Inspraakbundel

Reacties op voornemen en participatieplan ‘Netuitbreiding Maasbracht–Eindhoven’

Inspraakpunt Bureau Energieprojecten
Postbus 111
9200 AC DRACHTEN
www.bureau-energieprojecten.nl

INHOUDSOPGAVE

Woord vooraf 3
Kennisgeving 4

MONDELINGE, SCHRIFTELIJKE EN DIGITALE REACTIES:

Opzoektabel mondelinge, schriftelijke en digitale reacties 8
Alfabetisch overzicht organisaties en reacties 11
Reactie 202404596 tot en met 202406269 12

November 2024

Woord vooraf

Van vrijdag 4 oktober 2024 tot en met donderdag 14 november 2024 lag het voornemen en participatieplan 'Netuitbreiding Maasbracht–Eindhoven' ter inzage. In deze periode kon u hierop reageren.

In deze inspraakbundel zijn alle binnengekomen reacties verwerkt. De reacties zijn opgenomen vanaf pagina 12. In de tabel op pagina 8 kunt u met het registratienummer het nummer van de reactie opzoeken. Op pagina 11 vindt u een alfabetisch overzicht van organisaties die een reactie hebben ingediend.

Wat houdt het project in?
Het plan is om een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding aan te leggen tussen de hoogspanningsstations Maasbracht en Eindhoven. De Minister van KGG coördineert de procedure die nodig is voor de besluitvorming. TenneT legt de hoogspanningsverbinding aan.

De procedure
Het project zit nu in de verkenningsfase. Er is een zoekgebied bepaald en de uitgangspunten zijn bekend. Hiermee worden de mogelijkheden van verschillende tracés (routes) onderzocht. Na de verkenning kiezen de Ministers van KGG en Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening (hierna:VRO) een tracé. Dit doen zij op basis van onderzoeken, adviezen en inbreng van de omgeving. In de uitwerkingsfase (verwacht tussen 2027 en 2030) wordt gewerkt aan het definitieve tracé. Dat wordt vastgesteld met een projectbesluit. Daarna start de bouw.

Wat doet het ministerie?
De Minister van KGG en de Minister van VRO stellen het projectbesluit vast. Besluiten die voor het project nodig zijn, worden voorbereid in één gecoördineerde procedure. De Minister van KGG coördineert deze procedure.

Waarom is dit project nodig?
De bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding tussen Maasbracht en Eindhoven kan vanaf 2030 niet genoeg stroom vervoeren. Dit knelpunt op de huidige hoogspanningsverbinding ontstaat door meer opwek van duurzame energie op zee én de grotere vraag naar elektriciteit van huishoudens en bedrijven in Noord-Brabant en Limburg. Deze extra 380 kV-hoogspanningsverbinding biedt de oplossing voor het vervoer van stroom.

Samenhang met andere projecten
Het project staat niet op zichzelf, maar hangt samen met andere projecten die TenneT uitvoert. De uitwerking en besluitvorming worden zoveel mogelijk op elkaar afgestemd. Er is samenhang met de vernieuwing van 380 kV-hoogspanningsstations Maasbracht en Eindhoven en met het uitbreiden van de capaciteit van bestaande 380 kV-hoogspanningsverbindingen van Maasbracht naar Eindhoven, Boxmeer en Graetheide. Ook komt er een nieuwe 150 kV-hoogspanningsverbinding tussen Eindhoven en Maarheeze en wordt station Maarheeze vernieuwd en opgewaardeerd. In het Voornemen staan andere raakvlakken omschreven zoals met het programma Verbindingen Aanlanding Wind op Zee (VAWOZ).

Participatie: uw mening en inbreng zijn belangrijk
Dit project raakt de belangen van veel partijen zoals burgers, bedrijven, maatschappelijke organisaties en bestuursorganen. Het Ministerie van KGG en TenneT vinden het daarom belangrijk dat deze partijen de mogelijkheid hebben om ideeën in te brengen en mee te denken over het project. In het Voornemen en Participatieplan staat beschreven hoe de verschillende partijen worden betrokken. Dit Participatieplan wordt geactualiseerd bij verschillende fasen in het project.

Webinar
Op donderdag 17 oktober 2024 om 19.30 uur kon u een Webinar volgen. Daarin werd meer over het project verteld en kon u vragen stellen. Het Webinar is terug te zien. Op www.rvo.nl/netuitbreiding-maasbracht-eindhoven vindt u de link en de gestelde vragen en antwoorden.

Informatiebijeenkomsten
U was welkom bij de inloopbijeenkomsten die het Ministerie van KGG organiseert samen met TenneT. U kon daar uw vragen stellen. U kon (zonder aanmelding) in- en uitlopen tussen 19.00 en 21.00 uur:

- Maandag 28 oktober 2024, Gemeenschapshuis D'n Binger, te Meijel.
- Woensdag 30 oktober 2024, Gemeenschapshuis Het Baekerhoes, te Brachterbeek.
- Donderdag 31 oktober 2024, Dorpshuis 't Perron, te Heeze**.**

Bij de inloopbijeenkomst vond u informatie over het project en over de procedure. Ook kon u uw vragen stellen aan medewerkers van TenneT en het Ministerie van Klimaat en Groene Groei.

Reacties
Op het voornemen en participatieplan zijn binnen de reactietermijn in totaal 86 reacties binnengekomen waarvan 84 uniek. De reacties zijn integraal opgenomen in deze inspraakbundel. U kunt deze inspraakbundel downloaden van www.bureau-energieprojecten.nl.

Wat gebeurt er met uw reactie?
Uw reactie op het voornemen wordt gebruikt bij het opstellen van de zogenoemde concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau (concept-NRD). In de concept-NRD staat welke tracé-alternatieven in de volgende fase van het project worden onderzocht en hoe het onderzoek wordt gedaan. De concept-NRD zal naar verwachting medio 2025 ter inzage liggen. Uw reactie op het participatieplan wordt gebruikt om het participatieproces verder uit te werken.

Ingediende reacties toetsen en beantwoorden we inhoudelijk en bundelen we in een Reactienota. Het participatieplan zal aan de hand van de nieuwe inzichten geüpdatet worden en tegelijk met de Reactienota, en de concept-NRD gepubliceerd worden.

Wilt u meer weten?
Meer informatie over de netuitbreiding Maasbracht–Eindhoven en alle bijbehorende documenten vindt u op www.rvo.nl/netuitbreiding-maasbracht-eindhoven en www.tennet.eu/netuitbreiding-maasbracht-eindhoven. Heeft u vragen over de procedure? Bel dan met telefoonnummer 070 379 89 79.

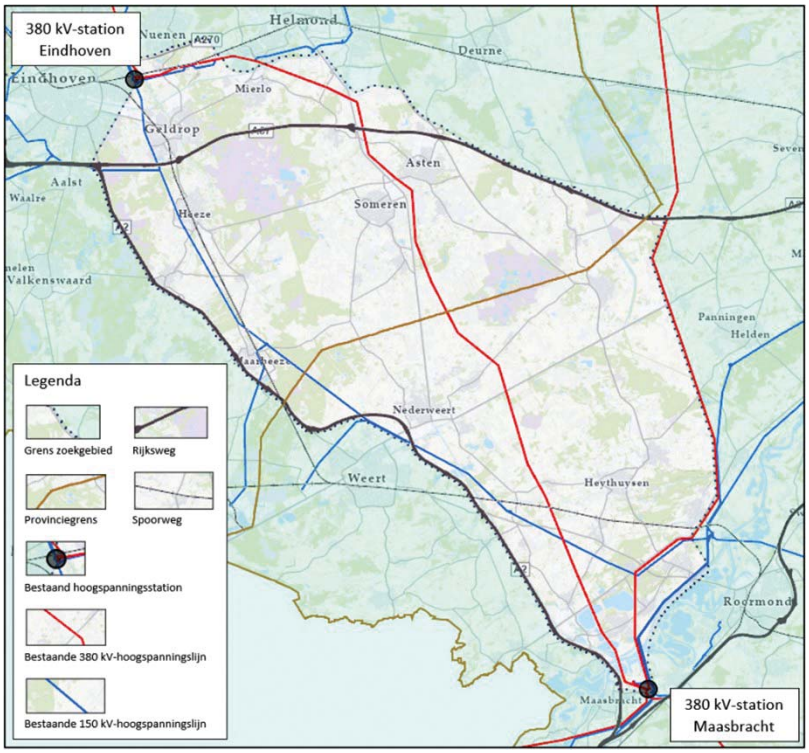
STAATSCOURANT
Officiële uitgave van het Koninkrijk der Nederlanden sinds 1814.
Nr. 31669
2 oktober 2024

