H. J. (2018). *Gezondheidseffectscreening. Milieu en gezondheid in ruimtelijke planvorming.* GGD GHOR Nederland.
Gedeputeerde Staten van Limburg. (2024). *Gezondheidsonderzoek omgeving Chemelot*. (DOC-00608939). Maastricht: Provincie Limburg.
Gedeputeerde Staten van Limburg. (2025). *Tussentijdse publicatie kennisnotitie RIVM.* (DOC-00760598). Maastricht
Geelen, L., Bogers, R., Elberse, J., Houthijs, D., Montforts, M., Schuijff, M., Smetsers, R., De Vries, A., Wesseling, J., & Wijten, J. (2023). De bijdrage van Tata Steel Nederland aan de gezondheidsrisico's van omwonenden en de kwaliteit van hun leefomgeving.
Gezondheidsraad. (1999). *Grote luchthavens en gezondheid.* Gezondheidsraad.
Gezondheidsraad. (2018). *Gezondheidseffecten luchtverontreiniging. Achtergronddocument bij: Gezondheidswinst door schonere lucht Nr. 2018/01, Den Haag 23 januari 2018* (Nr. 2018/01A).
GGD Zuid-Limburg. (2022a). *Gezondheidkundige risicobeoordeling Aanwezige bodemverontreinigingen op de DSM-terreinen Geleen-Stein*.
GGD Zuid-Limburg. (2022b). *Gezondheidsmonitor volwassenen en ouderen*. GGD Zuid-Limburg. Geraadpleegd mei Beschikbaar via https://gezondheidsatlaszl.nl/mosaic/gezondheidsatlas/gezondheidsmonitor-volwassenen-en-ouderen
Gooijer, L., Elberse, J., Bergstra, A., Bogers, R., Montforts, M., Wesseling, J., & Wijten, J. (2025). *Methodisch kader Gezondheidseffectrapportage Tata Steel Nederland* (KN-2025-0020).

Hof, M., Bodar, C. W. M., Rorije, E., & Smit, E. (2024). *Berekening mengsel-toxische druk voor oppervlaktewateren bij immissietoetsen-Twee casussen. Kennisnotitie* (KN-2024-0041). RIVM.

ICBR. (2009). *Afleiding van milieukwaliteitsnormen voor Rijnrelevante stoffen*.

IKNL. (z.d.). *Kankeratlas*. Integraal Kankercentrum Nederland. Geraadpleegd 15 oktober Beschikbaar via https://kankeratlas.iknl.nl/

IPLO. (z.d.–a). *Afleiden maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) en milieukwaliteitsnorm (MKN)*. Geraadpleegd 25-3 Beschikbaar via https://iplo.nl/thema/zeer-zorgwekkende-stoffen-zzs/mtr-mkn/#:~:text=Het%20maximaal%20toelaatbaar%20risiconiveau%20(MTR,andere%20website)%20(MKN).

IPLO. (z.d.–b). *Beoordeling lozing door aanvrager*. Geraadpleegd 21-3 Beschikbaar via https://iplo.nl/thema/water/handreiking-lozingen/voordat-lozing-start-verandert/beoordeling-lozing-aanvrager/

IPLO. (z.d.–c). *Veelgestelde vragen Besluit Uniforme Saneringen*. Geraadpleegd 6-5 Beschikbaar via https://iplo.nl/thema/bodem/regelgeving/wbb/veelgestelde-vragen/besluit-uniforme-saneringen/?pager_page=0

ISO. (2021). *Acoustics — Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. ISO-TS 15 666.*

Limburg-Noord, T. M. M. G., & Zuid-Limburg, T. M. M. G. (2022). *Luchtkwaliteit en gezondheid in Limburg. Rapportage november 2022 over de luchtkwaliteit in 2019*

Miedema, H. M., & Vos, H. (2004). Noise annoyance from stationary sources: relationships with exposure metric day-evening-night level (DENL) and their confidence intervals. *J Acoust Soc Am*, *116*(1), 334–343. https://doi.org/10.1121/1.1755241

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2008). *Streefwaarden en interventiewaarden bodemsanering*. https://wetten.overheid.nl/BWBR0011149/2000-02-27

Minister van Economische Zaken. (2016). *Mijnbouw. Brief van de minister van economische zaken*. (kst-32849-97). 's-Gravenhage: Tweede Kamer der Staten-Generaal

Minister van Economische Zaken. (2017). *Overzicht afspraken na-ijlende gevolgen steenkolenwinning*. (DGETM-EO / 17014164).

Ministerie van infrastructuur en milieu. (2013). *Circulaire bodemsanering per 1 juli 2013*. https://wetten.overheid.nl/BWBR0033592/2013-07-01

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2019). *Handboek Immisietoets*.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2024). *Register Externe Veiligheid*. Geraadpleegd februari 2025 Beschikbaar via https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten

Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Orderning en Milieubeheer. (1995). *Beschikking projectbureau sanering industrielawaai*.

Neuvel, J., Zonneveld, M., Claassen, L., Versluis, S., Dijkstra, W., Vegt, K., Boomsma, C., & Elberse, J. (2021). *Het peilen van veiligheidsbeleving en informatiebehoeften van omwonenden rond chemieclusters. Belevingsonderzoek Chemelot*.

Nunen, K. v., Reniers, G., & Swuste, P. (2019). *Verkennende studie naar (petro) chemische clusters en veiligheid Veiligheidsparameters binnen (petro) chemische clusters en losstaande (petro) chemische bedrijven*. Beschikbaar via https://repository. tudelft. nl

Onderzoeksraad voor Veiligheid. (2018). *Chemie in samenwerking. Veiligheid op het industriecomplex Chemelot*.

Oostvogels, A., Zandt, I., & Otter, M. (2022). Gezondheid in de IJmond 2020: Monitor over hinder, bezorgdheid en chronische aandoeningen in gebieden met verschillende belasting van fijnstof afkomstig van de basismetaalindustrie.

Otte, P. F., Swartjes, F. A., Van Beelen, P. (2013). *Functiespecifieke risicogrenswaarden voor grondwaterkwaliteit. Verkenning en methodiekontwikkeling* (RIVM rapport 607050012/2013).

