

**Verkenning Chemelot. Een verkenning van de  
gegevens en gegevensverzameling van  
gezondheid rond Chemiecluster Chemelot  
(werktitel)**

RIVM-rapport 2025-0030

Reviewversie voor de begeleidingscommissie Verkenning  
Chemelot.

Dit rapport is een conceptrapport. Het is daarom niet toegestaan  
om dit rapport verder te delen. Het is wel toegestaan het rapport  
te delen met een collega binnen de eigen organisatie, als dit  
nodig is om het rapport te checken

## Colofon

© RIVM 2025

Dit rapport is een conceptrapport. Het is daarom niet toegestaan om dit rapport verder te delen. Het is wel toegestaan het rapport te delen met een collega binnen de eigen organisatie, als dit nodig is om het rapport te checken

Bergstra, A.D. (auteur), RIVM  
Bogers, R. (auteur), RIVM  
Both, J. (auteur), RIVM  
Burg, W. ter (auteur), RIVM  
Herrema, K.M. (auteur), RIVM  
Lechner, M.R. (auteur), RIVM  
Neuvel, J.M.M. (auteur), RIVM  
Wesseling, J. (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](http://www.rivm.nl)

## Publiekssamenvatting (concept)

### Verkenning Chemelot (werktitel)

Op het bedrijventerrein Chemelot in Limburg staan 60 chemiefabrieken waar onder andere gevaarlijke stoffen worden uitgestoten. Mensen die in de omliggende gemeenten wonen, hebben zorgen over hun gezondheid in relatie tot de industrie en ervaren hier hinder van.

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, blootstelling in relatie tot lucht, water en bodem en over gezondheidsaandoeningen en hinder.

De beperkte vrij beschikbare gegevens over gezondheid en ziekten in wijken rond Chemelot tonen nu niet dat ziekten structureel vaker voorkomen. Asbestkanker en longkanker komen wel vaker voor maar het is niet aangetoond dat Chemelot daar de oorzaak van is. Uitgebreidere analyses zijn nodig om te kunnen bepalen of er een verband is tussen de aanwezigheid van Chemelot en gezondheidseffecten.

Gegevens over blootstelling van omwonenden aan chemische stoffen geven geen aanleiding voor een verband tussen de uitstoot van een stof en aanwezige ziekten. Wel vraagt het RIVM aandacht voor de blootstelling aan meerdere stoffen tegelijk. Daar is nog veel onbekend over. Een optelsom van verontreinigingen zou de kans op gezondheidseffecten kunnen vergroten, ook wanneer de concentraties per stof aan de wettelijke normen voldoen. Ook is aandacht nodig voor de combinatie van blootstelling aan schadelijke stoffen én hinder en slaapverstoring.

Duidelijk is dat omwonenden van het bedrijventerrein meer hinder en slaapverstoring 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). Dat komt door een combinatie van verschillende bronnen van geluid, zoals Chemelot, maar ook van het verkeer en vliegveld Beek. Het RIVM adviseert uit te zoeken welke bronnen op bedrijventerrein voor de meeste overlast zorgen. Dan kunnen maatregelen worden genomen om de geluidshinder te beperken.

De concentraties fijnstof en stikstofdioxiden in de omgeving van het bedrijventerrein liggen onder de Europese normen voor luchtkwaliteit, maar zijn hoger dan de strengere advieswaarden van de WHO. De bedrijven op Chemelot veroorzaken een klein deel van de concentraties. De rest komt van andere bronnen, zoals landbouw en verkeer uit binnen- en buitenland.

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

VERTROUWELIJK

## Synopsis

Keywords:

VERTROUWELIJK

## Voorwoord (optioneel)

VERTROUWELIJK



## Inhoudsopgave

### **Samenvatting 13**

#### **1 Inleiding 15**

- 1.1 Aanleiding 15
- 1.2 Doelstelling 15
- 1.3 Onderzoeksvragen 16
- 1.4 Scope en afbakening 17
- 1.5 Leeswijzer 18

#### **2 Aanpak 19**

- 2.1 Dataverzameling 19
  - 2.1.1 Literatuur en gegevens 19
  - 2.1.2 Verdiepende gesprekken 19
  - 2.1.3 Begeleidingscommissie 19
- 2.2 De ketenbenadering 20
- 2.3 Het analyseren van aanwezige bronnen 21
- 2.4 Het analyseren van de emissies 22
- 2.5 Het analyseren van immissies 23
- 2.6 Het analyseren van de blootstelling en blootstellingsroutes 24
- 2.7 Het analyseren van gezondheidsrisico's 26
  - 2.7.1 Het prioriteren van stoffen voor indicatie van zorgen voor de gezondheid 29
  - 2.7.2 Beoordelingscriteria voor gezondheidsrisico's 30
  - 2.7.3 Het bepalen van cumulatierisico's en gecombineerde blootstelling 35

#### **3 Situatieschets Chemiecluster Chemelot 39**

- 3.1 Ligging 39
- 3.2 Producenten op Chemelot terrein 40
- 3.3 Transportstromen rond Chemelot 42
- 3.4 Bijzondere voorvallen 42

#### **4 Lucht 45**

- 4.1 Emissie 45
- 4.2 Immissie en blootstelling 45
  - 4.2.1 Jaargemiddelde concentraties PM10 47
  - 4.2.2 Jaargemiddelde concentraties PM2.5 51
  - 4.2.3 Jaargemiddelde concentraties NO2 55
  - 4.2.4 Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) (inclusief Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen PAK) 58
  - 4.2.5 Cumulatie van ZZS via lucht 65
- 4.3 Gezondheidsrisico's bij piekblootstelling aan luchtconcentraties 67
- 4.4 Conclusies en kennishiaten lucht 68

#### **5 Water 71**

- 5.1 Emissie 72
  - 5.1.1 Kennishiaten emissie 73

5.2	Immissie	74	
5.2.1	Cumulatie van immissie	78	
5.2.2	Kennishiaten immissie	79	
5.3	Blootstelling	80	
5.3.1	Kennishiaten blootstelling	81	
5.4	Gezondheidsrisico's	82	
5.5	Deelconclusies water	83	
<b>6</b>	<b>Bodem</b>	<b>87</b>	
6.1	Gegevensverzameling en monitoring bodem	87	
6.1.1	Monitoring Chemelot	88	
6.1.2	Beoordelingssystematiek	91	
6.1.3	Handelingskader risico's bij veranderende situaties	92	
6.2	Bronnen, emissie en immissie	93	
6.2.1	Uitlogende verontreinigingen en oppervlaktewaterwaterkwaliteit	95	
6.3	Blootstelling en gezondheidsrisico's bodem	96	
6.3.1	Verspreidingsrisico's	97	
6.3.2	Gezondheidsrisico gebruik grondwater als drinkwater	97	
6.3.3	Gezondheidsrisico door uitdamping	98	
6.3.4	Uitloging van stoffen naar het oppervlaktewater	101	
6.3.5	Andere blootstellingsroutes	104	
6.3.6	Risico's omtrent het mijnverleden	105	
6.4	Kennishiaten bodem	106	
6.5	Deelconclusies bodem	107	
6.5.1	Mogelijkheden en beperkingen beschikbare gegevens	107	
6.5.2	Aandachtspunten voor de gezondheid	107	
<b>7</b>	<b>Hinder</b>	<b>109</b>	
7.1	Resultaten Belevingsonderzoek Chemelot	109	
7.2	Resultaten GGD-gezondheidsenquête 2024	112	
7.2.1	Geluidshinder	112	
7.2.2	Slaapverstoring door geluid	114	
7.2.3	Geurhinder	115	
7.2.4	Bezorgdheid	117	
7.3	Geluid	119	
7.3.1	Gegevensverzameling en monitoring geluid	119	
7.3.2	Bronnen en emissie geluid	122	
7.3.3	Analyse immissie, blootstelling en gezondheidsrisico's geluid	123	
7.4	Deelconclusies hinder	125	
<b>8</b>	<b>Gezondheidseffecten</b>	<b>127</b>	
8.1	Uitgevoerd gezondheidsonderzoek	127	
8.2	Onderzoeksmogelijkheden en beschikbare data	128	
8.3	Deelconclusie gezondheidseffecten	129	
<b>9</b>	<b>Beantwoording onderzoeksvragen</b>	<b>131</b>	
9.1	Mogelijkheden en beperkingen beschikbare gegevens	131	
9.2	Aandachtspunten voor de gezondheid	135	
9.3	Maatregelen	138	
9.4	Opties voor vervolgonderzoek	139	
<b>Dankbetuiging</b>		<b>143</b>	
<b>Literatuur</b>		<b>145</b>	

**Verklarende woordenlijst (optioneel) 153**

**Afkortingenlijst (optioneel) 155**

**Bijlage 1 Betrokken organisaties 157**

Begeleidingscommissie 157

Respondenten gesprekken 157

**Bijlage 2 (optioneel) 159**

VERTROUWELIJK

## Samenvatting

VERTROUWELIJK

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

In november 2023 is een motie door Provinciale Staten van Limburg (hierna de provincie) aangenomen om de invloed van industrieterrein Chemelot op de gezondheid van omwonenden en werknemers te onderzoeken (zie Provinciale Staten van Limburg, 2023). In december is dit verzoek per brief aan staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat kenbaar gemaakt. In de brief geeft de provincie aan dat zowel de gezondheidssimpact voor de Limburgse bevolking, en in deze specifiek de omgeving van Chemelot, tot nu toe nog niet onderzocht is (Gedeputeerde Staten van Limburg, 2023). 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 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.

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-effect keten van stoffen en stressoren waaronder emissies, blootstelling en (ervaren) gezondheid en hinder bij het chemiecluster Chemelot. Chemiecluster Chemelot is het cluster van verschillende bedrijven op het gebied van chemie. 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 van mening dat het wenselijk is om als eerste stap 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 zijn verzameld over gezondheid van omwonenden in relatie tot chemiecluster Chemelot (bron-effect keten) en wat de mogelijkheden en beperkingen van de beschikbare gegevens zijn.

Het is naar verwachting op basis van deze verkenning niet mogelijk om direct een volledig beeld te geven van de gezondheidseffecten en -risico's van chemiecluster Chemelot. Het is dan ook beperkt mogelijk om hierover al definitieve conclusies te trekken. Op basis van de in de verkenning verzamelde gegevens kunnen wel aandachtspunten worden benoemd.

Vervolgens wordt in kaart gebracht of en welk aanvullend onderzoek bij kan dragen aan het monitoren van mogelijke gezondheidseffecten en gezondheidsrisico's van chemiecluster Chemelot op de gezondheid. 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 m.b.t. de gezondheid van omwonenden en 4) om inzicht te krijgen in mogelijke vervolgstappen 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 (WHO, z.d.)".

### 1.3 Onderzoeksvragen

In deze verkenning staan onderstaande vragen centraal:

1. In hoeverre is de bron-effect keten van chemiecluster Chemelot reeds in kaart gebracht?
  - a. In hoeverre zijn de uitstoot 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) reeds in kaart gebracht <sup>1</sup>? Deze keten van bron, uitstoot, verspreiding, concentratie in de leefomgeving, blootstelling, gezondheidsrisico en gezondheidseffect noemen we de bron-effect keten van stoffen in relatie tot gezondheid.
  - b. In hoeverre worden de stressoren geluid-, licht- en geurhinder en zorgen van omwonenden m.b.t. de invloed van industrie op gezondheid in kaart gebracht? Dit noemen we de bron-effect keten van stressoren.
2. Wat zijn de mogelijkheden en beperkingen van de beschikbare gegevens over stoffen, stressoren, medische gegevens, blootstelling – effect relaties en zorgen, met het oog op het beoordelen van de impact van Chemiecluster Chemelot op de gezondheid van omwonenden <sup>2</sup>?

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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



3. Welke aandachtspunten voor de gezondheid komen uit de bestaande gegevens naar voren?
4. Welk 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. Hierbij wordt in ieder geval gekeken naar milieubelastende activiteiten op het Chemelot terrein, aangeduid als Chemelot, en de naastgelegen bedrijven Cedo Recycling, Celanese Emulsion BV 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, worden hier 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 immissies 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 depositie (van stof in de lucht), geur, geluid en licht. Bij de effecten van hinder 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 en /of hinder in de gemeenten rond chemiecluster Chemelot
- de beschikbare kennis over de invloed van cumulatie van stoffen en hinder op de gezondheid van omwonenden;

Indien er kennishiaten zijn om vragen omtrent gezondheidsrisico's en effecten te beantwoorden, zullen deze hiaten worden aangekaart.

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

- de gezondheid van werknemers wordt in deze verkenning niet nader geïnventariseerd;
- er worden geen uitspraken gedaan op individueel niveau over gezondheidsrisico's.
- 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<sup>3</sup>.
- 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 betrokken partijen, zoals de provincie Limburg, Omgevingsdienst Zuid-Limburg, GGD Zuid-Limburg, Chemelot en de bedrijven op het Chemiecluster Chemelot, en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat om te besluiten welk vervolgonderzoek en vervolgacties uitgevoerd gaan worden en om deze acties verder uit te werken.

## 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 data is 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 daaropvolgende hoofdstukken is voor de thema's lucht, bodem, water, geluid en hinder uitgewerkt op welke wijze data over emissie, immissie en blootstelling is verzameld en is beoordeeld wat de mogelijkheden en beperkingen zijn van deze gegevens. Vervolgens is gekeken naar eventuele risico's voor de gezondheid.

<sup>3</sup> 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), 2018. Afspraken over de beheersing van externe veiligheidsrisico's zijn vastgelegd in het Convenant voor een veilige ontwikkeling van Chemelot en haar omgeving. Dit convenant is ondertekend door de provincie Limburg, de gemeenten Sittard-Geleen, Stein en Beek, Stichting Chemelot, Chemelot Site Permit (CSP) en DSM.

## 2 Aanpak

Zowel gemeten, berekende als beleefde 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 beleefde effecten van industrie op de omgeving.

### 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, water en hinder.

#### 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 is opgenomen 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 is 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 in de bron-effect keten informatie te checken en om door te vragen over hoe eerdere onderzoeksresultaten tot stand zijn gekomen. Van de gesprekken 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.

#### 2.1.3 *Begeleidingscommissie*

Bij de uitvoering van het onderzoek is gebruik gemaakt van een begeleidingscommissie onder leiding van met ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Bijlage 1 van het bijlagenrapport 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 is betrokken bij het vaststellen van de scope van de verkenning. Mede op basis van de input van de deelnemers van de begeleidingscommissie is door 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 ook ingezet bij het checken van concepthoofdstukken op feitelijke onjuistheden en om te checken of de gestelde onderzoeksvraag is

beantwoord. Het RIVM beoordeelde de feedback van de begeleidingscommissies en daar 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). 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 stressoren zoals geluid- geur- en lichthinder. Tabel 2-1 De ketenbenadering bij Chemiecluster Chemelot 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 activiteiten die hinder voor de omgeving kunnen veroorzaken.
Emissie (uitstoot)	De analyse van de emissie (uitstoot) richt zich op de vraag in hoeverre stoffen, of aspecten van hinder, zoals geluid, geur of licht vrijkomen van het Chemiecluster Chemelot. Het gaat daarbij om uitstoot van stoffen naar de lucht, lozing van stoffen naar het water, het vrijkomen van stoffen in de bodem en geluids-, geur- en lichtproductie door de processen.
Immissie (concentratie)	De analyse van de verspreiding en immissie van stoffen en geluids-, geur- en lichtproductie 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 omtrent 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 aan de hand van de relevante blootstellingsroutes. Bij sommige stoffen kan inhalatie (inademen) belangrijk zijn, voor andere stoffen juist ingestie (inslikken). Voor geluid, geur en licht zijn geografische- en omgevingsaspecten bepalender, bijvoorbeeld: welke wijk ligt hoe dicht op de bron, en zijn er maatregelen getroffen tegen hinder? Bij de blootstelling is ook gekeken naar de beschikbare inzichten over cumulatie en gecombineerde blootstelling.

Gezondheidsrisico	De gezondheidsrisico's van Chemelot zijn gedefinieerd als de kans op gezondheidseffecten in de toekomst als gevolg van 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. Algemeen berust dit op blootstellings-effectrelaties. Bij het bepalen van gezondheidsrisico's wordt op basis van een analyse van de bronnen, emissies en blootstellingen gekeken naar toekomstige gezondheidseffecten.
Gezondheidseffecten	Bij de analyse van gezondheidseffecten is gekeken welke gegevens er worden verzameld over ziekten en klachten die nu al voorkomen in de omgeving rond Chemelot.

### 2.3 Het 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). Op basis van gesprekken met gemeenten, Omgevingsdienst Zuid-Limburg en de GGD is verkend of er nog andere relevante bronnen in de omgeving van Chemelot aanwezig zijn en zijn deze bronnen waar relevant genoemd bij de analyse van de resultaten.

## 2.4 Het analyseren van de emissies

### *Lucht*

De inzichten in emissie van stoffen in de lucht is gebaseerd op de emissieregistratie. De registratie bevat een overzicht van stoffen, inclusief fijnstof, die Chemelot volgens hun eigen opgave uitstoot.

### *Water*

Inzichten in de emissie van stoffen die via de integrale afvalwaterzuiveringsinstallatie (IAZI) in het oppervlaktewater terecht komt zijn gebaseerd op de vergunning. De vergunning verplicht Circle (Chemelot) dagelijks het effluent te meten en ook het Waterschap meet dit geregeld. Deze data zijn opgevraagd bij zowel Circle (Chemelot) als het Waterschap Limburg.

Chemical Site Permit beschikt sinds 2020 over een vergunning om 5834 m<sup>3</sup> (afval)water per uur en een maximum van 124000 m<sup>3</sup> per etmaal, afkomstig van de IAZI, te lozen op de zijtak Ur, welke uitmondt in de Maas. De temperatuur van de afvalwaterstroom mag niet hoger zijn dan 32,9°C en het effluent moet een pH-waarde hebben tussen de 6,5 en 9. Deze vergunning geldt tot 2027 en betreft in totaal op dit moment 633 stoffen. De lijst van stoffen is aan verandering onderhevig, bij wijze van besluiten op wijzigingsaanvragen en in dit onderzoek is uitgegaan van de stoffenlijst gedateerd op 9 april 2025. De lijst van stoffen is onderverdeeld in categorieën volgens de ABM-methodiek. 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). 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 terecht komt in het grondwater wordt 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 in 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*

Geluidsmetingen bij de bron geven inzicht in de geluidsemissie van industriële activiteiten. De metingen worden gebruikt om invoergegevens voor het geluidsmodel te valideren. Deze bronmetingen bieden input voor geluidberekeningen om de invloed van de bron op de

omgeving te bepalen. Het beoordelen van deze berekeningen viel buiten de scope van de verkenning. Sinds de inwerkingtreding van de Omgevingswet in 2024 dienen gemeenten en provincies uiterlijk 31 december 2031 geluidsproductieplafonds (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 geluidsproductieplafonds vastgesteld en derhalve zijn ze dus niet beschikbaar in de CVGG.

## 2.5 Het analyseren van immissies

### *Lucht*

Bij de inventarisatie van de luchtemissies 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<sub>2</sub>, NO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> en sinds kort ultrafijnstof (UFP). Het station Geleen-Vouershof, ook onderdeel van het luchtmeetnet en ten zuidoosten van Chemelot gelegen, meet NO<sub>2</sub>, NO en O<sub>3</sub>. 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<sub>2</sub>, 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 naar waterconcentraties als gevolg van de lozing (immissiegegevens) en waterconcentraties zoals gemeten stroomopwaarts en -afwaarts (achtergrondwaardes die mogelijk indicatief kunnen zijn van de verandering in waterconcentraties en daarmee voor de immissie van Chemelot).

De immissiegegevens van stoffen en microplastics naar oppervlaktewater is gebaseerd op de gerapporteerde effluentconcentraties door Circle. Hierop wordt een berekening conform het Handboek Immissietoets (Min van IenW, 2019) toegepast, waarbij er een standaard verdunningsfactor (van effluent naar rand van de mengzone door Circle bepaald op 20) wordt toegekend op de concentraties in het effluent. Daarbij is in de verkenning eerst gekeken naar metingen en berekeningen van de A en Z geclassificeerde stoffen in het effluent van de IAZI. Ook is het effluent op een beperkt aantal stoffen gemeten door het Waterschap Limburg. De effluentconcentraties en immissieconcentraties zijn vergeleken met de normen voor de A en Z geclassificeerde stoffen. Voor de overige stoffen is vergeleken met de door Circle aangeleverde ecologische toetswaarden (zie voor meer detail paragraaf 2.7.2).

Voor de achtergrondconcentraties van stoffen in het oppervlaktewater van de Maas is gebruik gemaakt van de metingen van Rijkswaterstaat bij de meetpunten Eijsden (stroomopwaarts van Chemelot) en Stevensweert (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](http://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 bodemonitoringsnetwerk (zie paragraaf 2.3 over het analyseren van emissies). Voor het beoordelen van de risico's van de uitlopende verontreinigingen voor de oppervlaktewaterwaterkwaliteit, wordt een emissie-immissietoets uitgevoerd. Bij het beoordelen van de immissies is gebruik gemaakt van deze emissie-immissietoets.

#### *Geluid*

Bij de analyse van de geluidsimmissie is gebruik gemaakt van de beschikbare geluidscontouren. De geluidscontouren rondom Chemelot geven de vergunde immissie weer. De geluidscontour uit 1987 is bereken met de oude geluidseenheid, de  $L_{etmaal}$  in plaats van de  $L_{den}$  (Provincie Limburg et al., 2021, pp. 16–17). Dit bemoeilijkt vergelijking met andere geluidsgegevens 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 analyseren van de blootstelling en blootstellingsroutes**

In de verkenning is gekeken naar de wijze waarop mensen worden blootgesteld aan de beschouwde stoffen en 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 er van uit gegaan dat de blootstellingduur van omwonenden overeenkomt met de uitgangspunten die zijn gehanteerd bij de gehanteerde beoordelingscriteria. Concreet betekent dit dat wanneer de relatie tussen een stof en een gezondheidsrisico is uitgedrukt in een concentratie per jaar, dat is er van uit gegaan dat mensen die worden blootgesteld het hele jaar aanwezig zijn. Wanneer de relatie is uitgedrukt in een belasting per etmaal, is er van uit gegaan 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. Historisch gebruik van stoffen en processen die nog steeds leiden tot blootstelling anno nu, worden wel meegenomen. 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. 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. Hieronder is per thema aangegeven op welke wijze de blootstelling is geanalyseerd.

### *Lucht*

De blootstelling aan stoffen in de lucht is in kaart gebracht met behulp van de "gcn-tool" (<https://gcn-app.rivm.nl/>). Hiermee is bekeken hoe de bijdragen van industrie, gemiddeld over de gehele gemeente, zich in Geleen verhouden tot de omliggende gemeenten. De gegevens in de emissieregistratie worden elk jaar gebruikt in de berekeningen voor de GCN. Omdat de resultaten van verschillende soorten bronnen (o.a. industrieel) apart worden opgeslagen, zullen deze worden bekeken om een grof beeld te krijgen van de bijdragen van de bronnen bij Chemelot in de omgeving.

Om de bijdragen van Chemelot in de lokale omgeving meer kwantitatief te schatten, zijn lokaal gedetailleerde berekeningen uitgevoerd met de gegevens uit de emissieregistratie, aangevuld met (cq vergeleken met) meetgegevens die van Chemelot en/of de OD worden verkregen. De berekende concentraties zijn vervolgens vergeleken met de gemeten waarden van de meetstations. Als de berekende emissies wezenlijk verschillen van de gemeten concentraties, kan dit duiden op onvolledige registratie van emissies, of op de aanwezigheid van onbekende emissiebronnen of juist de afwezigheid van aangenomen bronnen. Dit verschil zou aanleiding kunnen geven tot verder onderzoek.

### *Water*

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 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 wordt gebruikt als drinkwaterbron kan ook worden gezien als bron van indirecte blootstelling.

Het drinkwaterbedrijf WML heeft twee waterwinpunten die voor de verkenning Chemelot van belang kunnen zijn. Waterwinpunt Roosteren ligt circa 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. Circa 10 km verder stroomafwaarts, bij waterwinpunt Heel, wordt water gewonnen uit een bekken (De Lange Vlieter) dat wordt gevuld met Maaswater. Voor deze locaties is gekeken naar de mogelijke impact van Chemelot op de waterwinning. Ook zijn er meerdere zwemwateren die (direct) in verbinding staan met de Maas stroomafwaarts van Chemelot. De waterkwaliteit hiervan wordt enkel biologisch gecontroleerd. Het waterschap gaf aan niet bekend te zijn met bedrijven die vis uit de Maas halen voor menselijke consumptie. De zijtak van de Ur, waarop

wordt geloosd, is volledig omsluit. Daar wordt niet in gevestigd of gezwommen en wordt volgens het waterschap geen water onttrokken voor de landbouw. Bij het kijken naar gezondheidsrisico's door vervuiling van het oppervlaktewater lijkt de blootstellingroute via drinkwater daarmee het meest relevant, hoewel ook hier de mate van blootstelling beperkt is.

#### *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), opwaaiend stof, uitdampende stoffen, het eten van gewassen en gebruik van vervuild (grond)water (bijvoorbeeld door permeatie van een vervuiling naar drinkwater).

Voor de analyse van de blootstellingroutes is gebruik gemaakt van de risicobeoordeling die is uitgevoerd door Arcadis als onderdeel van het Duurzaam bodembeheer Chemelot (Arcadis, 2021d). Daaruit komt blootstelling via de onttrekking van grondwater als belangrijkste blootstellingsroute naar voren met eventuele risico's van uitloging naar het oppervlaktewater. Daarnaast heeft de GGD Zuid-Limburg nog een aanvullende risicobeoordeling uitgevoerd met specifieke aandacht voor de risico's van uitdamping (GGDZL, 2022). Ook deze beoordeling is meegenomen voor het in beeld brengen van de blootstelling.

#### *Geluid*

De blootstelling aan geluid is afhankelijk van de verblijfslocatie. 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 geluidsniveaus. Om de hoeveelheid geluid uit te drukken is gebruik gemaakt 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 dat afkomstig is van de industrie is gebaseerd op een kentalraming. Het STAMINA-model m.b.t. industrielawaai is echter al lange tijd niet geactualiseerd en is gebaseerd op verouderde kengetallen. De gegevens worden geactualiseerd, maar waren tijdens de deze verkenning nog niet beschikbaar. De Atlas Leefomgeving (LO) biedt een redelijke indicatie, maar zal worden vergeleken met de zonekaart (in de vorige paragraaf 2.5 beschreven onder immissie), die leidend is voor de 50 dB-contour.

## **2.7 Het analyseren van gezondheidsrisico's**

Voor het verkennen van de gezondheidsrisico's van stoffen is, voor zover mogelijk, per stof uit de RIVM –stoffendatabase (risico's van stoffen website), de concentratie waaraan omwonenden kunnen worden blootgesteld via bodem, water of lucht getoetst aan de interventiewaarde bodem, de milieukwaliteitsnorm (MKN) of het maximaal toelaatbaar risico (MTR). 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 Het toetsen aan een Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR)),. Aanvullend hierop is gekeken naar de gezondheidsrisico's van mengsels van stoffen in water en lucht<sup>4</sup> binnen het kader van een verkenning om mengseleffecten van chemische stoffen mee te nemen in de vergunningverlening. Hierbij is gebruik gemaakt van de hazard index methode (Bodar et al., 2023; Bodar et al., 2022) . Een stofmengsel is als aandachtspunt voor de gezondheid benoemd, wanneer de hazard index 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 zijn in deze verkenning twee typen aandachtspunten benoemd. Dit zijn: 1) aandachtspunten voor de gezondheid; 2) aandachtspunten voor vervolgonderzoek naar gezondheidseffecten; In Tabel 2.2 zijn deze typen aandachtspunten toegelicht.

Tabel 2.2 Typen aandachtspunten

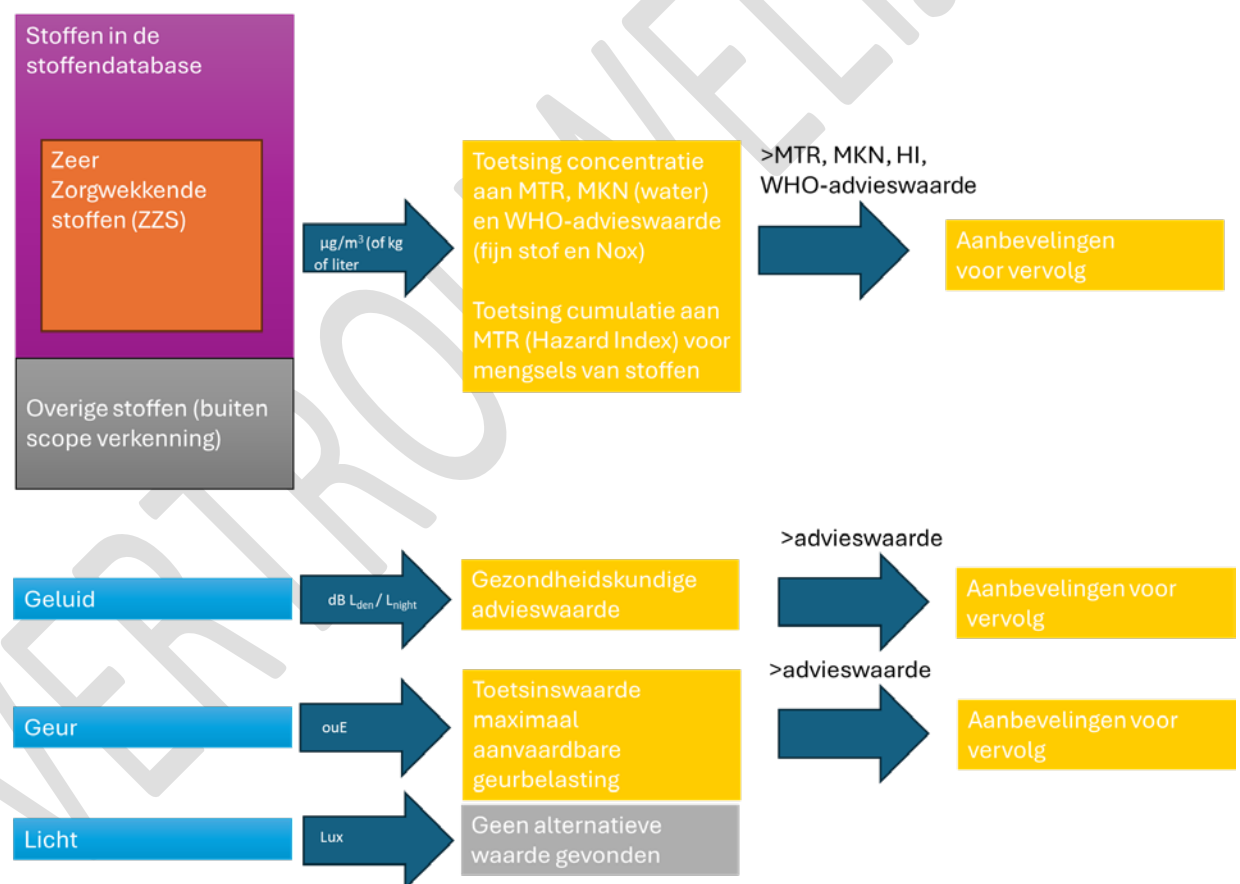
Type aandachtspunt	Toelichting
Aandachtspunten voor de gezondheid.	Er is sprake van een verhoogd gezondheidsrisico. De blootstelling van mensen aan stoffen overschrijdt actuele wetenschappelijke risico-acceptatiecriteria en/ of beleidsmatige en juridische normen voor het gezondheidsrisico. Bijvoorbeeld: wanneer een concentratie van een stof hoger ligt dan het MTR voor de mens is dit in deze verkenning aangeduid als aandachtspunt voor de gezondheid. Adviezen zullen dan gericht zijn (indien mogelijk) op het (versneld <sup>5</sup> ) terugdringen van de concentratie van deze stof in de leefomgeving.
Aangeduid als aandachtspunten voor onderzoek naar gezondheidseffecten	Een thema kan als aandachtspunt voor onderzoek naar voren komen wanneer voor de betreffende stoffen of stressoren het op basis van de beschikbare gegevens niet mogelijk om de (omvang van de) risico's voor de gezondheid te bepalen

<sup>4</sup> Voor het thema bodem waren deze analyses niet beschikbaar.

<sup>5</sup> Voor ZZS geldt al een vermijdings- en reductieprogramma, ook wanneer een gevonden waarde van een ZZS over het MTR ligt. Bij een waarde boven het MTR is vanuit het perspectief van gezondheidsrisico's versnelde reductie gewenst.

	Het is mogelijk dat beschikbare gegevens al duiden op een gezondheidsrisico, maar dat nader onderzoek nodig om is vast te stellen of er daadwerkelijk gezondheidseffecten te verwachten zijn.
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Suggesties voor vervolgacties zijn uitgewerkt in hoofdstuk 10. 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 is hieronder verder toegelicht.



Figuur 2.1 Analyse beschikbare gegeven gezondheidsrisico's

Wanneer er voor bepaalde stoffen en stressoren onvoldoende gegevens beschikbaar zijn om een oordeel te vellen over aandachtspunten voor de gezondheid, dan zal worden aanbevolen hier aanvullende gegevens over te verzamelen.

### 2.7.1 *Het prioriteren van stoffen voor indicatie van zorgen voor de gezondheid*

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 potentieel ZZS zijn (pZZS), pZZS zijn stoffen die mogelijk voldoen aan de ZZS-criteria, maar nog niet als ZZS zijn geïdentificeerd. Van de meeste ZZS-en gebruikt bij het chemiecluster Chemelot is ook een norm beschikbaar, waardoor een verdere analyse naar mogelijke impact op de humane gezondheid mogelijk is.

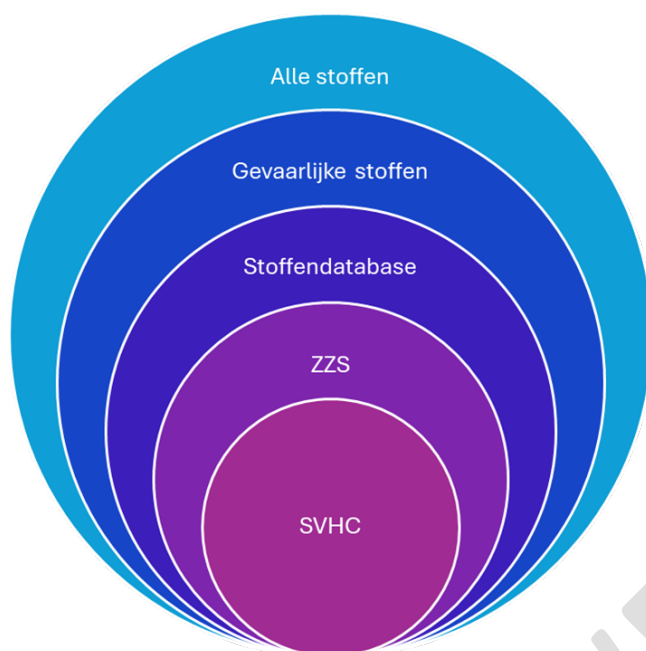
De vergunning bevat naast de geïdentificeerde ZZS ook veel andere stoffen. Via nader onderzoek zou nog kunnen worden gekeken of de stoffen die buiten deze scope vallen nog een significant gezondheidsrisico hebben, bijvoorbeeld de stoffen die gecategoriseerd worden als waterbezwaarlijk categorie A waar mogelijk accumulatie in waterorganismen kan optreden. Daarnaast kan nader onderzoek zich richten op de ecotoxicologische effecten van uitstoot naar oppervlaktewater en bodem.

#### *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 (C(carcinogeen))
- mutageen (M(mutageen))
- voortplanting belemmerend (R (reproductie toxisch))
- persistent, bioaccumulerend en giftig (PBT(Persistent, Bioaccumulerend én Toxisch)). Stoffen stapelen in het milieu en de voedselketen
- zeer persistent en zeer bioaccumulerend (vPvB zeer Persistent en zeer 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*

Voor het inzichtelijk maken van gezondheidsrisico's van industriële activiteiten op de gezondheid en het verkennen van aandachtspunten voor de gezondheid is gebruik gemaakt van het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR). 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 als gevolg van 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). Dit MTR vinden we bijvoorbeeld terug in de norm voor het plaatsgebonden risico in het externe veiligheidsbeleid. De kans per jaar dat een persoon, die altijd aanwezig is op die plaats, overlijdt door een ongeval met een gevaarlijke stof (waaronder een brand, explosie of gifwolk) mag niet groter zijn dan een op de miljoen per jaar.