Netuitbreiding Maasbracht–Eindhoven, Ministerie van Economische Zaken

Kennisgeving voornemen en voorstel voor participatie

Het Ministerie van Klimaat en Groene Groei (hierna: KGG) en TenneT TSO B.V. (hierna: TenneT) zijn van plan om een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding te realiseren tussen de 380 kV-hoogspanningsstations Maasbracht en Eindhoven. Deze netuitbreiding wordt aangesloten op de bestaande hoogspanningsstations in de gemeenten Maasgouw en Eindhoven. In deze kennisgeving leest u wat het project inhoudt op hoofdlijnen, waarover u kunt meedenken en hoe u kunt reageren. In het voornemen worden de plannen voor het project beschreven. Het participatieplan beschrijft hoe de omgeving bij het energieproject wordt betrokken. Hiermee wordt de verkenningsfase gestart.

Van **vrijdag 4 oktober 2024** tot en met **donderdag 14 november 2024** kunt u reageren op het voornemen en het voorstel voor participatie.



Wat houdt het project in?

Het plan is om een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding aan te leggen tussen de hoogspanningsstations Maasbracht en Eindhoven. De Minister van KGG coördineert de procedure die nodig is voor de besluitvorming. TenneT legt de hoogspanningsverbinding aan.

De procedure

Het project zit nu in de verkenningsfase. Er is een zoekgebied bepaald en de uitgangspunten zijn bekend. Hiermee worden de mogelijkheden van verschillende tracés (routes) onderzocht. Na de verkenning kiezen de Ministers van KGG en Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening (hierna:VRO) een tracé. Dit doen zij op basis van onderzoeken, adviezen en inbreng van de omgeving. In de uitwerkingsfase (verwacht tussen 2027 en 2030) wordt gewerkt aan het definitieve tracé. Dat wordt vastgesteld met een projectbesluit. Daarna start de bouw.

Wat doet het ministerie?

De Minister van KGG en de Minister van VRO stellen het projectbesluit vast. Besluiten die voor het

project nodig zijn, worden voorbereid in één gecoördineerde procedure. De Minister van KGG coördineert deze procedure.

Waarom is dit project nodig?

De bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding tussen Maasbracht en Eindhoven kan vanaf 2030 niet genoeg stroom vervoeren. Dit knelpunt op de huidige hoogspanningsverbinding ontstaat door meer opwek van duurzame energie op zee én de grotere vraag naar elektriciteit van huishoudens en bedrijven in Noord-Brabant en Limburg. Deze extra 380 kV-hoogspanningsverbinding biedt de oplossing voor het vervoer van stroom.

Samenhang met andere projecten

Het project staat niet op zichzelf, maar hangt samen met andere projecten die TenneT uitvoert. De uitwerking en besluitvorming worden zoveel mogelijk op elkaar afgestemd. Er is samenhang met de vernieuwing van 380 kV-hoogspanningsstations Maasbracht en Eindhoven en met het uitbreiden van de capaciteit van bestaande 380 kV-hoogspanningsverbindingen van Maasbracht naar Eindhoven, Boxmeer en Graetheide. Ook komt er een nieuwe 150 kV-hoogspanningsverbinding tussen Eindhoven en Maarheeze en wordt station Maarheeze vernieuwd en opgewaardeerd. In het Voornemen staan andere raakvlakken omschreven zoals met het programma Verbindingen Aanlanding Wind op Zee (VAWOZ).

Participatie: uw mening en inbreng zijn belangrijk

Dit project raakt de belangen van veel partijen zoals burgers, bedrijven, maatschappelijke organisaties en bestuursorganen. Het Ministerie van KGG en TenneT vinden het daarom belangrijk dat deze partijen de mogelijkheid hebben om ideeën in te brengen en mee te denken over het project. In het Voornemen en Participatieplan staat beschreven hoe de verschillende partijen worden betrokken. Dit Participatieplan wordt geactualiseerd bij verschillende fasen in het project.

Webinar

Op donderdag 17 oktober om 19.30 uur kunt u een Webinar volgen. Daarin wordt meer over het project verteld en kunt u vragen stellen. Het Webinar is na afloop terug te zien. Op www.rvo.nl/netuitbreiding-maasbracht-eindhoven vindt u de link. Inschrijven is niet nodig.

Inloopbijeenkomsten

U bent welkom bij de inloopbijeenkomsten die het Ministerie van KGG organiseert samen met TenneT. U kunt daar uw vragen stellen. Er is geen algemene presentatie. U kunt (zonder aanmelding) in- en uitlopen tussen 19.00 en 21.00 uur.

De bijeenkomsten zijn op:
- Maandag 28 oktober 2024, Gemeenschapshuis D'n Binger, te **Meijel.**
  - Alexanderplein 2, 5768 BE Meijel
- Woensdag 30 oktober 2024, Gemeenschapshuis Het Baekerhoes, te **Brachterbeek.**
  - Kerkstraat 5, 6051 JG Maasbracht
- Donderdag 31 oktober 2024, Dorpshuis 't Perron, te **Heeze.**
  - Schoolstraat 48, 5591 HM Heeze

Bij de inloopbijeenkomst vindt u informatie over het project en over de procedure. Ook kunt u uw vragen stellen aan medewerkers van de TenneT en het Ministerie van Klimaat en Groene Groei.

Wilt u reageren?

U kunt van vrijdag 4 oktober 2024 tot en met donderdag 14 november 2024 reageren op het Voornemen en het Participatieplan. In deze periode kunt u deze documenten bekijken op www.rvo.nl/netuitbreiding-maasbracht-eindhoven.
U kunt op drie manieren reageren.

1. Bij voorkeur digitaal: via www.rvo.nl/netuitbreiding-maasbracht-eindhoven
2. Per post:
   Bureau Energieprojecten
   Inspraakpunt Hoogspanningsverbinding 380 kV Maasbracht–Eindhoven
   Postbus 111
   9200 AC Drachten

Wilt u uw brief ondertekenen en uw adres vermelden? Dan sturen wij u per brief een ontvangstbevestiging.

3. Voor het opnemen van mondelinge reactie is er tijdens de inloopbijeenkomst een notulist aanwezig. Ook kunt u op werkdagen tussen 9.00 en 17.00 uur bellen met Bureau Energieprojecten op 070 379 89 79.

Wat gebeurt er met uw reactie?

Uw reactie op het voornemen wordt gebruikt bij het opstellen van de zogenoemde concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau (concept-NRD). In de concept-NRD staat welke tracé-alternatieven in de volgende fase van het project worden onderzocht en hoe het onderzoek wordt gedaan. De concept-NRD zal naar verwachting medio 2025 ter inzage liggen.

Uw reactie op het participatieplan wordt gebruikt om het participatieproces verder uit te werken. Ingediende reacties toetsen we inhoudelijk en bundelen we in een Reactienota. Het participatieplan zal aan de hand van de nieuwe inzichten geüpdatet worden en tegelijk met de Reactienota, en de concept-NRD gepubliceerd worden.

Heeft u hulp nodig?