Projectgroup GS-ZL. (2016). *Na-ijlende gevolgen steenkolenwinning Zuid-Limburg Summary report with integrated Bow-Tie-Analysis*.

Prorail. (2021). *Geluid van treinverkeer 's nachts (Lnight)*. Atlas Leefomgeving. Geraadpleegd juni 2025 Beschikbaar via https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten

Provinciale Staten van Limburg. (2023). *Gewijzigde motie 3015 Onderzoek de gezondheidseffecten van Chemelot*. Maastricht: Limburgs Parlement.

Provincie Limburg. (1993). *Vaststelling saneringsprogramma industrielawaai ten behoeve van het industrieterrein DSM te Geleen*.

Provincie Limburg. (2018). *Contouren geluidzones industrielawaai*. Nationaal Georegister. Geraadpleegd juni 2025 Beschikbaar via https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/eef27e76-5483-4dd2-a39b-e1fe69dda3c9

Provincie Limburg. (2020). *Besluit gedeputeerde staten van Limburg, Omgevingsvergunning CSP B.V. en Sitech Services, Deelinrichting integrale afvalwaterzuiveringsinstallatie (IAZI) te Sittard en Stein*. (zaaknummer: 2019-205324).

Provincie Limburg. (2022). *Provinciaal blad 2022, 7943*. Limburg https://zoek.officielebekendmakingen.nl/prb-2022-7943.html

Provincie Limburg. (2024). *Duurzaam bodembeheer Chemelot*. Geraadpleegd 21-3 Beschikbaar via https://www.limburg.nl/onderwerpen/milieu-toezicht/bodem/duurzaam-bodembeheer-chemelot/#:~:text=In%20het%20advies%20van%20de,gebied%20van%20het%20Chemelot%2Dterrein

Provincie Limburg, gemeente Sittard-Geleen, gemeente Stein, gemeente Beek, Chemelot, Brightspace Campus & DSM. (2021). *Strategische gebiedsvisie omgeving Chemelot*.

Rijkswaterstaat. (z.d.). *Veilig zwemmen, waar wel en niet?* Geraadpleegd 17 oktober Beschikbaar via https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/veilig-zwemmen-waar-wel-en-niet

RIVM. (2021). *Geluid verkeer op hoofdwegen 's nachts (Lnight)*. Atlas Leefomgeving. Geraadpleegd juni 2025 Beschikbaar via https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten

RIVM. (2024). *GGD-richtlijn medische milieukunde: bodem en gezondheid*.via https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-mmk-bodem-en-gezondheid

RIVM. (2025a). *Geluid in Nederland. Atlas Leefomgeving*. Geraadpleegd juni 2025 Beschikbaar via https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten

RIVM. (2025b). *Update geluidkaarten én een nieuwe geluidskaart*. Geraadpleegd 8-10 Beschikbaar via https://www.atlasleefomgeving.nl/nieuws/update-geluidskaarten-en-nieuwe-geluidskaart

RIVM. (z.d.). *Ammonium - stofgegevens*. Geraadpleegd 25-3 Beschikbaar via https://rvszoeksysteem.rivm.nl/stof/detail/258

RIVM, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, GGD Amsterdam, DCMR Milieudienst Rijnmond, Omgevingsdienst Zuid-Limburg, Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant, & Omgevingsdienst regio Arnhem. (z.d.). *Luchtmeetnet*. Geraadpleegd april 2025 Beschikbaar via luchtmeetnet.nl

Roels, J. M., Verweij, W., Engelen, J. G. M. v., Maas, R. J. M., Lebret, E., Houthuijs, D. J. M., & Wezenbeek, J. M. (2014a). *Gezondheid en veiligheid in de Omgevingswet. Doelen, normen en afwegingen bij de kwaliteit van de leefomgeving. Hoofdrapport* (RIVM Rapport 2014-0138).

Roels, J. M., Verweij, W., Engelen, J. G. M. v., Maas, R. J. M., Lebret, E., Houthuijs, D. J. M., & Wezenbeek, J. M. (2014b). *Gezondheid en veiligheid in de Omgevingswet. Ratio en onderbouwing huidige normen omgevingskwaliteit. Bijlagenrapport* (RIVM Rapport 2014-0138).

RoyalHaskoningDHV. (2021a). *Construeren Isohypsenkaart Chemelot 2021*.

RoyalHaskoningDHV. (2021b). *Duurzaam Bodembeheer Chemelot Natuurlijke Lozing Oppervlaktewater*.

RoyalHaskoningDHV. (2021c). *Duurzaam bodembeheer Chemelot. Bijlagerapport 1*. https://zoek.officielebekendmakingen.nl/prb-2022-7943.html

RoyalHaskoningDHV. (2021d). *Huidige situatie bodemkwaliteit Chemelot site Geleen-Stein*.

RoyalHaskoningDHV. (2022). *Onderzoek grondwaterstroming onder Maas*.

RoyalHaskoningDHV. (2024). *Jaarrapportage grondwatermonitoring DBC. Uitvoeringsperiode 2023*.

Schemmer, C. (2019). *1,3-Butadiene. New Strategies for Cancer Risk Assessment* Maastricht University]. Maastricht.

Scherpenzeel, A., Penders, J., IJzermans, J., Kenens, R., & Dückers, M. (2025). *Verschillen in gepercipieerde gezondheid door wonen nabij industrie*.

Sitech. (2025). *Akoestisch onderzoek vergroten industrieterrein Haven Stein*.

Slob, M. J. A., Ballegooij, M. C. v., Breugelmans, O., Esser, P., Groenewold, A. W., Janssen, I. E., Poelman, B., Schmidt, D., Weerdt, v. d. R., Woudenberg, F., & Overveld, A. J. P. v. (2019). *GGD-richtlijn medische milieukunde: omgevingsgeluid en gezondheid* (RIVM- 2019-0177).

Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat. (2025). *Uw brief over de tussentijdse publicatie kennisnotitie.* (IENW/BSK-2025/79576). Den Haag: ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Ter Burg, W., Bos, P. M., & Bodar, C. W. M. (2025). *Risicobeoordeling mengsels van stoffen bij de industriële uitstoot naar lucht: casus Chemelot. Kennisnotitie* (KN-2024-0068).
Tweede Kamer. (1989). *Notitie Omgaan met Risico's: De risicobenadering in het milieubeleid. Nationaal Milieubeleidsplan 1989 -1993.* S. Uitgeverij.
Van Kempen, E. (2021). *Nieuwe gezondheidskundige richtlijnen voor omgevingsgeluid. Nadere gezondheidskundige analyses*.
Van Kempen, E. E. M. M., & Simon, S. N. (2019). *Kennisscan hinder door luchtvaartgeluid: Effecten van woningisolatie en niet-akoestische factoren.*
Van Leeuwen, L., Moermond, C., Van Veen, M., & Van Herwijnen, R. (2010). Environmental risk limits for various chlorobenzenes.
Veiligheidsregio Zuid-Limburg, Chemelot, gemeente Beek, gemeente Sittard-Geleen, gemeente Stein, gemeente Echt-Susteren, GGD Zuid-Limburg, Zuid-Limburg, G., Provincie Limburg, Politie Limburg, & Veiligheidsregio Limburg-Noord. (2021). *Communicatieplan Samen communiceren. Eén gezamenlijk plan voor risicocommunicatie met omwonenden van Chemelot.*
Verheggen, E. (2025, 8 juli 2025). *Vynova sluit PVC-fabriek op Chemelot: 'Moeilijke maar noodzakelijke stap'*. Industrielinqs.via https://www.industrielinqs.nl/chemie/2025/07/vynova-sluit-pvc-fabriek-op-chemelot-moeilijke-maar-noodzakelijke-stap/?gdpr=deny
Welkers, D., Van Kempen, E., Helder, R., Verheijen, E., & Van Poll, R. (2020). *Motie Schonis en de WHO-richtlijnen voor omgevingsgeluid (2018 Het doel heiligt de middelen*.
Welling, M. (2025, 19 september 2025). Afvalverwerker Cedo in Geleen gestopt met productie, fabriek wordt mogelijk gesloopt. *De Limburger*.
WHO. (2021). *WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*.
Wintersen, A., & Otte, P. (2021). *Risicogrenzen ten behoeve van de vaststelling van Interventiewaarden voor PFOS, PFOA en GenX. Memo*. Bilthoven: RIVM
Witteveen+Bos. (2021). *Gebied inzake advies ontraden gebruik grondwater exb-2022-38075*.
World Health Organisation. (1946). Summary report on proceedings minutes and final acts *Offical records of the World Health Organization.* International Health Conference, New York.
World Health Organization. (2018). *Environmental noise guidelines for the European region*. WHO Regional Office for Europe.

Bijlage 1 Betrokken organisaties

Begeleidingscommisie

- Gemeente Beek
- Gemeente Sittard – Geleen
- Gemeente Stein
- GGD Zuid – Limburg
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (opdrachtgever)
- Omgevingsdienst Zuid – Limburg
- Provincie Limburg
- Veiligheidsregio Zuid – Limburg (agendalid)
- Waterschap Limburg

Respondentengesprekken

Organisatie	**Thema**
Chemelot	Bodem Water Lucht Geluid
Gemeente Beek	Gezondheid, hinder
Gemeente Sittard - Geleen	Gezondheid, hinder, bodem
Gemeente Stein	Gezondheid en hinder
GGD Zuid – Limburg	Gezondheid en hinder
Omgevingsdienst Zuid – Limburg	Bodem Lucht Geluid
Provincie Limburg	Bodem Lucht Geluid
Universiteit Maastricht	Gezondheid
Waterschap Limburg	Water
WML Limburgs drinkwater	Water

Bijlage 2 Gezondheidskundige waarden

Lucht	**Beschermingsniveau voor de gezondheid**
MTR voor stoffen met een drempelwaarde	Het niveau waaronder geen nadelige gezondheidseffecten te verwachten zijn.
MTR (genotoxisch)	De kans op maximaal één extra geval van kanker op een miljoen mensen per jaar door blootstelling aan de betreffende stof. Bij levenslange blootstelling, gedefinieerd als honderd jaar, is de kans op een extra geval van kanker 100 keer zo groot, namelijk 1 op de 10.000.
WHO 2021 advieswaarden fijnstof en stikstofdioxide	Het laagste blootstellingsniveau van een luchtverontreinigende stof waarboven de richtlijnontwikkelingsgroep er zeker van is dat er sprake is van een toename van nadelige gezondheidseffecten. De WHO duidt dit aan als het Air Quality Guideline (AQG) niveau. Voor fijnstof en stikstofdioxide zijn deze waarden gebaseerd op dosis-responsrelaties voor fijnstof in relatie tot sterfte (WHO, 2021).
HI-afkapgrens	Concentraties van mengels van stoffen leiden tot een gezamenlijk risico dat groter is dan 1 op de 10.000 extra gevallen van kanker bij levenslange blootstelling.

Water	**Beschermingsniveau voor de gezondheid**
JG-MKN	De JG-MKN is vaak gebaseerd op ecologische effecten. Als de concentratie van een stof beneden de JG-MKN is, zijn de risico's voor de mens zeer waarschijnlijk zeer klein. De norm voor humane effecten is vaak hoger of niet-relevant, bijvoorbeeld omdat de stof niet in vis stapelt. Als de JG-MKN wel door de humane route is bepaald, wordt hierbij voor de kans op kanker door blootstelling aan de stof maximaal beoordeeld om maximaal 10^{-8} per jaar (1 op miljoen per leven) in lijn met de REACH-richtlijnen (Roels et al., 2014b). Dit is strenger dan bij de $MKN_{lucht.}$
MAC-MKE	De maximaal aanvaardbare concentratienorm die het ecosysteem beschermt tegen acute effecten van kortdurende concentratiepieken. De norm voor humane effecten is vaak hoger of niet relevant,
Drinkwater	Voor genotoxische carcinogenen hanteert Nederland het risiconiveau van 10^{-6} per leven ($=10^{-8}$ per jaar), uitgaande van levenslange blootstelling. Voor niet-genotoxisch carcinogene stoffen en andere stoffen wordt uitgegaan van