Voor schadelijke stoffen waarvoor 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, maar er zijn ook stoffen waarbij er geen drempelwaarden lijken te zijn. Dus niet voor elke geadviseerde waarde geldt dat er onder de WHO-advieswaarde geen gezondheidseffecten optreden. Let op: de WHO-advieswaarde of EU streefwaarden voor luchtconcentraties zijn niet noodzakelijk afgeleid op hetzelfde risiconiveau van een op de 10.000 bij levenslange blootstelling als bij de MTR het geval is.

Genotoxische (=kankerverwekkende) stoffen hebben geen drempelwaarde voor een kans op een effect. Iedere blootstelling verhoogt de kans op een tumor. Voor deze stoffen is het MTR niet gedefinieerd als kans op overlijden per jaar, maar als de kans op maximaal één extra geval van kanker op een miljoen mensen per jaar als gevolg van blootstelling aan de betreffende stof. Hier hoort wel de aanname dat de geïnduceerde kanker leidt tot sterfte. 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. Deze beleidsmatig geaccepteerde risiconiveaus gelden voor lucht en bodem. Bij het afleiden van drinkwater-richtwaarden en milieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater, hanteert men voor genotoxische carcinogenen een 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).

Hierbij wordt opgemerkt dat de normen voor het compartiment bodem en oppervlaktewater voor gezondheidkundige effecten en eco(toxico)logische effecten kunnen zijn afgeleid. Het eindpunt wat leidt tot de laagste waarde wordt uiteindelijk gebruikt als MTR (bodem) of MKN (oppervlaktewater). De focus in deze verkenning ligt op de gezondheidkundige eindpunten.

Daarom is voor geselecteerde stoffen, op basis van een mogelijk risico vanwege blootstelling of aanwezigheid van de stof in het compartiment, in de stoffendatabase (<https://rvs.rivm.nl>) gezocht naar de achterliggende stofdocumenten om te herleiden wat de gezondheidkundige grenswaarde is, indien deze niet overeenkomt met het vastgestelde geadviseerde MTR/MKN-waarde. Hieruit kan ook blijken dat de blootstelling aan de mens via oppervlaktewater of bodem niet relevant is voor een chemische stof. Dit is bijvoorbeeld het geval als de opname in planten of vis verwaarloosbaar is.

#### *Fijn stof en NO<sub>x</sub>*

Uitstoot van fijn stof en NO<sub>x</sub> kan ook invloed hebben op de gezondheid van omwonenden (Geelen et al., 2023; Gezondheidsraad, 2018). Voor deze stoffen is echter geen MTR vastgesteld. Voor de beoordeling van aandachtspunten voor de gezondheid is er in deze verkenning voor gekozen om in plaats van de vastgestelde Europese normen (grenswaarden) voor fijn stof en NO<sub>2</sub> de WHO-advieswaarden uit 2021 als grens te hanteren voor het benoemen van aandachtspunten. Deze advieswaarden bedragen 15 µg/m<sup>3</sup> voor PM<sub>10</sub>, 2,5 µg/m<sup>3</sup> voor PM<sub>2,5</sub> en 10 µg/m<sup>3</sup> voor NO<sub>2</sub>. De WHO-advieswaarden zijn strenger dan de vastgestelde Europese normen (grenswaarden) voor fijn stof en NO<sub>2</sub>. Voor jaargemiddelde fijnstofconcentraties (PM<sub>10</sub>) is bijvoorbeeld 40 µg/m<sup>3</sup> de Europese grenswaarde. De Europese norm (grenswaarde) voor jaargemiddelde concentraties ultrafijnstof (PM<sub>2,5</sub>) is 25 µg/m<sup>3</sup>. Voor de langere termijn gelden de WHO-advieswaarden als streefwaarden.

Ook voor NO<sub>2</sub> heeft de WHO-advieswaarden opgesteld van 10 µg/m<sup>3</sup> voor de jaarlijkse blootstelling en 25 µg/m<sup>3</sup> voor een blootstelling van 24 uur. De grenswaarde voor de jaargemiddelde blootstelling is vastgesteld op 40 µg/m<sup>3</sup>.

Om inzicht te krijgen in de omvang van het gezondheidsrisico van fijnstof en NO<sub>x</sub> voor omwonenden is het aan te bevelen om op basis van de gevonden concentraties NO<sub>x</sub> en fijn stof en beschikbare dosis-responsrelaties de risico-DALY uit te rekenen. De risico-DALY is een maat voor het gezondheidsrisico (per 1 miljoen personen per jaar) waarmee risico's van verschillende aard (bijvoorbeeld longkanker of astma) onderling te vergelijken zijn. (Gooijer et al., 2025) Deze risicomaat is gebaseerd op de DALY (*Disability Adjusted Life Years*). De DALY is een maat voor de ziektelast die is opgebouwd uit het aantal verloren levensjaren (door vroegtijdige sterfte) en het aantal jaren geleefd met gezondheidsproblemen (bijvoorbeeld een ziekte), gewogen voor de ernst hiervan (ziektejaarequivalenten) in een populatie (C.J.L. Murray & A.D. Lopez, 1996). De berekening van DALY's en risico-DALY's valt buiten de scope van deze verkenning.

#### *Bodem*

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 4) stoffen in de lucht door uitdamping.

Voor het beoordelen van stoffen in de bodem zijn interventiewaarden vastgesteld. De interventiewaarden bodemkwaliteit is een waarde voor bodemverontreiniging waarboven onaanvaardbare risico's bestaan voor mens, plant of dier als gevolg van verontreiniging van de bodem. Bij het vaststellen van deze interventiewaarden is gekeken welke concentratie van een stof in de bodem kan leiden tot een gezondheidsrisico ter grootte van het maximaal toelaatbaar risico voor de mens ( $MTR_{\text{humaan, bodem}}$ ). Voor verschillende functies, zoals wonen, gelden verschillende interventiewaarden. Op basis van de beschikbare gegevens lijkt de vervuiling van de vaste bodem zich te beperken tot het terrein van het chemiecluster. Er zijn geen gegevens bekend over door Chemelot vervuilde bodem buiten de terreingrenzen. Omdat in de verkenning de nadruk ligt op de gezondheid van omwonenden en de verspreiding naar omwonenden via het grondwater plaats vindt, heeft er geen toetsing volgens de interventiewaarden voor wonen plaatsgevonden.

Voor het grondwater vindt toetsing plaats aan de normen die gebaseerd zijn op indirecte humane blootstelling, zoals via veedrenking en via gewassen en voor ecologische risico's. Anderzijds wordt voor de mens gekeken naar de interventiewaarden die van toepassing zijn voor het benutten van grondwater voor drinkwater. Daarnaast is het mogelijk dat bodemverontreiniging in het oppervlaktewater terecht komt. Voor het beoordelen van gezondheidsrisico's van deze verontreiniging is aangesloten bij de normen voor drinkwater en oppervlaktewater: de JG-MKE (zie paragraaf water). Voor vluchtige stoffen, waarbij via uitdamping uit de bodem naar de lucht inademing mogelijk is, is er ook een MTR opgesteld, uitgedrukt in een concentratie in lucht in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $MTR_{\text{lucht}}$ . Waar relevant wordt geconstateerde uitdamping vergeleken met de  $MTR_{\text{lucht}}$ . In deze verkenning is een bodemverontreiniging als aandachtspunt voor de gezondheid benoemd wanneer er bij



grondwateronttrekking of uitdamping een MTR met een humaan eindpunt is overschreden.

### *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<sup>6</sup>. 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-MKE 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. Er zijn wettelijke en beleidsmatig vastgestelde MKN's, deze laatste zijn veelal zogenoemde indicatieve waarden, die zijn afgeleid via een beknopte methode.<sup>7</sup> Er bestaan ook nog oudere (indicatieve) MTR's. Deze gelden voor langdurige (chronische) blootstelling, maar houden doorgaans geen rekening met 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 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 zoekstelsel van de website Risico's van Stoffen<sup>8</sup>. 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 Algemene beoordelingsmethodiek (ABM) wordt een indeling gemaakt naar de waterbezwaarlijkheid. Vervolgens wordt een ecologische toetswaarde (als alternatief voor een vastgestelde norm) op basis van openbare literatuur afgeleid door Circle. De herkomst of kwaliteit hiervan is niet altijd duidelijk. Opgemerkt wordt dat Circle sinds 2021 voor veel stoffen voorstellen heeft gedaan voor MKN's en drinkwater-

<sup>6</sup> De termen JG-MKN en MAC-MKN staan in de Nederlandse vertaling van de Richtlijn prioritair 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 prioritair 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.

<sup>7</sup> zie voor meer informatie [Milieukwaliteitsnormen | Risico's van stoffen](#) en [Oppervlaktewater | Risico's van stoffen](#)

<sup>8</sup>[Dashboard | Risico's van stoffen](#)

richtwaarden. Deze voorstellen waren naar het oordeel van het RIVM doorgaans onvoldoende onderbouwd om direct over te nemen. 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 de MKN, MTR, alerteringswaarde<sup>9</sup> of andere afgeleide waarde betekenen.

Dit onderzoek focust allereerst op de 85 Z-stoffen. Tevens zullen we kijken 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, zal bij de vergelijking onderscheid worden gemaakt tussen gezondheidkundige en ecotoxicologische normen, wanneer de norm benadert dan wel overschreden wordt (zie ook paragraaf 2.7.1).

### *Geluid*

Blootstelling aan omgevingsgeluid kan leiden tot geluidshinder, slaapverstoring en klinische 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 beschrijvende duiding en de gezondheidsrisico's/ risico-DALY's. Omdat er nauwelijks onderzoek is verricht naar de gezondheidseffecten van industrieel geluid is in dat methodisch kader aangenomen dat industrieel geluid geen andere risico's met zich mee brengt voor klinische eindpunten ten opzichte van andere bronnen. Daarom is in de gezondheidseffectrapportage Tata Steel voor de berekening van risico's van industrieel geluid aangesloten bij de dosis-responsrelaties voor wegverkeer (Gooijer et al., 2025).

In deze verkenning is voor het beoordelen van geluidsniveaus van industrie en het benoemen van aandachtspunten voor de gezondheid ook aangesloten bij gezondheidkundige advieswaarde van de WHO voor wegverkeer. Dit sluit aan bij de hierboven beschreven keuze in de gezondheidseffectrapportage Tata Steel. De WHO adviseert om voor wegverkeer de geluidsniveaus te reduceren tot onder de 53 dB ( $L_{den}$ ) en adviseert om nachtelijke geluidsniveaus 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 geluidsniveau hoger is dan 53dB ( $L_{den}$ ) en 45 dB ( $L_{night}$ )<sup>10</sup>.

De 53dB ( $L_{den}$ ) en 45 dB ( $L_{night}$ ) waarden gelden voor buitenniveaus, op de hoogst belaste gevel. De GGD heeft bij het opstellen de

<sup>9</sup> 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 voldoet men 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.

<sup>10</sup> De gezondheidkundige advieswaarden van de WHO bevatten een mate van risico-acceptatie. Zo is er bij het voldoen aan de WHO-norm  $L_{den}$  naar schatting een percentage van 10% ernstig gehinderden te verwachten. Ook en zijn er bij deze geluidsniveaus gezondheidseffecten mogelijk. Zo verwacht de WHO de kans op hartvaatziekten toeneemt bij geluidsniveaus tussen 50-55 dB ( $L_{den}$ ), (Welkers et al., 2020 Tabel 3-2)

gezondheidskundige richtwaarde die zij hanteren ook gekeken naar wat een richtlijn voor een acceptabel binnen niveau zou zijn. Zij hanteren een waarde van 33 dB  $L_{den}$  en 25  $L_{night}$ , voor een acceptabel binnen niveau. Ze stellen hierbij dat mensen de keuze moeten hebben om met een open of gesloten raam te slapen. Een gevel met beperkt geopende ramen reduceert het geluidsniveau 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 hanteren daarmee een strengere norm dan de WHO. Omdat er nauwelijks onderzoek is verricht naar de gezondheidseffecten van geluid afkomstig van industrie zijn ook dergelijke waarden lastig te onderbouwen. Om in het programma industrie en omwonenden gezondheidseffecten van geluid consistent te beoordelen is aangesloten bij de gezondheidskundige waarden van wegverkeer voor buitenniveaus op de hoogst belaste gevel, zoals gekozen bij de GER Tata Steel. Bij eventueel vervolgonderzoek naar geluidsbelasting is een vertaling naar binnen niveaus wenselijk.

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.

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 beleefde 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 gezondheidsrisico'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 de stressoren 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 gebruik gemaakt van de Hazard Index (HI)-methode (zie Bodar et al., 2023; Hof et al., 2024; ter Burg et al., 2025). Hierbij wordt allereerst per stof de aanwezige concentratie bepaald, bijvoorbeeld de concentratie in de lucht in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wordt vastgesteld, waarvan het MTR  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bedraagt, dan is de hazard quotiënt  $0,1/5 = 0,02$ . Oftewel de huidige concentratie benzeen bedraagt 2% 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) dan 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 hetzelfde doelorgaan hebben (Bodar et al., 2024). Onderstaande tabel (Tabel 2-2) 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 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MTR ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	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
<b>HI (som HQs)</b>				<b>0,062</b>

VERTROUWELIJK

### 3 Situatieschets Chemiecluster Chemelot

#### 3.1 Ligging

Chemiecluster Chemelot is een industriecomplex ingericht op de chemische industrie. Het chemiecluster bevindt zich in de provincie Limburg, en is onderdeel van gemeente Sittard-Geleen en Stein-Elsloo. Omliggende plaatsen grenzend aan het cluster zijn 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 BV. Deze twee bedrijven zijn geen onderdeel van Chemelot.*

In totaal werken er ongeveer 8.500 medewerkers, waarvan een deel ook in de omgeving rondom het chemiecluster woont. Daarnaast maken jaarlijks circa 1.000 studenten en 3.000 kenniswerkers gebruik van de faciliteiten op de Brightlands 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 Industrial Park dat de chemische fabrieken en ondersteunende diensten omvat. De andere bedrijven (circa 90) zijn onderdeel van de Chemelot 'Brightlands' Campus. Brightlands omvat kantoren, onderwijs, onderzoek, laboratoria en proeffabrieken (Brightlands, z.d.; Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2018). Sommige bedrijven uit het Industrial park hebben ook een ontwikkelafdeling op de Brightlands campus. Deze verkenning richt zich vooral op de impact van het Industrial Park.

### 3.2 Producenten op Chemelot terrein

Het Industrial Park bevat ongeveer 60 procesinstallaties die worden geëxploiteerd door verschillende bedrijven (Chemelot, 2024). De Chemelot site is aangemerkt als milieubelastende activiteit Seveso<sup>11</sup> inrichting (Ministerie 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, polypropreenfabrieken en rubberfabrieken. Fabrieken die onderdeel uitmaken 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. Alle bedrijven zijn aangesloten bij de centrale bedrijfsnoodorganisatie, die een centrale rol speelt bij noodsituaties i.v.m. veiligheid. Er gelden overkoepelende veiligheidsregels voor het hele terrein. De bedrijven op het terrein werken met elkaar samen, door kennis uit te wisselen en bijvoorbeeld gezamenlijk specialistische kennis in te huren (e.g. corrosiespecialisten) (Nunen et al., 2019).

De voornaamste producenten op het terrein en hun producten zijn weergegeven in Tabel 3-1.

<sup>11</sup> 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

<b>Producent</b>	<b>Product</b>
<u>Noord</u>	
AnQore	o.a. acrylonitril, HCN, NaCN, diaminobutaan
Basic Pharma group	Geneesmiddelen
Carbolim	CO <sub>2</sub>
Fibrant	Caprolactam (HPO & HSO-fabriek <sup>12</sup> ), ammoniumsulfaat, bijproducten
OI Nitrogen Europe	melamine, kunstmest, ureum
SEKISUI S-LEC B.V.	Glasfolie
Tessenderlo Kerley	Kunstmest
<u>Midden</u>	
Air Liquide Acetylene B.V.	O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , acetylene
SABIC Plastic Energy	Circulaire polymeren
Advanced Recycling	
SABIC	Grondstoffen (nafrakraker Olefins 4)
<u>Zuid</u>	
ARLANXEO	synthetische elastomeren (o.a. rubber)
Aurorium Netherlands BV	polymeren van styreen
Borealis Plastomers	maleïnezuuranhydride (SMA) 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	PVC

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

De naastgelegen bedrijven Celanese Emulsion en Cedo Recycling liggen naast de Chemelot site, maar geografisch binnen het chemiecluster Chemelot. Deze twee bedrijven vormen geen onderdeel van de koepelvergunning van Chemelot. Celanese Emulsions maakt

<sup>12</sup> Respectievelijk hydroxylamine-phosphate-cyclohexanon-oxime en hydroxylamine-Sulfate-cyclohexanon-oxime.

lijmproducten. Het bedrijf is een Seveso-inrichting (Ministerie 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 eind augustus 2025 te beëindigen (Cedo Recycling, 2025). In de gemeenten rond chemiecluster Chemelot liggen ook andere bedrijventerreinen die los staan van chemiecluster Chemelot. Ook deze bedrijven kunnen van invloed zijn op ervaren hinder of 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. Een ongeval met het vervoeren van gevaarlijke stoffen kan bijvoorbeeld leiden tot een brand, een explosie, of gifwolk. Zoals in §1.4 aangegeven worden dergelijke externe veiligheidsscenario's niet meegenomen in deze verkenning, met uitzondering van een beschrijving van bijzondere voorvallen. Het externe veiligheidsrisico kan wel een rol spelen in de beleefde veiligheid of zorgen van omwonenden.

Transport kan ook op andere manieren negatief bijdragen aan de omgevingskwaliteit, bijvoorbeeld geluidsproductie door schepen, treinen en vrachtwagens, of de uitstoot van fijnstof. De omgevingsaspecten lucht en geluid worden respectievelijk uitgewerkt in hoofdstukken 4 en 7.

### 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 geluidsoverlast, een zichtbare bruine pluim, geuroverlast. Bij incidenten, zoals een lekkage, geeft Chemelot aan of er gevaar is geweest voor de omgeving. 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
			22

Ammoniakfabriek	Onderhoud/ werkzaamheden	Licht- geluidsoverlast door fakkelen	6
		Geluidsoverlast	2
	Storing	Licht- geluidsoverlast door fakkelen	8
			16
Naftakraker	Onderhoud	Licht- geluidsoverlast door fakkelen	8
		Geuroverlast	1
	Storing	Licht- geluidsoverlast door fakkelen	1
	Onbekend	Licht- geluidsoverlast door fakkelen	1
			11
EPT-fabriek	Onderhoud	Licht- geluidsoverlast door fakkelen	4
Stoomleiding	Afblazen	Geluidsoverlast	4
Zwavelleiding	Opstarten	Geuroverlast	1
Butadieenfabriek	Opstarten	Licht en geluidsoverlast door fakkelen	
Ammoniakkoeleer	Lekkage	Gaswolk	1
Onbekend	Onderhoud	Licht- en geluidsoverlast door fakkelen	2
	Storing	Licht- geluidsoverlast door fakkelen	2
		Vrijkomen poly- etheenpoeder	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 hadden betrekking op overlast 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-geluidsoverlast (45 voorvallen) en het vrijkomen van een bruine pluim (36 voorvallen). Licht- en geluidsoverlast wordt voornamelijk gemeld bij het melden van fakkelen<sup>13</sup>. 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 geluidsoverlast 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. Bij de door Chemelot gemelde voorvallen geeft Chemelot aan dat klachten gemeld kunnen worden via de Milieuklachtenlijn van Chemelot.

<sup>13</sup> 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. Er wordt gekeken naar de windrozen van de gemeten stoffen PM10, PM2.5, NO<sub>2</sub>, benzeen, 1,3-butadien en monovinylchloride. Daarnaast wordt een schatting gemaakt van de bijdrage van Chemelot aan deze stoffen. Ook worden enkele ZZS'en, zoals vermeld in de emissieregistratie, doorerekend. De gemeten waarden worden vervolgens vergeleken met de berekende waarden.

### 4.1 Emissie

Uit de Emissieregistratie (ER) van Chemelot (overkoepelende vergunning) blijkt dat er 118 chemische stoffen, waaronder 15 ZZS vergund zijn. Daarnaast vinden er ook emissies plaats van fijnstof en NO<sub>x</sub> naar de lucht. 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). 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 kunnen worden vergeleken. 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 daaropvolgende bepalingen van gezondheidsrisico's. Om die reden is voor een pragmatische aanpak gekozen om fijnstof en NO<sub>x</sub> verder uit te werken evenals een selectie van chemische stoffen. De prioriteit ligt daarbij op enkele ZZS stoffen, mogelijk aangevuld met stoffen waarvan de emissiegegevens aangeven dat er mogelijk een hoge immissieconcentratie is in vergelijking met een  $MTR_{lucht}$ .

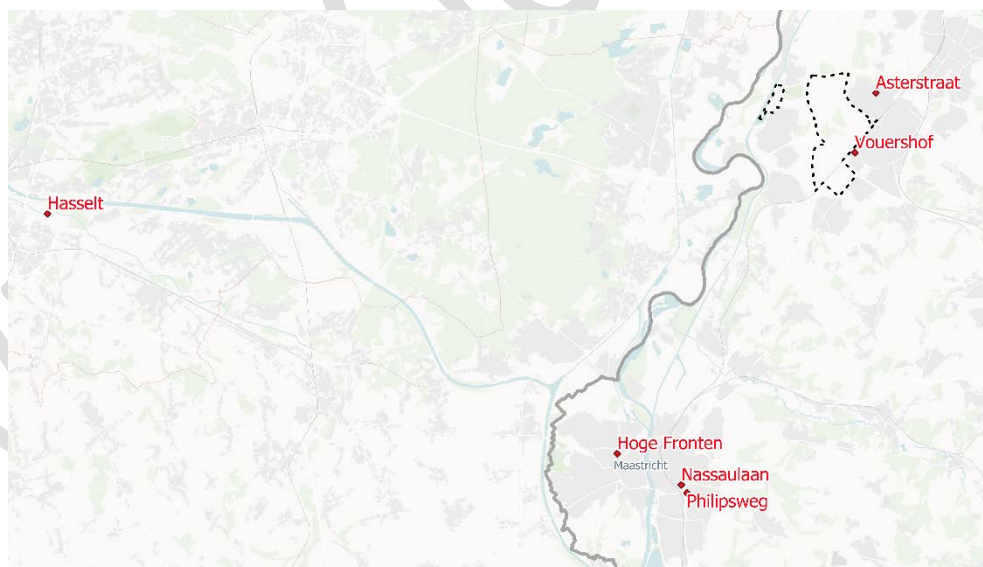
Er zijn ook incidentele luchtemissies. Zo meldt Chemelot dat er af en toe bruine pluimen ontstaan bij onderhoud en het opstarten van de salpeterzuur- en caprolactamfabriek waarbij de denox-installatie tijdelijk niet functioneert en er NO<sub>x</sub> vrij komt (zie ook Tabel 7 1 Bijzondere voorvallen 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

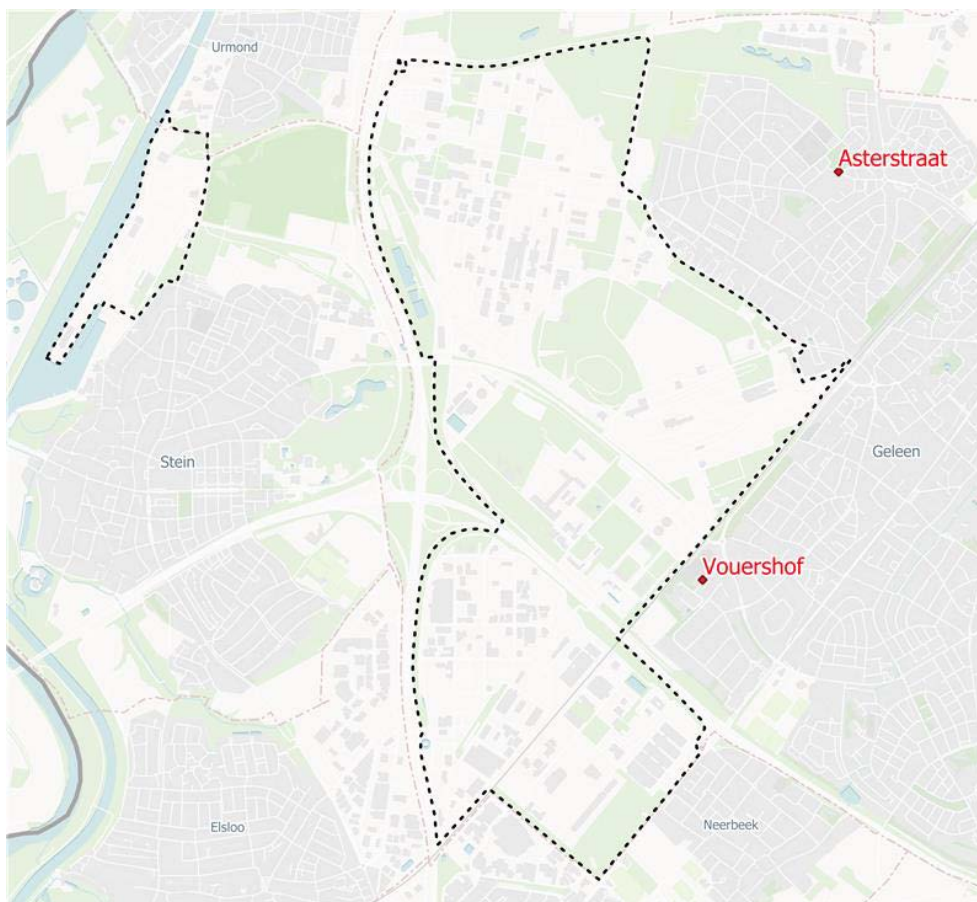
De immissie beschrijft de luchtconcentratie op leefniveau als gevolg van de emissie (uitstoot) van chemische stoffen, fijnstof en NO<sub>x</sub>. Vanuit het

vergunningverleningsproces wordt doorgaans de immissie berekend. De immissieconcentratie wordt doorgaans berekend op waar de bedrijfsgrens zich bevindt. In het chemiecluster Sittard-Geleen bevindt zich op de bedrijfsgrens met Chemelot aan de oostzijde het meetstation Vouershof. Op dit meetstation worden een aantal chemische stoffen gemeten die maat kunnen staan voor de immissieconcentratie. Burgers worden op verschillende plekken blootgesteld aan luchtverontreiniging (thuis, werk, tijdens reizen etc.) Zowel binnen het vergunningverleningsproces en in studies naar luchtkwaliteit worden de luchtconcentraties op leefniveau gebruikt als surrogaat voor de blootstelling via inademing.

De omgevingsdienst Zuid-Limburg heeft twee meetstations vlak bij Chemelot: Asterstraat en Vouershof. De meeste installatie op het terrein van Chemelot staan onder een hoek van circa 190-280 graden van het meetpunt Asterstraat. Op de locatie Asterstraat worden de stoffen NO<sub>2</sub>, NO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, en PM<sub>2.5</sub> gemeten; recentelijk wordt ook UFP gemeten (RIVM et al., z.d.). Op locatie Vouershof worden de stoffen NO<sub>2</sub>, NO, O<sub>3</sub>, 1,3-butadien, monovinylchloride en benzeen gemeten. De Omgevingsdienst Limburg-Zuid gaf aan dat de keuze voor het meten van 1,3-butadien, benzeen en vinylchloride is gebaseerd op inventariserende metingen tussen 2021 en 2014. Er zijn toen met een meetwagen een 70-tal Vluchtige Organische Stoffen (VOC) gescand. Hieruit kwamen 1,3-butadien en vinylchloride 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](http://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 OD Zuid-Limburg en België. De Chemelot-site is in rood weergegeven.*



Figuur 4.2, Luchtfoto 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 combinatie van verschillende windrozen is het mogelijk om indicatieve schattingen van concentratiebijdragen van grotere bronnen, zoals Chemelot, te maken. De OD Zuid-Limburg was zo vriendelijk om verschillende meetseries die nog niet openbaar zijn vast ter beschikking te stellen voor deze analyse. De locaties van deze stations zijn ook weergegeven in *Figuur 1*. De Belgische Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu (IRCEL) heeft ook meetreeksen beschikbaar gesteld. Het station dat we gebruiken voor deze analyse, Hasselt, is ook weergegeven in de figuur. 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 zinnige 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<sub>10</sub>

De jaargemiddelde concentraties van PM<sub>10</sub> (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.

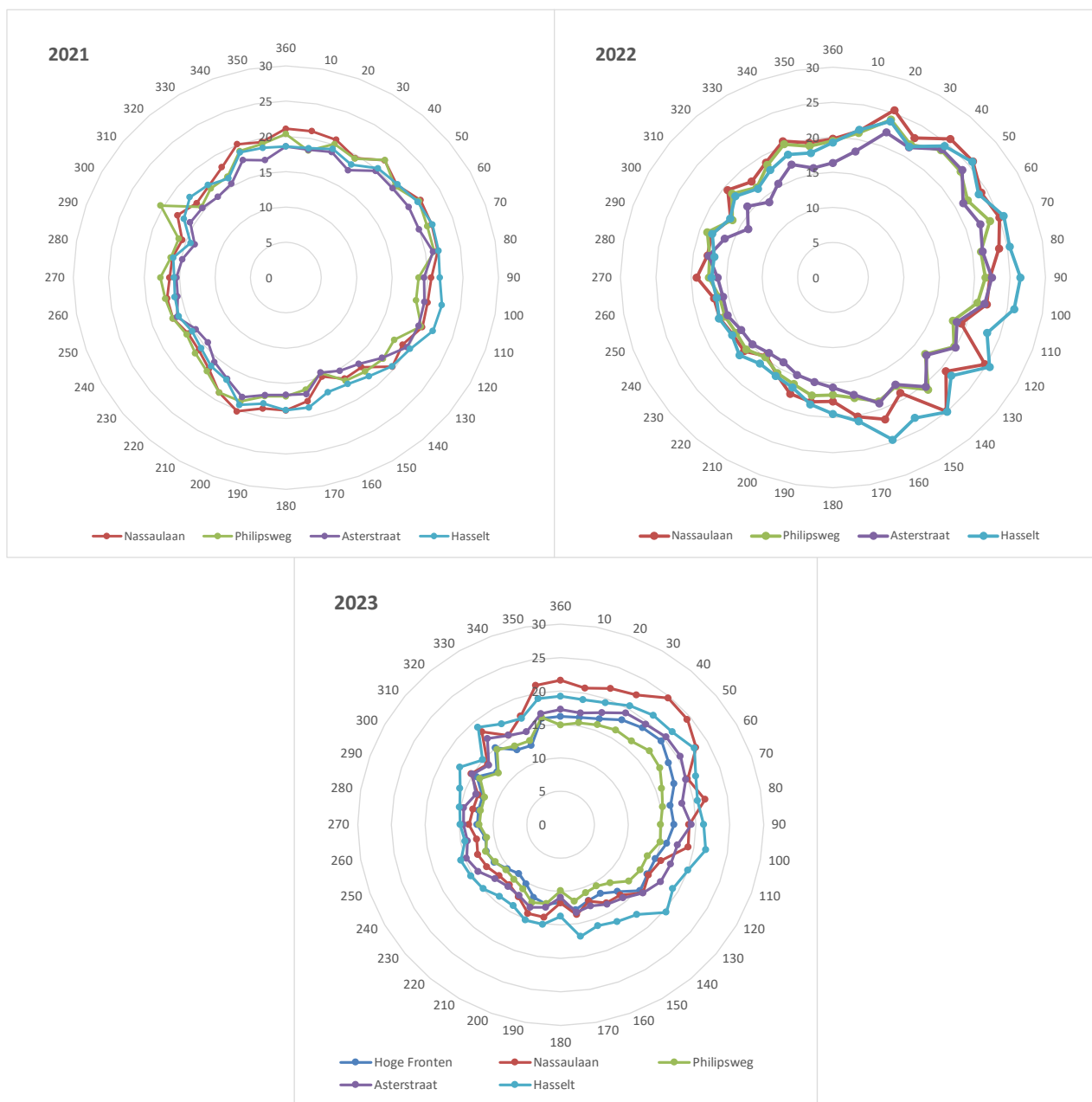
*Tabel 4.1 Totale jaargemiddelde concentraties PM10 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$*

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 PM10*

De windrozen voor PM10 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 PM10 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. Onder de aanname dat een windroos wel bijdragen van een bron bevat en een andere windroos niet, kan uit het verschil van de windrozen een schatting van de bijdragen van die bron worden gemaakt.





*Figuur 4.3, Windroos van PM10 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 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .*

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 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 op 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, dan wordt impliciet aangenomen dat de bijdragen van lokale bronnen in Maastricht beperkt is, danwel niet wezenlijk verschilt van de situatie in Geleen.

Indien voor Maastricht het gemiddelde van alle drie de PM10 meetpunten wordt genomen dan is de geschatte bijdrage van Chemelot (tussen 190 en 290 graden) aan de PM10 concentraties  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Indien voor Maastricht het meetpunt Nassaulaan, naast de A2, niet wordt meegenomen, dan is de geschatte bijdrage  $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Op basis van de windrozen uit 2022 bedragen de geschatte PM10-bijdragen  $-0.9$  en  $-0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . 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 was 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 zou als een grove indicatie kunnen worden gebruikt. In 2023 bedroeg de spreiding circa  $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Een voorzichtige schatting is dan ook dat de jaargemiddelde bijdrage van Chemelot aan de PM10 concentraties in Geleen kleiner is dan  $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### *Berekende bijdragen PM10*

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 PM10 concentraties in de omgeving. Voor 2023 is een bijdrage van  $0.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berekend op de locatie Asterstraat en een bijdrage van  $0.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berekend op de locatie Vouershof.

#### *Conclusies PM10*

Op basis van meetgegevens zijn de lokale bijdragen van fijnstof, PM10, in de omgeving van Chemelot geschat. Een voorzichtige schatting is dat de jaargemiddelde bijdrage van Chemelot aan de PM10 concentraties in Geleen kleiner is dan  $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De onzekerheid in deze schatting is aanzienlijk, in de orde van de schatting zelf. De geschatte gemeten bijdrage is in dezelfde orde van grootte als de op basis van de Emissieregistratie berekende bijdrage van circa  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De onzekerheid in de geschatte bijdrage is zoveel groter dan de berekende bijdrage dat dit geen informatie oplevert over de kwaliteit van de

geregistreerde emissie. Binnen de aanzienlijke onzekerheden kunnen berekende en gemeten bijdragen consistent zijn.