De overheid vindt het belangrijk dat iedereen mee kan doen. Niet iedereen is even handig met computers. Daarom zijn er Informatiepunten Digitale Overheid. Deze informatiepunten vindt u in de bibliotheken. U kunt er makkelijk binnenlopen om uw vragen over websites van de overheid te stellen. Bijvoorbeeld voor het op de computer bekijken van documenten die bij dit project horen. Vraag ernaar bij de bibliotheek bij u in de buurt. Voor meer informatie kunt u terecht op de website: www.informatiepuntdigitaleoverheid.nl.

Wilt u meer weten?

Meer informatie over de netuitbreiding Maasbracht–Eindhoven en alle bijbehorende documenten vindt u op www.rvo.nl/netuitbreiding-maasbracht-eindhoven en www.tennet.eu/netuitbreiding-maasbracht-eindhoven. Heeft u vragen over de procedure? Bel dan met telefoonnummer 070 379 89 79. Of stel uw vragen tijdens één van de inloopbijeenkomsten.

Opzoektabel mondelinge, schriftelijke en digitale reacties

In onderstaande tabel kunt u met het registratienummer het nummer van de reactie opzoeken. De reacties staan op volgorde van indieningsdatum. Door te klikken op uw reactienummer wordt u automatisch doorverwezen naar de reactie. De reacties zijn opgenomen vanaf pagina 9.

Reacties op voornemen en participatieplan 'Netuitbreiding Maasbracht–Eindhoven'

Registratienummer	Reactienummer
202404596	202404596
202404627	202404627
202404723	202404723
202404733	202404733
202404758	202404758
202404800	202404800
202404867	202404867
202405032	202405032
202405039	202405039
202405042	202405042
202405043	202405043
202405060	202405060
202405067	202405067
202405068	202405068
202405070	202405070
202405076	202405076
202405081	202405081
202405088	202405088
202405109	202405109
202405119	202405119
202405152	202405152
202405175	202405175
202405179	202405179
202405187	202405187
202405191	202405191
202405257	202405257
202405269	202405269
202405282	202405282
202405331	202405331
202405361	202405361
202405386	202405386
202405387	202405387
202405388	202405388
202405394	202405394
202405439	202405439
202405440	202405440

202405441	202405441
202405458	202405458
202405459	202405459
202405460	202405460
202405461	202405461
202405462	202405462
202405463	202405463
202405464	202405464
202405465	202405465
202405486	202405486
202405529	202405529
202405530	202405530
202405531	202405531
202405533	202405531 (eensluidend)
202405537	202405537
202405553	202405553
202405555	202405555 (eensluidend)
202405605	202405605
202405816	202405816
202405985	202405985
202405987	202405987
202406233	202406233
202406236	202406236
202406238	202406238
202406239	202406239
202406240	202406240
202406241	202406241
202406242	202406242
202406243	202406243
202406244	202406244
202406245	202406245
202406246	202406246
202406247	202406247
202406248	202406248
202406249	202406249
202406254	202406254
202406255	202406255
202406256	202406256
202406257	202406257
202406258	202406258
202406259	202406259
202406260	202406260
202406261	202406261
202406262	202406262
202406263	202406263

202406264	202406264
202406265	202406265
202406266	202406266
202406268	202406268
202406269	202406269

Alfabetisch overzicht organisaties en reacties

Reacties op voornemen en participatieplan 'Netuitbreiding Maasbracht–Eindhoven'

Reactienummer	Organisatie
202406233	Beschermd dorpsgezicht Mierlo, Mierlo
202405441	Burgerplatform Bezorgde Burgers Brachterbeek, Maasbracht
202406258	Burgerplatform Bezorgde Burgers Brachterbeek, Maasbracht
202405361	CDM, Herten
202405191	Cooperatie Duurzaam Maasgouw CDM en REScoop Limburg, Herten
202406268	Gemeente Deurne, College van Burgemeester en Wethouders, Deurne
202406269	Gemeente Maasgouw, College van Burgemeester en Wethouders, Maasbracht
202406247	Gemeente Nuenen c.a., College van Burgemeester en Wethouders, Nuenen
202406249	Gemeente Someren, College van Burgemeester en Wethouders, Someren
202405394	GroenLinks - Heeze Leende, Heeze
202405537	Intitiatiefgriep hoogspanning Heeze, Heeze
202406257	Provincie Limburg, Gedeputeerde Staten, Maastricht
202406255	Stichting Behoud Leefmilieu Limburg, Heythuysen
202406265	Stichting InnEssence Stokershorst, Nederweert-eind

Reactie 202404596 tot en met 202406269

Verzonden: 10/4/2024 11:01:48 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Goedemorgen,

Inzake de voorgenomen 380 KV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven komt het mij voor dat de inwoners in de omgeving van de Clauscentrale in Maasbracht en de directe omgeving, onder andere de dorpen Heel en Beegden, mogelijk opnieuw geconfronteerd worden met grote hoeveelheden aan straling, indien deze hoogspanningsmasten door hun achtertuin gaan lopen.

Om deze reden komt het mij voor dat uitsluitend de door u in het voornemen genoemde eerste optie, zijnde

(...) Een tracé aan de westzijde van het zoekgebied, gebundeld met de A2 en/of de bestaande 150 kV-hoogspanningsverbindingen (...)

de enige optie is, aangezien deze parallel kan lopen aan de A2 en dan ook ten westen van de bestaand hoogspanningsverbinding Maasbracht-Eindhoven. Op deze wijze loopt deze nieuwe verbinding door dunbevolkt gebied en wordt er zo weinig als mogelijk schade toegebracht.

Verzonden: 10/5/2024 6:03:49 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Beste lezer,

Ik woon 400m van het hoogspanningsstation in Eindhoven aan de Daalakkersweg. Ik begrijp dat het hele traject nog vastgesteld moet worden, maar ik neem aan dat het stukje van de aansluiting op de Daalakkersweg er al wel zal liggen. Zeker in verband met de kabeltrajecten die er al liggen.

Ik kan echter op uw site nergens een meer gedetailleerde kaart vinden met genoemde aansluiting.

Wanneer die al beschikbaar is zou ik daarvan graag een tekening krijgen.

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Verzonden: 10/9/2024 1:25:37 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam:
Tussenvoegsel(s):
Voorletters:
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Bedrijf
(Mede) namens:
Organisatie: [redacted]

Uw reactie:

Bij deze willen we reageren op het plan van de hoogspanningskabel in ons gebied. Er zijn onderzoeken dat dit mogelijk invloed kan hebben op gezondheid. Wij maken bezwaar tegen het plan.

101843236_10296070_inbound2346603488035641044.jpg

In 2022 gaf de Gezondheidsraad aan dat er ook bij volwassenen aanwijzingen zijn voor een verband tussen blootstelling aan magneetvelden bij bovengrondse hoogspanningslijnen en een verhoogd risico op leukemie. Dat staat in het advies : 'Hoogspanningslijnen en gezondheid: kanker bij volwassenen '. 25 apr 2023

Verzonden: 10/9/2024 3:25:23 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Ik heb gelezen waarom u vindt dat het nieuwe tracé minimaal 70 m van het bestaande tracé verwijderd moet zijn (omvalcriterium). Ik wil u in overweging geven om een nóg grotere afstand in acht te nemen, en die overweging vat ik samen in het begrip 'kwetsbaarheid'. Als er een lokale 'ramp' plaats heeft, zou het immers treurig zijn als beide leidingen tegelijkertijd het loodje leggen; door ze verder van elkaar te leggen, is de kans daarop kleiner. Bij een lokale 'ramp' kunt u denken aan plaatselijke weersextremen, maar bijvoorbeeld ook aan sabotage-acties of erger (oorlogsituaties bijv.).

Verzonden: 10/10/2024 5:31:44 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

1. Derving woongenot

2. Dwars door natuurgebied De Zegge in Eindhoven met bijzondere fauna en flora die je nergens anders aantreft.

3. Dwars door waardevol Brabants landschap in omgeving van Collseweg/Molendijk/Schuurstraat in Eindhoven waar velen fietsen, wandelen.