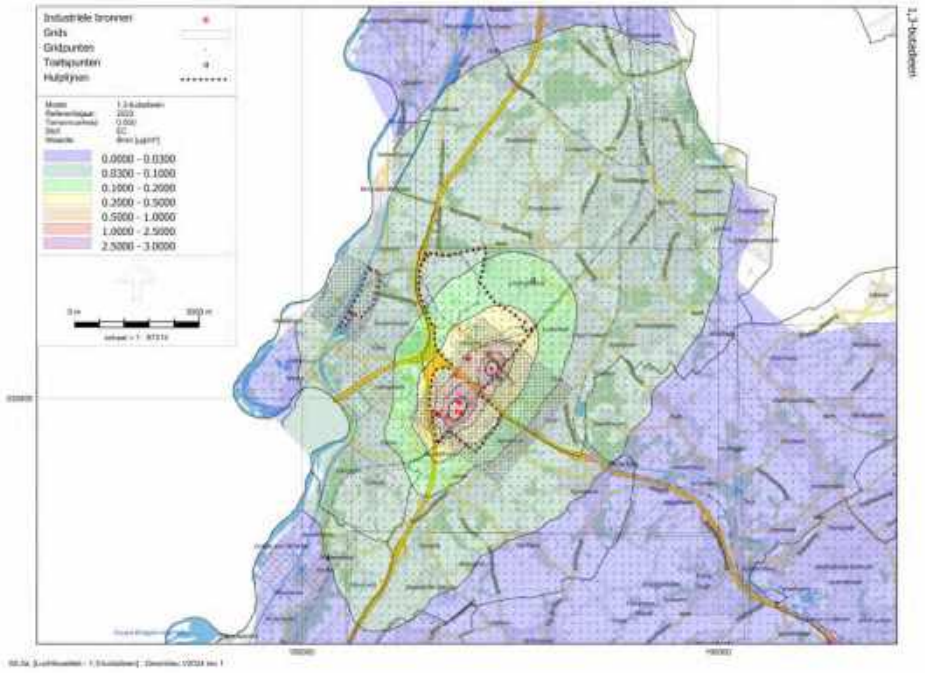
Water	Beschermingsniveau voor de gezondheid
	een veilig niveau (NOAEL: no observed adverse effect level).
Waarden veedrenking & Beregening gewassen.	Er zijn risicowaarden vanuit het gezondheidsoogpunt van het vee of met effect op productkwaliteit. *Zie Tabel 21.1 van Handleiding mineralenvoorziening Rundvee, Schapen Geiten (CVB, 2005)*. Voor veel van de contaminanten zijn deze waarden niet beschikbaar en is de interventiewaarde grondwater gebruikt.
HI-afkapgrens	Concentraties van mengels van stoffen leiden tot een gezamenlijk risico dat groter is dan 1 op de 10.000 extra gevallen van kanker bij levenslange blootstelling.

Bodem	Beschermingsniveau voor de gezondheid
Stof in de bodem	Buiten beschouwing gelaten. In de omgeving van Chemelot wordt de bodemvervuiling via het grondwater verspreid. Hier zijn normen voor (grond) water gehanteerd en bij uitdamping de waarden voor het MTR_{lucht}

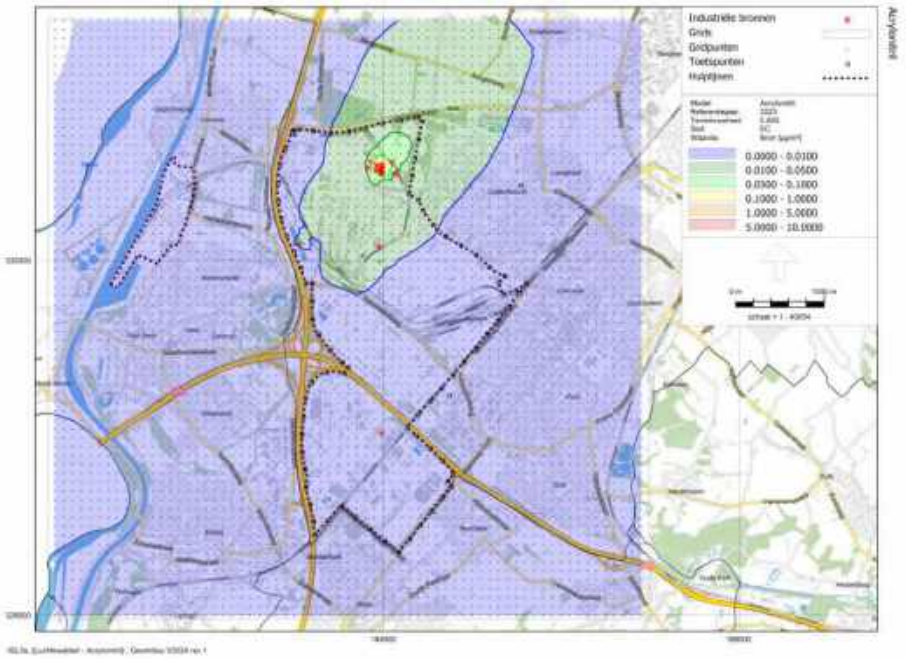
Geluid	Beschermingsniveau voor de gezondheid
WHO advieswaarde geluid	De WHO heeft er bij het vaststellen van de advieswaarde voor geluid voor gekozen om voor een aantal gezondheidseindpunten met risico-acceptatiecriteria te werken. Voor de incidentie van coronaire hartziekten gaat het hier om een toename van het relatief risico van 5% en bij hypertensie (te hoge bloeddruk) 10% toename. Bij percentage ernstige slaapverstoring gaat het om 3% absolute toename, bij ernstige hinder om 10% absolute toename. Bij begrijpend lezen gaat het om een maand vertraging in leesjaren (Welkers et al., 2020).