#### 4.2.2

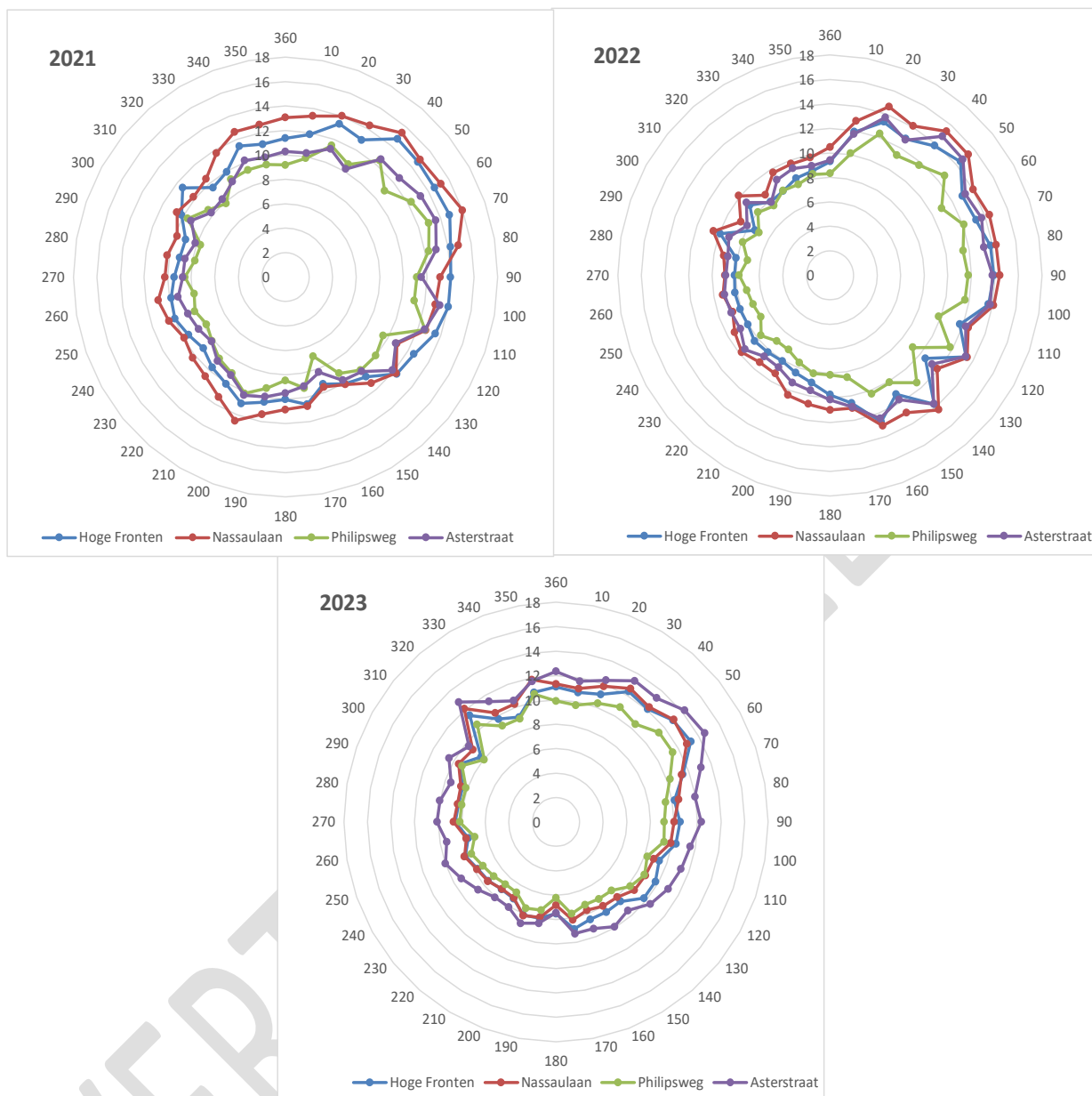
##### *Jaargemiddelde concentraties PM2.5*

Voor PM2.5 kunnen dezelfde analyses worden gedaan als voor PM10. De jaargemiddelde concentraties van PM2.5 op verschillende meetlocaties in Zuid-Limburg staan vermeld in onderstaande Tabel 4-2.

*Tabel 4.2 Totale jaargemiddelde concentraties PM2.5 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$*

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

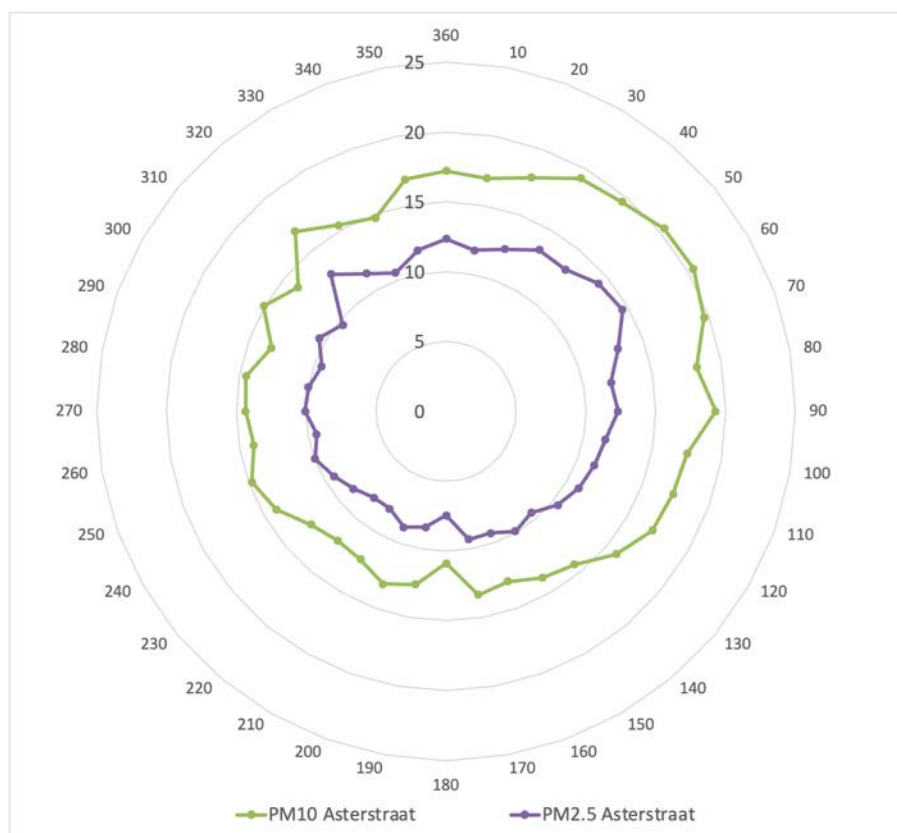
Voor PM2.5 kunnen, analoog aan de werkwijze voor PM10, ook windrozen worden gemaakt om de lokale bijdragen van bronnen op het terrein van Chemelot in de omgeving te schatten. Zie onderstaande figuur voor de windrozen.



Figuur 4.4, Windroos van PM<sub>2.5</sub> 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 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

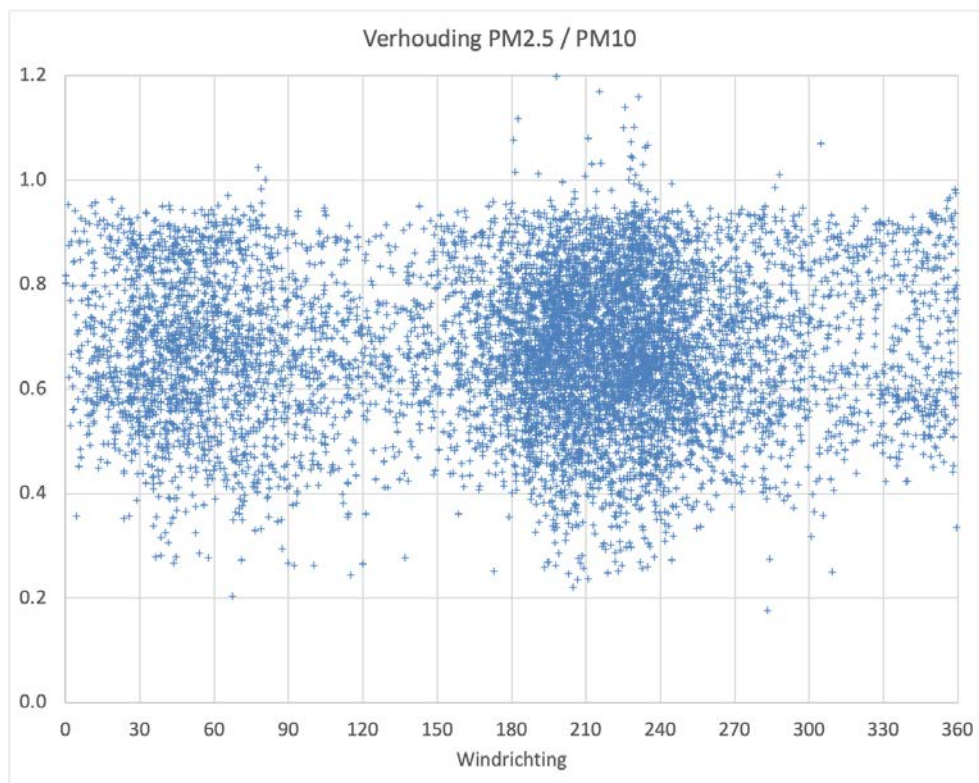
In 2023 zijn voor PM<sub>2.5</sub> de waarden van de windroos voor Geleen hoger dan de waarden in Maastricht. Met name naar het westen en oosten zijn de concentraties op Geleen hoger dan in Maastricht. Voor 2021 en 2022 geldt dit niet. In 2021 vertonen de metingen op station Hoge Fronten en Nassaulaan 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 grotendeels vergelijkbaar.

Indien voor Maastricht het gemiddelde van alle drie de PM2.5 meetpunten wordt genomen dan is de geschatte bijdrage van Chemelot (tussen 190 en 290 graden) aan de PM2.5 concentraties  $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Indien voor Maastricht het meetpunt Nassaulaan, naast de A2, niet wordt meegenomen, dan is de geschatte bijdrage ook  $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Op basis van de windrozen van 2022 bedragen de geschatte bijdragen van PM2.5  $0.3$  en  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , bij gebruik van 3 respectievelijk 2 stations in Maastricht als achtergrond. Het is ook interessant om de PM2.5 en PM10 windrozen te vergelijken, zie *Figuur 4*.



Figuur 4.5, Windroos van de PM2.5 en PM10 concentraties in 2023 voor de Asterstraat. De waarde "360" is voor wind uit het noorden. Alle concentraties in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

De vormen van de PM2.5 en PM10 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*, waar de verhouding voor alle uren in 2023 is geplotted als functie van de windrichting.



Figuur 4.6, Verhouding van de PM2.5 en PM10 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 PM2.5/PM10 tussen circa 40% en 90%. Omdat de PM2.5 en PM10 concentraties uit twee verschillende metingen komen, met elk een eigen onzekerheid, kan het voorkomen dat de verhouding PM2.5/PM10 een enkele keer hoger uitkomt dan 1.0.

#### *Berekende bijdragen PM2.5*

Voor de PM2.5 bijdragen zijn ook berekeningen gemaakt met GeoMilieu, met dezelfde invoer als voorheen vermeld. Voor 2023 is een bijdrage van 0.08  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  berekend op de locatie Asterstraat en een bijdrage van 0.10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  berekend op de locatie Vouershof.

NB. Het rapport van Sitech [REFERENTIE] laat een waarde voor 0.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zien voor beide stations

#### *Conclusies PM2.5*

Indien in 2023 voor Maastricht het gemiddelde van alle drie de PM2.5 meetpunten als achtergrond voor Chemelot worden genomen, dan is de geschatte bijdrage van Chemelot aan de PM2.5 concentraties 0.8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . De onzekerheden zijn wederom aanzienlijk. Voor het jaar 2022 liggen de geschatte bijdragen tussen 0.3 en 0.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Voor 2023 is een bijdrage

van 0.08  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  berekend op de locatie Asterstraat en een bijdrage van 0.10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  berekend op de locatie Vouershof. De berekende bijdragen zijn dus aanzienlijk lager dan de geschatte gemeten bijdragen. Binnen de aanzienlijke onzekerheden kunnen berekende en gemeten bijdragen consistent zijn.

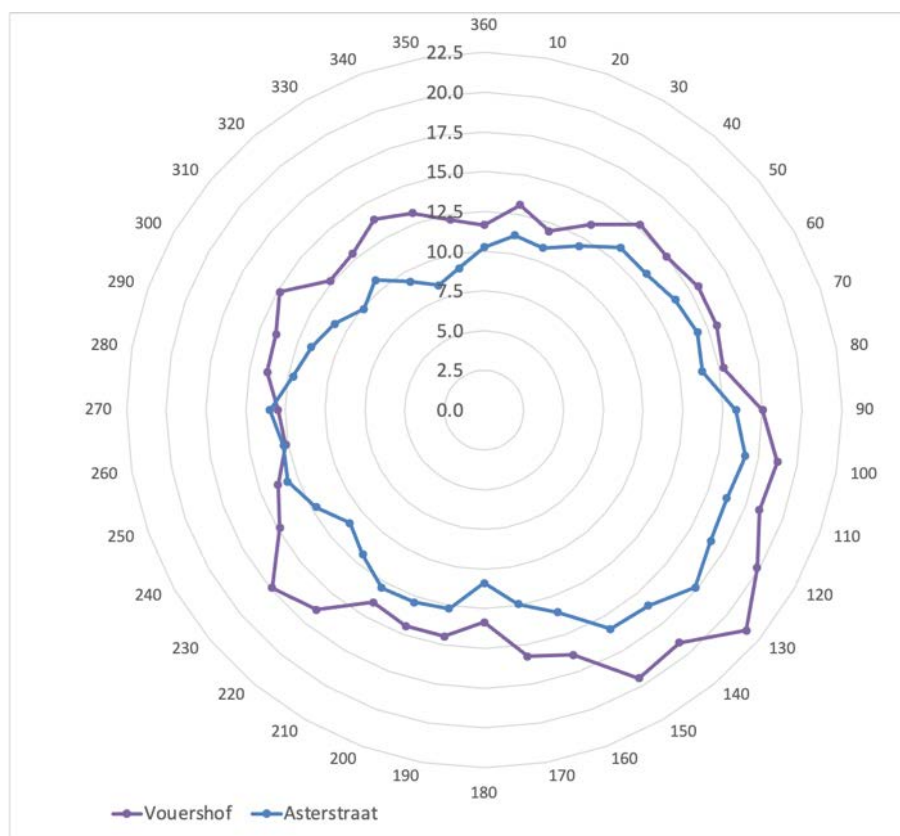
#### 4.2.3 Jaargemiddelde concentraties NO<sub>2</sub>

Voor NO<sub>2</sub> zijn wederom dezelfde analyses gedaan als voor PM<sub>10</sub> en PM<sub>2.5</sub>. De jaargemiddelde concentraties van NO<sub>2</sub> op verschillende meetlocaties in Zuid-Limburg staan aangegeven in onderstaande tabel 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 circa 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<sub>2</sub> in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

NO <sub>2</sub>	Geleen-Asterstraat	Geleen Vouershof
2021	14.8	17.3
2022	15.0	18.0
2023	12.6	15.0

De windrozen voor NO<sub>2</sub> in 2023 worden getoond in Figuur 6. In tegenstelling tot fijnstof wordt NO<sub>2</sub> op zowel de Asterstraat als op Vouershof gemeten.



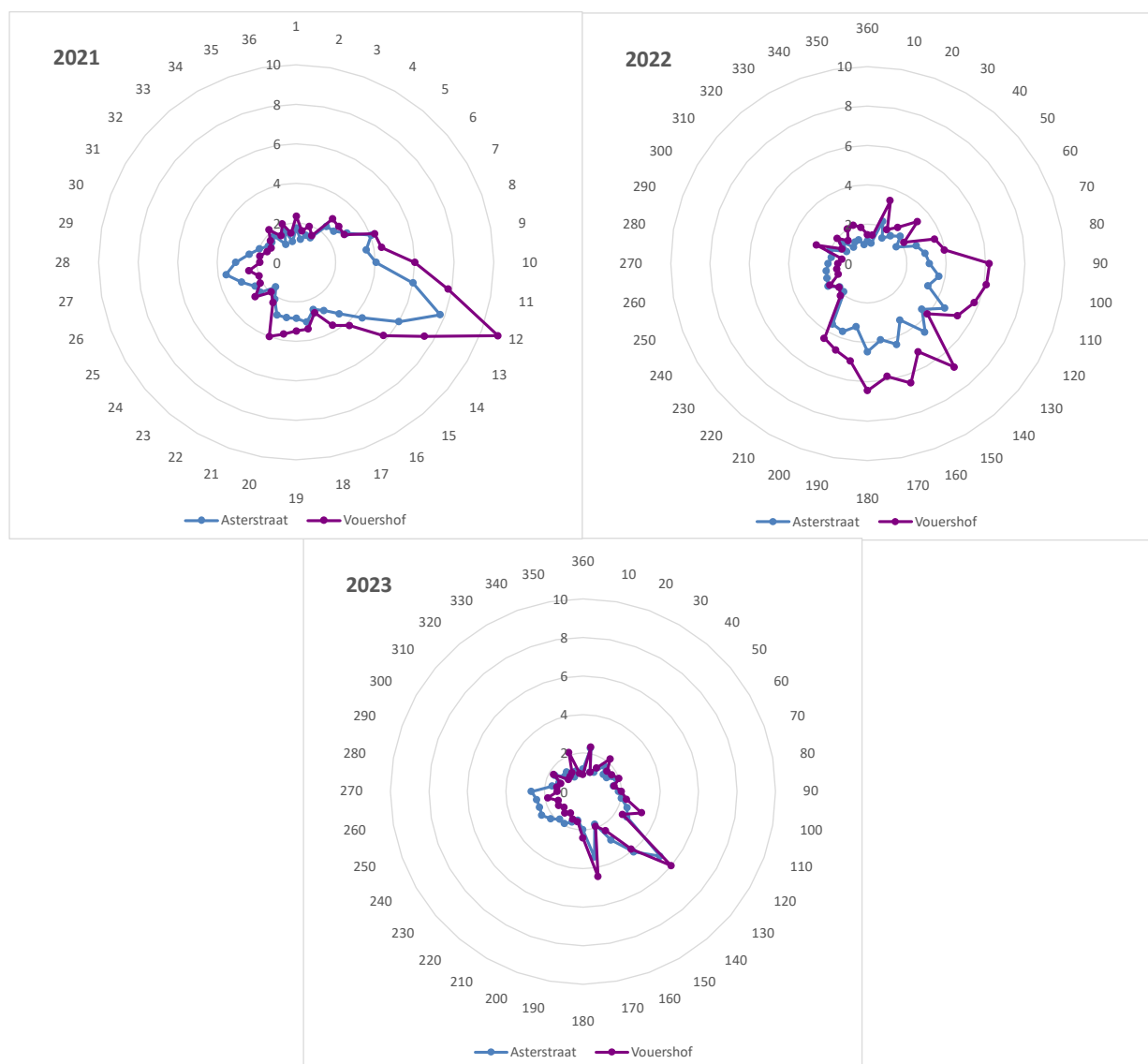
Figuur 4.7 Windroos van NO<sub>2</sub> concentraties in 2023 voor de Asterstraat en Vouershof. De waarde "360" is voor wind uit het noorden. Alle concentraties in µg/m<sup>3</sup>.

Elk jaar vertonen de windrozen vergelijkbaar gedrag. In de windrozen voor NO<sub>2</sub> 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, circa 350 graden (rechtsom) t/m 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<sub>2</sub> concentraties zien dan in de Asterstraat. De metingen in de Asterstraat laten rond 270 graden wat hogere NO<sub>2</sub> concentraties zien. Omdat het verkeer in Maastricht aanzienlijk bijdraagt aan de totale NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>, maar minder van fijnstof. Bij gebrek aan een bruikbare/verdedigbare achtergrondmeting is het niet mogelijk een schatting te maken van de NO<sub>2</sub> 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<sup>3</sup>".

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, wat erop wijst 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  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De bijdrage van Chemelot aan de NO-concentraties uit deze richtingen zal naar verwachting maar een beperkt deel hiervan bedragen, hoeveel 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 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### Berekende bijdragen NO<sub>2</sub>

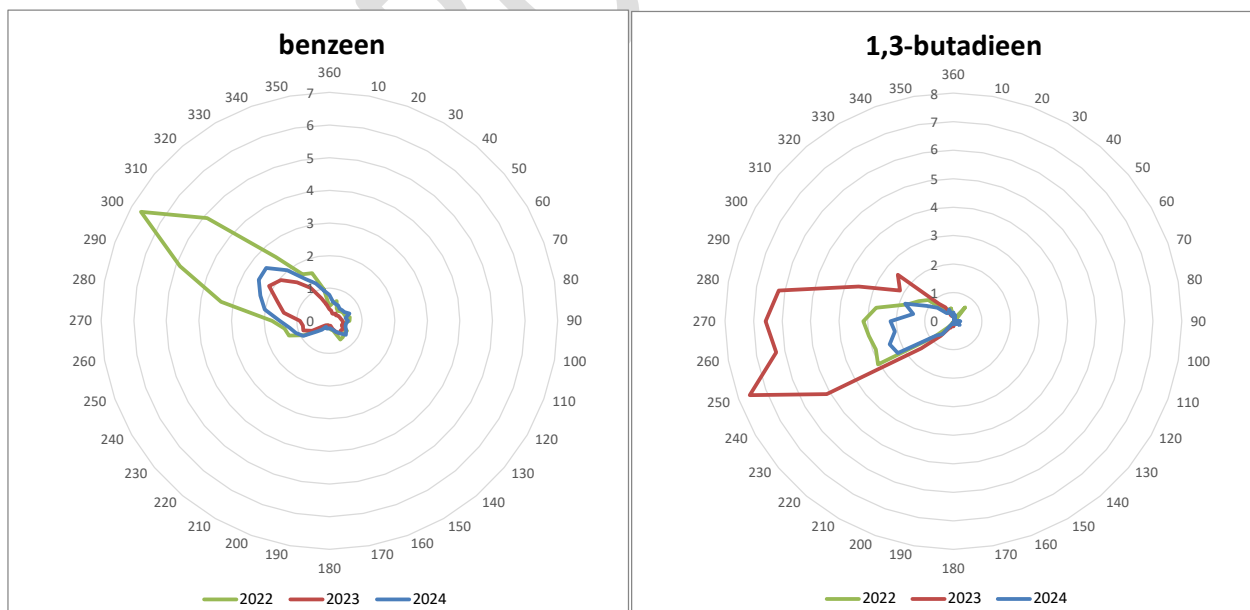
De op basis van de in de ER beschikbare emissies berekende NO<sub>2</sub> bijdragen van Chemelot komen in 2023 voor de locatie Asterstraat op 1-2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  uit en voor de locatie Vouershof op 2-3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

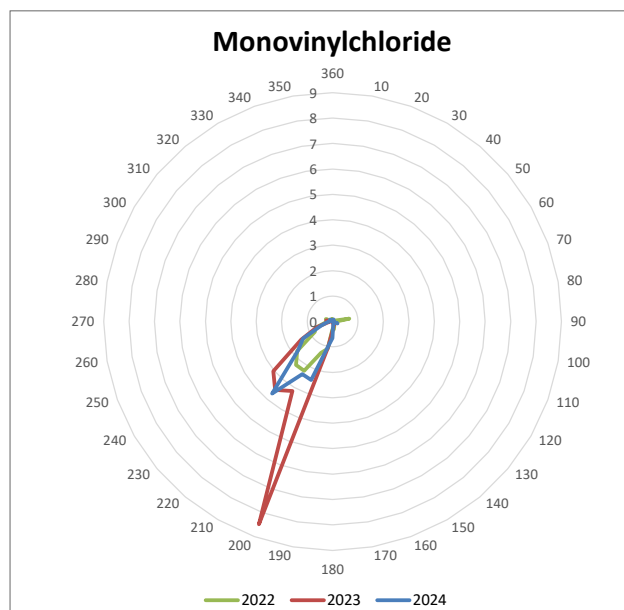
#### Conclusies NO<sub>2</sub>

Bij gebrek aan een bruikbare/verdedigbare achtergrondmeting is het niet mogelijk gebleken om een schatting te maken van de NO<sub>2</sub> 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<sup>3</sup>".

#### 4.2.4 Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) (inclusief Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen PAK)

Naast de metingen van fijnstof en NO/NO<sub>2</sub> worden op de locatie meetpunt Vouershof, in opdracht van de provincie Limburg door de Omgevingsdienst Zuid-Limburg (OD ZL), ook continu diverse vluchtige organische stoffen (VOC's) gemeten. Hierbij gaat het om 1,3-butadieen, monovinylchloride en benzeen, welke zijn geclassificeerd als Zeer Zorgwekkende Stoffen. Binnen de Chemelot-site komen deze stoffen vrij als gevolg van productieprocessen en de omgang met producten en tussenproducten. Figuur 8 toont de windrozen voor de genoemde stoffen voor de jaren 2022, 2023 en 2024. In tegenstelling tot de gemeten fijnstof en NO/NO<sub>2</sub>, wordt er in plaats van een uurgemiddelde ongeveer 3 keer per uur kort gemeten.

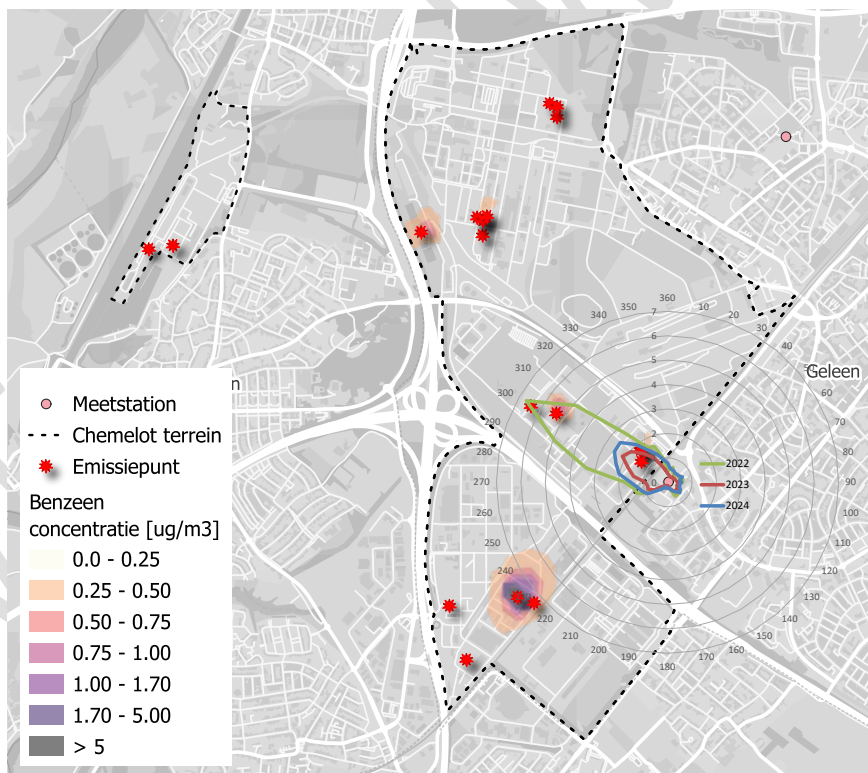
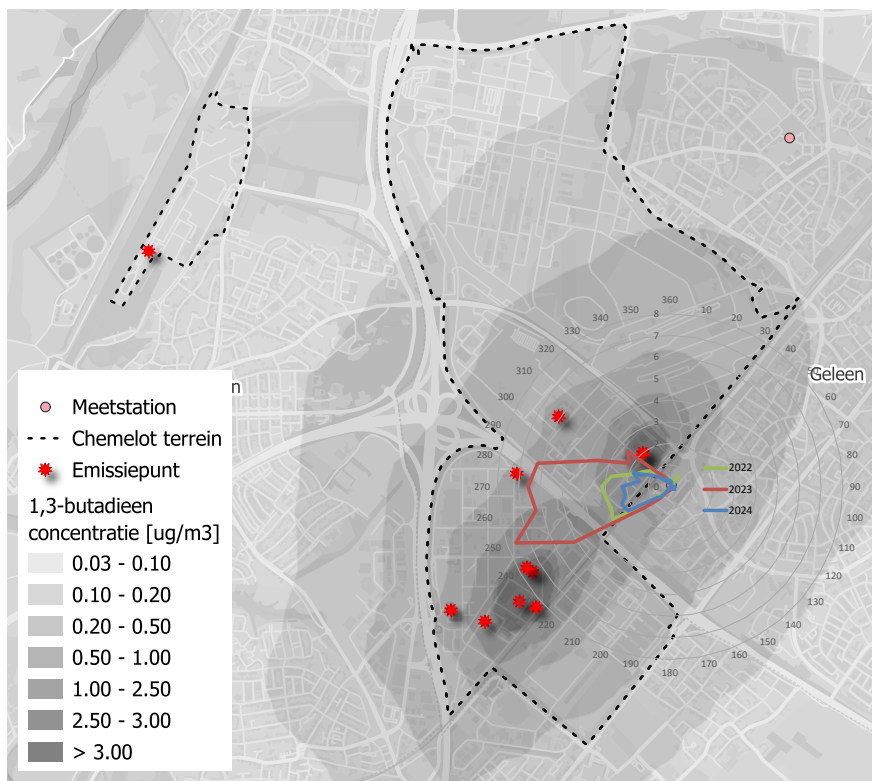


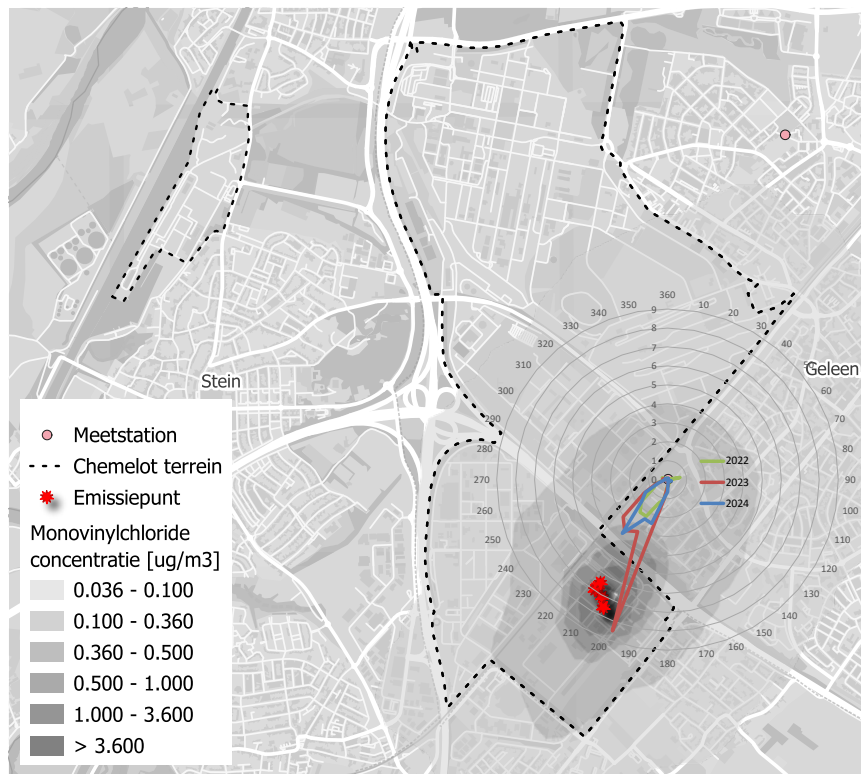


Figuur 4.9, Windrozen van benzeen, 1-3 butadien en monovinychloride concentraties in 2022, 2023 en 2024 op Vouershof. De waarde "360" is voor wind uit het noorden. Alle concentraties in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

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

In de figuur van monovinychloride is een opvallende piek te zien rond 200 graden in het jaar 2023. Deze piek is grotendeels 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 20 minuten van  $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  naar  $3100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Twintig minuten later daalden de waarden naar  $1100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 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-butadien (boven), benzeen (midden) en MVC (onder) op Vuurshof, uitgedrukt in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . De concentraties zijn geplot op de bijbehorende concentratiecontouren, berekend met ISL3A.

### 1,3 butadien en monovinychloride

Op basis van de metingen zijn de geschatte jaargemiddelde bijdragen van deze stoffen berekend, waarbij wordt aangenomen dat de achtergrondconcentraties van 1,3-butadien en monovinychloride 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 butadien en monovinychloride

	2023	2024
<b>1,3-butadien</b>	1.88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>Monovinychloride</b>	1.07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *	0.75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

\*0.87  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zonder incident

### Benzeen

Voor benzeen kan de jaargemiddelde achtergrondconcentratie niet worden verwaarloosd, waardoor het schatten van de bijdrage lastiger is. Figuur 4.9 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
<b>Benzeen</b>	0.16 µg/m <sup>3</sup>	0.25 µg/m <sup>3</sup>

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

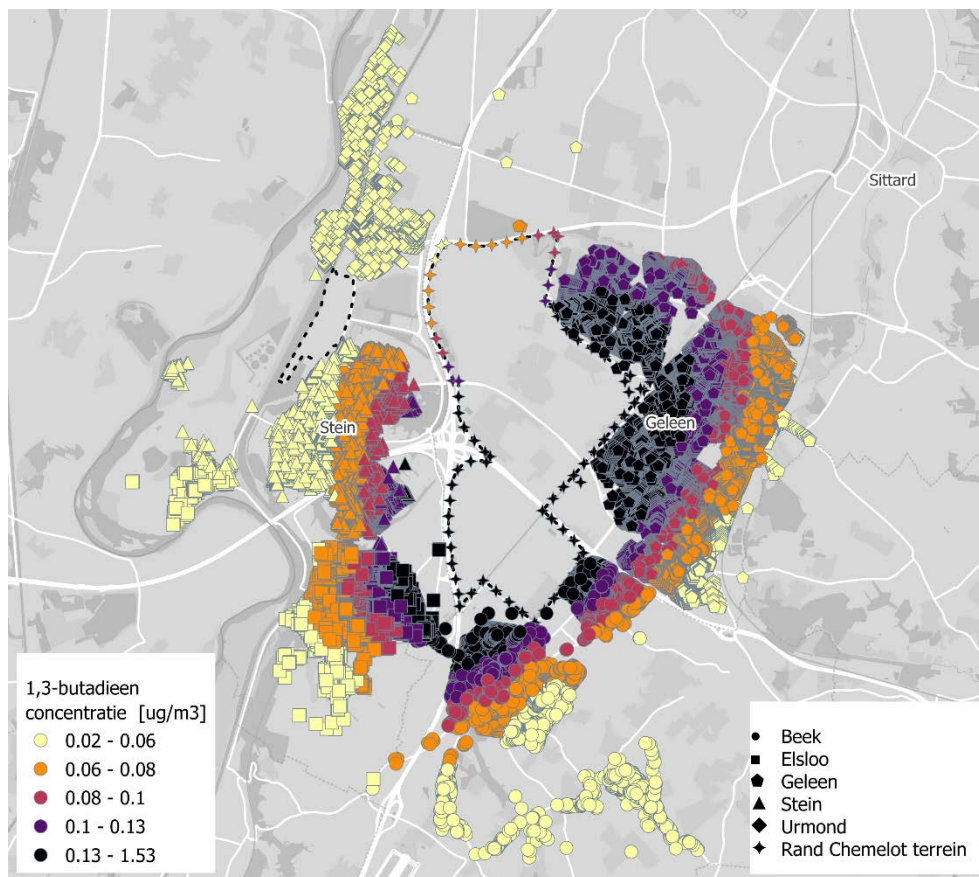
NB. In de onderliggende data zijn waarden nooit '0', maar <0.2 of <0.5. Deze waarden zijn handmatig vermenigvuldigd met 0.7 keer de detectiegrens, conform de methode die wordt gehanteerd door de OD.

#### *Berekende bijdragen*

Voor de locatie Vouershof bedragen de berekende bijdragen in 2023 0.18 µg/m<sup>3</sup> voor monovinylchloride, 0.73 µg/m<sup>3</sup> voor 1,3-butadien en 0.06 µg/m<sup>3</sup> voor benzeen. De berekeningen zijn ook nog voor een aantal andere ZZS gedaan, hier zal later bij worden stilgestaan.

#### *Geschatte blootstelling*

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



*Figuur 4.11 Berekende 1,3-butadien concentraties in µg/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 voor 2023 totale concentraties (kolom GM) en bijbehorende 95<sup>e</sup> percentiel voor elk meetpunt en wooncluster van enkele ZZS. Alle waarden zijn in ug/m<sup>3</sup>

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

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/m<sup>3</sup>, voor 1,3-butadien 1.93 µg/m<sup>3</sup> en voor benzeen 0.76 µg/m<sup>3</sup>. Zonder het eerdergenoemde incident is het jaargemiddelde voor MVC 0.92 µg/m<sup>3</sup>. Let op: eerder zijn de geschatte bijdragen weergegeven. Voor MVC en 1,3-butadien 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-butadien 2.5 keer hoger, en die van benzeen 1.1 keer hoger.

Verder zijn ook de concentraties berekend van een aantal ZZS'en en PAK's waarvoor geen metingen beschikbaar zijn. De stoffen die zijn doorgerekend zijn de stoffen die beschikbaar zijn uit emissieregistratie en die ook op de ZZS-lijst van het RIVM staan. De resulterende concentraties op meetpunten Vouershof en Asterstraat zijn weergegeven in Tabel 4.7 en de contourplots zijn te vinden in Bijlage 2.