4.Geluidsoverlast

5.Gezondheidsgevaar omwonenden

6. Lichtvervuiling

7. Horizonvervuiling

8. Terreurgevaar i.v.m. doelwit hoogspanningsstation Daalakkerseweg

In Van Gogh National Park is de leuze "Er groeit iets moois" en dan hoort dit voornemen absoluut niet toe. Laat men in Limburg zelf een hoogspanningsstation bouwen.

Verzonden: 10/11/2024 5:34:46 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Uitbreiding is noodzakelijk, echter dit landschaps-ontsierende en gezondheids-bedreigende bovengrondse netwerk is anno 2024 zeker niet wenselijk.

Verzonden: 10/14/2024 8:57:26 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Sluit graag aan vanwege mogelijke schade aan mens en welzijn vanuit regelgeving en handhaving hiervan.

Verzonden: 10/16/2024 7:58:52 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Geen hoogspanningskabel door een woonwijk in ons geval Gijzenrooi.

Vanwege gezondheidsargumenten.

Verzonden: 10/16/2024 8:10:54 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens: Mede namens echtgenoot [redacted]
Organisatie:

Uw reactie:

Via de publicatie op www.rvo.nl heb ik vernomen dat er mogelijk plannen zijn om hoogspanningslijnen over mijn woonwijk Gijzenrooi te plaatsen. Hierbij wil ik formeel reactie geven tegen deze plannen.

Redenen van reactie:

1. Gezondheid en veiligheid: verhoogd risico op ernstige ziekten

Uit verschillende wetenschappelijke onderzoeken blijkt dat langdurige blootstelling aan elektromagnetische velden (EMV) van hoogspanningslijnen mogelijk schadelijk kan zijn voor de gezondheid. Een aantal studies wijst op een verhoogd risico op leukemie bij kinderen die in de nabijheid van hoogspanningslijnen wonen. Hoewel de exacte relatie tussen EMV en gezondheid nog steeds onderwerp is van wetenschappelijk debat, heeft het RIVM inmiddels aangegeven dat er aanwijzingen zijn dat er verband is tussen blootstelling aan magneetvelden bij bovengrondse hoogspanningslijnen en een verhoogd risico op leukemie bij volwassenen. Ook zijn er sterke aanwijzingen dat kinderen die langdurig aan deze straling worden blootgesteld, een groter risico lopen op het ontwikkelen van acute lymfatische leukemie.

Daarnaast suggereren sommige onderzoeken dat er andere gezondheidsrisico's kunnen zijn, zoals verhoogde kansen op neurologische aandoeningen, hartproblemen en bepaalde vormen van kanker. Het feit dat er nog geen volledige zekerheid is over de langetermijneffecten maakt het bijzonder zorgwekkend om een dergelijke infrastructuur in dichtbevolkte woonwijken te plaatsen.

2. Waardevermindering van vastgoed

De aanwezigheid van hoogspanningsmasten in de directe omgeving van woningen kan leiden tot een significante waardevermindering van het onroerend goed. Kopers hechten waarde aan een veilige, gezonde leefomgeving, en de aanwezigheid van hoogspanningslijnen kan deze perceptie negatief beïnvloeden.

3. Visuele impact en aantasting van het woonklimaat

Hoogspanningsmasten hebben een negatieve impact op het landschap en de uitstraling van de woonwijk. De masten verstoren het visuele karakter van de wijk en kunnen leiden tot een afname van de leefkwaliteit voor de huidige en toekomstige bewoners.

4. Alternatieve routes en oplossingen

Ik verzoek u tevens om te onderzoeken of er alternatieven zijn, zoals het ondergronds aanleggen van de hoogspanningslijnen of het kiezen van een route die minder impact heeft op woonwijken. Dit kan zowel de gezondheid van de bewoners als de waarde van hun woningen beschermen.

Gezien bovenstaande bezwaren, verzoek ik u vriendelijk om de plannen te heroverwegen en alternatieven te onderzoeken die geen directe gevolgen hebben voor de gezondheid en het welzijn van de bewoners van Gijzenrooi. Indien deze toch doorgezet worden zal ik formeel bezwaar maken en uw standpunt aanvechten met alle mogelijkheden die er voor handen zijn.

Ik hoor graag van u hoe mijn reactie in behandeling zal worden genomen en wat de vervolgstappen zijn. Mocht u aanvullende informatie van mijn kant nodig hebben, dan ben ik uiteraard bereid deze te verstrekken.

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Verzonden: 10/16/2024 8:32:20 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Ik schrik van de mogelijke plannen voor een hoogspanningslijn in Eindhoven zuid, dwars over de bestaande woonwijk Stratum en Gijzenrooi. Naar mijn idee is het ongezond om zo dichtbij hoogspanning te wonen en te leven. Ik verzoek u nadrukkelijk om andere mogelijkheden te onderzoeken. Uiteindelijk willen we in de maatschappij toch liever naar minder dan naar meer stroomverbruik. Laten we daaraan werken!

Verzonden: 10/16/2024 8:37:54 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Bedenk aub dat we hier in Gijzenrooi (Stratum Eindhoven) echt geen kankerverwekkend ding boven ons hoofd willen hebben hangen!

Herrie, gezoem…lelijk!

Prachtig natuurgebied en dan komen dit soort plannen…

Waanzin!

Verzonden: 10/16/2024 9:52:21 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Verenigd Koninkrijk
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

I would like to raise.my concerns and objections to the over head lines being positioned close to my house and through the gijzenrooi neighbourhood

Verzonden: 10/16/2024 10:35:43 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens: Buurtbewoners en zendamateurs
Organisatie:

Uw reactie:

Bij deze dienen wij buurtbewoners en de regionale zendamateurs o.a. omgeving Eindhoven bezwaar aan dat er een hoogspanninhslijn door.de woonwijk tivoligaat lopen. Dit omdat dit extra storing met zich mee brengt op HF (hoogfrequent gebied) waardoor wij gelicencueerde zendamateurs te veel storing gaan ondervinden en Dit onze hobby de nek om doet. Aangezien wij gene 27 mc er's zijn maar gelicenceerde zendamateurs. Wij staan ook geregistreerd bij de overheid. En het RDI. Wij willen u vragen als dese verbinding er moet komen deze door het natuurgebied langs de a67 te leggen en eventueel over de strayumse heide (dus om tivoli en gijzenrooi heen) en dus niet door de woonwijk. Ondertekende [redacted] Namens de buurtbewoners en de regionale Zendamateurs.

Verzonden: 10/16/2024 10:48:44 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Ik ben er tegen!

Verzonden: 10/16/2024 11:04:19 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Ook wij, en de rest van de buurt zijn hier streng op tegen!

Verzonden: 10/17/2024 2:31:22 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens: Gauw optyfe met je onzin!!! Zulke shit hoort niet over woonwijken te gaan... Geef de mens de geheimen van zero point energy die Nicola Tesla ontstolen werden...
Organisatie:

Uw reactie:

Stop de verkrachting, geef vrijheid!!!

Verzonden: 10/17/2024 9:07:20 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Maak bezwaar tegen hoogspanningslijn door Tivoli en Gijzenrooij. Dit veroorzaakt hoogfrequent storing waardoor wij de hobby als zend en luister amateur niet meer kunnen uitoefenen. De hoogfrequent storing kan ook storing veroorzaken op zonnepanelen draadloze netwerken/draadloze apparatuur enz enz

Beter Alternatief zou zijn dat de hoogspanningslijn beter door het bos en eventueel over de Stratumseheide kunnen laten lopen dan om/over de woonwijk heen

Verzonden: 10/17/2024 11:25:26 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Aan TenneT en betrokken instanties,

Als bezorgde wijkbewoner wil ik graag mijn ernstige zorgen uiten over het voornemen om een 380 kV hoogspanningsverbinding aan te leggen tussen Maasbracht en Eindhoven. Het is verontrustend te vernemen dat onze woonwijken Gijzenrooi, Tivoli en Schuttersbos in het zoekgebied vallen en mogelijk onder de route van deze verbinding komen te liggen.