Bijlage 3 Kaarten luchtkwaliteit

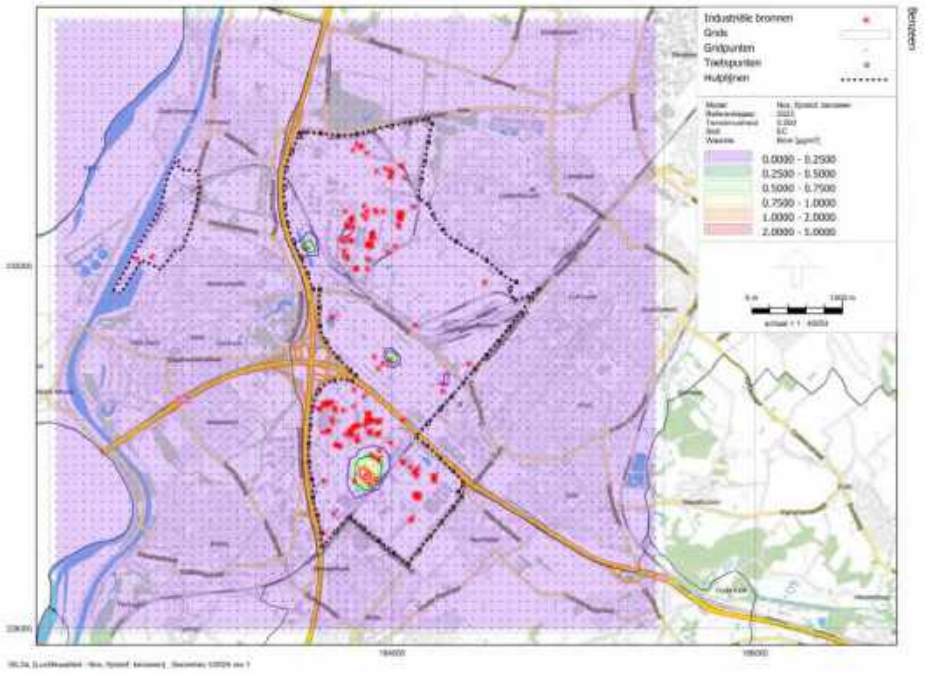
Figuur 1 Berekende jaargemiddelde concentraties van 1,3-butadieen in µg/m³



Figuur 2 Berekende jaargemiddelde concentraties van acrylonitril in µg/m³

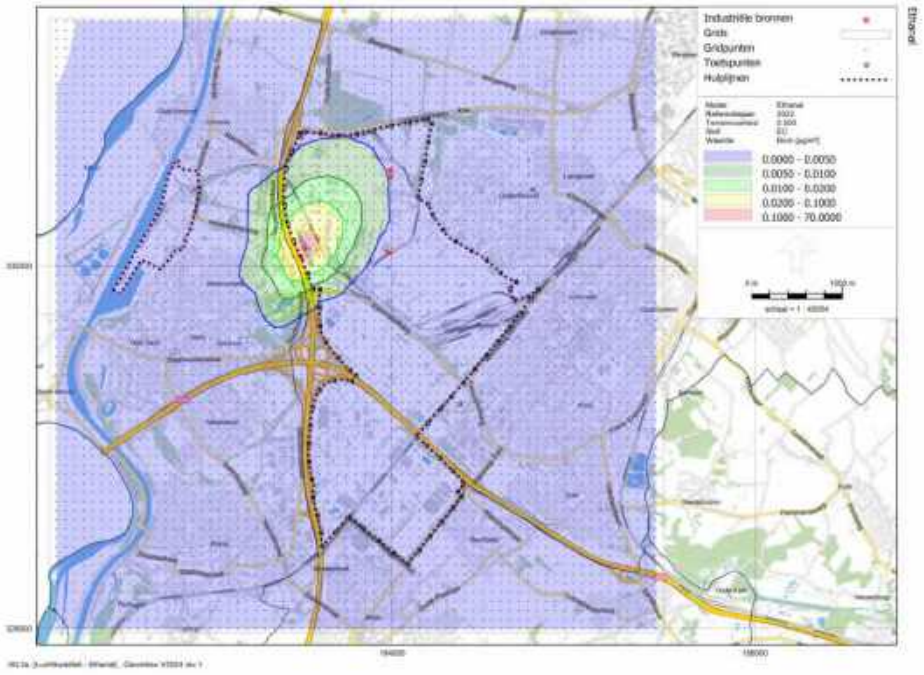


Figuur 3 Berekende jaargemiddelde benzeen in µg/m³



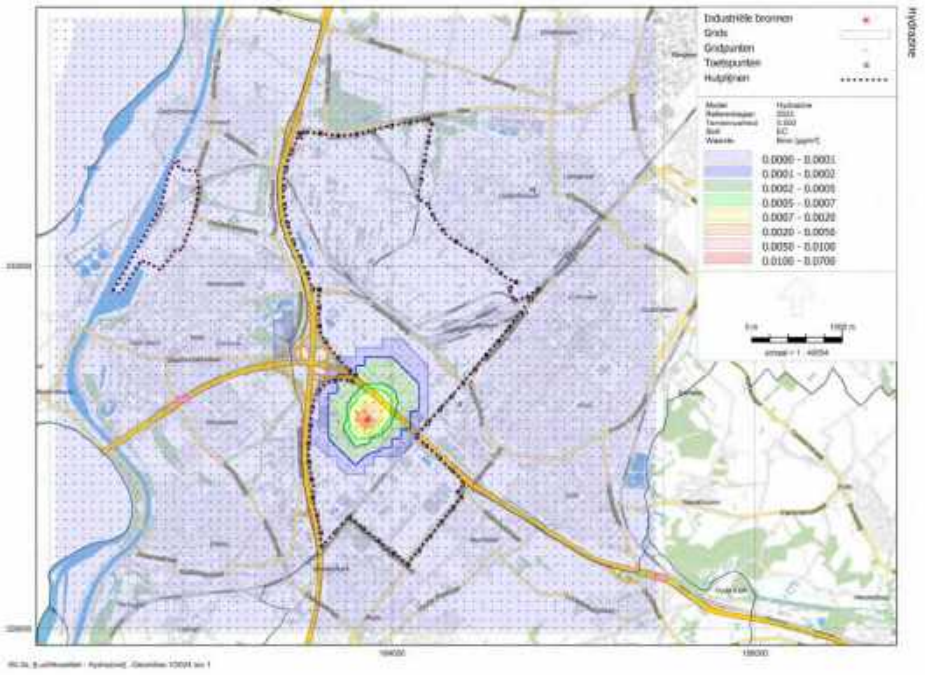
Figuur 4 Berekende jaargemiddelde concentraties van butaan in µg/m³