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

	<b>Vouershof</b>	<b>Asterstraat</b>
<b>koolmonoxide</b>	12.0094	4.7985
<b>isobutaan</b>	0.8299	0.4641
<b>1,3-butadieen</b>	0.7400	0.1300
<b>vinylchloride</b>	0.1800	0.0300
<b>benzeen</b>	0.0600	0.0200
<b>acrylonitril</b>	0.0024	0.0061
<b>N,N-dimethylformamide</b>	0.0095	0.0041
<b>ethanal</b>	0.0007	0.0012
<b>butaan</b>	0.0057	0.0013
<b>N-methyl-2-pyrrolidon</b>	0.0007	0.0002
<b>gehydrogeneerd terfenyl</b>	0.0009	0.0001
<b>triglyme</b>	0.0000	0.0000
<b>naftaleen</b>	0.0002	0.0000
<b>hydrazine</b>	0.0001	0.0000
<b>cadmium</b>	0.0000	0.0000

#### Conclusies ZZS

Voor 15 ZZS zijn de concentraties in de omgeving van Chemelot berekend op basis van de emissieregistratie uit 2023. Voor drie van de 15 ZZS, MVC, 1,3-butadieen en benzeen zijn ook de luchtconcentraties berekend voor 5 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.

Geen van de berekende of gemeten concentraties overschrijden het  $MTR_{lucht}$  voor de individuele stof.

#### 4.2.5 Cumulatie van ZZS via lucht

In het kader van het Impulsprogramma Chemische Stoffen heeft het Ministerie van IenW opdracht gegeven aan het RIVM om mogelijke mengseltoxiciteit van geëmitteerde stoffen te mee te nemen in vergunningen. 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) en de  $MTR_{lucht}$  voor de stoffen in het 'mengsel' worden bepaald (hazard quotiënt per stof; HQ) en vervolgens gesommeerd over de stoffen (de hazard index; HI).

In één van de uitgewerkte casussen, zijn de meetgegevens van meetstation Vouershof beschouwd (RIVM kennisnotitie; Ter Burg et al., 2025). Voor de stoffen 1,3-butadien, monovinylchloride en benzeen zijn de jaargemiddelde luchtconcentraties vergeleken met de  $MTR_{lucht}$  voor de periode 2018 t/m 2024. Het betreffen hier de luchtconcentraties zoals gemeten bij het meetstation.

Uit de kennisnotitie blijkt dat de luchtconcentratie van de afzonderlijke stoffen onder de  $MTR_{lucht}$  blijven. Wanneer de HI-methode wordt toegepast zien we een overschrijding van de HI afkapgrens van 1 voor de jaren 2018 t/m 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 geven aan dat de risicoschatting moet worden gezien in het kader van de vergunningverlening en als doel had om de toepasbaarheid van de HI-methode te verkennen voor het vergunningverleningsproces. Verder wordt aangegeven dat de risicoschatting met de HI-methoden onzekerheden kent en niet bedoeld is als een gezondheidsrisicobeoordeling.

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, terwijl er 12 andere ZZS en andere luchtstressoren als fijnstof en  $NO_x$  worden uitgestoten al is de bijdrage van Chemelot voor fijnstof en  $NO_x$  beperkt. Het toevoegen van de overige 12 ZZS zal de HI verhogen (het huidige HI uit de kennisnotitie kan een onderschatting zijn). Daarbij geldt dat voor 1,3-butadien en monovinylchloride dat het niet erg aannemelijk is dat de bijdrage uit andere bronnen heel groot zal zijn. Maar de gegevens voor benzeen tonen aan dat de bijdrage vanuit Chemelot beperkter is. 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; dit is een indicatie dat de HI een mogelijke overschatting is).

Op basis van de gegevens uit de emissieregistratie voor de 15 ZZS in dit rapport (zie Tabel 4.8) zou er geen overschrijding zijn van de HI afkapgrens van 1, waarbij moet worden opgemerkt dat de berekende concentraties een factor 2 tot 5 lager waren dan de gemeten stoffen. Als diezelfde onderschatting ook van toepassing is op de andere stoffen wordt de HI afkapgrens van 1 overschreden. Om de onzekerheden verder te reduceren zou het goed zijn om dichterbij de woonkernen de lucht te bemonsteren.

Tabel 4.8: Berekende waarden van de 15 ZZS op Vouershof en Asterstraat, evenals de bijbehorende MTR per stof en de HQ-waarde op beide stations.

	Vouershof	Asterstraat	MTR	HQ Vouershof	HQ Asterstraat
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 Gezondheidsrisico's bij piekblootstelling aan luchtconcentraties

De gemiddelde jaarconcentratie 1,3-butadieen gedurende de monitoringperiode van 2022, 2023 en 2024 bedroeg 1,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  voor de locatie Vouershof, de locatie waar de concentratie het hoogst lijkt. Deze waarde ligt boven het verwaarloosbare risico<sup>14</sup> van 0,03  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , maar nog steeds onder maximaal toelaatbaar risico (MTR) van 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . De gemeten concentratie komt overeen met resultaten uit 2018 en 2019 (Schemmer, 2019). In dat onderzoek is ook gekeken naar piekconcentraties voor 1,3-butadieen. Deze piekconcentraties bleven meestal beneden de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , op enkele dagen worden ook piekconcentraties boven de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemeten (Schemmer, 2019). Hoge piekconcentraties zouden invloed kunnen hebben op de omzettingssnelheid van een stof (en daardoor op het kankerrisico) doordat enzymen 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 (Jong, 2019).

<sup>14</sup> Het verwaarloosbaar risico werd bepaald door een factor 100 op de MTR toe te passen en staat gelijk aan een risiconiveau van één op de miljoen extra kankergevallen bij een levenslange blootstelling. In de huidige wetgeving wordt het verwaarloosbaar risico concept niet meer gehanteerd.

Naar aanleiding van het onderzoek van Schemmer uit 2019 zijn er ook vragen gesteld over het risico van gelijktijdige 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 (Jong, 2019). Het risico op kanker in de blootgestelde populatie kan wel opgeteld worden.

#### 4.4 Conclusies en kennishiaten lucht

Ondanks dat er in de omgeving slechts twee meetpunten beschikbaar zijn, is er toch een aanzienlijke hoeveelheid gegevens verzameld. De metingen van ZZS in het kader van de projectmetingen door de RUD zijn daarbij waardevol. 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 zou het waardevol zijn om meer 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, en het is mogelijk om in te schatten voor welk deel Chemelot hiervan verantwoordelijk is. Het is echter moeilijk te herleiden welke individuele bronnen verantwoordelijk zijn voor de gemeten concentraties.

De immissieconcentraties voor de individuele chemische stoffen, gemeten of berekend, tonen aan dat de maximaal toelaatbaar risico ( $MTR_{lucht}$ ) niet wordt overschreden. Voor de drie stoffen die gemeten zijn door ODZL wordt aangetoond dat het berekende risico op locatie meetstation Vouershof het maximaal toelaatbaar risico wel overschrijdt. Wat dit betekent voor de risico's voor de volksgezondheid in de woonkernen is nog niet duidelijk. 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. Deze tonen nu wel aan dat concentraties lager zijn in vergelijking tot wat gemeten wordt bij het meetstation, vanwege de afstand en de verdunning in de lucht die daarbij plaatsvindt. 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 iets te kunnen duiden over de risico's nu.

Naast de risico's als gevolg van de emissie van chemische stoffen, spelen ook fijn stof en  $NO_x$  een rol. De berekende bijdrage vanuit Chemelot lijkt beperkt. De bijdrage aan het risico op gezondheidseffecten in de omgeving vanuit fijn stof en  $NO_x$  is niet geanalyseerd. Vervolgonderzoek zou zich om die reden kunnen toespitsen op enerzijds het in kaart brengen van historische blootstelling aan chemische stoffen en fijn stof en  $NO_x$  en anderzijds metingen uit te

voeren in de (randen van de) woonkernen om een schatting te kunnen maken van gezondheidsrisico's door blootstelling via de lucht.

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

VERTROUWELIJK

## 5 Water

Op het Chemelot terrein wordt afval-, regen- en koelwater van een 60-tal 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 stabiel 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 vergund door het bevoegd gezag Waterschap Limburg. Deze vergunning is verleend in 2020<sup>15</sup> en is uniek omdat de stoffen (ca. 630) los vergund en benoemd worden, in plaats van per stofgroep.

De vergunning schrijft voor dat effluent afkomstig van de IAZI geloosd mag worden op de zijtak van de Ur met een maximaal debiet van 5834 m<sup>3</sup>/uur en een maximum van 124000 m<sup>3</sup>/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. Naast de stoffen genoemd in bijlage 4 van de vergunning (ca. 85 ZZS en pZZS stoffen (Z-klasse), ca. 245 niet snel afbreekbare waterbezwaarlijke stoffen (A-klasse), ca. 265 snel afbreekbare waterbezwaarlijke stoffen (B-klasse) en ca. 35 overige stoffen (C-klasse)). Hiernaast zijn 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 monovinyldichloride, molybdeen en nikkel en vanadium.

De vergunning is verleend, rekening houdende met de wettelijke kaders, het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) en het Besluit activiteit leefomgeving (Bal), waaronder de lozingsactiviteit op een oppervlaktewater valt (artikel 8.88 van het Bkl). De wettelijke bepalingen die in de vergunning zijn meegenomen zijn de Waterwet (doelstellingen artikel 2.1), het Waterbesluit, de Waterregeling, de beleidsregels grote rivieren, de keur Waterschap Limburg 2019 en de Algemene wet bestuursrecht (Awb).

De vergunning, ook wel pilot-vergunning genoemd, 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.

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

In bijlage 4 van de vergunning zijn alle stoffen per casnummer benoemd in plaats van per stofgroep, zoals totaal N, totaal P, PAK, onopgeloste bestanddelen. 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-methodiek geprioriteerd worden op stofniveau. Het kent ook een nadeel voor het huidige verkennend onderzoek, mogelijke vervolgonderzoeken en/of mogelijke maatregelen, omdat het niet inzichtelijk is van welke bedrijven de stoffen afkomstig zijn. De bron van de geloosde stoffen is daarmee niet te identificeren uit de vergunningsgegevens.

*Bron-keten benadering: focus op direct contact en drinkwater*

Vanuit de bedrijven vindt er lozing plaats via de IAZI naar oppervlaktewater. Daarnaast kan het voorkomen dat afvalwater wordt afgevoerd als afval waar verwerking bij een afvalbedrijf plaatsvindt. De route van afvalverwerking leidt niet tot blootstelling in de omgeving. Door de lozing komen de stoffen terecht in oppervlaktewateren waar recreatie plaats kan vinden en waaruit 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 gevisd wordt voor consumptie in de wateren. Eigen vangst consumeren 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 ([Kan ik veilig zelf gevangen vis en schaal- of schelpdieren eten? | Voedingscentrum](#)). Ook wordt er 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. De route van doorvergiftiging via voedselconsumptie is daarom niet verder uitgewerkt in de verkenning. In dit hoofdstuk zal rekening worden gehouden met twee blootstellingsroutes, namelijk drinkwater en zwemwateren.

## 5.1 Emissie

Het gaat voor de verkenning te ver om alle stoffen uit bijlage 4 van de vergunning te bespreken, zoals beschreven in Hoofdstuk 2. Voor de verkenning zal de focus vooral liggen op stoffen die volgens de ABM-methode vallen in de Z en A categorie. Daarnaast zijn een aantal stoffen naar voren gekomen die vanuit historisch gebruik nog steeds zorgen voor nalevering van de stoffen via waterlozingen. Specifiek gaat het om AMPA, een afbraakproduct van een koelmiddel dat vroeger werd gebruikt en PFAS-verbindingen die eerder in blussystemen werden gebruikt. PFAS-blusschuim en bluswater moet 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 en dit is ook gebeurd in de looptijd van deze vergunning. Waar in 2020 nog 120 µg/L was vergund, is dit sinds 2023 slechts 10 µg/L. AMPA wordt ook gemeten door Circle en een jaarvracht van 323 kg/jaar gemiddeld over de periode 2020 t/m 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 dan ook hoger



dan de 10 µg/L. Er is aangegeven dat het koelmiddel sinds 2023 uitgefaseerd is<sup>16</sup>, echter nog wel aanwezig is in de leidingen. Wat betreft de emissie van PFAS, zijn er 11 PFAS gerelateerde stoffen in bijlage 4 opgenomen. De genoteerde alerteringswaarde van deze stoffen liggen allemaal onder de 1 µg/L, behalve 1 stof: fluorosurfactant. 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 12 stoffen in de vergunning gerelateerd aan plastics, echter is hierbij 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, welke een kleine fractie is van het totaal aan geloosde microplastics in de Maas, maar nog steeds significant blijft.

De vergunde 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 en 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% en voor slecht afbreekbare stoffen een verwijderingsrendement van 0%. 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.<sup>17</sup> 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 mobiliteit.

Naast de emissie vanuit de IAZI van het chemiecluster, zitten sommige stoffen al in het water dat wordt ingenomen. Het influent van de IAZI wordt uit de Maas onttrokken en bevat al chemische stoffen. Watermonsters van het effluent van de IAZI kunnen deze stoffen nog steeds bevatten. Dit lijkt dus een vervuiling vanuit Chemelot te zijn, maar is mogelijk een reeds 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 kunnen helpen in te schatten wat de bijdrage is van de concentratie van geloosde stoffen vanuit Chemelot op de waterkwaliteit stroomafwaarts.

#### 5.1.1 *Kennishiaten emissie*

Dit type vergunning op stofniveau betekent dat een groot aantal stoffen gemeten dienen te worden. Daardoor en omdat dit een nieuwe soort van vergunnen is, moeten voor veel stoffen analyse of meetmethodes ontwikkeld worden. Wanneer deze niet beschikbaar zijn, worden de

<sup>16</sup> Uit het interview met het Waterschap Limburg van 17-04-2025 en het interview met Circle Infra partners van 08-04-2025.

<sup>17</sup> Uit het interview met het Waterschap Limburg van 17-04-2025 en het interview met Circle Infra partners van 08-04-2025.

concentraties geschat en dat is natuurlijk minder accuraat dan gewenst. Er worden hierbij aannames gedaan over de werking van de IAZI. Het is niet duidelijk of die aannames voor alle stofcategorieën gelden; van mobiele stoffen is bekend dat ze lastig te verwijderen zijn uit het water. Er is hierdoor geen gevalideerd overzicht van wat er daadwerkelijk geloosd wordt. 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 emissies.

Circle heeft voor de A en Z stoffen uit de vergunning een lijst aangegeven met jaarvracht emissies van deze stoffen waarin ook staat aangegeven of deze zijn geanalyseerd of berekend. Deze waarden zijn regelmatig anders dan de alerteringswaarden uit bijlage 4 van de vergunning. Op dit moment is het lastig te controleren of deze emissies juist zijn. Dit komt door: Het waterschap heeft analyses zoals beschreven staat in de voorschriften van de vergunning en niet op het niveau van de losse stoffen, behalve arseen, nikkel, zink, kwik, vanadium, aluminium, pyrazool, AMPA en melamine. Deze analyses met volume proportioneel etmaalmonsters zijn echter lastig te vergelijken met de data van Circle, betreffende een jaarvracht gemiddelde over een periode van 2020 t/m 2023.

## 5.2 Immissie

Bijlage 4 van de vergunning bestaat uit 633 stoffen die geloosd mogen worden door de IAZI. Voor deze stoffen is een immissietoets uitgevoerd, wanneer mogelijk. Dit wordt uitgevoerd conform het handboek immissietoets (Ministerie van IenW, 2019). De effluentconcentratie in water wordt vergeleken met de ecologische toetswaarde (MKN of gelijkwaardige norm, of door Circle afgeleide waarde) en de drinkwaternorm. Bij overschrijding wordt gekeken naar de immissie; de effluentconcentratie wordt omgerekend naar immissieconcentratie met een verdunningsfactor 20.

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 (een worst-case benadering). Kanttekening hierbij is dat concentraties in de Maas sterk kunnen fluctueren door weersomstandigheden. Bij droogte lopen concentraties (en dus hogere achtergrondwaardes) op. Bij regenval stroomopwaarts is er een sterkere verdunning. 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.

Bij het verlenen van de vergunning werd nog niet aan 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.<sup>18</sup> Bij deze

<sup>18</sup> Uit het interview met het Waterschap Limburg van 17-04-2025 en het interview met Circle Infra partners van 08-04-2025.

wijzigingsvoorschriften betreft het stoffen waarvoor een nieuwe afgeleide indicatieve norm nog gevalideerd moet worden of dat gewacht moet worden op validatie van een beperkte reeks doelstofanalyses. Het RIVM heeft er geen zicht op of de stoffen in die gevallen zouden voldoen aan de immissietoets.

Daarbij merken we op dat voor 81 stoffen, waarvan 9 Z geclassificeerd en 12 A, geen alerteringswaarde in de bijlage staat. Dit zijn met name metalen en metaalzouten. Verder is van 13 stoffen geen ecologische toetswaarde bekend, hiervan is 'biopolymeren' als enige geclassificeerd als Z stof, waarschijnlijk door gebrek aan gegevens en verder zijn er 6 A geclassificeerde stoffen. Daarnaast staat bij 24 stoffen aangegeven dat de ecologische toetswaarde niet van toepassing is. Hiertussen zitten geen Z stoffen en 8 A stoffen en om die reden is niet verder onderzocht of die claim terecht is. Er zijn veel minder drinkwatertoetswaardes bekend en bij 505 stoffen is de signaleringsparameter gebruikt.

De metingen en berekende waarden aangeleverd door Circle zijn vergeleken met de drinkwatertoetswaarde en de ecologische toetswaarde, bijlage 4 van de vergunning, rekening houdend met een verdunningsfactor van 20. Er zijn 23 stoffen die een van deze waardes overschrijden, weergegeven in tabel 11. 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 vermeldt staat in bijlage 4. Het wordt opgemerkt dat die toetswaarden zowel op humane als ecologische toxiciteit gebaseerd kunnen zijn.

*Tabel 5.1. Overzicht van de A en Z geclassificeerde stoffen, inclusief casnummer en ABM-indeling, die of de ecologische of de drinkwaternorm overschrijden. Hierbij is gebruik gemaakt 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
<b>Kwik</b>	7439-97-6	Z1	ja
<b>Benzo(a)Pyrene</b>	50-32-8	Z1	ja
<b>1,3-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester*</b>	137-89-3	Z2	ja
<b>1,1-Bicyclohexyl</b>	92-51-3	A1	ja
<b>Eicosene</b>	3452-07-1	A1	nee
<b>Alcohol ethoxylaten</b>	68951-67-7	A1	nee
<b>Isododecaan (2,2,4,6,6-pentamethylheptaan)</b>	30586-18-6	A1	nee
<b>Alcoholen, C12-14, geethoxyleerd</b>	68439-50-9	A1	nee
<b>9-octadecenamide (Z-)</b>	301-02-0	A1	nee
<b>Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester</b>	70910-37-1	A1	nee

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

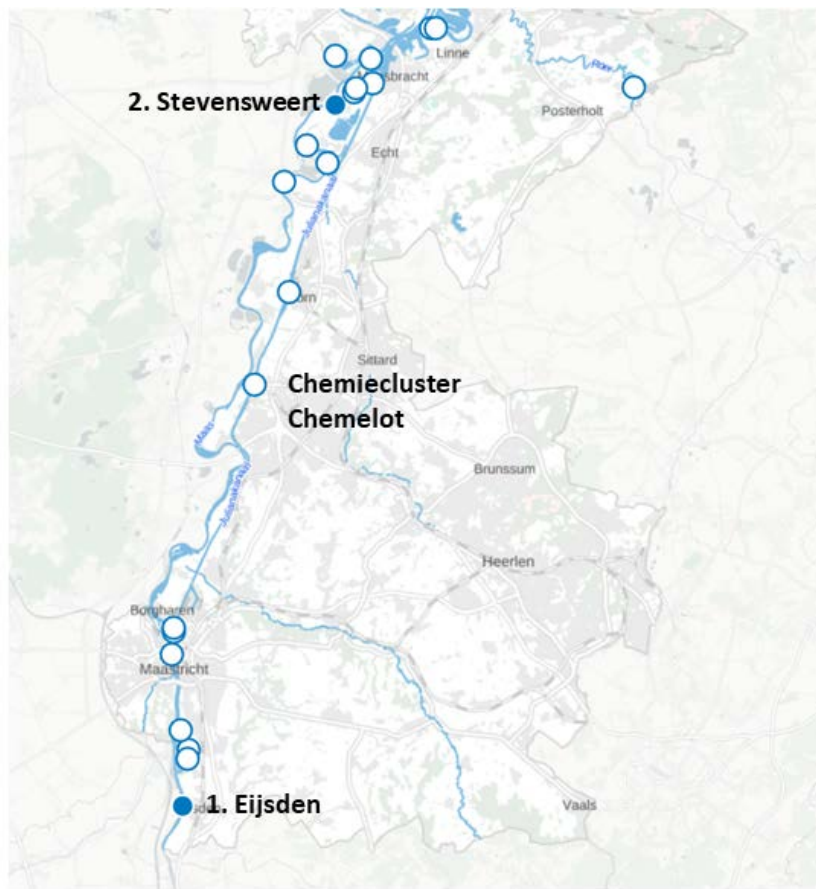
\*\* Alle in de tabel benoemde stoffen overschrijden de ecologische toetswaarde, enkel deze stof overschrijft de drinkwatersignaalwaarde van 1 µg/L.

Om in te schatten of van 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 gezondheidkundige grenswaarde. Dit kunnen zowel waarden zijn die uitgaan van visconsumptie, doorvergiftiging via vogels en zoogdieren en direct contact als zwemmen of drinkwaterconsumptie (deze waarde is dan meestal al als drinkwaternorm opgenomen). Het wordt opgemerkt dat gezondheidkundige eindpunten niet altijd onderdeel zijn geweest van normafleiding voor de MKN. Van 19 van de stoffen uit de tabel is er geen informatie op de website beschikbaar, wat aangeeft dat er geen normvaststelling is voor deze stoffen. Hierdoor is het niet mogelijk binnen de verkenning om te achterhalen of er een gezondheidkundige zorg is.

Kwik staat op de lijst prioritaire stoffen in de Europese Kader richtlijn water (KRW). Dit zijn stoffen die met voorrang moeten worden aangepakt en een groot risico vormen voor in en via het watermilieu. Er is een JG-MKN vastgesteld op 0.00007 µg/L, welke met name relevant is voor ecologische toxiciteit en doorvergiftiging (bijv. via visconsumptie ook relevant voor de mens). Voor Alcoholen, C12-14, Geethoxyleerd, is in de onderliggende rapportage een humaan MTR berekend van 3,5 ng/L, welke overschreden wordt met de huidige emissie. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze afleiding ruim 20 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 WL in 2020 geadviseerd om een waarde van 350 µg/L te gebruiken als

indicatieve drinkwaterrichtwaarde. Dit is hoger dan het beleidsmatig vastgestelde i-MTR en wanneer er van deze waarde wordt uitgegaan is er geen overschrijding. Benzo(a)pyreen behoort tot de polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) en is kankerverwekkend. De wettelijke waterkwaliteitsnorm is gebaseerd op visconsumptie en de overschrijding is dan ook relevant voor de humane toxiciteit. Als laatste is over squaleen informatie te vinden, namelijk een ad hoc MTR voor zoet oppervlaktewater van  $2.24 \times 10^{-8}$  µg/L. De achtergrond voor deze norm is echter niet bekend en daardoor is het niet met zekerheid te zeggen of er een gezondheidkundige zorg is.

Van kwik en benzo(a)pyreen is een achtergrond waarde 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. Jaargemiddelde concentraties van de stoffen kwik en benzo(a)pyrene 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 om te kunnen vergelijken met de waarde van de effluent jaarvracht aangeleverd door Circle over de periode 2020 t/m oktober 2023. Tabel 12 laat zien dat de jaargemiddelde concentraties kwik en benzo(a)pyreen in Stevenweert ongeveer 2 keer zo hoog zijn dan in Eijsden. Er is echter niet uit te sluiten dat er tussen deze twee punten ook andere lozingen plaatsvinden en daarom kan er niet worden gezegd dat (enkel) Circle deze toename in de concentraties veroorzaakt. Circle meet tevens de concentratie kwik in het effluent, weergegeven in tabel 12. Deze concentratie is hoger dan de concentraties in de Maas. De concentratie benzo(a)pyreen is lager in het effluent dan in de Maas, waarmee het onwaarschijnlijk is dat Circle significant bijdraagt aan de verhoogde concentratie 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)pyrene 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 om te kunnen vergelijken met de waarde van de effluent jaarvracht aangeleverd door Circle over de periode 2020 t/m oktober 2023.

Stofnaam	Cas-nummer	Eijsden (µg/L)	Stevensweert (µg/L)	Effluent Circle (µg/L)
<b>Kwik</b>	7439-97-6	0,003855	0,005720	0,012193
<b>Benzo(a) Pyrene</b>	50-32-8	0,005553	0,010447	0,003940

### 5.2.1

#### Cumulatie van immissie

In 2023 is in het kader van het Impulsprogramma Chemische Stoffen door RIVM-onderzoek gedaan naar het meenemen van cumulatieve 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 voldoen aan de normen (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 t.o.v. de achtergrond. Opvallend is dat percentueel gezien kwik verreweg de grootste bijdrage levert aan de HI waarde voor alle zones. Volgens de vergunning wordt kwik ook geloosd vanuit Chemelot. Circle geeft echter aan dat de concentratie kwik die zij via Maas water inneemt hoger is dan in het effluent water en de IAZI effectief meer kwik verwijderd.

Hoewel de HI ruim boven de 1 uitkomt is het niet geheel duidelijk in hoeverre er een gezondheidkundig 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. Hoewel de betekenis voor gezondheidkundige 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. Een tier 1 schatting met de HI-methode 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 in de voedselketen en dat visconsumptie dus een belangrijke blootstellingsroute is.

Het RIVM-onderzoek bevat een verfijning van een schatting van het mengselrisico 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.

### 5.2.2 *Kennishiaten immissie*

De kennishiaten zoals beschreven bij de emissie werken door in de immissiegegevens. Wat daarbij komt is dat stofconcentraties in waterlichamen stroomafwaarts ook door externe factoren kunnen worden beïnvloed. Het is niet bekend of andere bedrijven stroomafwaarts (maar nog stroomopwaarts van meetpunten in de Maas) dezelfde stoffen 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 gericht worden aangepakt.

Daarnaast worden bij de vergunning van Circle de immissieconcentraties voor de immissietoets berekend vanuit de effluentconcentratie middels een standaard verdunningsfactor, conform het handboek immissietoets. Echter in werkelijkheid varieert de concentratie in het water ook sterk door het debiet van de Maas die afhankelijk is van regenval/droogte. Met name voor acuut toxische stoffen kan dit een zorg opleveren. De

immissietoets voor water wordt uitgevoerd met een toetswaarden voor oppervlaktewater en drinkwater. Een belangrijke hiaat is het ontbreken van indicatieve of vastgestelde 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 of de gebruikte toetswaarden zouden voldoen aan de normaflading door het RIVM. In het verleden is er contact geweest tussen Circle en het RIVM over de kwaliteitstoets van gebruikte toetswaarden, echter heeft dat niet geleid tot werkbare situatie om tot afgeleide 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 screen van Z- en A-stoffen waarvoor een overschrijding is geconstateerd. Indien er informatie aanwezig was, is een uitspraak gedaan over gezondheidskundige relevantie. Of het ook zal leiden tot een risico is afhankelijk van de blootstelling. Bijvoorbeeld kwik en benzo[a]pyreen komt vooral bij de mens via visconsumptie en/of voeding. Deze routes lijken niet heel aannemelijk in de omgeving van Chemelot. Bij het zwemmen is het alsnog mogelijk dat de stoffen via de mond of huid binnenkomen. Het wordt aangenomen dat wanneer aan de drinkwaternorm voldaan wordt dat zwemmen ook veilig kan.

In geval van een vergelijking met de drinkwaternorm is zeker dat er wordt gekeken naar een humaan beschermdoel. Echter voor veel stoffen is er geen drinkwaternorm en wordt gebruik gemaakt van de signaleringswaarde. Deze waarde is relatief laag is, met uitzondering voor genotoxisch carcinogene stoffen. Wat de gezondheidskundige betekenis is van een overschrijding van deze waarde, is niet bekend. Als laatste kennishiaat voor immissie naar water is 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.

### 5.3 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 volledig is omsluit wordt daar volgens het waterschap niet gevist en ook zwemmen is niet mogelijk daar.

De zijtak-Ur mondt uit in de Maas. Er zijn 2 drinkwaterinname punten aan de Maas stroomafwaarts van de lozing van Chemelot; bij Roosteren-Susteren en bij Heel. Het drinkwaterbedrijf WML levert drinkwater aan de omliggende gemeenten van Chemelot, e.g. 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.<sup>19</sup> IJzeren Kuilen ligt in het Mergelland en Susteren is een pompwaterstation en is grondwaterwinning en 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 terecht komt in het drinkwater van omwonenden van Chemelot is klein. Er zou dus mogelijk een zeer kleine blootstelling kunnen 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 stofs specifieke drinkwaternorm of de standaard signaleringswaarde van 1 µg/L als er geen norm bekend is.

Zwemmen in de Maas is zeer gevaarlijk vanwege sterke stromingen, temperatuurschommelingen en scheepsvaart en daarom is zwemmen ook verboden in grote delen van de Maas. Er zijn mogelijk wel zwemwaterplassen die direct in verbinding staan met de Maas. Deze worden gecontroleerd door het waterschap op biologische vervuilingen, maar niet op chemische stoffen en daarmee is niet volledig in beeld of en welke chemisch schadelijke stoffen er in het zwemwater aanwezig kunnen zijn. In de Maas worden door Rijkswaterstaat metingen uitgevoerd voor een groot aantal chemische stoffen. De lozingsvergunning van Circle bevat echter meer dan 600 stoffen, waarvan niet voor alle meetmethodes bestaat. Deze worden dus niet allemaal gemeten door RWS. Het is aannemelijk dat de gemeten concentraties in de Maas ook in de zwemwateren aanwezig kunnen zijn.

Bij het IAZI vindt biomonitoring plaats met effluent water. Circle maakt gebruik van een 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 functioneert, waarna er contact kan worden opgenomen met het drinkwaterbedrijf. Het drinkwaterbedrijf WML gebruikt ook de mosselmonitor in haar bedrijf. Het is echter onduidelijk in hoeverre de resultaten van de mosselmonitor gebruikt kunnen worden als indicator voor de blootstelling van stoffen bij de mens.

#### 5.3.1 *Kennishiaten blootstelling*

De daadwerkelijke blootstelling als gevolg van 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 zouden 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) ecotoxicologische of gezondheidskundige effecten. Hierbij wordt opgemerkt dat de kennishiaten beschreven onder immissie ook hier een rol spelen.

<sup>19</sup> Uit het gesprek met drinkwaterbedrijf WML op 31-07-2025.

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. Er is echter geen navolging geweest van anderen in Nederland en daardoor blijft het inzicht in het totaal van stoffen in de Maas beperkt. Tevens wordt er bij het verlenen van lozingsvergunning geen rekening mee gehouden of de stoffen gezuiverd kunnen worden in de huidige installaties binnen drinkwaterbedrijven.<sup>20</sup> Dit is ook voor een groot deel van de stoffen die Circle loost, niet bekend. 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 op orde lijkt te zijn (bron: WML waterkwaliteitskaarten per locatie).

De normen voor drinkwater zijn streng en drinkwaterbedrijven controleren het drinkwater. Waar mogelijk voeren zij aanvullende waterzuiveringen uit of schorten 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 goed volgens beide partijen, 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 (ca. over 300 stoffen). Echter is er een belangrijke kennishiaat in wat er uiteindelijk qua chemische stoffen in drinkwater zit en of drinkwaterbedrijven in staat zijn om alle vervuilingen te kunnen zuiveren. Blootstelling via zwembad verdient wat meer aandacht omdat deze blootstelling aannemelijk is gedurende het recreatie-seizoen.

#### 5.4 Gezondheidsrisico's

Gezondheidsrisico's kunnen op dit moment niet kwantitatief bepaald worden. Hiertoe ontbreken gegevens over de daadwerkelijke blootstelling. In kwalitatieve zin zijn er aandachtspunten met betrekking tot mogelijke gezondheidsrisico's. Dit heeft te maken met het grote aantal stoffen dat geloosd wordt op het water (mogelijke cumulatieve effecten) in combinatie met de lage waarden van de ecologische toetswaarden, waarbij het niet bekend is hoe relevant dat is voor gezondheidseffecten, en drinkwaternormen. Daarbij speelt ook dat het water van de Maas dat bij de grens Nederland binnenkomt al vervuild is.

Onder de geloosde stoffen bevinden zich naast ZZS ook stoffen die persistent zijn en bioaccumulerend, danwel mobiel zijn. Persistente, mobiele en toxische stoffen (PMT) en zeer persistente en zeer mobiele

<sup>20</sup> Uit het gesprek met drinkwaterbedrijf WML op 31-07-2025.

(vPvM) stoffen zijn op dit moment nog geen ZZS, maar dit verandert mogelijk in de komende jaren. Deze stoffen (waaronder bijvoorbeeld PFAS-verbindingen (enkele zijn wel ZZS) en melamine) zijn doorgaans moeilijk te verwijderen uit het water en kunnen via het drinkwater bij de mens terechtkomen. Over PFAS geeft WML op haar website aan dat de gehalten 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. Hierbij wordt benadrukt dat niet alleen Chemelot verantwoordelijk is voor de waterkwaliteit van de Maas door de waterlozing. Ook huishoudens vormen een belangrijke bron van bijvoorbeeld PFAS of andere stoffen en industrie stroomopwaarts hebben ook een belangrijke bijdrage. Overigens wordt opgemerkt dat het drinkwater veilig is voor consumptie.

Desalniettemin is het een algemeen aandachtspunt dat de waterkwaliteit van oppervlaktewateren in Nederland sterk onder druk staan. Aangezien dat oppervlaktewater, zoals de Maas, wordt gebruikt voor drinkwaterwinning is dat ook een 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 wettelijke 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 stoffen. Tevens 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 drinkwatertoetswaarde van 1 µg/L en 77 hebben geen drinkwatertoetswaarde (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 Deelconclusies water

### *Verwijderingsrendement IAZI*

Circle Infra Partners heeft sinds 2020 een vergunning (op stofniveau, 633 stoffen) om op de zijtak-Ur te lozen. Er zijn voor ongeveer 1/3 van deze stoffen geen meetmethodes beschikbaar en 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 'vast' verwacht verwijderingsrendement van de IAZI. 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 meetmethodes gewenst.

#### *Beperkingen vanuit opzet vergunning en normstelling*

De alerteringswaarden voor de individuele stoffen in de vergunning worden weergegeven naast een drinkwatertoetswaarde en een ecologische toetswaarde. Wanneer er geen drinkwaternorm bekend is voor een stof wordt een signaleringswaarde van 1 µg/L gehanteerd, dit is het geval bij 505 van de 633 stoffen. De ecologische toetswaarde kan gebaseerd zijn op de MKN of een gelijkwaardige norm of een door Circle afgeleide waarde. Het ontbreekt aan een indicatieve of vastgestelde normen voor veel stoffen uit de vergunning. 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.

Hoewel we weten dat er een substantiële hoeveelheid aan microplastics worden geloosd, bestaat daar geen norm voor. Dit is naast de eerdere genoemde beperkingen een belangrijk aandachtspunt.

#### *Bijdrage vanuit Chemelot*

Om een inschatting te maken van de emissies afkomstig van Chemelot (geloosd vanuit de IAZI), is een overzicht van de achtergrond concentratie van al deze stoffen in de Maas direct voor en na de lozing nodig. Rijkswaterstaat meet de concentraties van een groot aantal chemische stoffen in de Maas, echter omvat dit niet alle stoffen uit deze vergunning, noch is de meetlocatie direct voor en na de lozing. Hierdoor kunnen stofconcentraties ook door externe factoren worden beïnvloed, zoals andere bedrijven die lozen tussen deze twee meetpunten. Circle is op dit moment het enige bedrijf in Nederland met dit type vergunning. Wanneer meer bedrijven dit type vergunning zouden hanteren, kan duidelijker worden waar hoge concentraties stoffen vandaan komen en kunnen deze vervolgens gericht worden aangepakt.