Uit onderzoek van de Gezondheidsraad blijkt dat er een mogelijk verband is tussen blootstelling aan hoogspanningslijnen en een verhoogd risico op kanker bij volwassenen. In hun studie "Hoogspanningslijnen en gezondheid: kanker bij volwassenen", wordt specifiek gewezen op de onzekerheden en potentiële risico's van langdurige blootstelling aan elektromagnetische velden van hoogspanningslijnen. Hoewel de relatie tussen kanker en hoogspanningslijnen nog niet volledig is bewezen, moeten we als gemeenschap voorzichtig zijn en de volksgezondheid vooropstellen. De volledige studie is beschikbaar via de website van de Gezondheidsraad: https://www.gezondheidsraad.nl/onderwerpen/straling/alle-adviezen-over-straling/hoogspanningslijnen-en-gezondheid-kanker-bij-volwassenen.

Ik begrijp dat we te maken hebben met een overvol elektriciteitsnetwerk en dat er naar oplossingen gezocht moet worden om de energietransitie te ondersteunen. Dit is een uitdaging waar we gezamenlijk voor staan. Echter, ik verzoek u dringend om bij het zoeken naar oplossingen woonwijken te mijden of de verbinding ondergronds aan te leggen om de gezondheid en veiligheid van bewoners te waarborgen.

De mogelijke risico's voor de gezondheid van ons en onze kinderen door het wonen onder hoogspanningslijnen kunnen niet genegeerd worden. Daarnaast maak ik me zorgen over de leefbaarheid van onze wijk en de impact op de waarde van onze woningen. Ik verzoek u met klem om alternatieve routes te overwegen die minder dicht bij woonwijken liggen, of om te kiezen voor ondergrondse verbindingen.

Wij hopen dat u als verantwoordelijke instantie onze zorgen serieus neemt en ons actief betrekt in het verdere besluitvormingsproces.

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Bezorgde wijkbewoner Gijzenrooi, Eindhoven

Verzonden: 10/17/2024 4:41:57 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Een ieder weet dat deze Netuitbreiding niet over woonwijken mag gebeuren.

We leven in 2024 waar kennis over de lichamelijke en geestelijke schade van deze netwerken bekend zijn, daarom is het bewust plaatsen van dit netwerk een doelbewuste aanslag op de betreffende woonwijk.

Het voorstel is daarom ook ongepast en valt onder opruiing.

Verzonden: 10/17/2024 6:56:18 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens: [redacted] (echtgenoot)
Organisatie:

Uw reactie:

Beste,

Ik ben bekend met de huidige problematiek omtrent het stroomnet dat overvol raakt. Ik snap ook dat hier keuzes in gemaakt moeten worden waar niet iedereen blij mee is. Wel hoop ik dat de gezondheid van de bewoners in acht genomen wordt. Met wat er al bekend is over de effecten van zo'n hoogspanning op de gezondheid, mag ik aannemen dat het complete waanzin is om zon dergelijke lijn boven een woonwijk te plaatsen.

Verzonden: 10/17/2024 11:08:03 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Zoals ik heb begrepen bestaat de kans dat de elektrischiteits kabels/masten door een woonwijk (Gijzenrooi) komen te lopen.

Bekend is, dat dit voor de omwonenden gezondheidsrisico's oplevert. Dit is niet acceptabel.

Verzonden: 10/21/2024 1:48:02 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Ik ben tegen hoogspanningsmasten

Verzonden: 10/21/2024 3:36:23 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Toevoegen aan uw adreslijst:

Stichting Behoud Leefmilieu Limburg

Stichting Studiegroep Leudal en omstreken

Stichting Leefbaar Buggenum, Haelen, Horn en Nunhem

Stichting Duurzaam Zevenellen

Stichting Duurzaam Neer

Verzonden: 10/22/2024 4:01:17 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Helaas zit is de noordkant (Eindhoven Oost, Geldrop, Mierlo, Helmond-Brandevoort) van dit traject redelijk vol. Daarom de eerste vraag of er ook gekeken is naar een een traject waarbij de nieuwe 380kV naar het verdeelstation Eindhoven Oost via de A270 weg te laten lopen en deze aan te laten sluiten op de N279 (Helmond Oost).

Het knelpunt is dus de oversteek bij de band Eindhoven-Oost, Geldrop-Mierlo, Helmond-Brandevoort. Bij Delft en Pijnackedat ligt een 380kV traject voor 10km onder de grond. Ik stel voor om dat op dit specifiek traject ook te doen zodat de overlast gelimiteerd wordt. B.v. een ondergronds stuk vanaf de A67 naar het Eindhovenskanaal (circa 3.5km)

Vanuit een persoonlijke situatie. Op dit moment loopt de bestaande 150kV verbinding al over mijn erf. Gezien de huidige Nederlandse richtlijnen om de hoogspanningsmasten buiten de bebouwde kom te houden is dit al onwenselijk. Daarbij is er een overlap met het naar de nieuwe ondergrondse 150kV verbinding. Dus persoonlijk ben ik geen voorstander om een nieuwe 380kV dichtbij de bebouwde kom van Geldrop te laten lopen.

Verzonden: 10/22/2024 5:01:46 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Energie Cooperatie Duurzaam Maasgouw en REScoop Limburg
(Mede) namens: Besturen CDM en REScoop Limburg
Organisatie: Cooperatie Duurzaam Maasgouw CDM en REScoop Limburg

Uw reactie:

graag willen we volledige informatie over investeringen, uitbreiding en gebouwen en het tijdspad dat u voor ogen staat maar ook de wijze waarop u bewonersparticipatie vorm en inhoud denkt/wenst te geven

Verzonden: 10/23/2024 9:02:57 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens: [redacted]
Organisatie:

Uw reactie:

Ik dien bezwaar in

Verzonden: 10/24/2024 12:05:44 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Geen hoogspanningskabels in de wijk Gijzenrooij.

Verzonden: 10/24/2024 6:51:43 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Beste ministerie, wij willen graag meedenken in een oplossing maar ook onze reactie geven op het zoekgebied. Waarom worden er geen "wintrack masten" toegepast om daarmee de stralingen voor de omgeving kleiner te maken?

Daarnaast is het wellicht het handigste om deze nieuwe 380kV verbinding naast de huidige 150kV verbinding aan te leggen? Hiermee wordt overlast op andere plekken (dorpen en sportparken) voorkomen.

Verzonden: 10/25/2024 6:53:12 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Uitbreiding niet gewenst. Er bevindt zich momenteel al een hoogspanningsleiding aan voorzijde/Noordzijde woning [redacted]) en aan Westzijde wijk (omgeving Kromme Haagdijk) te Helmond.

Uitbreiding aan Zuidzijde (Omgeving Eindhovens Kanaal) zou betekenen dat complete wijk " de Akkers" rondom voorzien zou worden van hoogspanningsleidingen met alle gezondheidsrisico's als gevolg.

Verzonden: 10/28/2024 12:50:14 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Energie Cooperatie Duurzaam Maasgouw CDM
(Mede) namens: Bestuur CDM
Organisatie: CDM

Uw zienswijze/reactie:

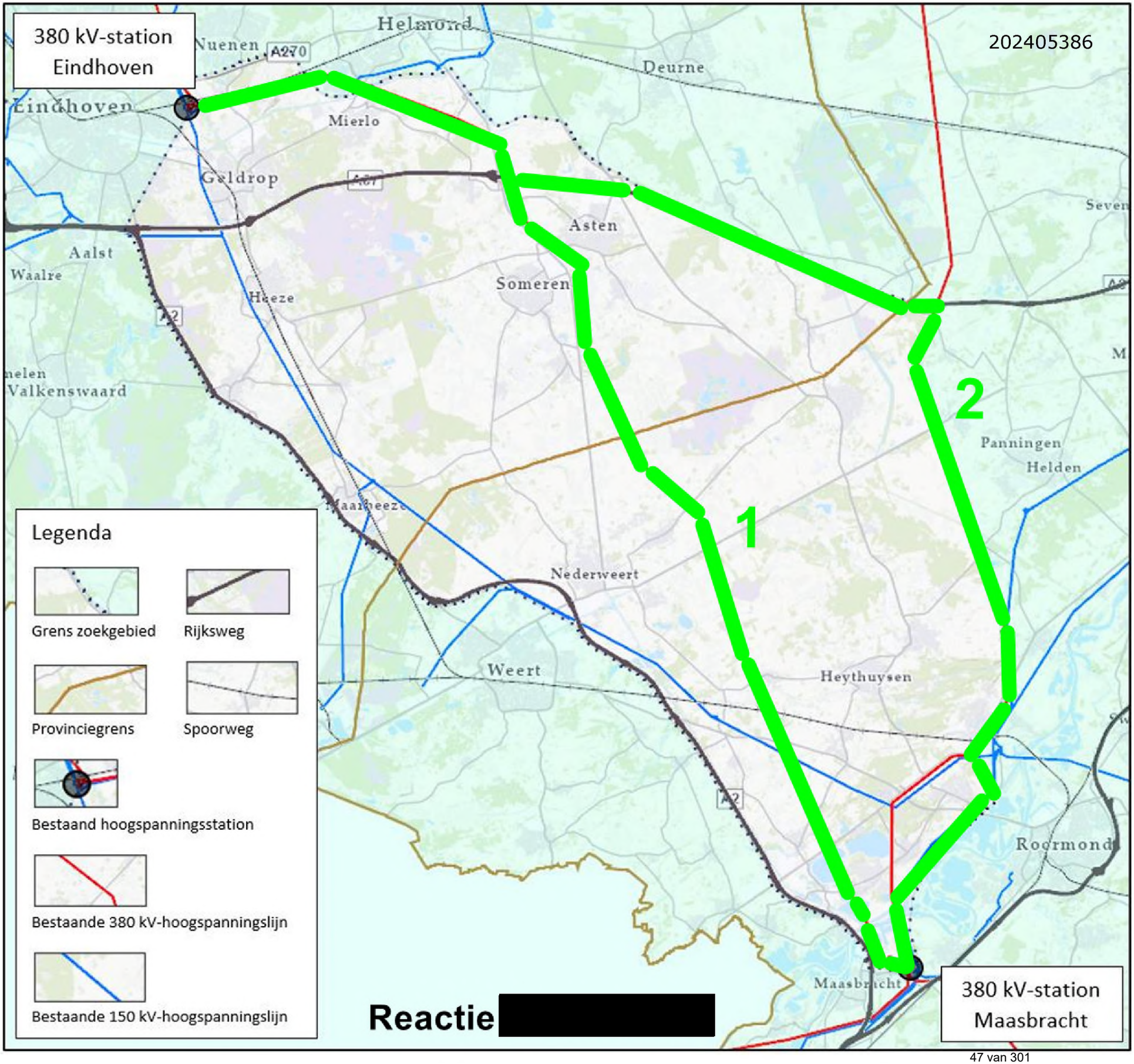
Naar aanleiding van de informatie avond op 30 okt aanstaande en mede na overleg met het buurtcommitee zal CDM een reactie geven en vragen stellen

Verzonden: 10/29/2024 11:05:43 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Zoveel mogelijk gebruik maken van bestaande tracés en natuurrijke omgevingen vermijden, bijv. de Grote Peel en het Kanaal van Deurne.

102116846_10338035_Reactie[redacted].jpg



<u>Afbeelding 4:</u> Zoekgebied nieuwe bovengrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding

Verzonden: 10/29/2024 11:08:28 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik woon op dit moment op 700 meter de bestaande 380kV lijn. Ik ben tegen de komst van een tweede lijn op dit tracé, omdat ik waardevermindering van mijn woning vrees. Ook ben ik bang voor schade aan mijn gezondheid. Ook is mijn vertrouwen in de onderzoeken lager omdat de gemeente Nederweert het niet zo nauw neemt met de onderzoeken naar fijnstof. Ook ben ik bang voor geluidsoverlast als de hoogspanningsmasten dichtbij komen te staan. Als de nieuwe verbinding ten oosten van de bestaande 380kV lijn komt, neemt dit een deel van mijn bezwaren weg.

Verzonden: 10/29/2024 11:10:25 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

De gemeente Leudal heeft mij niet op de hoogte gebracht van dit project, terwijl het wel de inwoners van Leudal raakt.

Verzonden: 10/29/2024 3:37:20 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Politiek
(Mede) namens:
Organisatie: GroenLinks - Heeze Leende

Uw zienswijze/reactie:

Ik heb een aantal aanvullingen die betrekking hebben op bijlage 1 (het overzicht van te betrekken organisaties) van het voornemen en participatieplan. Te weten:

- bij de natuur- en milieuorganisaties: de "lokale afdelingen" van het IVN in het zoekgebied (in mijn gemeente betreft dit IVN Heeze - Leende). https://www.ivn.nl/afdeling/heeze-leende/

- bij de dorpsraden enz.: in mijn gemeente betreft dit: de dorpsraden van Leende en Sterksel en de kernraad van Leenderstrijp.

Daarnaast ontbreekt Brabant Water in de lijst met overheden.

Groet

[redacted]

Daarnaast zou ik graag de nieuwsbrief van het project gaan ontvangen. E-Mail:
[redacted]

Verzonden: 10/31/2024 6:34:03 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Wij willen dat de toekomstige lijn ondergronds wordt aangelegd. Ook de bestaande, opgewaardeerde lijn moet ondergronds worden verlegd. Mijn zoon die binnen 50 meter van de bestaande lijnen woont wordt gek van het geluid en de straling. Wij worden niet door TenneT serieus genomen. Wij worden lachend te woord gestaan met de mededeling: 'beleid is beleid'.

Verzonden: 10/31/2024 6:36:09 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Hoogspanningslijn 2 loopt vlak (op 50 meter) langs mijn huis. Als de nieuwe verbinding er komt dan moet deze ondergronds worden aangelegd. Deze eis geldt ook voor de bewoners van de Elzenweg. Als de verbinding ondergronds wordt aangelegd, dan is dit ook een oplossing voor de geluidsoverlast die wij nu ervaren.

Verzonden: 10/31/2024 6:41:00 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Buurt en/of bewonersorganisatie
(Mede) namens:
Organisatie: Burgerplatform Bezorgde Burgers Brachterbeek

Uw zienswijze/reactie:

Tijdens de vraag en antwoordsessie van het Webinar wat ik heb gevolgd werd ons gevraagd suggesties te geven voor de aan te leggen verbinding. Wij hebben toen gepleit voor op zijn minst een stuk ondergrondse verbinding tot aan het transformatorstation.

Tot mijn verbazing lees ik nu dat in het Voornemen onder paragraaf 2.4 (uitgangspunten) lees ik dat in tegenspraak tot onze reactie bij het Webinar, ondergrondse verbindingen bij de uitgangspunten zijn uitgesloten.

Bijlage: tekening (foto)

102143788_10342404_Reactie_[redacted].jpg

Mijn ondergronds

HoogspanningsNet Netkaart

Versie 6.2

Verzonden: 10/31/2024 2:15:00 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik wil dat bij het kiezen van een nieuw hoogspanningstracé rekening wordt gehouden met de al bestaande energiebronnen. Ik doel daarbij op de windparken. Ik woon 750 meter van de dichtstbijzijnde windturbine. In de nacht hoor ik geluid van de windmolens en ik heb ook last van slagschaduw. Als er hoogspanningsmasten bijkomen, is dit erg veel voor onze woonomgeving. Ik vraag u hiermee rekening te houden, zodat de overlast niet groter wordt.

Verzonden: 10/31/2024 2:17:33 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik vraag u dringend rekening te houden met het bewoond gebied. Wij willen niet dat de nieuwe verbinding dicht bij onze woning komt te lopen. Wij wonen in het buitengebied. Aangezien hoogspanningsverbindingen veelal door het buitengebied lopen, willen wij dat u rekening houdt met onze woning aan de [redacted]

De bestaande verbinding die nu wordt verzwaard, loopt op 700 meter afstand van onze woning. Wonen in een magneetzone is ongezond.