Figuur 5 Berekende jaargemiddelde concentraties van ethanal in µg/m³

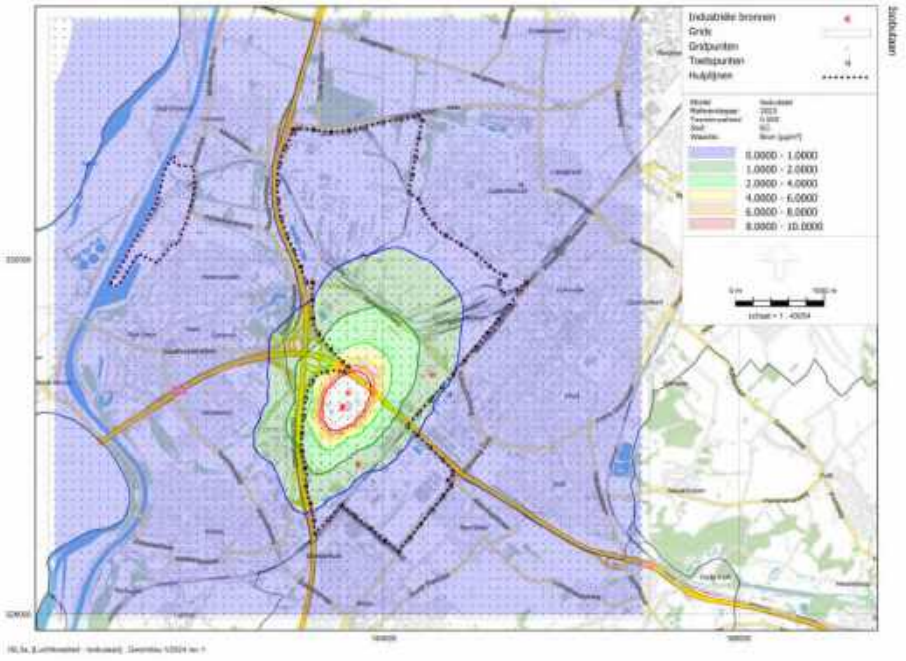


Figuur 6 Berekende jaargemiddelde concentraties van gehydrogeneerd terfenyl uitgedrukt in µg/m³

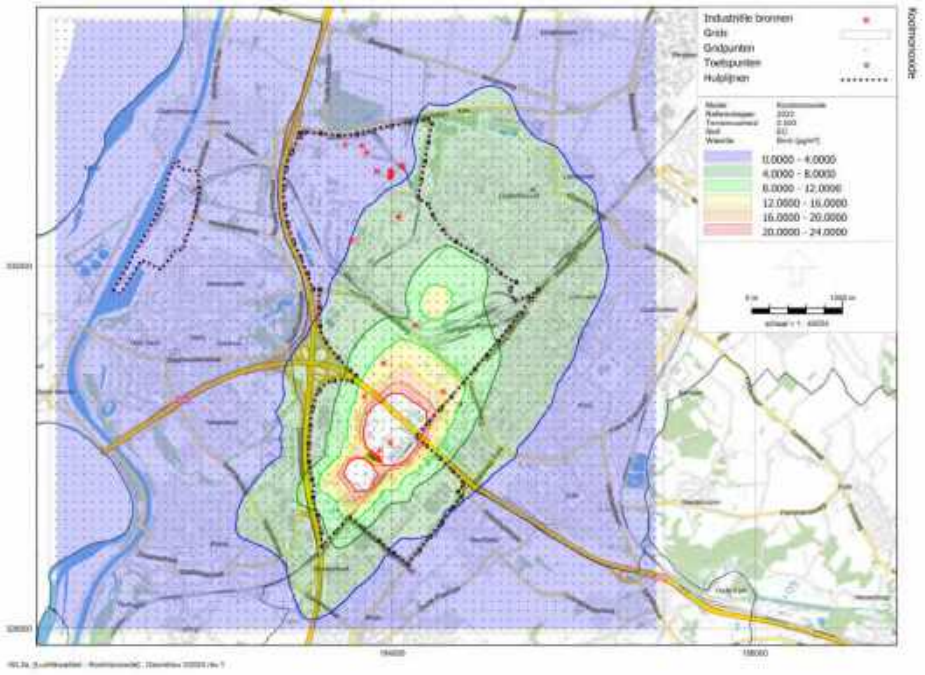
Figuur 7 Berekende jaargemiddelde concentraties van hydrazine in µg/m³



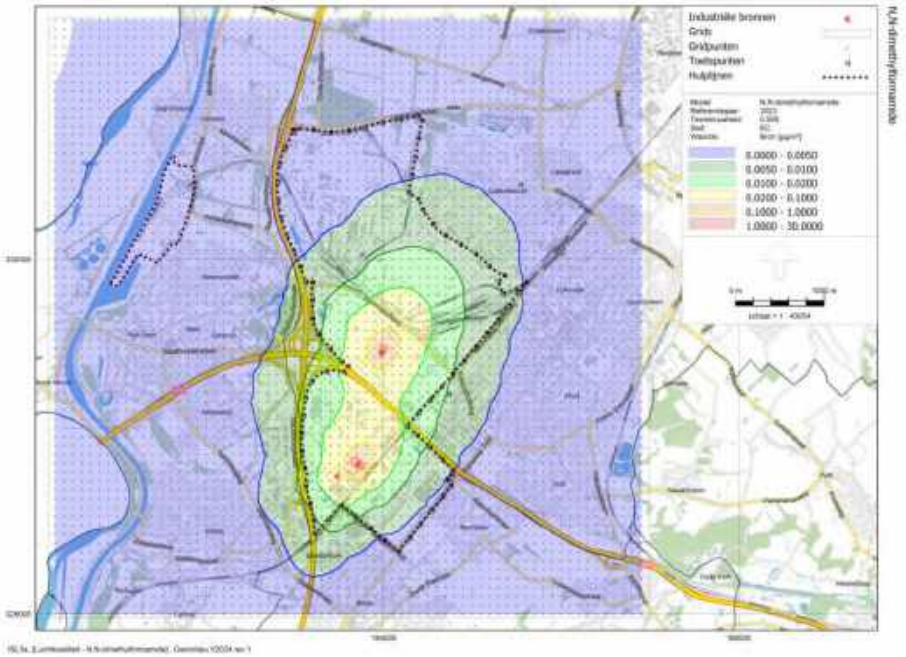
Figuur 8 Berekende jaargemiddelde concentraties van isobutaan in µg/m³