#### *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 drinkwater en/of ecologische toetswaarden van de Z- en A- geclassificeerde stoffen uit de vergunning. Indien er informatie aanwezig was, is er een uitspraak gedaan over de gezondheidskundige relevantie van deze overschrijdingen. 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 5 stoffen zijn kwik en benzo(a)pyreen het meest relevant voor humane toxiciteit.

Echter komt de mens vooral in aanraking met deze stoffen via vis-consumptie en/voeding. Deze blootstellingsroutes zijn niet heel aannemelijk in de omgeving van Chemelot, ook omdat het eten van vis uit de Maas sterk ontraden wordt vanwege die slechte waterkwaliteit. De blootstellingsroutes die wel aannemelijk zijn, zijn na de uitmonding van de zijtak-Ur op de Maas en daarmee al flink verdund. Er kunnen zwemwaterplassen in de omgeving zijn, die in directe verbinding staan

met de Maas en er zijn drinkwaterinnamepunten op de Maas, stroomafwaarts aan de lozing van Chemelot. Het wordt aangenomen dat wanneer aan de drinkwaternorm, bepaald enkel vanuit een humaan beschermdoel, wordt voldaan, er ook veilig gezwommen kan worden. De drinkwaternorm is echter niet bekend voor het overgrote deel van de stoffen in de vergunning, waardoor de drinkwatersignaleringswaarde wordt aanhouden. Deze waarde is voor veel stoffen relatief laag, echter niet voor genotoxisch carcinogene stoffen. De gezondheidkundige betekenis van de overschrijding van deze signaalwaarde is niet bekend.

In de vergunning is aandacht besteed aan stoffen die relevant zijn voor de drinkwaterkwaliteit, zoals AMPA en melamine en beide zijn gedurende de loopperiode gereduceerd. Van veel andere stoffen zoals bijvoorbeeld polymeren en ook microplastics is veel minder bekend over de schadelijkheid, vaak ontbreekt er een norm en/of een meetmethode en is niet bekend of een drinkwaterbedrijf de stoffen kan zuiveren. Door dit type vergunning kan het drinkwaterbedrijf wel op de hoogte zijn van lozingen en ingrijpen bij incidenten en (tijdelijk) drinkwaterwinning stoppen. Bij het verlenen van vergunningen om te lozen op een oppervlaktewater, wordt er geen rekening gehouden met de zuivering van de huidige installaties van een drinkwaterbedrijf. Het drinkwaterbedrijf WML meet een groot aantal chemische stoffen en deze zitten doorgaans onder de detectielimiet of onder de norm, waardoor de drinkwaterkwaliteit voldoet aan de geldende normen en op orde lijkt te zijn.

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. 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 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 reeds hoge concentraties, soms normoverschrijdend, van sommige stoffen in de Maas gemeten voordat de lozing vanuit Chemelot plaatsvindt.

VERTROUWELIJK

## 6 Bodem

Dit hoofdstuk beschrijft in hoeverre de bron-effectketen van aanwezige bodemverontreinigingen op en rond het Chemelot terrein in kaart zijn gebracht. Daarvoor is eerst ingegaan op de wijze waarop gegevens over bodemverontreiniging zijn verzameld en hoe bodemverontreinigingen zijn gemonitord. Hierbij is vervolgens gekeken naar de mogelijkheden en beperkingen van deze gegevens voor het beoordelen van de impact van deze bodemverontreiniging op de gezondheid van omwonenden. Daarna is 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 en aanvullende onderzoeken en maatregelen potentieel kunnen bijdragen aan het inzichtelijk maken en beperken van mogelijke effecten en gevolgen 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 3 fasen, waaraan acties gekoppeld zijn. Daarnaast zijn er nog 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 3 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 zgn. ‘Scherff’ saneringen) en het uitvoeren van de volgende monitoringsronde van 4 jaar. Deze fase staat in het teken van

evaluatie en herijking van DBC, gericht op soorten en frequentie van monitoring (meetnetten) en stoffen. Daarbij worden er voorbereidingen getroffen voor de opvolging van het DBC.

- 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. Daarbij wordt het momenteel geldende advies “ontraden van lokaal gebruik van grondwater (beregening en irrigatie)” herzien (Witteveen+Bos, 2021)). Er wordt een brede evaluatie gedaan van het DBC. Voor een uitgebreider overzicht van de specifieke acties wordt verwezen naar ‘§9.2 Fasering’ (p. 80) uit 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 omtrent bodem in hun eigen bodeminformatiesysteem BOSANIS. Deze database bevat bodemdata die is verzameld sinds 1996. Deze data beschrijft de grond- en grondwaterkwaliteit ter plaatse en stroomafwaarts van de Chemelot site en bevat informatie over aanwezige (historische) verontreinigingen (DBC §2.1) (Arcadis, 2021d).

Data omtrent verontreinigingen in het grondwater wordt verzameld via het monitoringsnet. Het monitoringsnet van Chemelot is uitgebreid, en bestaat uit ongeveer 400 filters (RoyalHaskoningDHV, 2021a). Zowel op de site als om de site heen staan meerdere peilbuizen op verschillende diepten in het eerste watervoerende pakket. Er zit variatie in de maaiveldhoogte (34 – 70 m NAP), en ook in de diepte van de boringen (1 – 45 m). Dit netwerk aan peilbuizen brengt de grondwaterverontreinigingen in kaart. De hoogste dichtheid aan peilbuizen bevindt zich op de site zelf<sup>21</sup>

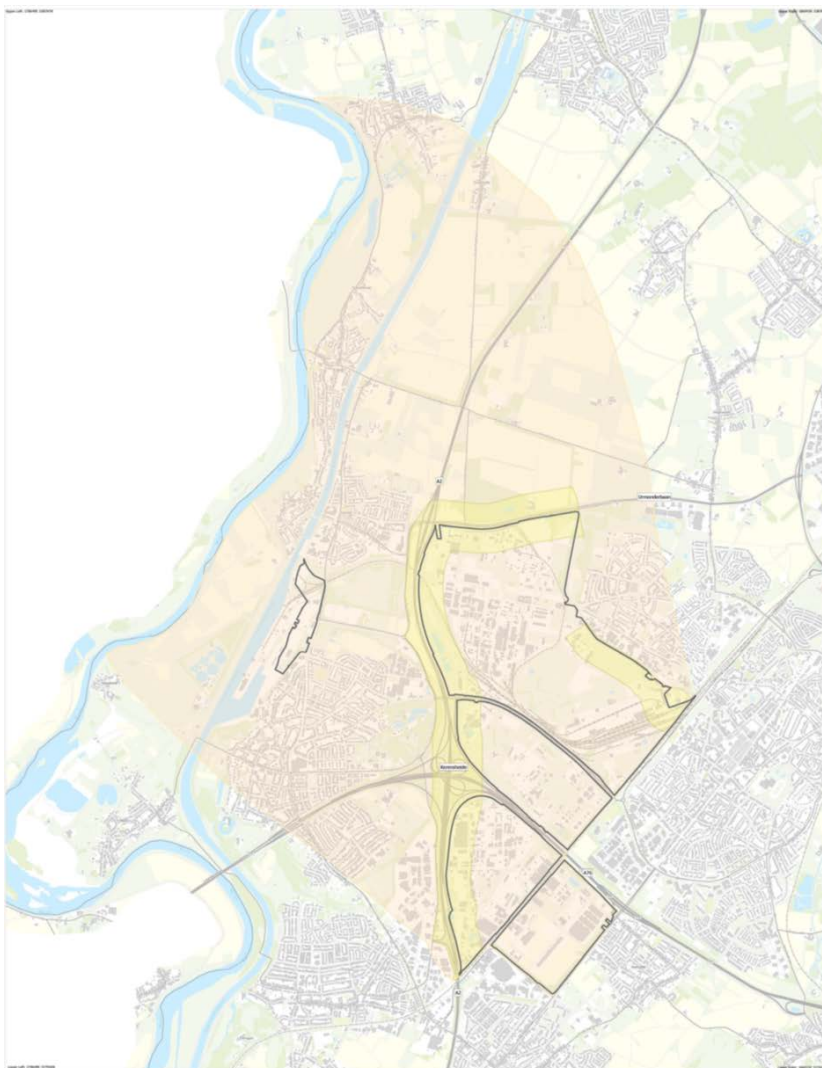
Ook zijn de stijghoogtes in het grondwaterpeil (~35 – 65 m NAP), en daarmee de potentiële grondwaterstroming, in kaart gebracht (RoyalHaskoningDHV, 2021a). Chemelot geeft aan de gebiedsgerichte aanpak te baseren op een conceptueel site model, hetgeen bestaat uit het systeemgebied, de grondwaterstromingspatronen 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 c.a. 500 m breed stroomafwaarts van het Chemelot terrein. Hierna volgt de pluimzone.

<sup>21</sup> 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 Site grond B.V.’; p. 15 en 16) (Arcadis, 2021b).

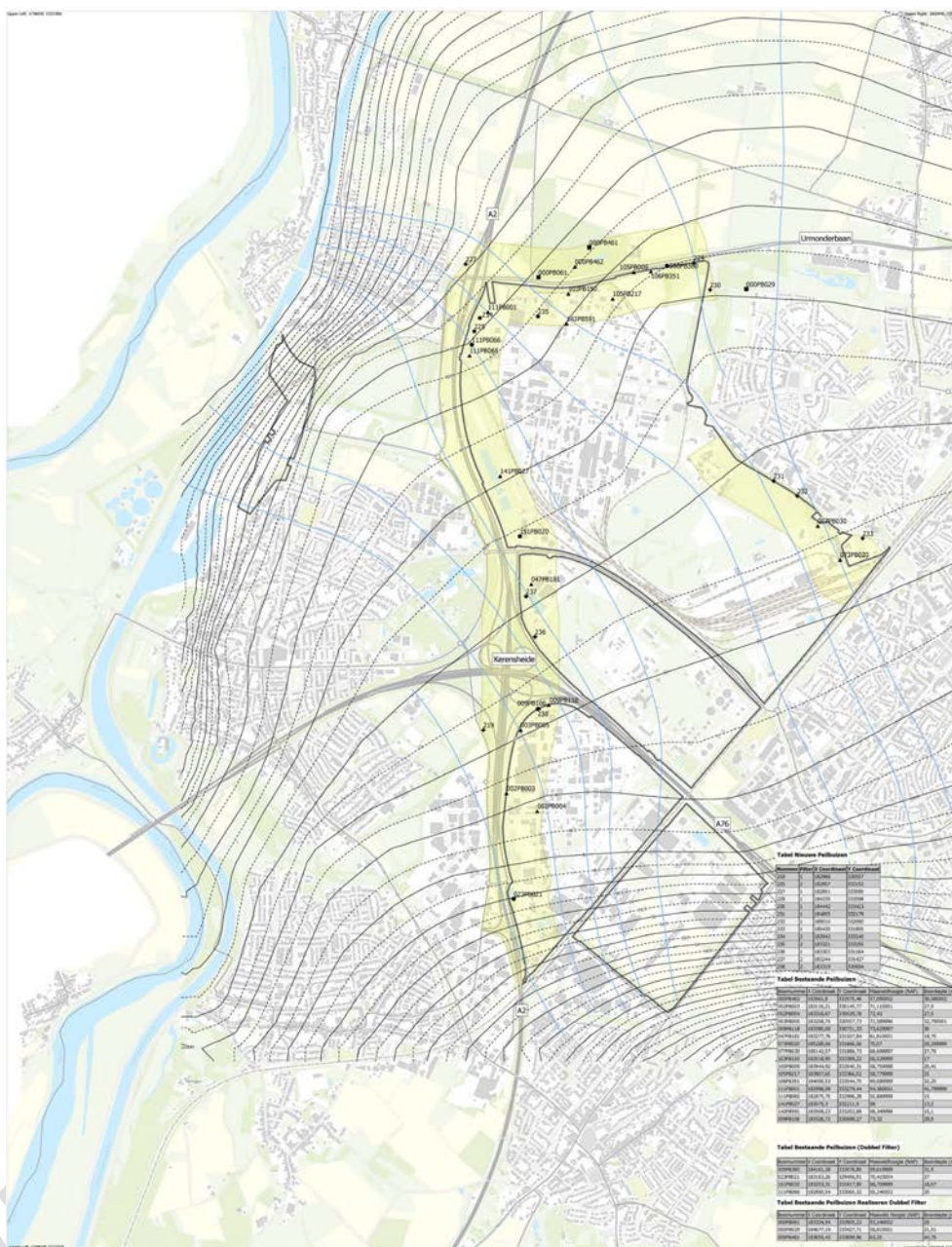


Dit is de zone waarin verontreinigingen in het grondwater zijn gemeten die het gevolg zijn van de bodemverontreiniging. De pluimzone bestrijkt het gebied tussen de signaleringszone en de Maas. Figuur 6.1 geeft een overzicht van het systeemgebied met daarin de signaleringszone gemarkeerd. Figuur 6.2 beschrijft 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 4 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 aan stroomafwaarts van de terreingrens monitort meermaals per jaar een standaardpakket en vierjaarlijks op een

breder pakket aan stoffen. Bij herhaalde overschrijding van de interventiewaarde volgt pluimonderzoek of -monitoring (DBC §6.2) (Arcadis, 2021d). De jaarlijkse monitoring omvat zeven<sup>22</sup> stoffen die de terreingrenzen overschrijden. De vierjaarlijkse parameters bestaan uit de stoffen die voorkomen in de processen van Chemelot<sup>23</sup>, PFAS en nieuwe ZZS'en (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.

Een van de mogelijke blootstellingsroutes vanuit de bodem is huid- en mondcontact met in de toplaag neergekomen stoffen: depositie. Depositie kan ook neerkomen op gewassen (consumptie). 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. Er is zowel vanuit de ODZL als de provincie 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  $\frac{1}{2}$  (streefwaarde + interventiewaarde)<sup>24</sup>. 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 project specifieke interventiewaarde 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 er meerdere acties ondernomen. Er zijn isolatiemaatregelen genomen en interceptie-maatregelen, waaronder stimulatie van biologische processen in de pluim en perslucht injectie. Dit is niet haalbaar voor de stoffen ammonium, nitraat en sulfaat, vanwege de grootte van het watervoerende pakket waarover deze verontreinigingen

<sup>22</sup> Ammonium, benzeensulfonzuur, cyanide, dichloorbenzeen, monochloorbenzeen, nitraat, sulfaat.

<sup>23</sup> Deze lijst bestaat uit de volgende stoffen: aceton, toluen, ethylbenzeen, xylene, naftaleen, CZV, diethanolamine, minerale olie, 1,1,1, trichloorethaan, ethyltolueen, trimethylbenzeen, heptaan, kaneelaldehyde, zink, nikkel, arseen, chloride, COCL, Vinylchloride en dichloorazijnzuur.

<sup>24</sup> 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: (Milieu, 2008). 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.

uitgespreid zijn. Voor dergelijke verontreinigingen is er 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 onaantvaardbare directe negatieve effecten op de kwaliteit van het oppervlaktewater te voorkomen (IPLO, z.d.–b; Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2019).

In het monitoringsplan ten behoeve van de terreingrensoverschrijdende verontreinigingen zijn 17 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 deze beoordeelt om te kijken of er nog 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 gebruiksbepalingen 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, kan worden overgegaan op monitoring en trendanalyse zoals bij bekende pluimen. Indien 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 gebruiksbepalingen.

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). Naast de bodemverontreinigingen, zijn er ook nog enkele deponieën (stortplaatsen) aanwezig, waar ook verontreinigingen uitlogen (zie §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 9 van deze bronnen de toetsingswaarde op de terreingrens middels verspreiding (een pluim), hiervan worden de bronnen gesaneerd.
  - Er zijn 7 bronnen waar nader bodemonderzoek<sup>25</sup> naar wordt uitgevoerd.
  - De overige bronnen worden gemonitord indien de stabiliteit nog niet zeker is. Indien 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 als gevolg van 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<sup>26</sup>-maatregel).
  - De overige 2 locaties, de Louisegroeve en de Gipsdeponie, vallen onder nazorg door respectievelijk de Provincie

<sup>25</sup> Wanneer een verkennend bodemonderzoek verontreiniging aan het licht brengt, wordt er een nader bodemonderzoek uitgevoerd uit 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.

<sup>26</sup> Isolatie, beheer en controle



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.

- 8 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<sup>27</sup> (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. Echter zijn de begrippen 'achtergrondwaarde' en 'interventiewaarde' respectievelijk vervangen door 'standaardwaarde' en 'signaleringsparameter beoordeling grondwatersanering'.

Voor stoffen ammonium, sulfaat, nitraat en benzeensulfonzuur is er geen wettelijke standaardwaarde of signaleringsparameter afgeleid door het RIVM. Chemelot (destijds DSM) heeft hiervoor enkele tussenwaarden afgeleid in 1998 [bron]. Dit is gebeurd op basis van destijds geldende drinkwaternormen en op basisparameters van stoffen (LD<sub>50</sub>, wateroplosbaarheid, de octanol-water verdeling coëfficiënt en de adsorptie coëfficiënt 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.

Het is voor de overige in 1998 vastgestelde stoffenparameters niet terug te vinden in de huidige beschikbare documentatie of de tussenwaarden hiervoor zijn bijgesteld, en of deze opnieuw zijn getoetst. Voor een groot aantal van de destijds geïdentificeerde stoffen zonder

<sup>27</sup> Zie hoofdstuk 5 in het rapport 'Huidige situatie bodemkwaliteit Chemelot site Geleen-Stein' (RoyalHaskoningDHV, 2021d)

interventiewaarden, is er tot op heden nog geen nieuwe waarde afgeleid.

Vanuit het perspectief van volksgezondheid kunnen met name cyanide, benzeen, dichloorbenzeen en monochloorbenzeen een gezondheidsrisico vormen. (GGDZL, 2022). Dit is nader geanalyseerd in §6.3. Deze verontreinigingen zijn afkomstig van verschillende bronnen die worden gesaneerd (§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 (§6.3.3 en §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 §6.3 Arcadis, 2021d).

Daarbij zijn op het Chemelot-terrein enkele locaties geïdentificeerd waar met blusschuim is gewerkt, die verdacht zijn op PFAS. Dit betreffen oude brandweer oefenterreinen. Er is een bodemkwaliteitskaart PFAS opgesteld i.v.m. het hergebruik van vrijkomende grond. Het uitgevoerde onderzoek is echter geen onderdeel van de beschikbare openbare stukken (Arcadis, 2021d, p. 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 er geen gehalten van in het grondwater zijn gevonden die de normen overschrijden voor 'grondwater niet bestemd voor consumptie' in de peilbuizen in de signaleringszone. Er is getoetst aan de geaggregeerde risicogrenzen exclusief consumptie, omdat het grondwater niet voor consumptie gebruikt wordt. Er 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 terecht komen (RoyalHaskoningDHV, 2022). Uit de immissietoets blijkt dat nagenoeg alle stoffen voldoen aan de toetsingscriteria. Een uitzondering hierop is ammonium, die niet voldoet aan de significantietoets (RoyalHaskoningDHV, 2021b). De concentratieverhoging was meer dan 10% van de jaargemiddelde milieukwaliteitseis (JG-MKE, zie §6.3.4), de oppervlaktewaternorm voor deze stof. (RoyalHaskoningDHV, 2021b). De

significantietoets is erop gericht om stapelende effecten te voorkomen vanuit verschillende bronnen voor een individuele stof. Deze toets kijkt niet naar cumulatieve effecten van verschillende stoffen. Voor meer informatie over deze toetsen wordt verwezen naar het handboek immissietoets (Ministerie 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 door middel van 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. Er is niet gekeken naar de kwaliteit van de leeflaag op het Chemelot terrein zelf, omdat de scope van het rapport gericht is op omwonenden.

In 2000 is er 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 dicyclopentadien<sup>28</sup> (DCPD) (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 door middel van de methodiek uit de circulaire bodemsanering 2013 (bijlage 2 van de circulaire) (Arcadis, 2021a; Ministerie 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<sub>lucht</sub> 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 §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.

<sup>28</sup> Hoewel dit overlapt met het hoofdstuk omtrent geur, gaat het hier om een bodemverontreiniging, die hier wordt meegenomen.



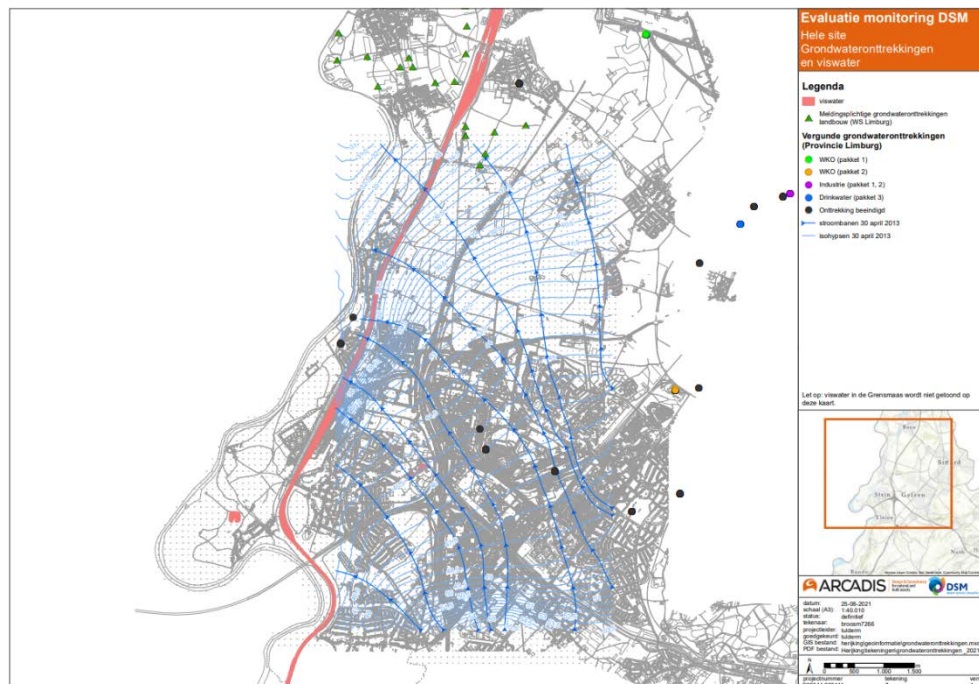
### 6.3.1 *Verspreidingsrisico's*

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 (zie Ministerie van infrastructuur en milieu, 2013). Er is een drijfslaag (minerale olie & aromaten) en een zaklaag (Chloorbenzenen) aanwezig; dit zijn wettelijk gezien zgn. onbeheersbare situaties (Wbb), maar deze zijn reeds 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 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 dan 25 m<sup>3</sup>). Er wordt gecontroleerd dat er geen grondstromen ontstaan die humane risico's veroorzaken. Gegevens omtrent bodemkwaliteit worden iedere 5 jaar vernieuwd.
- Natuurlijke lozing oppervlaktewater: de uitloging van de verontreinigingen op de Maas zorgen niet voor een overschrijding van de signaleringswaarde voor de stopzetting van de inname voor drinkwater (zie §6.2 van dit rapport). 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 9 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 meldplichtig 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). 6.4*

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

- De gebieden (peilbuizen) met de hoogst gevonden concentraties van stoffen, in combinatie met de grondwaterstand in de peilbuis waar deze concentratie is gevonden;
- 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.
- 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.

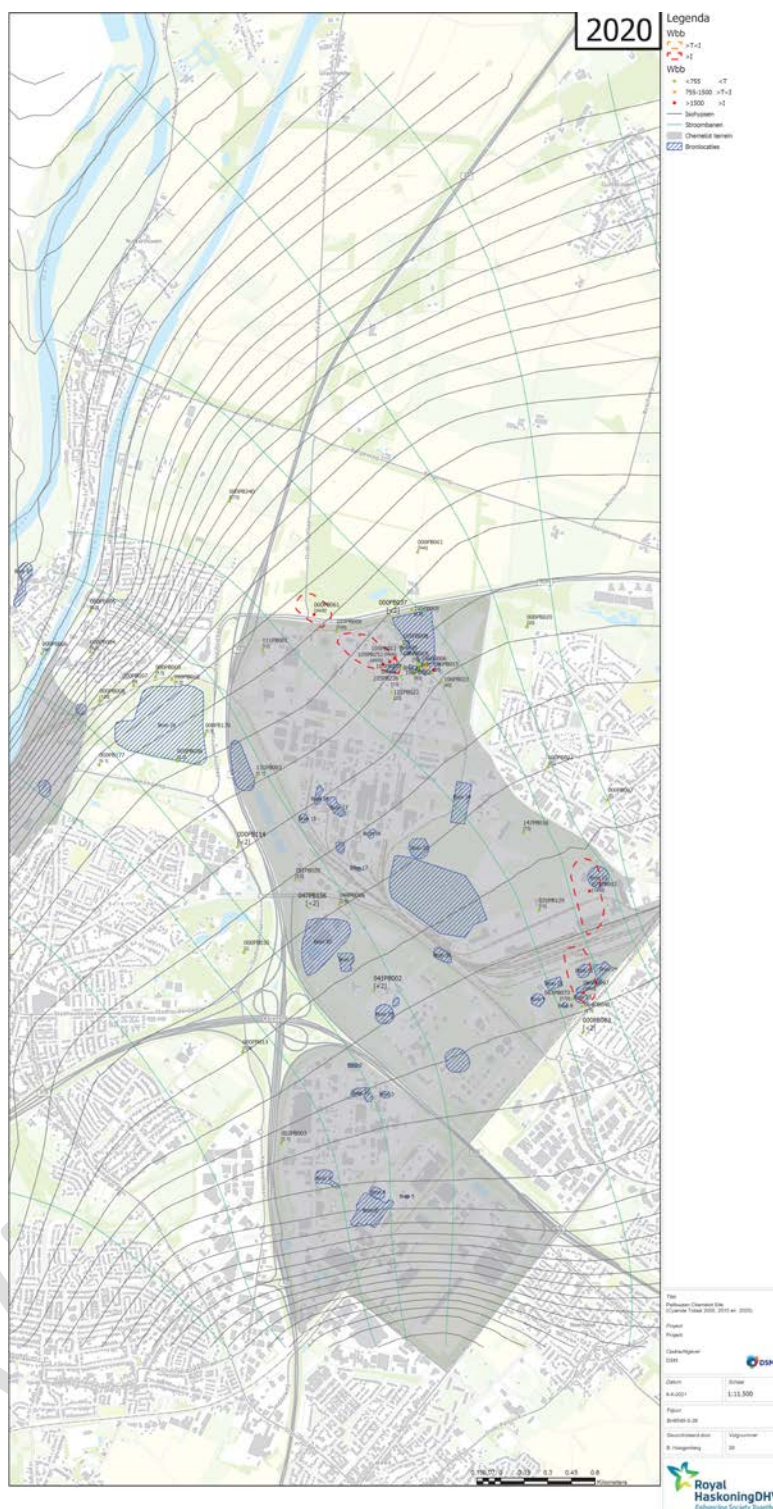
De hoogste concentraties cyanide en benzeen bevonden zich op plekken met een grondwaterdiepte van 10-15 meter onder het maaiveld (m-mv). De hoogste concentraties dichloorbenzeen en monochloorbenzeen zijn gemeten op locaties met een grondwaterdiepte van 5-7,5 m-mv. Bij de huidige grondwaterstanden is 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 de chloorbenzenen lag bij deze peilbuizen erg laag ( $<0,01$ ) (GGDZL, 2022).

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 middels 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 (GGDZL, 2022).

De positie van de cyanide pluimen in 2020 is opgenomen in Figuur 6.5. De cyanide pluimen bevinden zich grotendeels 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 terrein- overschrijdende 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 ten behoeve van een striktere monitoring op o.a. de cyanidepluimen.



*Figuur 6.5 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 bijlaggerapport van het DBC opgenomen (RoyalHaskoningDHV, 2021c).*

Volgens RHDHV zijn er voor de noordoostelijke bronnen van bodemverontreiniging ('bron 10') geen overschrijdingen van de tussenwaarde<sup>29</sup>, een waarde die onder het MTR ligt, buiten de terreingrens geweest sinds de jaren '90. Voor de noordelijke bron ('bron 12') geldt dat de omvang sinds 2000 lijkt toe te nemen. Er wordt genoemd dat dit deels wordt veroorzaakt omdat er meer peilbuizen zijn bijgeplaatst in latere jaren (dus meer metingen). Er 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. Er wordt genoemd dat de verspreiding en ontwikkeling van de verontreiniging richting de Maas in de pluimzone beter in kaart moet worden gebracht. Er lijkt volgens RHDHV vanuit de momenteel beschikbare data geen direct risico aanwezig voor omwonenden in de huidige situatie (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. Indien 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.–a)<sup>30</sup>. De inhoudelijke betekenis en toetsing tussen 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.–a). 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.<sup>31</sup> Uit tabel 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.

<sup>29</sup> 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). Deze is vergelijkbaar met de eerdergenoemde toetswaarde die wordt gebruikt in het DBC.

<sup>30</sup> Zie voor uitleg: <https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/normen/milieu>

<sup>31</sup> Zie ook: <https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/normen/milieu/oppervlaktewater>

Tabel 6.1 Immissietoets en criteria voor het beoordelen van de gezondheid

Stof	Afleiding Risiko parameter s (Uit RVS RIVM)	Gebruikte toetsingswa arde <sub>1</sub>	Resultaat immissietoets (RoyalHaskonin gDHV, 2021b) <sub>4 5</sub>	Humaan alternatief? (uit RVS RIVM)
Ammonium	JG-MKN <sub>2</sub> : chronische toxiciteit viswater (ICBR, 2009)	0,304 mg/l (ICBR, 2009)	0,314 mg/l	Bescherming drinkwater Voorziening: 0,5 mg/l (ICBR, 2009)
	MAC- MKN <sub>3</sub> : Acute toxiciteit viswater (ICBR, 2009)	0,608 mg/l (ICBR, 2009)	1,903 mg/l	
Benzeen- sulfonzuur	JG-MKN: Geen afleiding beschikbaa r	0,730 mg/l <sub>6</sub>	0,025 mg/l	Geen afleiding beschikbaar
	MAC-MKN: Geen afleiding beschikbaa r	n.v.t.	0,156 mg/l	
Cyanide	JG-MKN: Geen afleiding beschikbaa r	0,050 mg/l (BZK, 2024) <sub>8</sub>	0,024 mg/l	Drinkwaterberei ding: 0,050 mg/l (BZK, 2024)
	MAC-MKN: Geen afleiding beschikbaa r	n.v.t.	0,015 mg/l	
Dichloorbenze nen	JG-MKN: Chronische toxiciteit op meerdere soorten (algen, kreeftacht gen, vissen) (Van Leeuwen et al., 2010)	6,9x10 <sup>-3</sup> mg/l (Van Leeuwen et al., 2010)	5x10 <sup>-5</sup> mg/l	MPC <sub>hhfood, water</sub> : 8,9x10 <sup>-3</sup> mg/l (Van Leeuwen et al., 2010) <sub>7</sub>

	MAC-MKN: Acute toxiciteit op meerdere soorten (Bacteriën, algen, kreeftachtigen, insecten en vissen) (Van Leeuwen et al., 2010)	29x10 <sup>-3</sup> mg/l (Van Leeuwen et al., 2010)	3,10 x10 <sup>-4</sup> mg/l	
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 <sub>hhfood,water</sub> : 0,044 mg/l (Van Leeuwen et al., 2010) <sub>7</sub>
	MAC-MKN: Acute toxiciteit op meerdere soorten (bacteriën, algen, kreeftachtigen, vissen) (Van Leeuwen et al., 2010)	0,040 mg/l (Van Leeuwen et al., 2010)	n.v.t. (triviaaltoets voldoet)	
Nitraat	JG-MKN: Geen afleiding beschikbaar	50 mg/l (BZK, 2024) <sup>8</sup>	11 mg/l	Oppervlaktewater voor drinkwaterbereiding: 50 mg/l (BZK, 2024)
	MAC-MKN: Geen afleiding	n.v.t.	11 mg/l	



	beschikbaar			
Sulfaat	JG-MKN: Geen afleiding beschikbaar	100 mg/l (BZK, 2024) <sup>8</sup>	2,010 mg/l	Oppervlaktewater voor drinkwaterbereiding: 100 mg/l (BZK, 2024)
	MAC-MKN: Geen afleiding beschikbaar	n.v.t.	12,64 mg/l	

Opmerkingen

<sup>1</sup>De waarden in de tabel zijn alleen weergegeven voor zoet oppervlaktewater

<sup>2</sup>JG-MKN: Jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm(/eis) – de jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm voor langdurige blootstelling beschermt het waterecosysteem en mensen en dieren die vis of schelpdieren eten.

<sup>3</sup>MAC-MKN: Maximaal aanvaardbare concentratie milieukwaliteitsnorm(/eis) – de maximaal aanvaardbare concentratienorm beschermt het ecosysteem tegen kortdurende concentratiepieken.

<sup>4</sup>Binnen de emissie-immissietoets vindt men de waarden voor MKN en MAC toetsafstanden tot het ontvangende waterlichaam, deze kunnen respectievelijk worden vergeleken met de JG-MKN en MAC-MKN. De toetsafstanden zijn arbitrair en worden zelf ingevoerd; er is door RHDHV steeds gekozen voor een JG-MKN afstand van 400 meter, en een MAC-MKN afstand van 10 meter (RoyalHaskoningDHV, 2021b).

<sup>5</sup>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 (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2019).

<sup>6</sup>Zelf ingevoerd door RHDHV (RoyalHaskoningDHV, 2021b).

<sup>7</sup>De MPC<sub>hh food,water</sub> (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).

<sup>8</sup>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 er nog een aantal blootstellingsroutes die een mogelijk risico vormen (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 uit te sluiten zijn. Het is niet bekend of er veedrenking plaatsvindt met vervuild grondwater.

- Irrigatie en beregening van gewassen: Er is geen specifieke grenswaarde voor beregening, Arcadis past hier de grenswaarde voor veedrenking toe. Humane gezondheidsrisico's door het consumeren van gewassen geteeld met behulp van vervuild grondwater als gevolg van 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 een risico met betrekking tot 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 het grondwater hier wordt gebruikt (Arcadis, 2021a).

Hoewel er in Figuur 6.5 viswater is aangeduid, ontstaan er vanuit de bodemverontreinigingen geen humane risico's door visconsumptie 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, en bovendien is het verboden hier vis mee te nemen (Elsloo, z.d.).

#### 6.3.6 *Risico's omtrent 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. De gezondheidsimpact voor omwonenden van Chemelot lijkt echter beperkt. In 2016 zijn de resultaten van een omvangrijk onderzoek naar de na-ijlende effecten van de voormalige steenkoolwinning in Limburg opgeleverd. De hoofdconclusie van dit onderzoek, dat in opdracht van het toenmalige ministerie van Economische Zaken werd uitgevoerd, is dat er geen sprake was van directe veiligheidsrisico's (Minister van Economische Zaken, 2016). Er wordt geen schadelijke bodemstijging verwacht. Stijgend mijnwater kan ook leiden tot seismiteit (trillingen) rond breuken, maar hiervoor werden geen aanvullende maatregelen nodig geacht.

Met betrekking tot de kwaliteit en kwantiteit van het grondwater is geconcludeerd de kans op bodemverontreiniging niet kan worden uitgesloten en dat monitoring van de grondwaterkwaliteit wenselijk is. De grootste risico's zouden zich echter niet in de gemeenten Beek, Stein en Sittard-Geleen bevinden (Projectgroup GS-ZL, 2016). Stijging van het grondwater is mogelijk, onder andere in Sittard-Geleen en Stein (Projectgroup GS-ZL, 2016). 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 mijnogas, voornamelijk koolstofdioxide, vrijkomen wat in kelders tot verstikking kan leiden. Dit is niet als aandachtspunt voor de regio rond Chemelot naar voren

gekomen (Projectgroep GS-ZL, 2016). Uit de risicoanalyse omtrent 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 (GGDZL, 2022).

Om de situatie goed te blijven monitoren hebben Rijk en regio afgesproken dat zij met betrekking tot 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 infopunt opgezet voor de beantwoording van vragen over de gevolgen van de voormalige steenkoolwinning in Limburg<sup>32</sup>.