Verzonden: 10/31/2024 2:19:10 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik heb zorgen over een nieuwe hoogspanningsverbinding. Ik wil niet dat deze verbinding over of dicht bij mijn woning komt. De nieuwe verbinding mag beslist niet dichter bij mijn woning komen dan de bestaande verbinding. Ik woon op circa 200 meter van deze bestaande verbinding. Wonen in de buurt van een magneetveld is ongezond.

Verder wil ik mijn zorgen kwijt over de communicatie over hoogspanningsprojecten in de omgeving. De gemeente Leudal moet de communicatie met haar inwoners actiever oppakken. Ik ben bij toeval door een familielid geïnformeerd over de informatiebijeenkomsten over dit project.

Verzonden: 10/31/2024 2:20:35 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik heb zorgen over een nieuwe hoogspanningsverbinding. Ik wil niet dat deze verbinding over of dicht bij mijn woning komt. De nieuwe verbinding mag beslist niet dichter bij mijn woning komen dan de bestaande verbinding. Ik woon op circa 60 meter van deze bestaande verbinding. Wonen in de buurt van een magneetveld is ongezond.

Verder wil ik mijn zorgen kwijt over de communicatie over hoogspanningsprojecten in de omgeving. De gemeente Leudal moet de communicatie met haar inwoners actiever oppakken. Ik ben bij toeval door een familielid geïnformeerd over de informatiebijeenkomsten over dit project.

Verzonden: 10/31/2024 2:23:02 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Bedrijf
(Mede) namens:
Organisatie: [redacted]

Uw zienswijze/reactie:

Ik wil dat bij de aanleg van een nieuwe hoogspanningsverbinding rekening wordt gehouden met mijn glastuinbouwbedrijf. Wanneer hoogspanningsverbindingen over glastuinbouwbedrijven lopen, veroorzaken de ijspegels die in de winter aan de lijnen hangen, schade aan het glas en de gewassen die in de kassen gekweekt worden.

Voor ijspegels hoeft het geen winter te zijn als bij een Elfstedentocht. Lichte vorst is al voldoende voor grote ijspegel-schade aan glas en gewas.

Verzonden: 10/31/2024 2:25:15 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik wil dat bij de werkzaamheden voor deze nieuwe verbinding rekening wordt gehouden met de inwoners en in het bijzonder de mobiliteit. Bij de huidige projecten is sprake van langdurige wegafsluitingen, tot soms een jaar lang. Ik wil dat de communicatie hierover naar de bewoners van Brachterbeek helder is. Zodat we weten waar we aan toe zijn en waarom.

Verzonden: 10/31/2024 2:27:38 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik vind deze avond (30 oktober 2024) in Maasbracht geen goede bijeenkomst. Ik wil dat in het vervolg plenaire bijeenkomsten worden georganiseerd over de nieuwe verbinding Maasbracht – Eindhoven en in het algemeen voor dergelijke projecten in het land. In een plenaire bijeenkomst kunnen we vragen stellen, die alle aanwezigen in de zaal dan horen. Ook hoort iedereen dan hetzelfde antwoord, waar we dan weer op kunnen reageren.

Verzonden: 10/31/2024 2:29:09 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik wil dat de leidingen voor de nieuwe verbinding onder de grond worden aangelegd. Ten Oosten van de Clauscentrale, tussen het afvoerkanaal en de Linnerweerd. En dat oude bestaande verbindingen die nu bovengronds lopen ook ondergronds gaan. Deze kunnen parallel aan de nieuwe verbinding lopen en aan de andere kant van de Maas bovengronds komen.

Verzonden: 10/31/2024 5:27:21 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik wil mijn ernstige bezwaren uiten tegen de geplande elektriciteitsmasten in onze wijk. Ik maak mij zorgen over de mogelijke negatieve effecten op zowel de gezondheid van bewoners als de natuur in de omgeving. Daarnaast ben ik ervan overtuigd dat de komst van deze masten zal leiden tot een waardevermindering van onze woningen. Wat een grote impact zal hebben op ons en onze leefomgeving.

1 gezondheidsrisico’s

2natuurlijke impact en verstoring van het ecosysteem

3 waardevermindering van woningen

Ik verzoek u dan met klem om de plannen voor het plaatsen van deze masten in onze wijk te herzien en zoekt naar een andere oplossing

Verzonden: 11/1/2024 10:45:13 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

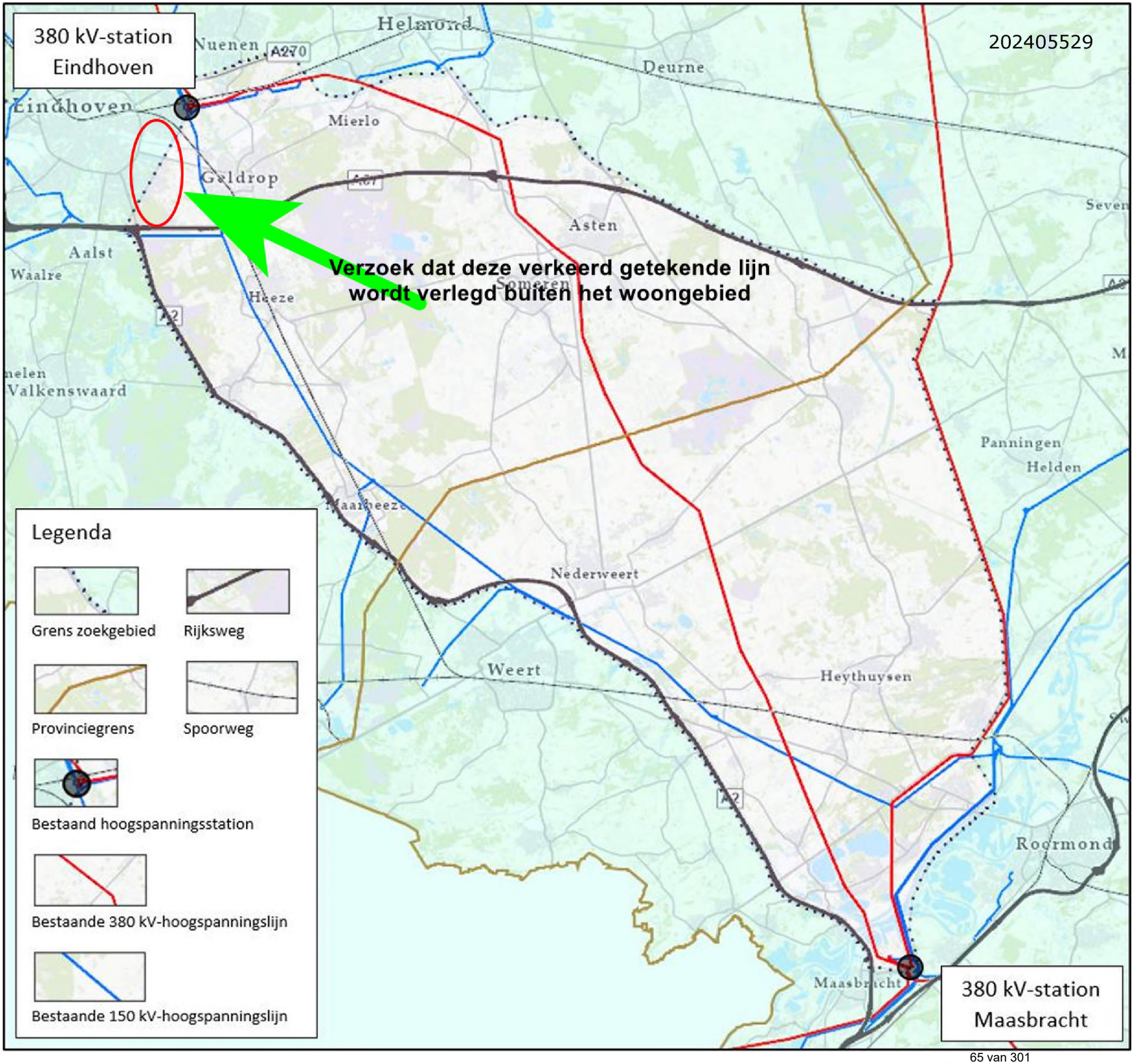
Uw zienswijze/reactie:

Wij hebben van TenneT begrepen dat de zwarte stippellijn die een gebied weergeeft zoals aangeven op de bijlage verkeerd is ingetekend. Een hoogspanningskabel mag nimmer en zal ook niet door een woonkern/woonwijk heen lopen. De zwarte stippellijn die nu is ingetekend loopt door de woonkern/woonwijk heen. TenneT heeft dit tijdens de inloopbijeenkomst ook erkend fout te hebben ingetekend en deze fout te herstellen.