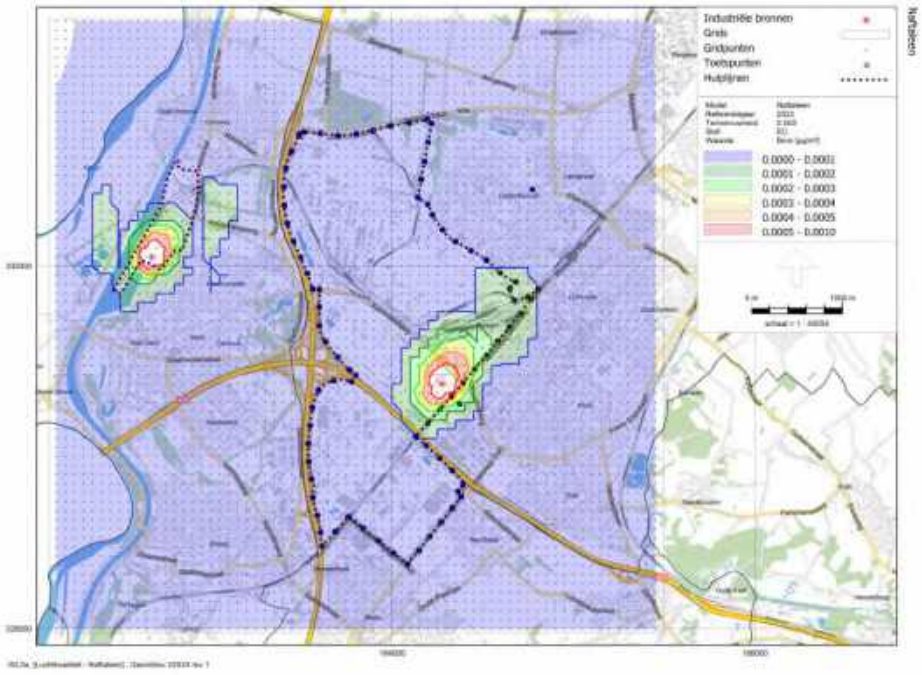
Figuur 9 Berekende jaargemiddelde concentraties van koolmonoxide in µg/m³



Figuur 10 Berekende jaargemiddelde concentraties van N,N-dimethylformamide in µg/m³