#### 6.4 Kennishiaten bodem

Omtrent het onderdeel bodem zijn enkele kennishiaten geïdentificeerd. Er zijn gevallen van kennishiaten die reeds bekend zijn bij de betrokken adviesbureaus (zoals gerapporteerd in de verschillende stukken), de provincie en de ODZL. Deze kennishiaten worden ook meegenomen bij deze inventarisatie.

##### *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 het advies (dit werd rond 2000 gefinancierd door DSM). Daarbij is het onbekend of er momenteel nog particuliere drinkwaterwinningen plaatsvinden, of dat er nog landbouw onttrekkingen plaatsvinden die niet zijn geregistreerd (zie Figuur 6.3). Omgevingskenmerken (aanwezigheid van volkstuinen) suggereert dat deze aanwezig kunnen zijn. Daarnaast is er ook niet onderzocht hoe relevant de route van veedrenking is voor humane risico's. In fase 3 van het DBC het advies "ontraden van lokaal gebruik van grondwater (beregening en irrigatie)" geëvalueerd. Het is voor deze evaluatie belangrijk dat er ook wordt gekeken naar cumulatieve effecten en de ontwikkeling van PFAS-gehalten.

##### *Depositieonderzoek rondom Chemelot*

Zowel de provincie Zuid-Limburg als omgevingsdienst Zuid-Limburg heeft 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

<sup>32</sup> Zie hiervoor: <https://www.limburg.nl/thema/infopunt-mijnbouw/>

overzicht van bijzondere voorvallen (paragraaf 7.1) wel het vrijkomen van poly-etheenpoeder, 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. Er is een monitoringsplan en een handelingskader aanwezig, op basis waarvan de verontreinigingen worden gevolgd, beoordeeld, en waar nodig worden aangepakt<sup>33</sup>. Er zijn ook meerdere uit te voeren acties ter verbetering van de bodemkwaliteit opgenomen in §9.2 van het DBC (Arcadis, 2021d). De respondent van de provincie gaf mondeling aan geen kennislacunes te ervaren.

De provincie evalueert de aangeleverde informatie omtrent monitoring van de verontreinigingen jaarlijks. Daarbij gaf de ODZL aan goed zicht te hebben op grondverzet van en naar de site, en de kwaliteit hiervan. Gezien de grote hoeveelheid stoffen die Chemelot produceert, en de complexe samenstelling van stoffen die na verloop van tijd kan ontstaan in stortplaatsen is het wenselijk om bij de uitgebreide vierjaarlijkse screening ook 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 plaats vindt.

### 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 gebruiksbependingen 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.

Met betrekking tot de cyanidepluimen (Figuur 6.5) lijkt de noordelijke pluim niet snel in contact te komen met bebouwd gebied. De oostelijke cyanidepluim bevindt zich dicht bij bewoond gebied, maar volgens Arcadis is de tussenwaarde, een waarde die onder het MTR ligt, op de terreingrens hier niet overschreden sinds de jaren '90. 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 §6.1).

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

<sup>33</sup> De te treffen maatregelen staan beschreven in het DBC, maar betreffen allen zaken die te maken hebben met risico's voor werknemers (Arbo) op het terrein zelf, of ecologische risico's, welke buiten de scope van deze verkenning vallen.

VERTROUWELIJK

## 7 Hinder

In dit hoofdstuk zijn de beschikbare gegevens over hinder van omwonenden van het Chemiecluster beschreven. 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 hierin als aspect van hinder meegenomen.

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.

### 7.1 Resultaten Belevingsonderzoek Chemelot

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 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 m.b.t 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 geluidsoverlast) van de activiteiten bij Chemelot? In 2021 gaf 14% van alle deelnemers aan het RIVM-onderzoek aan (heel) vaak hinder te ervaren (bijvoorbeeld stank, licht-stof- of geluidsoverlast) van de activiteiten bij Chemelot. 48% van alle

deelnemers ervoeren 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% zich (heel) onveilig te voelen, 41% 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. Ook ervaren overlast of bijzondere voorvallen gaf mensen een onveilig gevoel. Op de vraag of het veiligheidsgevoel over Chemelot de afgelopen 5 jaar is veranderd antwoordde 18% van alle deelnemers zich minder veilig te voelen t.o.v. 5 jaar eerder (59% voelde zich even veilig en 5% veiliger, de rest heeft weet niet of n.v.t. ingevuld). 55% 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 de meeste hinder. 23% van de respondenten uit Beek en 22% van de respondenten uit Stein antwoordden vaak hinder te ervaren. 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% hinder te ervaren, voelde 11% zich onveilig en voelde 11% 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 geluidsoverlast. 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% 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% van de deelnemers voelde zich goed geïnformeerd over risico's, en 39% denkt dat Chemelot eerlijk communiceert over veiligheid. 38% van

de deelnemers dacht dat overheden eerlijk en open communiceren. 40% vond dat overheden de belangen van omwonenden onvoldoende behartigen. 42% 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. Hier hebben in totaal 19 mensen aan deelgenomen. Weinig deelnemers aan de focusgroepbijeenkomsten voelden zich onveilig door Chemelot. Hinder, zoals 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 ervaren weinig hier en/of onveiligheid, waarschijnlijk omdat deze deelnemers verder van Chemelot wonen. Deelnemers die geen hinder of onveiligheid ervaren werk(t)en vaak bij Chemelot (Neuvel et al., 2021).

#### *Duiding/ toepassing*

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 ten tijde van 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. Deze volwassenenmonitor bestaat uit verschillende onderdelen waaronder vragen over de milieuhinder en bezorgdheid. Lichthinder en hinder door trillingen is hier niet uitgevraagd. Deze hinder kan daarmee ook niet worden gekwantificeerd.

De steekproeftrekking wordt door het CBS gedaan. In de meeste gevallen wordt de volwassenenmonitor op gemeenteniveau uitgevoerd. In een aantal gebieden wordt de steekproef verhoogd zodat een uitspraak op wijkniveau kan worden gedaan. In 2024 heeft GGD Zuid-Limburg in haar regio de steekproef door het CBS laten verhogen zodat een uitspraak op wijkniveau kan worden gedaan (<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, zijn er door 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).

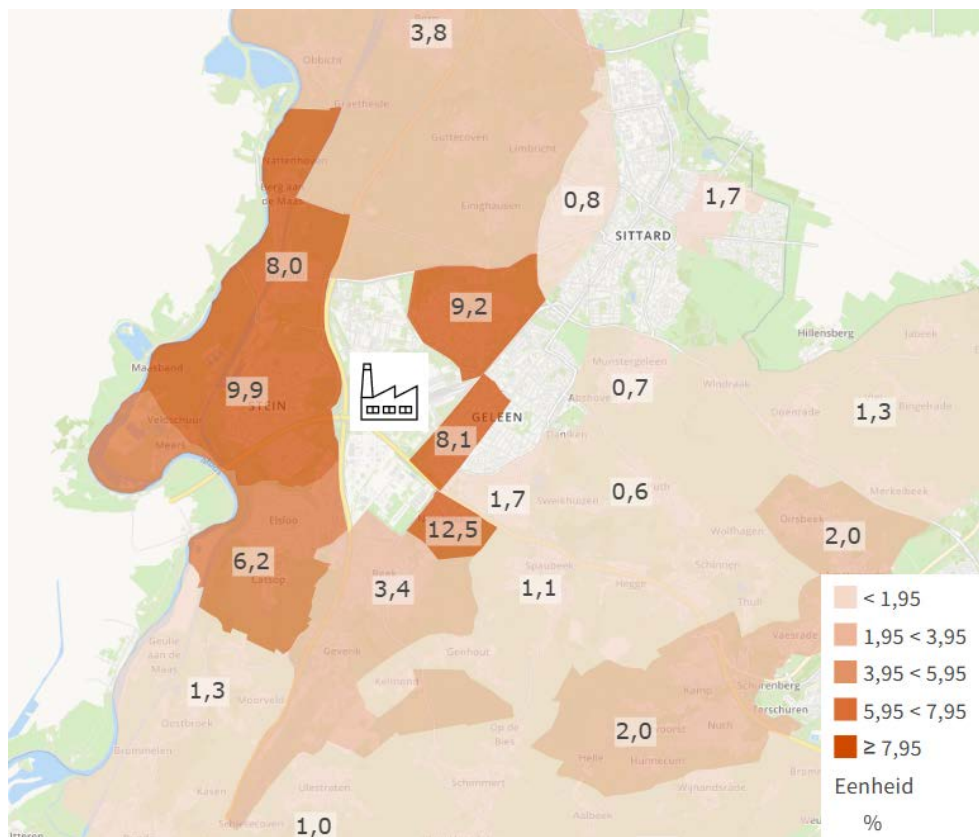
De ervaren hinder, door verschillende bronnen van geluid en geur, en slaapverstoring door geluid is bepaald met behulp van een gestandaardiseerde vraagstelling met een 11-puntsschaal (lopend van 0 t/m 10), waarvan de uiteinden benoemd zijn als 'helemaal niet gehinderd' en 'extreem gehinderd'. De GGD 'en in Nederland hebben een score groter of gelijk aan 8 gedefinieerd als 'ernstige hinder' c.q. 'ernstige slaapverstoring'. Het betreft de hinder c.q. slaapverstoring over de afgelopen 12 maanden op het woonadres.

### 7.2.1 Geluidshinder

Geluidshinder 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 geluidskarakteristieken (o.a. toonhoogte en frequentie van geluidsgebeurtenissen). Daarnaast spelen ook individuele eigenschappen een rol, zoals: geluidsgevoeligheid, angst voor en houding ten opzichte van de geluidsbron en de mate waarin men meent invloed op de situatie te hebben.

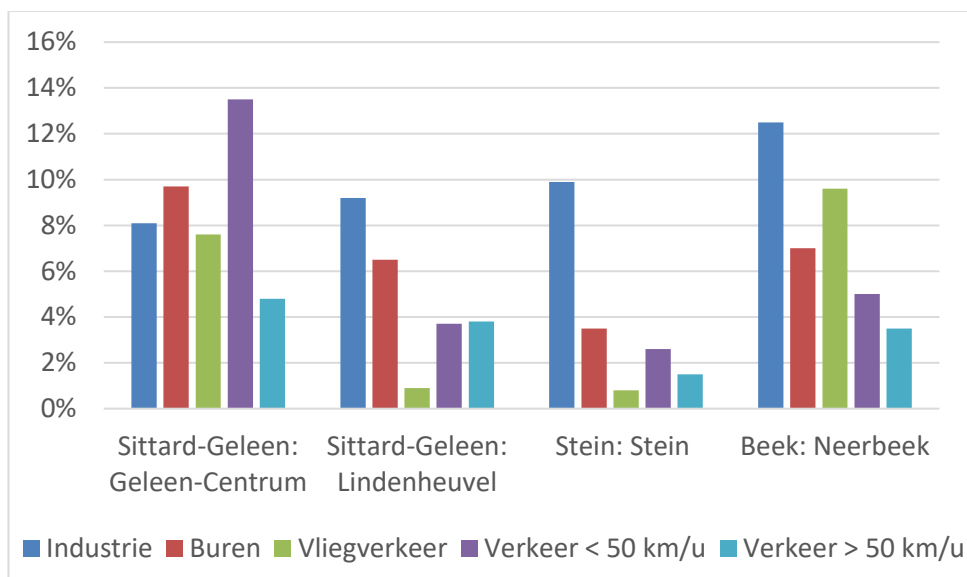
In Figuur 7. is het percentage van de bewoners dat ernstige geluidshinder door bedrijven ervaart voor de verschillende wijken rondom Chemelot weergegeven. Ter vergelijking, in Zuid-Limburg ervaart 2,4% van de volwassenen ernstige geluidshinder door bedrijven. In de wijken rondom Chemelot wordt tot vijf keer vaker ernstige geluidshinder door bedrijven ervaren dan gemiddeld in Zuid-Limburg.





*Figuur 7.1 Percentage ernstige geluidshinder door bedrijven (2024, GGD Zuid-Limburg)*

In Figuur 1 is het percentage ernstige geluidshinder voor de verschillende bronnen voor een aantal wijken in de directe omgeving rondom Chemelot weergegeven. Industrie is een belangrijke bron maar niet altijd de belangrijkste bron.

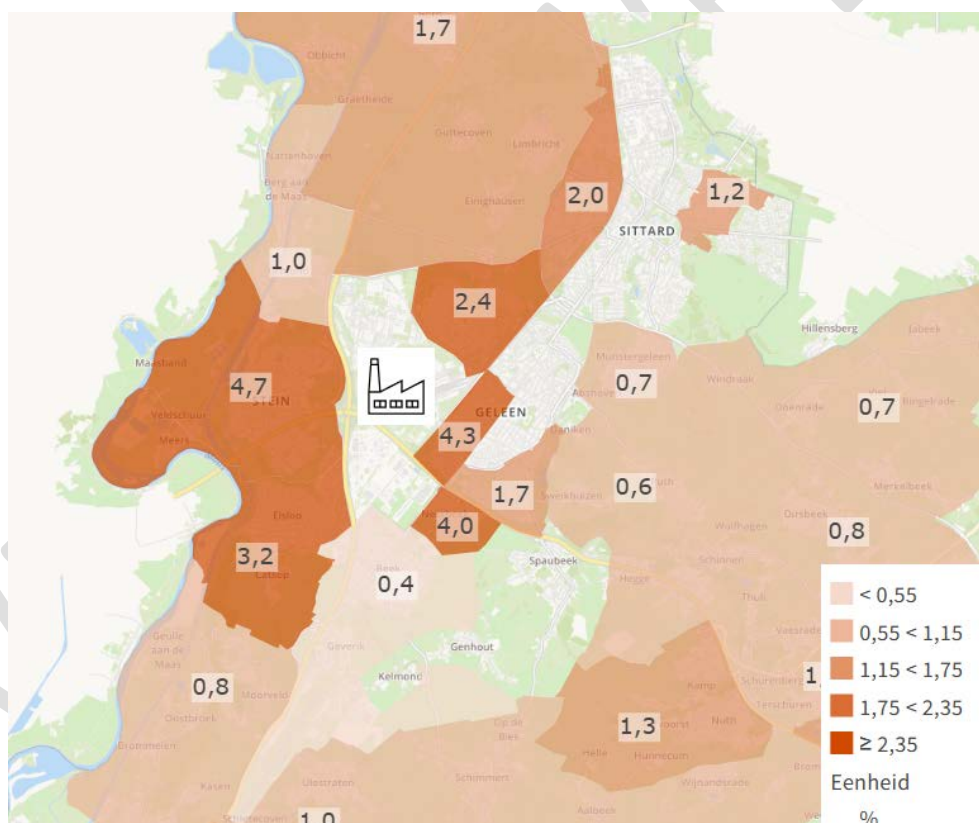


*Figuur 7.2: Percentage ernstige geluidshinder per bron (2024, GGD Zuid-Limburg).*

### 7.2.2 Slaapverstoring door geluid

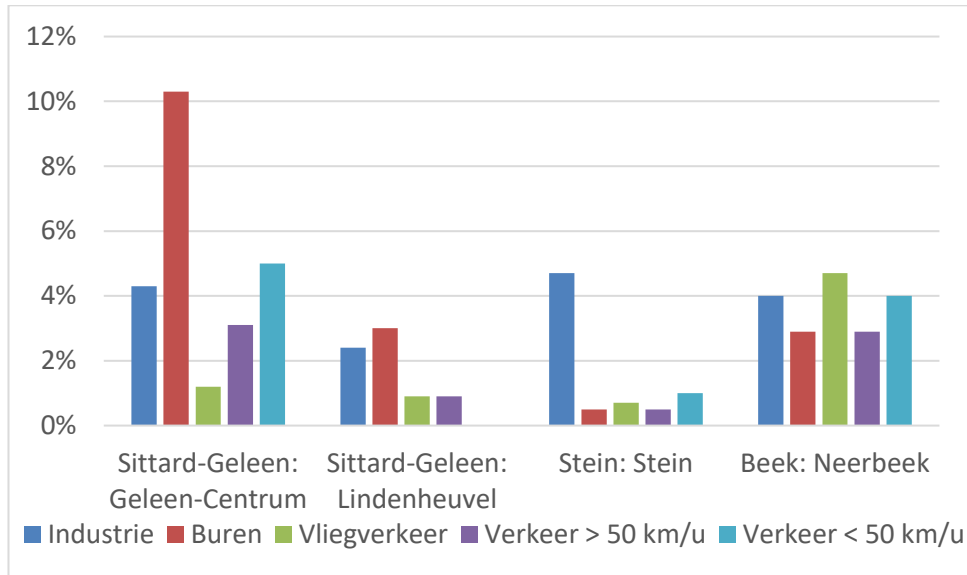
Nachtelijk geluid heeft nadelige effecten op de slaapkwaliteit en het algemeen welbevinden. De slechtere slaapkwaliteit kan zich uiten in onder meer een verlenging van de inslaaptijd, het tijdens de slaap tussentijds wakker worden, verhoogde motorische activiteit tijdens de slaap en het vervroegd wakker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

In Figuur 7 is het percentage van de bewoners dat ernstige slaapverstoring ervaart door geluid van bedrijven weergegeven. Ter vergelijking, in Zuid-Limburg ervaart 1,2% van de volwassenen ernstige slaapverstoring door geluid afkomstig van bedrijven. In de wijken rondom Chemelot wordt tot vier keer vaker ernstige slaapverstoring door bedrijven ervaren dan gemiddeld in Zuid-Limburg.



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

In Figuur 7 is het percentage ernstige slaapverstoring door verschillende bronnen voor de verschillende wijken in de direct omgeving van Chemelot weergegeven. Bedrijven zijn een belangrijke bron maar niet altijd de belangrijkste bron.



Figuur 7.4: Percentage ernstige slaapverstoring per bron (2024, GGD Zuid-Limburg)

### 7.2.3

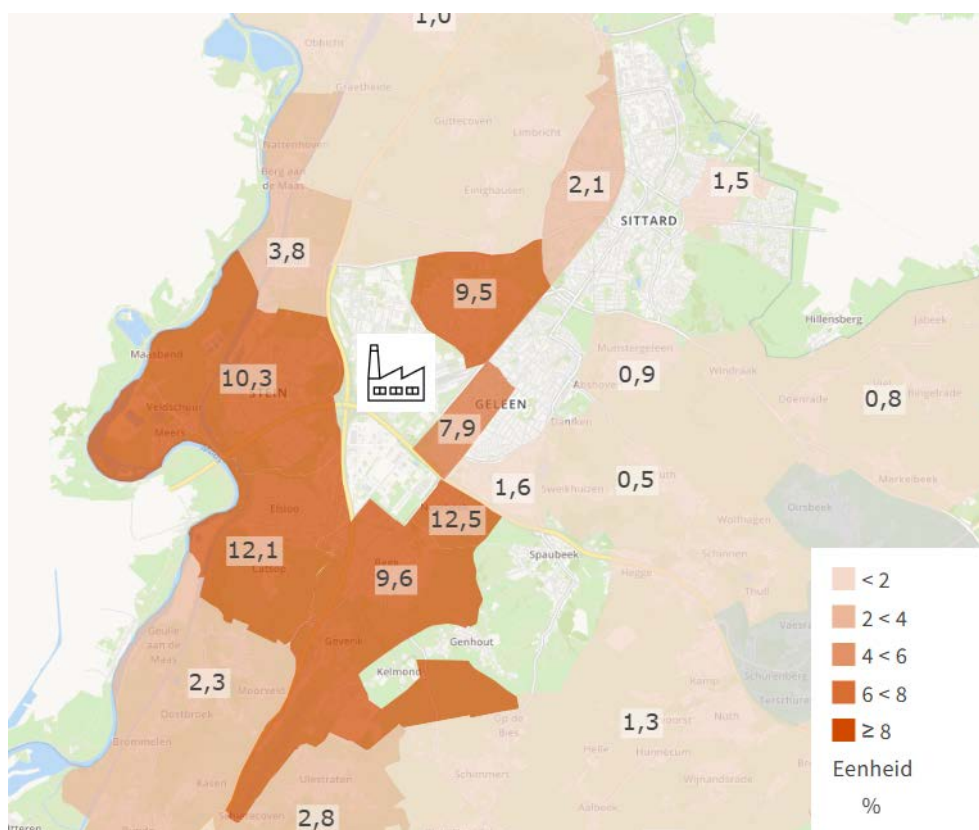
#### Geurhinder

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 (Venselaar-Mooij, 2015):

- 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.
- Hinder heeft een negatieve invloed op ons welbevinden. Dit manifesteert zich in de eerste plaats op de psyche 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. Geurhinder kan zo 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 stress verwerkende 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).

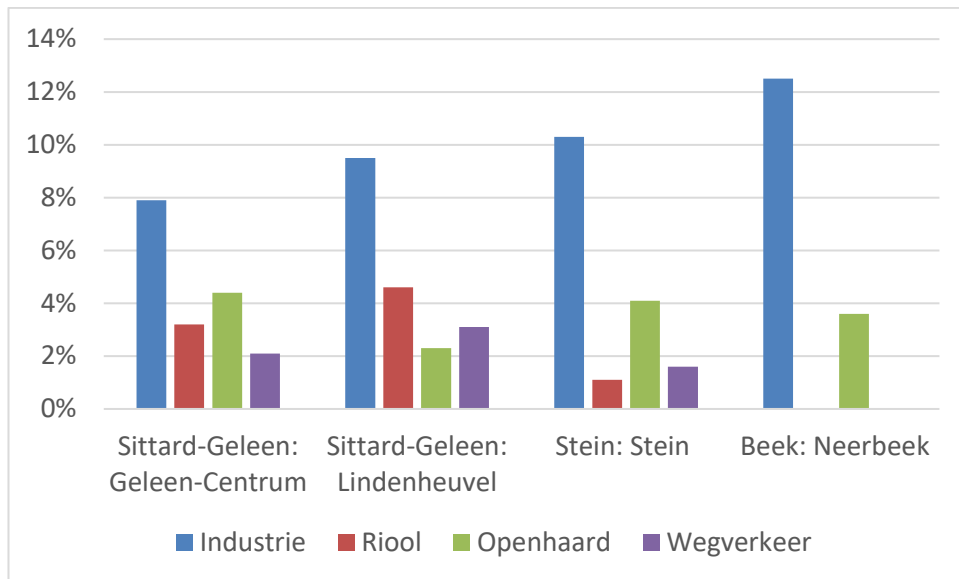
In Figuur 7 is het percentage van de bewoners dat ernstige geurhinder door bedrijven ervaart voor de verschillende wijken weergegeven.



Figuur 7.5: Percentage ernstige geurhinder door bedrijven (2024, GGD Zuid-Limburg)

Ter vergelijking, in Zuid-Limburg ervaart 1,9% 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.

In Figuur 7 is het percentage ernstige geurhinder door verschillende bronnen voor de wijken in de directe omgeving van Chemelot weergegeven. Bedrijven zijn de belangrijkste geurbron in deze wijken.



Figuur 7.6 Percentage ernstige geurhinder per bron (2024, GGD Zuid-Limburg).

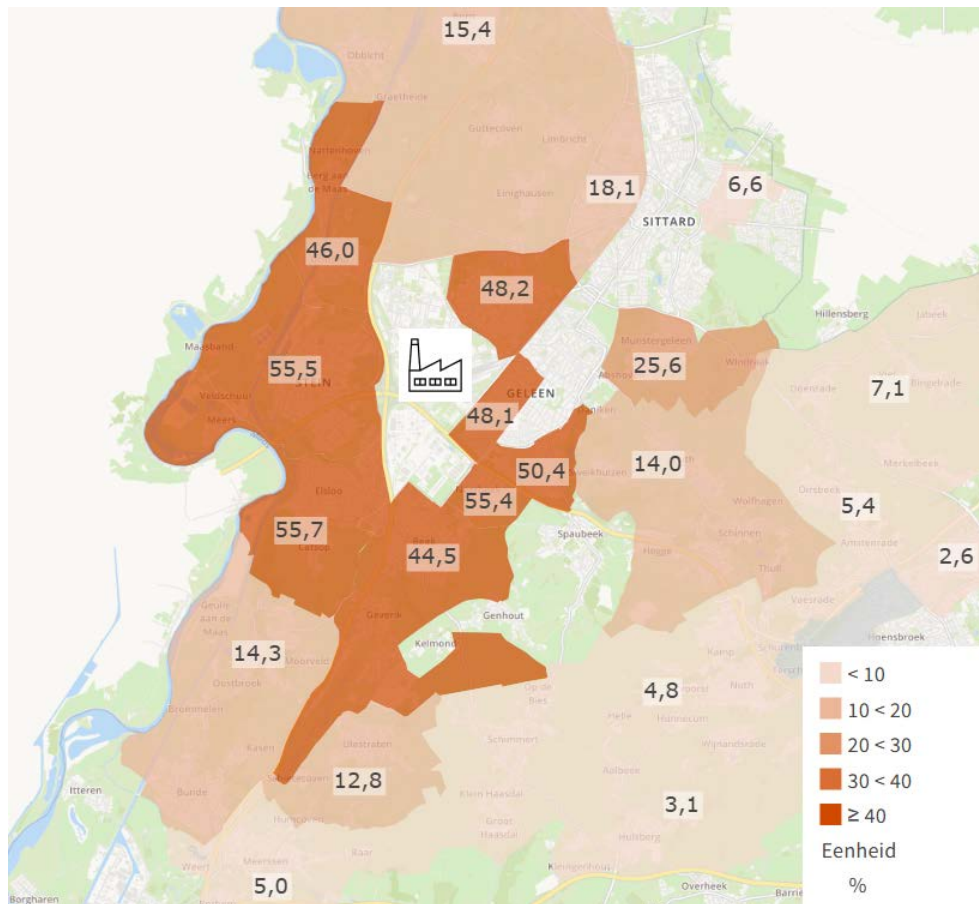
Om meer inzicht te krijgen in de hinder zijn ook gespreken gevoerd met betrokken overheden (zie paragraaf 2.1.2). Uit de gespreken met de gemeente Beek en Stein kwam naar voren dat klachten over geuroverlast in Beek en Stein sterk samenhangen met de activiteiten van Cedo recycling en met de opslag van PMD afval in de haven van Stein. Hierbij ervaren mensen overlast door vliegen. Cedo heeft o.a. 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, 2022). Op basis van de beschikbare gegevens kan daarmee niet worden vastgesteld dat deze recent getroffen maatregelen hebben geleid tot een (aanzienlijke) reductie van de geuroverlast in Beek en Stein. Cedo recycling heeft bekend gemaakt in augustus 2025 te stoppen met haar activiteiten in Geleen (Cedo Recycling, 2025). Er is ook kans op geuroverlast door de stof DCPD in het grondwater. Om deze reden worden de vijvers voor roei- en viswater in Stein gevuld met leidingwater (Arcadis, 2021d).

#### 7.2.4

##### *Bezorgdheid*

In de GGD-gezondheidsenquête (2024) is gevraagd of men bezorgd is over hun gezondheid vanwege wonen in de buurt van o.a. een bedrijf, zendmast, hoogspanningslijn en een kerncentrale. Respondenten konden ja of nee invullen. In Figuur 7 staat het percentage volwassenen dat bezorgd is over hun gezondheid vanwege wonen in de buurt van een één of meerdere bedrijven.

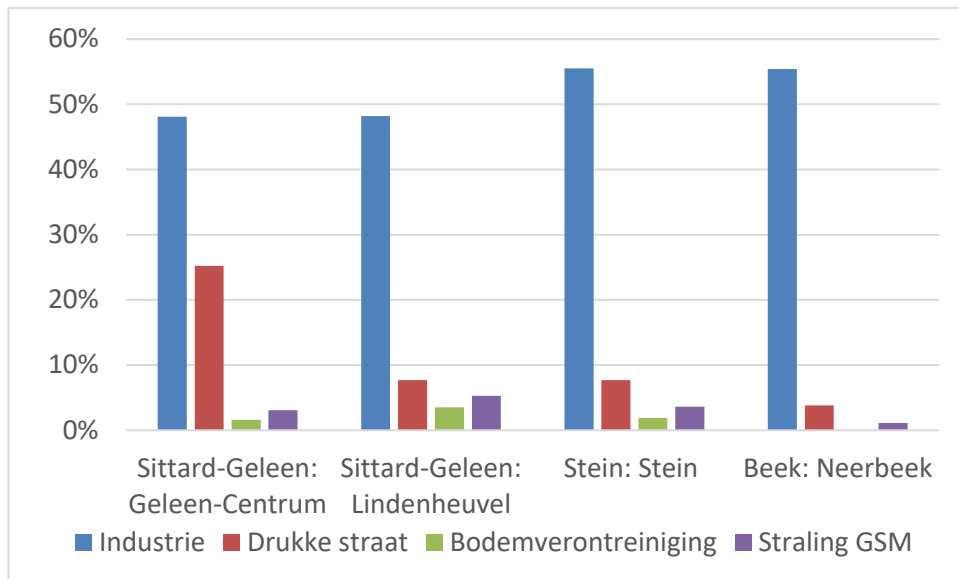




Figuur 7.7 Percentage volwassenen dat bezorgd is over industrie (2024, GGD Zuid-Limburg).

In een aantal wijken rondom Chemelot is het percentage volwassenen dat bezorgd is over hun gezondheid vanwege de industrie hoger dan 45%. 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 is het percentage volwassenen dat bezorgd is over hun gezondheid vanwege verschillende bronnen in de directe omgeving weergegeven. Ter vergelijking, in Zuid-Limburg is 9,1% van de volwassenen bezorgd over hun 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

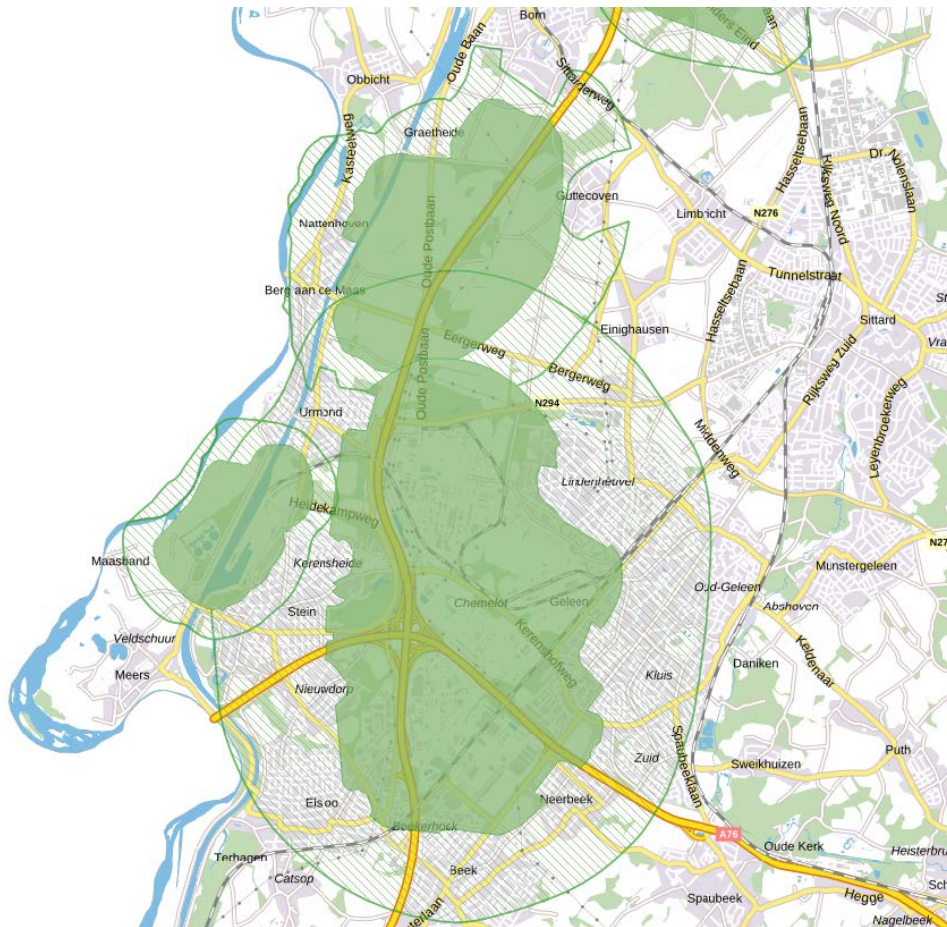
Vanwege de bijdrage van geluid aan hinder en slaapverstoring, maar ook risico's van klinische gezondheidseffecten, is het thema geluid in deze paragraaf uitgewerkt. Hierbij is allereerst gekeken naar omgevingslawaai gedurende een etmaal (24 uur). Daarnaast is specifiek gekeken naar gegevens over de geluidsbelasting voor geluiden 's nachts<sup>34</sup> vanwege de associatie met slaapverstoring.

#### 7.3.1 Gegevensverzameling en monitoring geluid

Zoals genoemd hoofdstuk 2 zijn de volgende gegevens omtrent geluid geraadpleegd: CVGG-vliegverkeer, Atlas leefomgeving kaarten geluid, en de geluidskaart Chemelot (in *Letmaal*). Voor chemiecluster Chemelot zijn nog geen geluidsproductieplafonds vastgesteld en derhalve zijn ze dus niet beschikbaar in de CVGG. De informatie in het CVGG op deze locatie is beperkt tot Rijkswegen, hoofdspoorwegen en luchtvaart. Voor gecombineerde 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 met betrekking tot toegestane geluidsemissie. De geluidsemissie van de 68 deelinrichtingen samen mag niet leiden tot een overschrijding van de vastgestelde geluidszone van 50 dB(A) *Letmaal* (zie Figuur 7). In de koepelvergunning zijn ook voorschriften opgenomen die aangeven hoe geluid van deelinrichtingen getoetst wordt.

<sup>34</sup> Voor het onderscheid tussen de gebruikte eenheden zie: <https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-mmk-omgevingsgeluid/achtergronden-wetten-regels-beleid/industriegeluid-relaties-Lden-Letm>



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

De geluidskaarten 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. De beschikbare kaart voor de geluidsgegevens van industrie op de Atlas Leefomgeving voor Chemelot is 15 jaar oud (laatst geraadpleegd op 18 juni 2025), maar de contouren worden op het moment van schrijven herberekend op basis van de meest actuele gegevens.

Fijnschaligere geluidsmodellen bieden een nauwkeuriger beeld van de geluidsimmissie en worden gebruikt voor het berekenen van de geluidsimmissie in de omgeving rond het chemiecluster. De provincie heeft per interview uitgelegd dat er niet wordt gemeten in de omgeving van Chemelot in verband met de aanwezigheid van stoorgeluid (weg- en vliegverkeer). De vergunning kan geluidsmetingen verplichten bij een nieuwe of gewijzigde activiteit met een geluidsbelasting voor de omgeving. 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 geluidsbron 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) (m.b.v. de aangepast meetvlak methode). Het totaalgeluid afkomstig van het industrieterrein wordt met een rekenmodel bewaakt op een elftal strategisch gekozen bewakingspunten. Zowel ODZL in opdracht van provincie als Sitech in opdracht van Chemelot monitoren de totale geluidsproductie van de site in een geluidsmodel. De 11 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 m.b.t. hoeveel ze bijdragen aan ieder meetpunt en aan elke zone. Het totaalbeeld moet uiteindelijk voldoen aan de vergunde geluidsruimte. Zo zijn onlangs geluidsberekeningen uitgevoerd in het kader de geluidzondering rond de Multi Modale Corridor met daarin een spoor- en wegverbinding van de haven Stein naar de Chemelot site (Sitech, 2025). Het RIVM heeft geen informatie uit dit model ontvangen met betrekking tot geluid. De provincie heeft aangegeven dat er geen verfijnde modelberekening is uitgevoerd over het gehele gebied van omwonenden, maar dat dit alleen lokaal gebeurt als dit nodig is in het kader van vergunningverlening.

De provincie berekent de gemiddelde geluidsproductie 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 ook het geluid van transport op de site (zowel vrachtverkeer als railverkeer) maar ook het geluid van installaties.

Om te voldoen aan de Omgevingswet 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 geluidszone vervalt. Hier komt een geluidsaandachtgebied voor in de plaats. Ook in het nieuwe systeem met geluidsproductieplafonds (GPPs) vindt bewaking plaats met berekeningen. Dit zal op vaste afstanden zijn rondom het terrein. Chemelot geeft aan dat de nachtperiode reeds 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 geluidsproductie eenheid  $L_{night}$  – de nachtelijke geluidsproductie inclusief een straffactor van 10 dB(A) (zie RIVM, z.d.–b). Het doorvoeren van dit nieuwe GPP-systeem is gepland voor 2028.

Mogelijkheden en beperkingen van de beschikbaar gegevens  
De openbaar beschikbare gegevens op de Atlas Leefomgeving geven een grof en verouderd beeld van de geluidsimmissie van de omgeving door Chemelot. De berekeningen van de provincie beperken zicht tot specifieke locaties. Hierdoor is slechts een grove schatting van geluidsniveaus mogelijk. Doordat de geluidsniveaus 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 de  $L_{den}$  bij benadering gelijk aan de  $L_{etmaal} -2$ . (Slob et al., 2019). Dus 53  $L_{den}$  staat ongeveer gelijk aan 55  $L_{etmaal}$

Door de nabijheid van andere geluidsbronnen 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 geluidsbelasting per bron alleen van elkaar kan worden onderscheiden door middel van berekeningen.

Ook andere geluidsfactoren dan het (gemiddelde) geluidsniveau spelen een rol bij het bepalen van geluidshinder en gezondheidsrisico's, waaronder de geluidsfrequentie (inclusief laagfrequent geluid), of het tonaal is, hoe vaak en wanneer geluidspieken plaatsvinden, maximale geluidsniveaus en de aanwezigheid van meerdere geluidbronnen. De beschikbare informatie hierover is beperkt. In de huidige berekening op basis van  $L_{etmaal}$  en onder de toekomstige methodiek ( $L_{den}$ ) worden bijzondere geluiden, zoals pieken door fakkelen of het afblazen van stoom, niet meegenomen. In het nieuwe systeem worden deze uitgemiddeld over een jaar waardoor ze moeilijk zichtbaar zijn in geluidsberekeningen. Een bijkomende vraag hierbij is in welke mate deze incidentele pieken bijdragen aan het percentage gehinderden, gezien deze geluidssituaties vaak van korte(re) duur zijn. Het beperken van deze factoren kan wel bijdragen aan het beperken van geluidshinder. 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 buiten beschouwing gelaten.

De BR-relaties specifiek voor industrieel geluid en gerelateerde klinische gezondheidseffecten zijn beperkt (Miedema & Vos, 2004). Relaties tussen industrieelgeluid en ernstige slaapverstoring ontbreken geheel. Vanuit wetenschappelijk oogpunt extra investeringen in de ontwikkeling van kennis en methoden voor het bepalen de gezondheidsrisico's van industrieelgeluid wenselijk. Op basis van al aanwezige kennis over geluid en gezondheid bij wegverkeer gezondheidsrisico's is een inschatting van de impact van industrieelgeluid mogelijk (Gooijer et al., 2025).

De volwassenmonitor geeft een betrouwbaar beeld van het percentage bewoners dat ernstige geluidshinder 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.

### 7.3.2 *Bronnen en emissie geluid*

De geluidsbronnen 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<sup>35</sup> veroorzaakt (persen, hamers, turbines) en productieprocessen (Stoom afblazen, gas- of vloeistofvorming, afblaasventielen). Daarnaast kunnen transportbewegingen geluid produceren, zoals sjofels, kranen, vorkheftrucks, trein- en vrachtverkeer. De hoeveelheid geluid die door de verschillende bronnen wordt geproduceerd verschilt.

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. Hier zijn hoge bronvermogens bij 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 geluidsoverlast. Chemelot heeft aangegeven de Best Beschikbare Technieken (BBT) toe te passen om geluid afkomstig van het terrein zoveel mogelijk te reduceren richting omwonenden. Voorbeelden hiervan zijn geluidswallen, geluidsisolatie van leidingen, pompen of ventilatoren en letten op de positie van geluid producerende elementen.

### 7.3.3

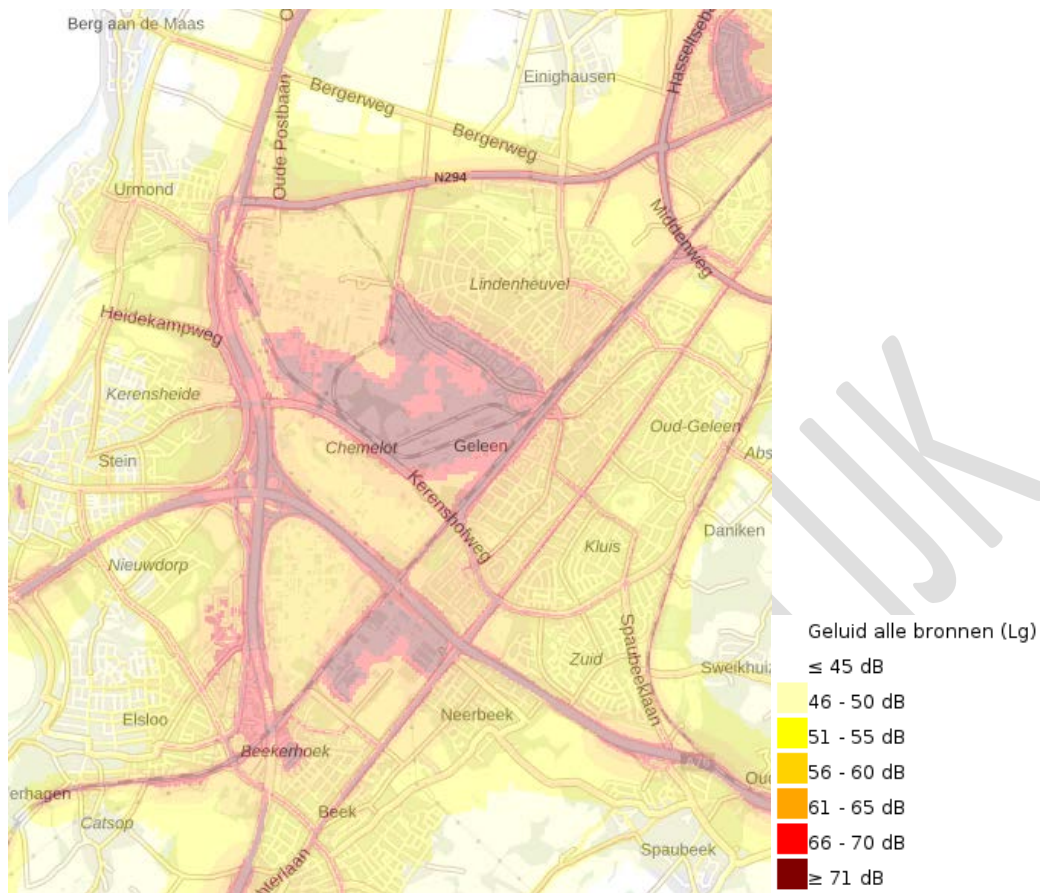
#### *Analyse immissie, blootstelling en gezondheidsrisico's geluid*

De kaart Geluid in Nederland van de Atlas Leefomgeving (RIVM, 2020) geeft inzicht in het berekende omgevingsgeluid rondom Chemelot (Figuur 7). Op deze kaart staat hoeveel geluid verschillende bronnen bij elkaar opgeteld veroorzaken. Het gaat hier om het gemiddelde geluidsniveau per jaar van wegverkeer, treinverkeer, vliegtuigen, industrie en windturbines (in Lden). Geluidsemissies zijn berekend via het STAMINA-model (zie paragraaf 7.3.1) en de losse bronnen tellen ieder even zwaar mee (er is geen weging gedaan; het gaat om gezamenlijk geluid). De gegevens op deze kaart zijn verouderd. De gegevens over vliegverkeer komen uit 2016<sup>36</sup>. De gegevens over industrieel geluid zijn gebaseerd op de kentalraming uit 2008 (Atlas Leefomgeving, z.d.).

De Atlas Leefomgeving biedt ook de mogelijkheid 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). Dit geeft op basis van het STAMINA model hetzelfde beeld als de kaart gebaseerd op Lden (*Level day-evening-night*) (Prorail, 2021; RIVM, 2021)

<sup>35</sup> 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 niet verder opgenomen in de verkenning.

<sup>36</sup> Voor luchtvaart is op de Atlas Leefomgeving een losse kaart met data uit 2022 beschikbaar.



Figuur 7.10 Kaart omgevingsgeluid Chemelot op basis van  $L_{den}$ , uit de Atlas Leefomgeving, geraadpleegd op 26 juni 2025 (RIVM, 2020).

Figuur 7. toont een hoge geluidsdichtheid rondom spoor, wegen en enkele hotspots op het Chemelot terrein zelf. Gezien woningen hier dicht op de bronnen liggen, is de geluidsdruk op basis van het STAMINA-model in de woonwijken relatief hoog. In deze verkenning is in lijn met de WHO een geluidsniveau van 53 dB ( $L_{den}$ ) en 45 dB (A)  $L_{night}$  gehanteerd als grens om een geluidsniveau als aandachtspunt voor gezondheidsrisico te hanteren. Op basis van de Atlas Leefomgeving vormt de geluidsbelasting in de omgeving van Chemelot een aandachtspunt voor de gezondheid.

De provincie voert berekeningen uit die een gedetailleerder beeld geven van de geluidsbelasting door het chemiecluster. Zoals beschreven in paragraaf 7.3.1 wordt het geluid op 11 punten bewaakt met een rekenkundig geluidsmodel op basis van metingen op het terrein. De berekende geluidsniveaus op deze punten, ook wel doelstellingspunten genoemd, mogen niet hoger komen dan 55 dB(A) of 60 dB(A) (Letmaal) afhankelijk van het gekozen punt. Deze geluidscontour is weergegeven in Figuur 7 en bevat een 55 dB(A) en 50 dB(A) contour. Deze geluidscontour is beleidsmatig vastgesteld en geeft aan welke geluidsbelasting vergund is. Het is mogelijk dat de geluidscontour in praktijk anders is dan de vergunde contour. Om precies vast te stellen hoeveel van deze geluidsruimte 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 geluidsniveaus overeenkomen met de vastgestelde contouren.

Uit de beschikbare gegevens komt naar voren dat de huidige 55 dB(A) *Letmaal* 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 *Letmaal* reikt verder en omvat grote delen van de woonplaatsen die grenzen aan het chemiecluster. Hoewel deze contouren zijn uitgedrukt in een *Letmaal* en de gezondheidscriteria van de WHO zijn uitgedrukt in een  $L_{den}$  en  $L_{night}$  zijn de huidige geluidsniveaus een aandachtspunt voor de gezondheid, waarbij gezondheidseffecten mogelijk zijn. Dit beeld versterkt wanneer het totaal aan omgevingsgeluid wordt meegenomen.

De geluidscontouren geven inzicht in de geluidsniveaus aan de gevel. Geluidsisolatie kan het geluidsniveau binnen beperken. In de omgeving van Chemelot zijn er met betrekking tot geluidsisolatie in het binnenmilieu twee categorieën woningen. De eerste categorie bestaat uit woningen die er al stonden toen de geluidszone werd vastgesteld. Voor deze woningen is onderzocht en geborgd dat het geluid binnen de woningen voldoet aan de dan geldende wettelijke binnenwaarde van 45 dB(A) *Letmaal*. Om dit te waarborgen zijn deze afspraken opgenomen in het Saneringsprogramma en het maximaal toelaatbare gevelbelastingbesluit (MTG-besluit) (Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1995; Provincie Limburg, 1993).

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

## 7.4 Deelconclusies hinder

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%. 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 waar mee 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.

Geluidshinder komt als aandachtspunt naar voren vanwege de combinatie van verschillende geluidsbronnen (industrie, wegverkeer, vliegverkeer en spoor) en de hiermee gepaard gaande gecombineerde relatief hoge dB niveaus en de ervaren hinder. In wijken rond Chemelot is het percentage respondenten dan ernstige geluidshinder door bedrijven ervaart het hoogst is aan de west- en oostzijde van Chemelot, variërend van 6,2 tot 12,5%. 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. De gezondheidsrisico's hiervan konden niet worden gekwantificeerd. Andere vormen van hinder, zoals lichthinder of hinder door trillingen zijn in de uitgevoerde enquêtes niet uitgevraagd. Deze omvang van deze hinder is daarom niet gekwantificeerd.

## 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 reeds zijn uitgevoerd en andere onderzoeksmogelijkheden besproken.

### *Determinanten van gezondheid*

Gezondheid wordt bepaald door een (combinatie) van verschillende factoren. Deze factoren die invloed hebben op het ontstaan van een ziekte of aandoening 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). Een verhoging van een aandoening of ziekte in een gebied kan door verschillende determinanten veroorzaakt worden. Zonder nader onderzoek kan niet gezegd worden waarom in een gebied een verhoging van een aandoening of ziekte is. Ook als in een gebied geen verhoging of verlaging van een ziekte te zien is wil dat nog niet betekenen dat een determinant niet betekenisvol is. Bijvoorbeeld de effecten van luchtverontreiniging kunnen gemaskeerd worden doordat in het betreffende gebied meer hoog opgeleiden wonen die in het algemeen een betere gezondheid hebben.

### *Luchtverontreiniging en gezondheid*

Bij gezondheidseffecten door luchtverontreiniging kan er onderscheid worden gemaakt tussen effecten van kortdurende verhoogde blootstelling, bijvoorbeeld tijdens een incident, en de effecten van langdurige blootstelling (gedurende meerdere jaren). Kortdurende blootstelling aan luchtvervuiling kan leiden tot klachten zoals hoesten, benauwdheid en verergering van astma. Langdurige blootstelling vergroot de kans op chronische aandoeningen zoals hart- en vaatziekten, longaandoeningen en zelfs vroegtijdige sterfte.

### 8.1 Uitgevoerd gezondheidsonderzoek

IKNL publiceert de Kankeratlas ([iknl.nl/kankeratlas](http://iknl.nl/kankeratlas)). Daarin wordt afhankelijk van de kankersoort per 3-cijferig of 4-cijferig postcodegebied de incidentie van de 24 meest voorkomende kankersoorten en voor alle kankersoorten samen weergegeven. Hierbij is rekening gehouden met de verdeling van leeftijd en geslacht in een gebied, maar niet met andere determinanten die kanker kunnen veroorzaken. De gebieden rondom Chemelot vertonen geen afwijkende incidentie voor kanker. Een van de uitzonderingen is een hogere incidentie van mesotheliom bij mannen in de (wijdere) omgeving van Chemelot. 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. Een andere uitzondering is longkanker. In de kankeratlas is te zien dat in de wijk Lindenheuvel de incidentie van longkanker hoger dan verwacht is (mannen 29%, niet statistisch significant en vrouwen 45%, wel statistisch significant) op

basis van het Nederlands gemiddelde. In het bredere gebied rondom het industriecluster is echter geen structureel geografisch patroon te zien in het vóórkomen van longkanker dat wijst op een relatie met de nabijheid van het industriecluster. Ook zijn de gebieden in de kankeratlas relatief groot waardoor uitmiddeling kan plaatsvinden. De kankeratlas gebruik 3- of 4-cijferige postcodegebieden i.p.v. wijken zoals bij de GGD gezondheidsmonitor.

GGD Zuid-Limburg heeft een onderzoek uitgevoerd naar luchtkwaliteit en gezondheid. Hiervoor is de GGD-rekentool gebruikt om de incidentie te berekenen van o.a. astma en laag geboortegewicht, en het daarmee samenhangende verlies van levensduur. Als maten voor luchtkwaliteit zijn concentraties gebruikt van NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> in het jaar 2019. De resultaten zijn weergegeven per gemeente. De gegevens over concentraties zijn afkomstig 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 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. Voor het gebied rondom Chemelot heeft GGD Limburg Zuid de steekproef opgehoogd. 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. In sommige wijken rondom Chemelot is de ervaren gezondheid hoger dan gemiddeld in Zuid-Limburg en in andere wijken lager. 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.

## 8.2 Onderzoeksmogelijkheden en beschikbare data

Om meer te weten te komen over hoe de gezondheid is van omwonenden van Chemelot, kunnen gegevens uit andere bronnen geanalyseerd worden of worden verzameld. Het voordeel van het analyseren van beschikbare gegevens is, dat het vergeleken met het verzamelen van nieuwe gegevens kosteneffectief uitgevoerd kan worden. In deze paragraaf worden aanvullende bronnen en de bruikbaarheid van de gegevens besproken.

Het Nivel levert verzamelt gegevens over huisartszorg, o.a. klachten en aandoeningen, verwijzingen en voorgeschreven medicatie. De gegevens zijn afkomstig van een selectie van huisartspraktijken door heel Nederland. Het voorschrijfgedrag kan per huisartsenpraktijk verschillen (Muijters et al., 2004). Hierdoor kunnen uitkomstverschillen ontstaan. 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 meer huisartsen werven. Hieraan zijn kosten aan verbonden en dit leidt pas op langere termijn tot aanvullende inzichten.

Een belangrijke bron van gegevens zijn de zogeheten CBS-microdata. Het CBS registreert en ontsluit gegevens van alle Nederlanders over o.a. (oorzaakspecifieke) sterfte, medicijngebruik, ziekenhuisopnames, medisch-specialistische zorg, geboorte-uitkomsten en ziektekosten (o.a. 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 o.a. 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. Het is mogelijk om 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.

Behalve het analyseren van reeds beschikbare (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.

Een voorbeeld van onderzoek waarin nieuwe gegevens worden verzameld is een gecombineerde gezondheidsenquête en longfunctieonderzoek. Longfunctieonderzoek, ook wel bekend als spirometrie, is een onderzoek waarbij de hoeveelheid lucht die iemand kan in- en uitademen en de snelheid waarmee dit gebeurt, wordt gemeten. Dit onderzoek is nuttig bij het diagnosticeren en monitoren van longaandoeningen zoals astma, en kan ook inzicht geven in de effecten van luchtverontreiniging op de longen.

#### *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 vaataandoeningen
- Mensen met diabetes
- Het ongeboren kind

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

### **8.3 Deelconclusie gezondheidseffecten**

Gezien de beperkte gezondheidsgegevens (kankeratlas en gezondheidsmonitor) kunnen er geen conclusies worden getrokken of er meer of minder gezondheidseffecten zijn in de gebieden rondom

Chemelot. Een beperking van de kankeratlas is dat er niet is gecorrigeerd voor andere factoren (zoals sociaaleconomische status) 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 kankers beperkt is. Gegevens over andere ziekten en aandoeningen die kunnen samenhangen met blootstelling aan luchtverontreiniging en (geluids)hinder, zoals hart- en vaatziekten en aandoeningen van de luchtwegen, zijn niet vrij beschikbaar en kunnen uitsluitend worden verkregen na het doorlopen van een aanvraagprocedure. Daarom zijn deze gegevens niet meegenomen in deze verkenning. Chronische aandoeningen, zoals hart- en vaatziekten en aandoeningen van de luchtwegen, komen relatief vaak voor waardoor de statistische zeggingskracht toeneemt. Een volledig beeld van de gezondheid van omwonenden van Chemelot is daardoor op dit moment niet te geven. Om een vollediger beeld te krijgen van de gezondheid van omwonenden, zouden aanvullende analyses gedaan moeten worden naar het vóórkomen van andere ziekten.

## 9 Beantwoording onderzoeksvragen

In deze verkenning zijn de beschikbare gegevens over de bron-effectketen van chemiecluster Chemelot in kaart gebracht. Op basis van deze beschikbare gegevens zijn mogelijkheden en beperkingen van de beschikbare gegevens en eventueel te verkrijgen data door veldwerk, bepaald met het oog op het beoordelen van de risico's van Chemiecluster Chemelot op de gezondheid van omwonenden. De conclusies over de mogelijkheden en beperkingen van de beschikbare gegevens zijn besproken in paragraaf 9.1.

Op basis van de beschikbare gegevens is gekeken naar aandachtspunten voor de gezondheid die al uit de bestaande gegevens naar voren komen. Aandachtspunten voor de gezondheid die uit de verkenning naar voren komen zijn beschreven in paragraaf 9.2.

Op basis van de beschikbare gegevens en de aandachtspunten voor de gezondheid zijn voorbeelden van maatregelen genoemd die bij kunnen dragen aan de gezondheid. 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 van omwonenden.

### 9.1 Mogelijkheden en beperkingen beschikbare gegevens

Voor de verschillende onderdelen van de bron-effect keten zijn gegevens beschikbaar die inzicht bieden in de gemeten, gemodelleerde en beleefde omgevingskwaliteit rond Chemelot m.b.t. lucht, water, bodem, hinder en gezondheid. Met deze gegevens kunnen aandachtspunten voor de gezondheid worden benoemd, op basis van gezondheidkundige normen en gezondheidkundige advieswaarden.

Een beperking van deze aanpak is dat de verzamelde inzichten zijn gebaseerd op openbaar beschikbare gegevens. Hierbij is de nadruk gelegd op gegevens over de huidige milieukwaliteit. Deze verkenning staat daarmee niet gelijk aan een gezondheidkundig (epidemiologisch) onderzoek, waarbij er voor (langere) tijd gegevens over de milieukwaliteit en gezondheid zijn geanalyseerd.

In deze verkenning is de omvang van het gezondheidsrisico 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, bijvoorbeeld voor de relatie tussen industriegeluid en gezondheid. Gezondheidsrisico's van zorgen, lichthinder en geurhinder konden met de bestaande gegevens niet verder worden gekwantificeerd. Dat betekent niet dat deze hinder niet relevant is.

#### *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 grotere onzekerheden. De twee meetpunten uit het landelijk luchtmeetnet nabij

Chemelot meten een beperkt aantal stoffen, namelijk NO<sub>2</sub>, NO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> 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. 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 wat leidt tot extra uitstoot van bijvoorbeeld MVC niet worden opgemerkt door dit meetpunt wanneer de wind de emissies een andere kant op blaast. Voor het nauwkeuriger monitoren van incidenten zoals lekkages zijn meetpunten in aanvullende windrichtingen vereist.

Op basis van de beschikbare gegevens is de bijdrage van het gehele chemiecluster aan de luchtkwaliteit voor veel gemeten stoffen te schatten. Bij de geschatte gemiddelde bijdrage aan PM<sub>10</sub> is de onzekerheid aanzienlijk, in de orde van grootte van de schatting zelf. Het is niet mogelijk gebleken om een schatting te maken van de NO<sub>2</sub> bijdragen van bronnen op het Chemelot terrein op de concentratie in de omgeving. De vorm van de windrozen doet vermoeden dat het niet om substantiële bijdragen gaat, meer om "enkele microgrammen per m<sup>3</sup>". 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 van de verspreiding van verontreiniging via het grondwater.

#### *Water*

Voor het thema water is er een vergunning opgesteld op stofniveau (633 stoffen). Lozingen van Chemelot worden ook op stofniveau gemonitord en beoordeeld. Dit wordt gedaan door zowel Circle Wastewater Services, de vergunninghouder van de lozingsvergunning van de IAZI van het chemiecluster, als Waterschap Limburg vanuit haar rol als vergunningverlener en toezichthouder. Het monitoren van geloosde stoffen op stofniveau in plaats van per stofgroep levert een gedetailleerd beeld op. Van ongeveer 1/3 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. Ondertussen worden er zijn nieuwe meetmethodes ontwikkeld. Circle geeft aan alle zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) en potentiële ZZS, bij elkaar 83 stoffen, te kunnen meten. De metingen zijn gebaseerd op dag- week of maandmonsters.

Niet voor alle geloosde stoffen zijn ecologische toetswaarden afgeleid. Bij 13 stoffen is aangegeven dat een Econorm afgeleid moet worden en bij 98 stoffen is niet van toepassing aangegeven (hiervan wordt bij 74 ook nvt aangegeven bij 'alerteringswaarde'). De kwaliteit en achtergrond van de meeste ecologische toetswaarden konden niet gecontroleerd worden en in de verkenning is geen actie ondernomen of de gebruikte toetswaarden zouden voldoen aan de normafleiding door het RIVM. Voor drinkwater zijn er minder normen beschikbaar. Indien niet beschikbaar is een signaalwaarde van 1 µg/l aangehouden, dit is het geval bij 505 stoffen in de vergunning. Deze signaalwaarde is relatief laag is, met uitzondering voor genotoxisch carcinogene stoffen. Wat de gezondheidkundige betekenis is van een overschrijding van deze waarde, is niet bekend.

De beoordeling en monitoring op stofniveau biedt in vergelijking met een vergunning op en monitoring van stoffen op basis van stofcategorieën een gedetailleerder inzicht in de lozing van stoffen. 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 terecht komen. Echter door de beperkte informatie van lozingen door andere bedrijven tussen het bovenstroomse en benedenstroomse meetpunt rond Chemelot, is het niet vast te stellen of een verhoogde concentratie van een stof in de Maas van Chemelot afkomstig is. Daarnaast worden niet alle 633 stoffen uit de vergunning gemeten door RWS; ook is er niet voor alle stoffen een meetmethode beschikbaar.

#### *Hinder*

Voor de stressoren geluid en geur vindt er via een gezondheidsenquête (de volwassenenmonitor) van de GGD een structurele, vierjaarlijkse monitoring plaats van ervaren hinder. De enquête gaat bij het thema hinder in op geluidshinder, slaapverstoring, geurhinder en bezorgdheid door de nabijheid van bedrijven. In Zuid-Limburg is in 2020 de steekproefomvang verhoogd en kunnen uitspraken op wijkniveau worden gedaan. Er is incidenteel aanvullend onderzoek uitgevoerd (o.a. het belevingsonderzoek van het RIVM) wat inzicht geeft in de veiligheidsbeleving en hinder.

Chemelot meldt bijzondere voorvallen op haar 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.

### *Geluid*

Vanwege de ervaren geluidshinder is in de verkenning dieper ingegaan op het thema geluid. Omwonenden van het chemiecluster worden door de nabijheid van andere geluidsbronnen zoals wegen, spoorwegen en vliegverkeer blootgesteld aan meerdere geluidsbronnen. Hierdoor is het lastig om tijdens normale bedrijfsomstandigheden het geluidsniveau van Chemelot te meten. De bijdrage van Chemelot aan de totale geluidsbelasting is daarom gebaseerd op bronmetingen aan deelinstallaties, die verwerkt worden in modelberekeningen en de vergunde geluidsniveaus.

De berekeningen met het grofschalige Stamina geven een indicatie van de geluidsbelasting van Chemelot, maar de berekeningen zijn gedateerd en worden daarom geactualiseerd, echter is dit nu nog niet beschikbaar. Op basis van een gedetailleerder geluidsmodel kan aan de hand van gemeten bron-emissies de geluidsbelasting van Chemelot voor een specifieke locatie worden berekend. Deze 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 geluidsniveaus over naar de berekening van jaargemiddelden (in  $L_{den}$ ). Dit maakt de geluidsbelasting beter vergelijkbaar met andere bronnen en gezondheidkundige waarden. Hoewel de beschikbare gegevens over geluid een grove schatting geven voor het geluidsniveau, bieden de gegevens de mogelijkheid om op basis van vooraf vastgestelde criteria aandachtspunten te benoemen en geluidsbelasting te monitoren.

### *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 en chronische ziekten. Het in deze verkenning verkregen beeld beperkt zich dus tot kanker en zelf gerapporteerde ervaren gezondheid en chronische ziekten. 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, met uitzondering van enkele gevallen. Het in deze verkenning verkregen beeld beperkt zich dus tot kanker en zelf gerapporteerde ervaren gezondheid en chronische ziekten. Hoewel in de wijk Lindenheuvel een verhoging te zien is in het vóórkomen van longkanker, is in het bredere gebied rondom het industriecluster geen structureel geografisch patroon te zien dat wijst op een relatie met de nabijheid van het industriecluster. De verhoogde incidentie van

longkanker kan echter vragen en zorgen oproepen die aanleiding kunnen zijn om gericht te kijken naar mogelijke oorzaken.

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 o.a. (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, o.a. klachten en aandoeningen, verwijzingen en voorgeschreven medicatie. De gegevens zijn afkomstig 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, zouden aanvullende analyses gedaan moeten worden naar het voorkomen van andere ziekten.

## 9.2 Aandachtspunten voor de gezondheid

In Stein, Beek en Sittard-Geleen maken mensen zich zorgen over de gezondheid in relatie tot bedrijven en industrie. Uit de beperkte beschikbare gegevens over gezondheid en ziekten in de wijken rond Chemelot komt geen patroon naar voren dat erop wijst dat bepaalde ziekten structureel vaker voorkomen door Chemelot. Uit de meet-en modelgegevens komt naar voren dat de uitstoot van individuele stoffen door Chemiecluster Chemelot veelal lager is dan de waarden die vanuit het perspectief van het gezondheidsrisico nog toelaatbaar worden geacht. Kijkend naar de luchtkwaliteit als geheel is aandacht voor mogelijke gezondheidkundige effecten wenselijk. Zo vormt blootstelling aan fijnstof en NO<sub>2</sub> een aandachtspunt voor de gezondheid, al is de bijdrage van het chemiecluster aan de aanwezigheid van deze stoffen in de lucht beperkt. Ook het lozen van stoffen in het oppervlaktewater leidt nabij de lozing tot verhoogde concentraties van stoffen in het water. Omdat nabij het lozingspunt geen water zou worden onttrokken en niet zou worden gezwommen of gevisd komt de lozing niet als aandachtspunt voor de gezondheid naar voren. Stroomafwaarts treedt snel verdunning op. Vanuit ecologisch perspectief kunnen bodem, lucht en waterverontreinigingen een aandachtspunt vormen, maar daar is in deze verkenning niet dieper op ingegaan.

Uit de analyse van andere milieufactoren komt de blootstelling aan een combinatie van geluidsbronnen als aandachtspunt naar voren. Geluid vormt door zowel de berekende geluidsniveaus als de ervaren hinder en slaapverstoring een aandachtspunt voor de gezondheid.

### *Lucht*

Uit de gegevens over luchtkwaliteit komt naar voren dat de uitstoot van gemeten NO, O<sub>3</sub>, 1,3-butadien, monovinylchloride en benzeen en de gemodelleerde concentraties van ZZS en PAK onder de MTR<sub>lucht</sub> blijven. Gemeten concentraties NO<sub>2</sub> en fijnstof PM<sub>2,5</sub> liggen hoger dan de WHO-advieswaarden. De gemeten waarden voor fijnstof PM<sub>10</sub> ligt rond de WHO-advieswaarde. Voor fijnstof (PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub>) liggen de gevonden waarden wel (ruim) onder de geldende Europese normen. Fijnstof is afkomstig uit bronnen in Nederland en uit het buitenland o.a. door verkeer, consumenten (o.a. houtstook), landbouw en industrie. Bijdrage van het chemiecluster aan de hoeveelheid fijnstof in de lucht is beperkt.

Stikstofoxiden in Nederland zijn vooral afkomstig van uitstoot door wegen en overig verkeer en in mindere mate van de landbouw. Gemeten jaargemiddelde concentraties varieerden tussen de 12.6 en 18.0 µg/m<sup>3</sup>. 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 concentratie fijnstof en stikstofoxiden hoger liggen dan de WHO-advieswaarde ligt, 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-butadien) resulteert in een overschrijding van de HI afkapgrens van 1 voor de jaren 2018 t/m 2021 en 2023 bij het meetpunt Vouershof. De berekeningen laten zien dat deze stoffen afkomstig zijn van het chemiecluster. Modelleren van deze stoffen laat zien dat door het vluchtige karakter van de stoffen, de concentraties voor benzeen, MVC, en 1,3-butadien bij de woonkernen lager zijn dan de luchtconcentraties bij het meetstation Vouershof naast het chemiecluster. Dit trio van stoffen is een aandachtspunt voor nader onderzoek bij overschrijding van de HI. De luchtkwaliteit als geheel vormt daarmee een aandachtspunt. Aandacht voor mogelijke gezondheidkundige effecten is wenselijk.

#### *Water*

De blootstellingsroute van omwonenden van het chemiecluster aan de lozingen van chemiecluster lijken beperkt tot drinkwater (via drinkwaterwinning stroomafwaarts) en mogelijk zwemmen in de Maas of zwemplassen direct in verbinding met de Maas. De geloosde stoffen zijn dan al sterk verdund. Een verkenning van de mengseltoxiciteit laat zien dat er bij de lozingslocatie sprake is van een sterke stijging van de hazard index, waarna deze vervolgens weer daalt door verdunning in het watersysteem. De verschillen in HI van het Maaswater boven- en benedenstrooms van Chemelot zijn klein. Drinkwaterbedrijf WML geeft aan dat het drinkwater aan alle normen voldoet en ook voornamelijk bestaat uit grondwater en slechts voor een zeer klein gedeelte bestaat uit water van de Maas.

#### *Bodem*

De bodemverontreiniging is geconcentreerd op het terrein van het chemiecluster. Voor zeven stoffen (ammonium, benzeensulfonzuur, cyanide, dichloorbenzeen, monochloorbenzeen, nitraat en sulfaat) is terreingrensoverschrijdende vervuiling geconstateerd die de tussenwaarde overschrijdt als gevolg van verspreiding via het



grondwater. 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. Ook bij het uitloggen 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 e.g. 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.

#### *Hinder*

Omwonenden ervaren geluid-, geur- en lichtoverlast 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 beleefde geluidsniveaus een aandachtspunt, waarbij chemiecluster Chemelot een belangrijke geluidsbron is naast andere geluidsbronnen waaraan omwonenden worden blootgesteld waaronder vlieg-, weg- en treinverkeer. De effecten van geurhinder op de gezondheid konden niet worden gekwantificeerd. Uit de verkenning komt wel naar voren dat er aanzienlijk meer geurhinder wordt ervaren dan gemiddeld in Zuid-Limburg. Uit de bestaande gegevens is nog niet af te leiden in hoeverre maatregelen bij het recyclingbedrijf, een van de genoemde oorzaken van geuroverlast, 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*

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, met uitzondering van enkele gevallen. Het betreft echter een onvolledig beeld door het gebrek aan gepubliceerde gegevens over andere ziekten en aandoeningen. Hoewel in de wijk Lindenheuvel een verhoging te zien is in het vóórkomen van longkanker, is in het bredere gebied rondom het industriecluster geen structureel geografisch patroon te zien dat wijst op een relatie met de nabijheid van het industriecluster. De verhoogde incidentie van longkanker kan echter vragen en zorgen oproepen die aanleiding kunnen zijn om gericht te kijken naar mogelijke oorzaken.

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 en dat in deze gemeenten mensen te maken hebben met geluidsoverlast en slaapverstoring, waarbij het chemiecluster een belangrijke geluidbron is voor mensen die daar vlak bij wonen.

### 9.3 Maatregelen

De inzichten uit deze verkenning onderschrijven het belang van al ingezette maatregelen om omgevingskwaliteit te verbeteren. 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 daarmee het belang van bestaande initiatieven voor het verbeteren van de milieukwaliteit, waaronder, maar niet uitputtend:

- De uitvoering van het landelijke vermijdings- en reductieprogramma van Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS). Dit programma is gericht op het minimaliseren van de emissie van ZZS. Bedrijven die vallen onder dit reductieprogramma 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 emissies van ZZS en daarmee ook het tegengaan van cumulatieve effecten (zie ook Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat, 2025).
- Het niet gebruiken van ongecontroleerd grondwater in het systeemgebied van Chemelot
- 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.

Naast regionale maatregelen onderschrijft deze verkenning ook het belang van nationale en internationale maatregelen die bij kunnen dragen aan de lokale milieukwaliteit en acties tot het verbeteren van lucht, bodem en waterkwaliteit. De aanwezige concentraties van fijnstof en  $\text{No}_x$  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 met betrekking tot cumulatie zowel blootstelling aan een mengsel van stoffen (mengselrisico) en 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 en Producten 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 het thema

water en lucht. In het verleden zijn ook methoden ontwikkeld voor het beoordelen van gecombineerde blootstelling waaronder via integrale milieuzonering (zie de Roo, 1999), de gezondheidseffectscreening (Fast et al., 2018) of de Milieu Gezondheids Risico-indicator (MGR) (Alphen et al., 2017) en recent is een methodisch kader gepubliceerd voor de uitvoering van een gezondheidseffectrapportage (GER) Tata Steel Nederland (Gooijer et al., 2025).