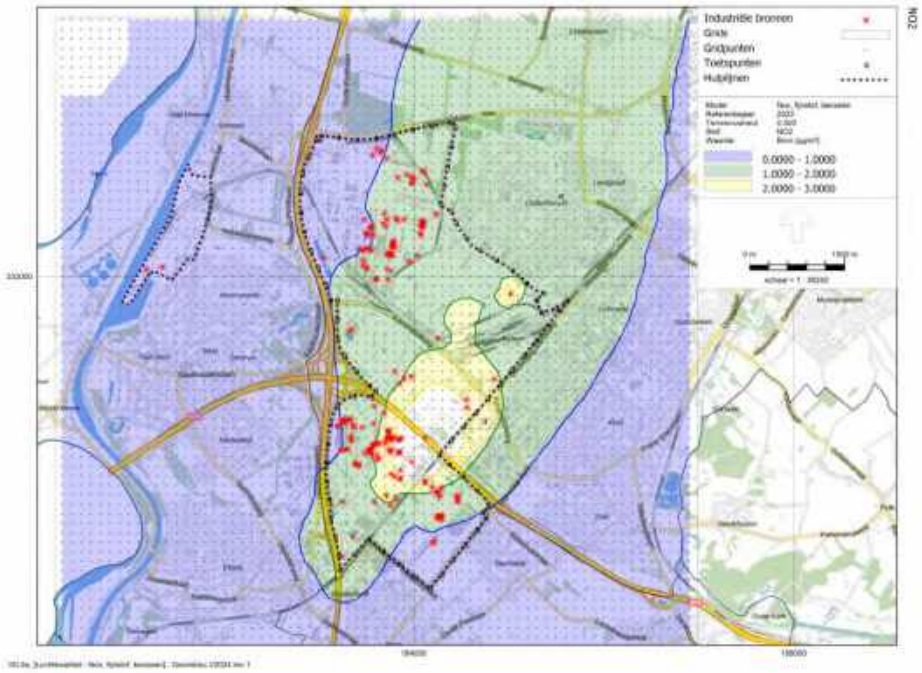


Figuur 11 Berekende jaargemiddelde concentraties van naftaleen in µg/m³

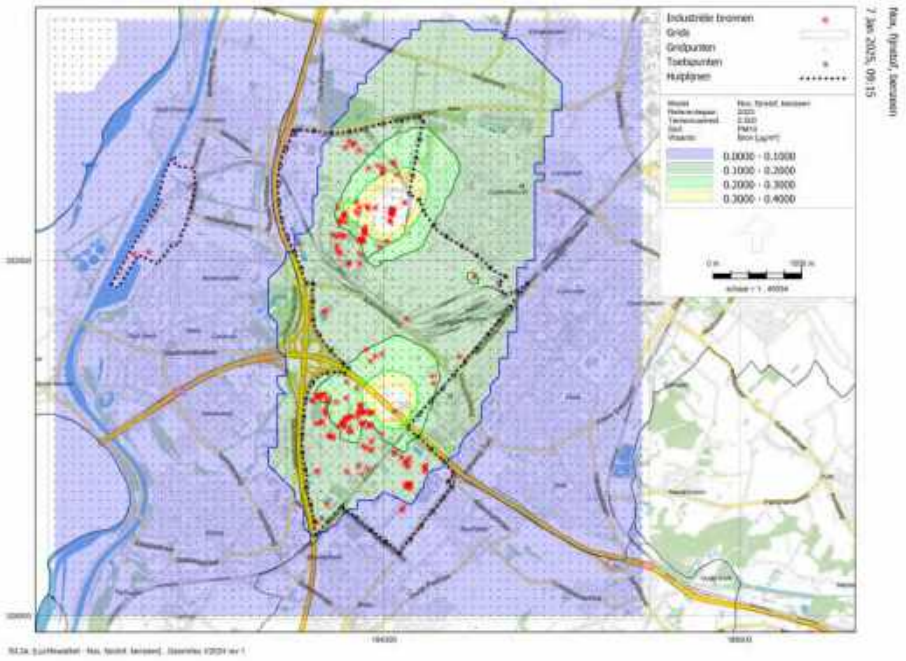


Figuur 12 Berekende jaargemiddelde concentraties van N-methyl-2-pyrrolidon in µg/m³

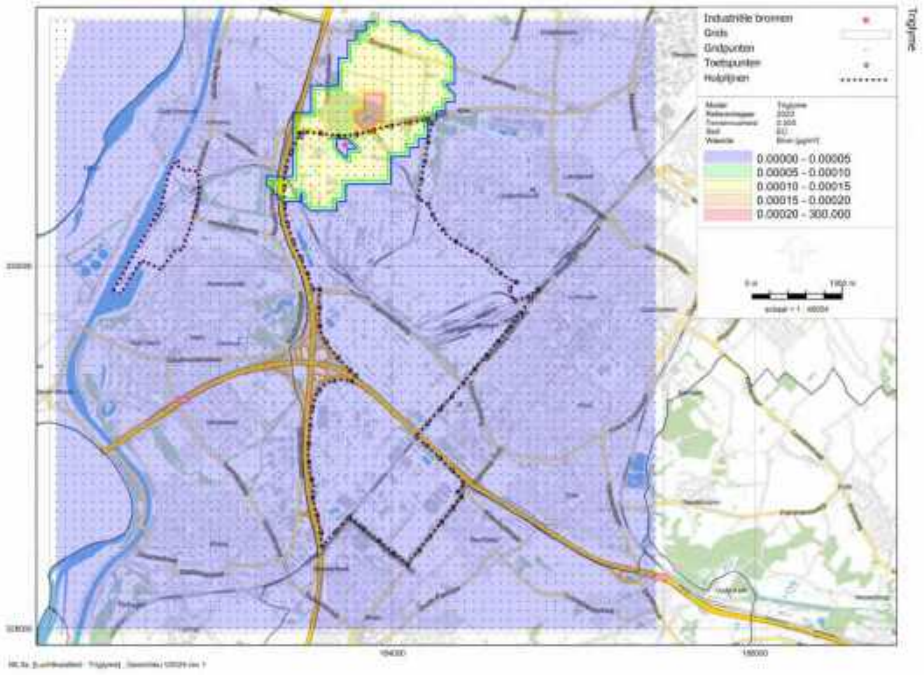
Figuur 13 Berekende jaargemiddelde concentraties van stikstofdioxide in µg/m³



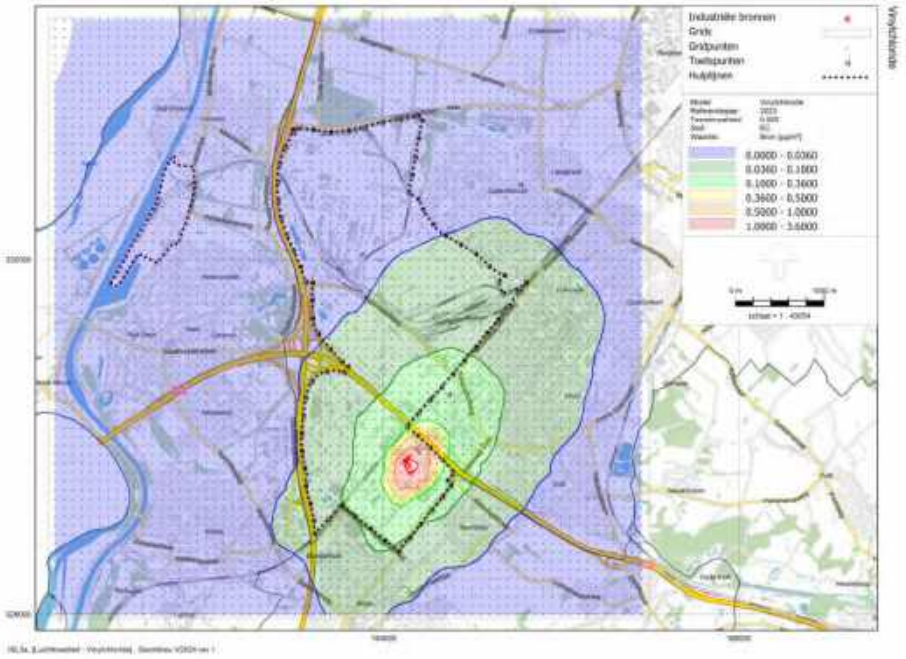
Figuur 14 Berekende jaargemiddelde concentraties van PM_{10} in µg/m³



Figuur 15 Berekende jaargemiddelde concentraties van triglyme in µg/m³



Figuur 16 Berekende jaargemiddelde concentraties van vinylchloride in µg/m³



J.M.M. Neuvel | A.D. Bergstra | R.P. Bogers | J. Both |
W. ter Burg | K.M. Herrema | M.R. Lechner | J. Wesseling

Dit is een uitgave van:

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

December 2025

De zorg voor morgen begint vandaag

016383