Voorafgaand aan de selectie van een instrument voor het beoordelen van cumulatie en gecombineerde blootstelling is er een beleidsmatige vraag die beantwoord moet worden. Deze vraag betreft 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) en om gecombineerde blootstelling aan stoffen en stressoren. Dit is een vraag voor het bevoegd gezag<sup>37</sup> bij het vergunnen van milieubelastende activiteiten, waarbij provincie Limburg bevoegd gezag is voor de koepelvergunning Chemelot en een vraag voor gemeenten als bevoegd gezag voor het toelaten van nieuwe activiteiten nabij Chemelot, zoals woningbouw. Dit is ook een vraag voor het Rijk die, als stelselverantwoordelijke, bepaalt wat nationaal en decentraal geregeld wordt en die, rekening houdend met internationale regels, omgevingswaarden vastlegt voor het waarborgen van een veilige en gezonde leefomgeving. Op basis van de input die bestuurders nodig hebben voor besluitvorming over gecombineerde blootstelling of mengselrisico's kunnen beoordelingskader voor cumulatie en gecombineerde blootstelling geselecteerd of ontwikkeld worden, met bijbehorend instrumentarium voor het behalen van de beoogde omgevingskwaliteit.

#### 9.4 Opties voor vervolgonderzoek

Bij de start van de verkenning is ook gevraagd aan te geven welke opties voor vervolgonderzoek kunnen bijdragen aan het inzichtelijk maken van mogelijke effecten van chemiecluster op de gezondheid van omwonenden. Kanttekening hierbij is dat ook zonder aanvullend onderzoek al zinvolle maatregelen kunnen worden getroffen om de omgevingskwaliteit rond Chemelot te verbeteren. Indien gedetailleerdere en nauwkeurigere inzichten gewenst zijn is aanvullend onderzoek mogelijk, maar aanvullend onderzoek is mogelijk niet voor elk thema proportioneel. Oftewel, de onderzoeksinspanning kan onevenredig groot zijn in vergelijking met het daadwerkelijke gezondheidsrisico of met de mate waarin gedetailleerde inzichten toegevoegde waarde hebben voor het bepalen van de te ondernemen acties. Het blijft daarmee aan betrokken partijen, zoals de provincie Limburg, Omgevingsdienst Zuid-Limburg, GGD Zuid-Limburg, Chemelot en de bedrijven op het Chemiecluster Chemelot, en het ministerie van

<sup>37</sup> In een reactie op de kennisnotitie over de risicobeoordeling van mengsels (ter Burg et al., 2025) 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). Zij vragen de staatssecretaris om duiding van deze kennisnotitie van het RIVM. In een reactie hierop (Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat, 2025) 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 synthesrapport van het RIVM, eind 2025, vervolgstappen te bepalen en dat een Europese aanpak daarbij zijn voorkeur heeft.

Infrastructuur en Waterstaat om te besluiten welk onderzoek en vervolgacties uitgevoerd gaan worden en om deze acties verder af te wegen en uit te werken.

### **Aanvullend inzicht in de zorgen en ervaren hinder van omwonenden**

De volwassenenmonitor 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 een geluid en geur in de woonomgeving. Wat niet duidelijk wordt met de bestaande gegevens is waarover mensen zich specifiek zorgen maken, met betrekking tot hun gezondheid in relatie tot industrie en bedrijven en welke factoren van invloed zijn op deze bezorgdheid. We adviseren dit concreter in beeld te brengen. Ook wordt onvoldoende duidelijk waarom het geluid als hinderlijk en slaap verstorend wordt ervaren: wordt geluidshinder vooral veroorzaakt door langdurige blootstelling aan hoge geluidsniveaus, door de pieken, door een specifieke bron of door de combinatie ervan of zijn er andere redenen waardoor mensen geluidshinder en slaapverstoring ervaren? 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. Het bespreken van de resultaten van deze verkenning in de focusgroep Chemelot en de omgevingsdialoog kan hierbij een eerste stap zijn. Op basis van de uitkomsten kunnen maatregelen worden getroffen die recht doen aan de zorgen die leven.

### **Aanvullend inzicht in de blootstelling**

Een gedetailleerder inzicht in de mate waarin mensen zijn blootgesteld aan stoffen en stressoren draagt bij aan het nauwkeuriger kunnen benoemen van aandachtspunten voor de gezondheid. Voor het thema geluid zijn de inzichten in de geluidsniveaus gebaseerd op grofschalige berekeningen. Fijnschaligere berekeningen kunnen een gedetailleerder beeld geven en daarmee een beter onderbouwde basis vormen voor vervolgberekeningen om het gezondheidsrisico te kwantificeren. Voor het beoordelen van de gezondheidseffecten van industriegeluid is naast inzicht in de kenmerken van dit geluid (waaronder geluidsniveau, pieken en frequentie) ook aanvullend onderzoek naar de effecten op gezondheid gewenst. Vooralsnog wordt voor het bepalen van het gezondheidsrisico gebruik gemaakt van de dosis-responsrelaties voor wegverkeer vanwege het ontbreken van empirisch onderbouwde dosis-responsrelaties voor industriegeluid (Gooijer et al., 2025). Hierdoor wordt het effect van industriegeluid mogelijk te hoog of te laag ingeschat. Voor geuroverlast kan aanvullend onderzoek naar geurhinder inzicht bieden in de omvang en aard van de geurhinder indien binnenkomende klachten en meldingen hier onvoldoende inzicht in bieden. Op vergelijkbare wijze kan ook de omvang van lichthinder nauwkeuriger in kaart worden gebracht.

Ook voor de blootstelling aan stoffen kunnen aanvullende metingen en berekeningen met verspreidingsmodellen aanvullend inzicht bieden in de concentraties van stoffen op wijkniveau. De modellering van de emissieregistratie en de door de Omgevingsdienst eerder uitgevoerde metingen ondersteunen de keuze voor aanvullende meting van MVC, 1-3

butadien en benzeen. Deze stoffen zijn ook als ZZS aangemerkt. Aanvullende meetpunten om ook bij andere windrichtingen de uitstoot van deze stoffen te monitoren kunnen een gedetailleerder beeld schetsen van de concentraties van deze stoffen in de omgeving. Aanvullend hierop is het mogelijk om periodiek de concentratie van andere ZZSen die aanwezig kunnen zijn te meten. Het uitbreiden van het meetprogramma kan belangrijke aanvullende inzichten opleveren. Het vergelijken van deze uitkomsten met de gegevens van de emissieregistratie kan handvatten bieden voor het beter begrijpen van gevonden verschillen.

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 te beschouwen in het licht van de minimalisatieverplichting van ZZS en alternatieve investeringen gericht op het minimaliseren van deze ZZS. Het RIVM werkt een voorstel uit 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). Daarnaast zijn er meer manieren om deze vraag te benaderen (en niet gelimiteerd tot):

- 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 resultaten van deze screening is een onderbouwde keuze te maken voor te meten stoffen in de toekomst.
- Bij het selecteren van te meten stoffen kan ook nog een keuze worden gemaakt 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.

Voor het thema bodem is niet gecontroleerd in hoeverre er nog grondwater wordt gebruikt door bijvoorbeeld particulieren of de landbouw. Er geldt een negatief advies voor het gebruik van grondwater. Echter vereist het uitsluiten van deze blootstelling een check op de aanwezigheid van grondwaterputten in het gebied met grondwaterverontreiniging.

### **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 afkomstig van industrie 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, geboorte-uitkomsten en ziektekosten. Vervolgens kunnen deze gegevens worden geanalyseerd, waarbij ook rekening gehouden kan worden met andere determinanten zoals de sociaaleconomische positie. Een geschikte bron voor epidemiologisch onderzoek is de CBS-microdata.

Aanvullend onderzoek op deze verkenning is vooral zinvol als, uit de analyse van de blootstelling aan stoffen, gezondheidsrisico's te verwachten zijn en/of als uit ander onderzoek blijkt dat er (mogelijk) milieugerelateerde gezondheidseffecten zijn. **PM resultaten NIVEL-onderzoek**. De luchtkwaliteit en geluidsbelasting komen weliswaar als aandachtspunten voor de gezondheid naar voren, maar het gezondheidsrisico vanuit luchtkwaliteit is voor een belangrijk deel afkomstig door fijnstof en stikstofoxiden. Deze luchtvervuiling is grotendeels 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 onderzoek een wetenschappelijk doel dienen, namelijk om meer inzicht te bieden in de dosis-responsrelatie van industriegeluid. Daarnaast kan onderzoek gerechtvaardigd zijn vanuit een maatschappelijk en beleidsmatig perspectief, omdat een relatief groot deel van de omwonenden van het industriecluster geluidshinder ervaart.

## Dankbetuiging

Bij de totstandkoming van dit rapport hebben de auteurs ondersteuning gehad van inhoudelijk experts van het RIVM. We bedanken Remco Vis en Arjen Wintersen (thema bodem), Els Smit (thema water), Ronald Hoogerbrugge (thema lucht) Elise van Kempen en Rob van Loon (thema geluid) Annemiek van Overveld (thema hinder), Danny Houthuijs (thema geluid en thema gezondheidseffecten) en Janneke Elberse (conclusies) 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.

VERTROUWELIJK



## 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?*
- Bergstra, A. D. (2021). *Milieuhinderonderzoek Terneuzen 2020*.
- Bodar, C. W. M., Burg, W. t., 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. t., & 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. t., 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*. Retrieved februari 2025 from <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
- C.J.L. Murray, & A.D. Lopez (Eds.). (1996). *The Global Burden of Disease. A comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020. Summary*. Harvard School of Public Health on behalf of the World Health Organization and the World Bank.
- 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?* Retrieved juni 2025 from <https://www.chemelot.nl/omgeving/fakkelen-waarom>

- 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*.
- 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*. Retrieved 07-05 from [http://www.hsv-juliana.nl/steinerbos\\_vergunning.html](http://www.hsv-juliana.nl/steinerbos_vergunning.html)
- 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. (2023). *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. (2022). *Gezondheidsmonitor volwassenen en ouderen*. GGD Zuid-Limburg. Retrieved mei from <https://gezondheidsatlas.nl/mosaic/gezondheidsatlas/gezondheidsmonitor-volwassenen-en-ouderen>
- GGDZL. (2022). *Gezondheidkundige risicobeoordeling Aanwezige bodemverontreinigingen op de DSM-terreinen Geleen-Stein*.
- 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*.
- IPLO. (z.d.-a). *Afleiden maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) en milieukwaliteitsnorm (MKN)*.
- IPLO. (z.d.-b). *Beoordeling lozing door aanvrager*. Retrieved 21-3 from <https://iplo.nl/thema/water/handreiking-lozingen/voordat-lozing-start-verandert/beoordeling-lozing-aanvrager/>
- IPLO. (z.d.-c). *Veelgestelde vragen Besluit Uniforme Saneringen*. Retrieved 6-5 from

- [https://iplo.nl/thema/bodem/regelgeving/wbb/veelgestelde-vragen/besluit-uniforme-saneringen/?pager\\_page=0](https://iplo.nl/thema/bodem/regelgeving/wbb/veelgestelde-vragen/besluit-uniforme-saneringen/?pager_page=0)
- Jong, F. d. (2019). *Antwoord op vragen over 1,3 butadieen*. Memo.
- 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>
- Milieu, M. v. I. e. (2008). *Streefwaarden en interventiewaarden bodemsanering*. Retrieved from <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*. Retrieved from <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*. Retrieved februari 2025 from <https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten>
- Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. (1995). *Beschikking projectbureau sanering industrielawaai*.
- Muijrsers, P. E. M., Janknegt, R., Sijbrandij, J., Grol, R. P. T. M., & Knottnerus, J. A. (2004). Prescribing indicators: Development and validation of guideline-based prescribing indicators as an instrument to measure the variation in the prescribing behaviour of general practitioners. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 60(10), 739–746. <https://doi.org/10.1007/s00228-004-0821-5>
- 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). *Verkennde 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*.
- Projectgroep 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. Retrieved juni 2025 from <https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten>
- Provinciale Staten van Limburg. (2023). *Gewijzigde motie 3015 Onderzoek de gezondheidseffecten van Chemelot*. Maastricht:

- Limburgs Parlement Retrieved from <https://limburg.bestuurlijkeinformatie.nl/Reports/Document/ac43c9ac-9fd5-4cd2-9d88-3576d2ab56a6?documentId=06877d5c-ec2f-45b6-98d4-3553eae0092e>
- Provincie Limburg. (1993). *Vaststelling saneringsprogramma industrielaawaai ten behoeve van het industrieterrein DSM te Geleen*.
- Provincie Limburg. (2018). *Contouren geluidzones industrielaawaai*. Nationaal Georegister.
- 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 Retrieved from <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/prb-2022-7943.html>
- Provincie Limburg, Sittard-Geleen, g., Stein, g., Chemelot, Campus, B. C., & DSM. (2021). *Strategische gebiedsvisie omgeving Chemelot*.
- RIVM. (2020). *Geluid in Nederland. Atlas Leefomgeving*. Retrieved juni 2025 from <https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten>
- RIVM. (2021). *Geluid verkeer op hoofdwegen 's nachts (Lnight)*. Atlas Leefomgeving. Retrieved juni 2025 from <https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten>
- RIVM. (2024). *GGD-richtlijn medische milieukunde: bodem en gezondheid*. <https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-mmk-bodem-en-gezondheid>
- RIVM. (z.d.–a). *Ammonium - stofgegevens*. Retrieved 25-3 from <https://rvszoeksysteem.rivm.nl/stof/detail/258>
- RIVM. (z.d.–b). *Industriegeluid: Relaties Lden - Letm*. <https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-mmk-omgevingsgeluid/achtergronden-wetten-regels-beleid/industriegeluid-relaties-Lden-Letm>
- 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*. Retrieved april 2025 from [luchtmeetnet.nl](https://luchtmeetnet.nl)
- Roels, J. M., Verweij, W., Engelen, J. G. M. v., Maas, R. J. M., Lebrete, 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., Lebrete, 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.
- 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 Rapport 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 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*.
- Venselaar-Mooij, M. e. a. (2015). *Geur en gezondheid: GGD-richtlijn medische milieukunde*. R. 2015-0106.
- 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*.
- WHO. (z.d.). Retrieved februari 2025 from <https://www.who.int/about/governance/constitution>
- 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 Organization. (2018). *Environmental noise guidelines for the European region*. WHO Regional Office for Europe.

VERTROUWELIJK



VERTROUWELIJK



## Verklarende woordenlijst (optioneel)

VERTROUWELIJK

## Afkortingenlijst (optioneel)

VERTROUWELIJK

## Bijlage 1 Betrokken organisaties

### Begeleidingscommissie

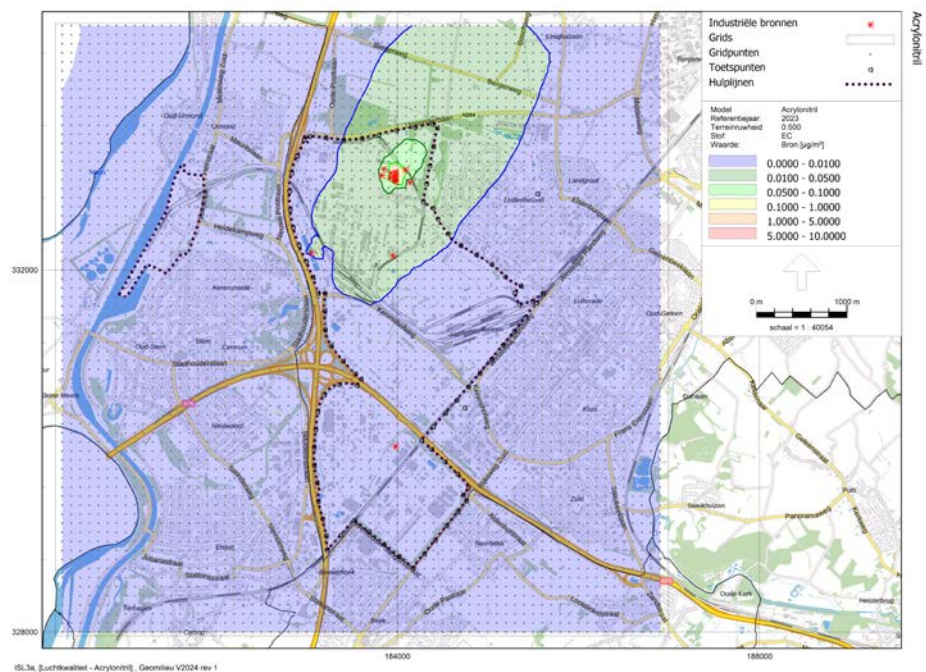
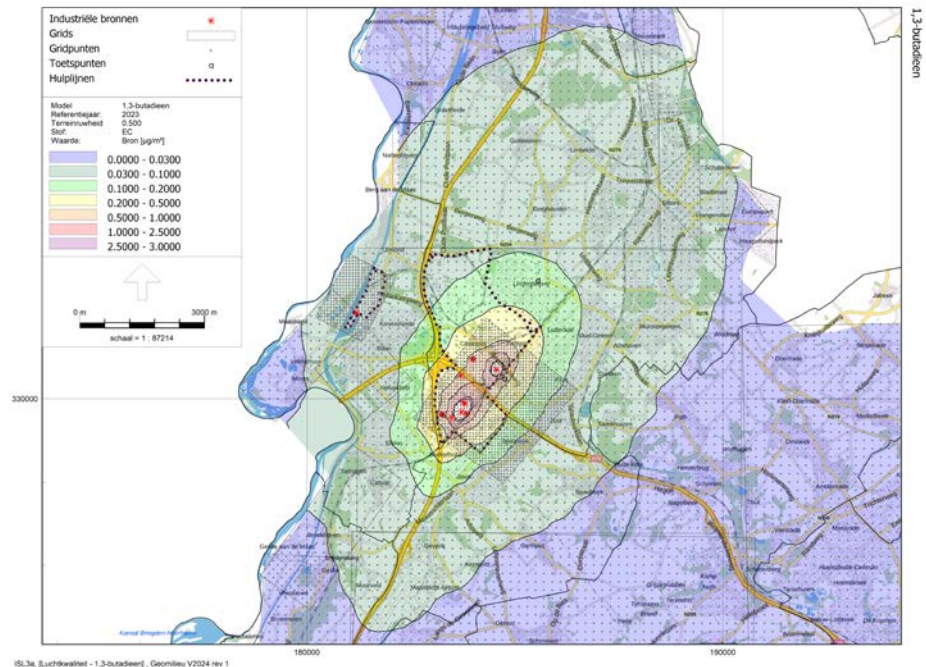
- Gemeente Beek
- Gemeente Sittard – Geleen
- Gemeente Stein
- GGD Zuid – Limburg
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (opdrachtgever)
- Omgevingsdienst Zuid – Limburg
- Provincie Limburg
- Veiligheidsregio Zuid – Limburg (agendalid)
- Waterschap Limburg

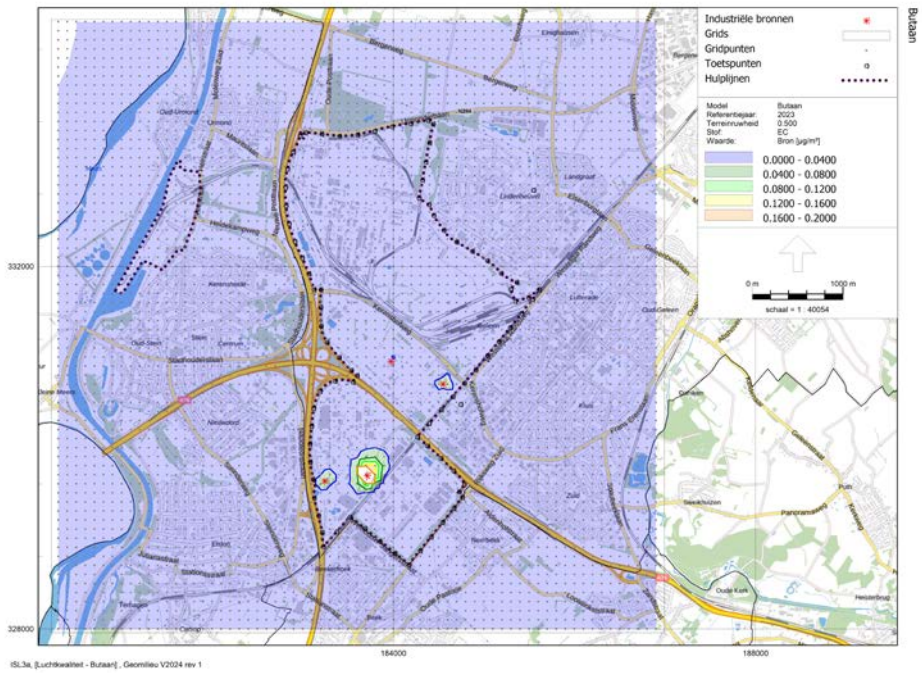
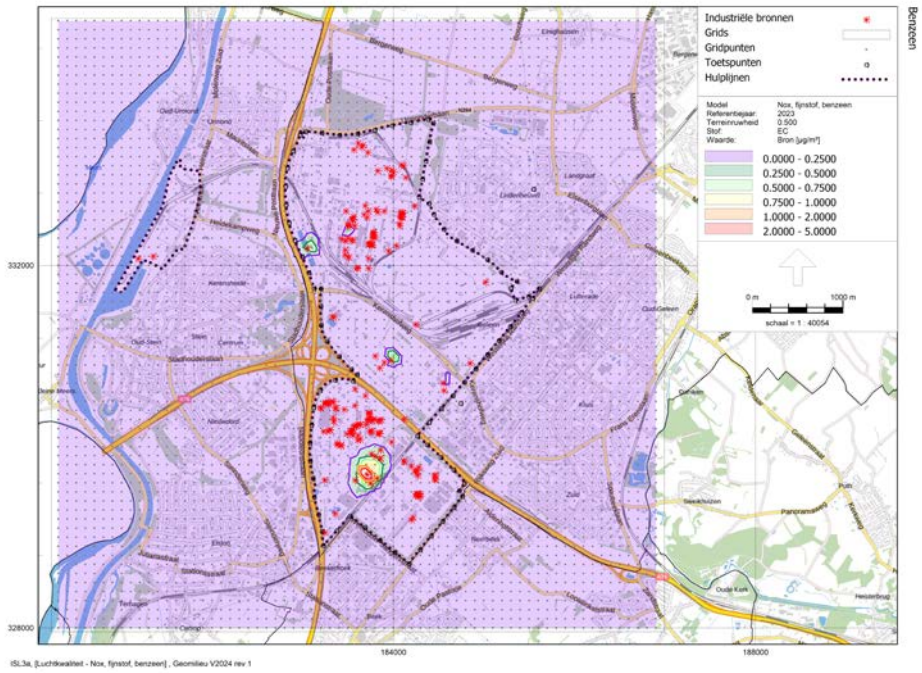
### Respondenten gesprekken

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

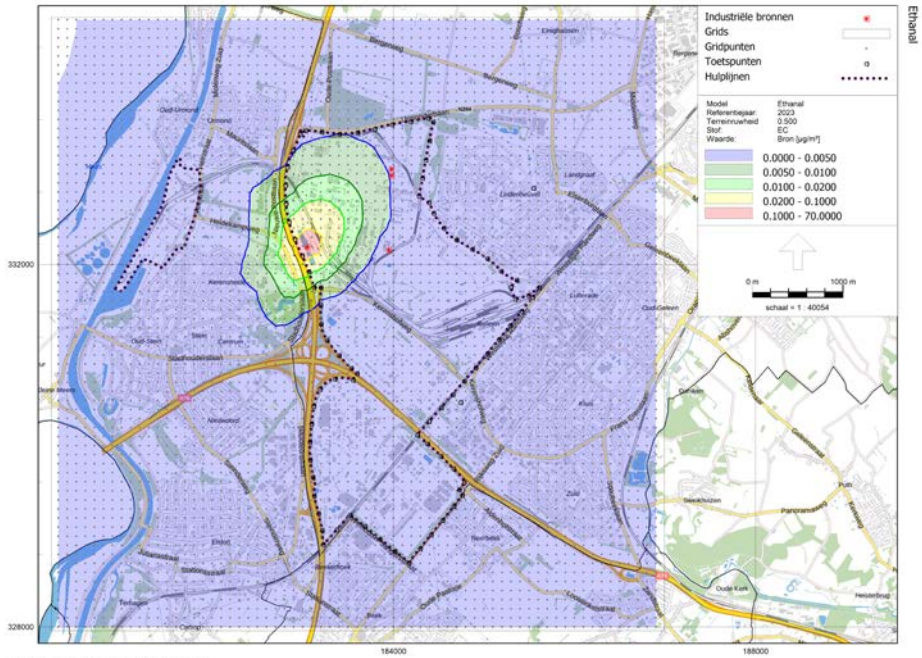
VERTROUWELIJK

## Bijlage 2 (optioneel)





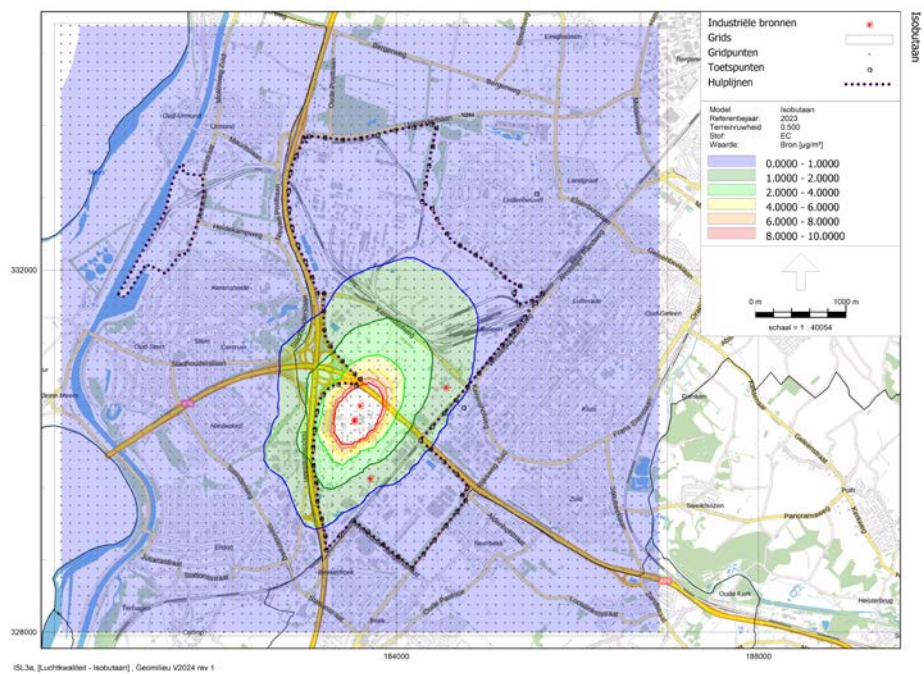
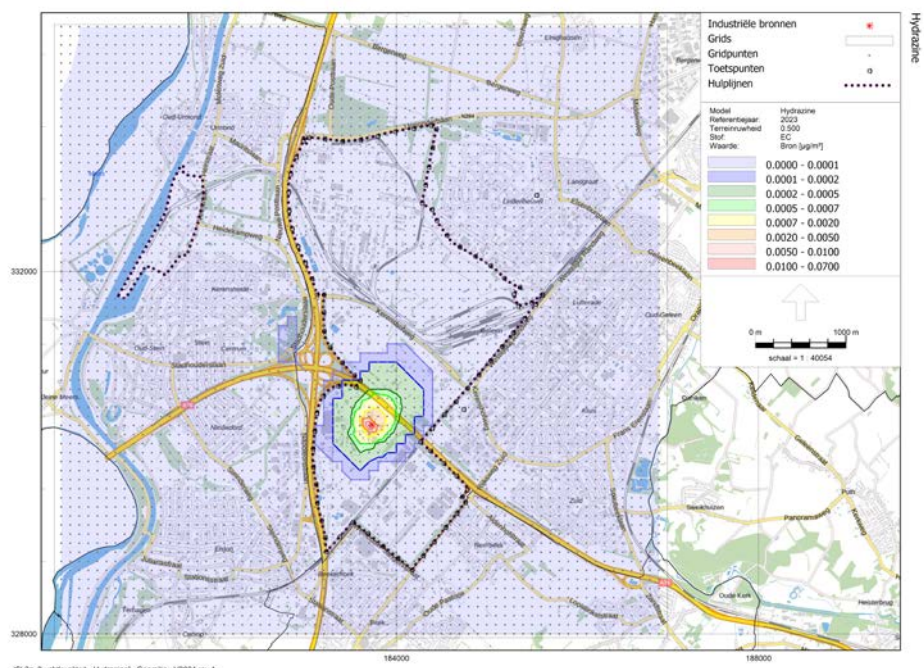




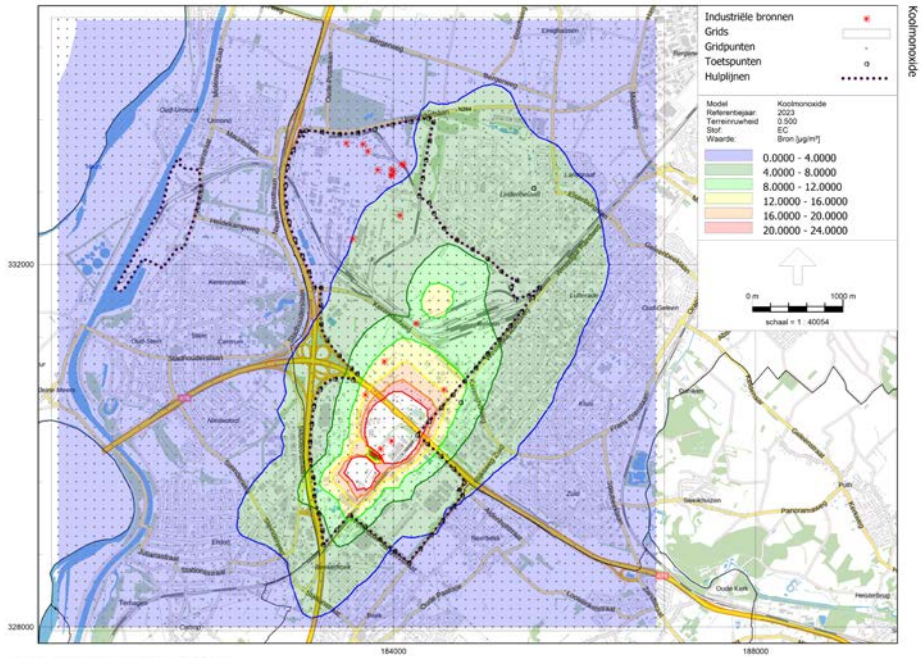
Ethanal



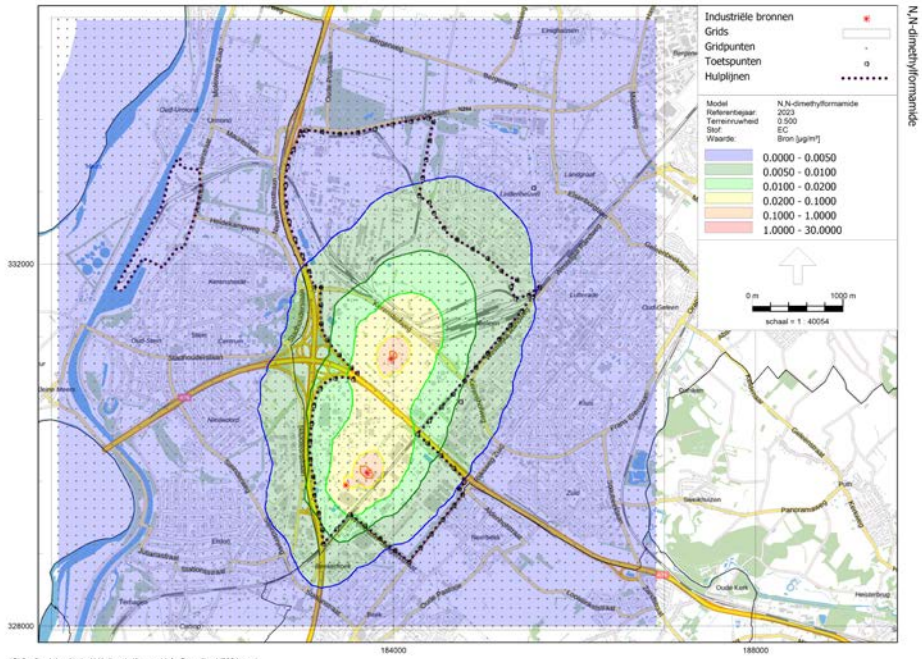
Gehydrogeneerd terfenyl



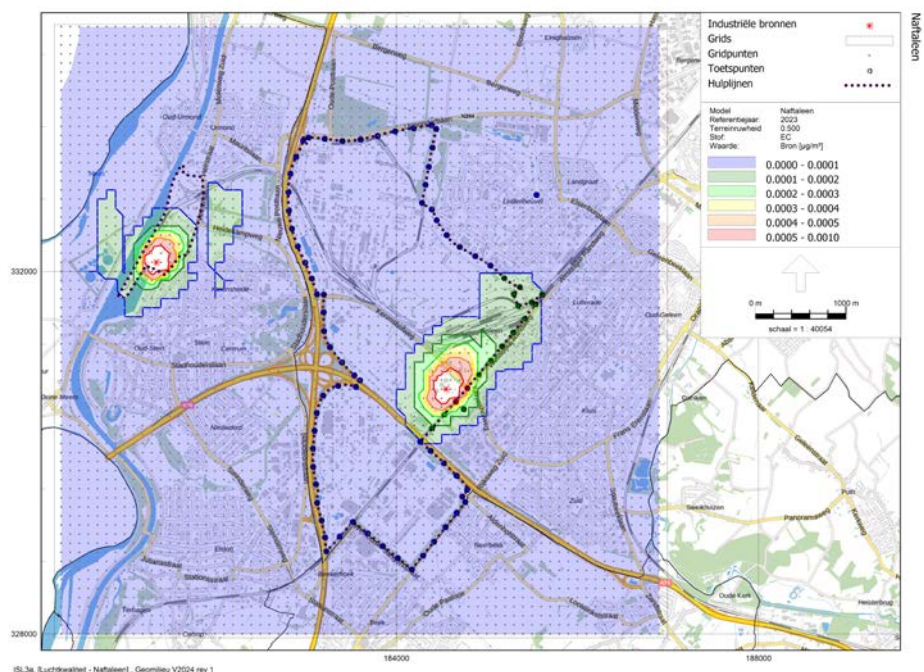




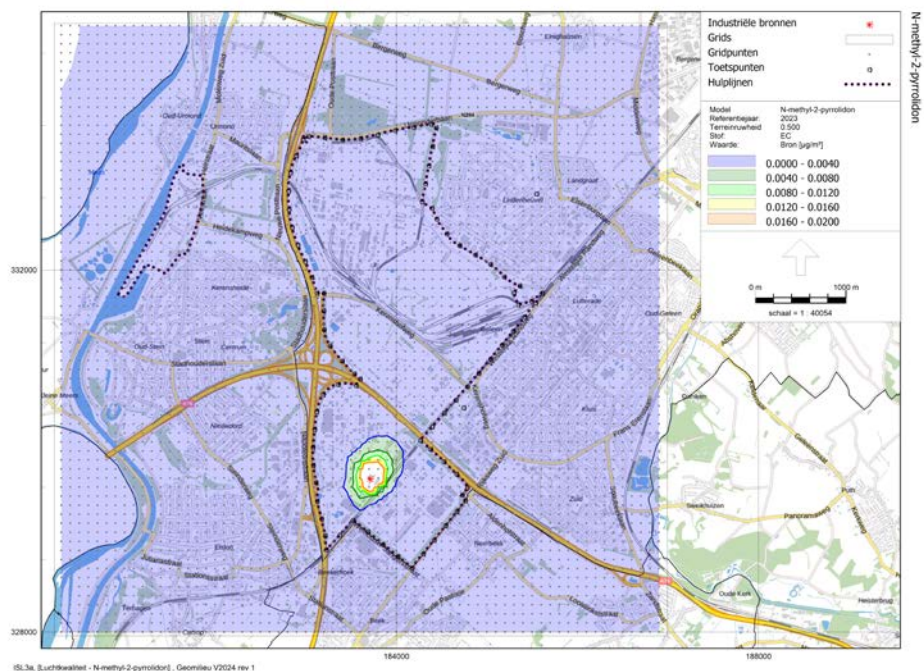
Koolmonoxide



N,N-dimethylformamide



Naltaleen



N-methyl-2-pyrrolidone