In een volgende versie van de tekening zal de zwarte stippellijn ver buiten de woonwijk Gijzenrooij aflopen om misverstanden te voorkomen.

Bijlage: tekening

102165636_10345778_Reactie_[redacted]_Heeze.jpg



Afbeelding 4: Zoekgebied nieuwe bovengrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding

Verzonden: 11/1/2024 10:46:44 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik wil weten wat de technische verschillen zijn tussen de aanleg van een hoogspanningsverbinding ondergronds ten opzichte bovengrondse aanleg. Ook wil ik weten wat het kostenverschil is tussen beide manieren van aanleg.

Verzonden: 11/1/2024 10:49:56 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Bij mijn woning loopt nu een 150kV hoogspanningsverbinding. Ik maak er bezwaar tegen als een toekomstig tracé betekent dat de bestaande verbinding wordt verzwaard naar 380kV. Dit vind ik niet gezond en niet rechtvaardig. Ik juich het voorstel van de gemeente toe om de hoogspanningsverbinding ondergronds aan te leggen.

Verzonden: 11/1/2024 2:04:35 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Buurt en/of bewonersorganisatie
(Mede) namens: De leden van de initiatiefgroep
Organisatie: Intitiatiefgriep hoogspanning Heeze

Uw zienswijze/reactie:

Met dank aan de info bijeenkomst op do 41 okt in het Perron in Heeze. Hierbij een korte schriftelijke reactie op de diverse ontwikkelingen in onze buurt.

- we kregen een bevestiging van de ontwikkeling die gaande is over het stuk verkabeling van de huidige 150 KV hoogspanningslijn. In 2025 wordt het basisontwerp gemaakt na ondertekening van de offertevan Tennet. De gemeente Heeze-Leende verwacht die binnenkort van jullie (info van [redacted] onze contactpersoon bij onze gemeente).

- we willen de nieuwe 380 KV hoogspanning bij de huidige A2 of buitenom Heeze tussen Asten en Someren.

- de aanleg van de 2de 150 KV hoogspanning graag buitenom en op afstand (min 150 m van onze rondweg (Muggenberg).

Verzonden: 11/2/2024 12:49:56 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Betreft: Verzoek schrappen wijk Gijzenrooi Eindhoven uit zoekgebied 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven

Na kennisname van het "Voornemen en Participatieplan 380 kV Netuitbreiding Maasbracht - Eindhoven" en bezoek aan de informatieavond in Heeze op 31 oktober jongstleden wil ik graag verzoeken om de woonkern Gijzenrooi in Eindhoven te schrappen uit het zoekgebied voor de 380 kV netuitbreiding.

Op de informatieavond van 31 oktober jongstleden in Heeze werd ik door een medewerker van TenneT geïnformeerd dat woonkernen zoveel mogelijk worden vermeden bij het zoeken naar locaties. Bovendien werd door dezelfde medewerker genoemd dat deze wijk eigenlijk niet in het zoekgebied terecht hoort en dat het onwaarschijnlijk is dat over zo'n dichtbevolkte kern de hoogspanningslijnen zouden worden geplaatst. Wij zien dit echter graag bevestigd door het zoekgebied aan te passen.

Deze kwestie gaat ons aan het hart. Ik vind het onbegrijpelijk dat het zoekgebied dwars over een wijk met scholen, kinderopvang en jonge gezinnen gaat. Met mijn partner verwacht ik een kindje. Ik ben 4 jaar geleden in deze wijk komen wonen, waarbij ik destijds al rekening heb gehouden met een veilige afstand van hoogspanningslijnen. De belangrijkste redenen hiervoor zijn de gezondheidsrisico's bij jonge kinderen, zoals een 2,5x hogere kans op leukemie.

Daarnaast suggereren sommige onderzoeken dat er ook gezondheidsrisico's kunnen zijn voor volwassenen, zoals verhoogde kansen op neurologische aandoeningen, hartproblemen en zelfs bepaalde vormen van kanker. Het feit dat er nog geen volledige zekerheid is over de langetermijneffecten maakt het bijzonder zorgwekkend om een dergelijke infrastructuur in dichtbevolkte woonwijken te plaatsen.

Ook de waardevermindering en visuele impact worden aangetast indien deze hoogspanningslijnen dwars door onze wijk zouden lopen.

In de nabijheid van de wijk is voldoende ruimte in minder bevolkte gebieden, met ook al een bestaande 150 kV lijn. Wij verzoeken u daarom daarnaast om te onderzoeken of de hoogspanningslijnen in deze gebieden geplaatst kunnen worden.

Gezien bovenstaande bezwaren, en met name de gezondheidsrisico's, verzoek ik u vriendelijk om het zoekgebied te heroverwegen en alternatieven te onderzoeken die geen directe gevolgen hebben voor de gezondheid en het welzijn van de bewoners van Gijzenrooi Eindhoven. Bijgevoegde kaart toont het genoemde gebied rood omlijnd.

Ik hoor graag van u hoe mijn verzoek in behandeling zal worden genomen en wat de vervolgstappen zijn. Mocht u aanvullende informatie van mijn kant nodig hebben, dan ben ik uiteraard bereid deze te verstrekken.

Met vriendelijke groet,

[redacted]

102176130_10347986_Hoogspanning_380_kV_zoekgebied_Gijzenrooi.JPG

Zoek op adres of postode
Legenda
202405553
Burghplan
Sint Lebuinuslaan
Sint Bonifaciuspark
Geert Grootestraat
Rik Woutersweg
Eindhovenseweg
Eindhovenseweg
Rielsedijk
Riel
Golfclub Riel
Rielseheideweg
Rielsedijk
Witven
Rijsven
Beuven
Rijsven
Sintenbuurt
Erasmuslaan
Nieuwe Erven
Stratum
Heezerweg
Tivolilaan
Diepmeerven
Lisven
Meerbergsven
Tivoli
Leeuwenstraat
Diepmeerven
Gijzenrooi
Leenderweg
Kruidenbuurt
Kerstroosplein
Roostenlaan
Raatven
Pioenroosstraat
Floralaan Oost
Hindelaan
Hertensprong
Elandsgang
Hazenloop
Kanunnikensven
Floralaan West
Wegedoornlaan
Schuttersbosch
Heezerweg
Kanunnikesven
Leenderweg
Sporkenweg
Heksenkruidlaan
RING
Pluslaan
Rielseweg
Riel

Verzonden: 11/3/2024 12:52:32 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw reactie:

Ik zou graag op de hoogte worden gehouden van het project maar zie nergens een in mogelijkheid in te schrijven voor een nieuwsbrief oid. De genoemde link inde folder van Tennet geeft een error.

Verzonden: 11/5/2024 11:50:01 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik heb vanavond tijdens de inloopbijeenkomst kennisgenomen van het zoekgebied voor de nieuwe 380kV-verbinding van Maasbracht naar Eindhoven.

Ik wil dat bij het vinden van het tracé mijn woonkern, De Bulders, wordt ontzien. Ik ben hier gaan wonen voor mijn rust en omdat ik klachten ondervind van straling. Om die reden én omdat er al een andere hoogspanningsverbinding in de omgeving aanwezig is en nog een ondergrondse verbinding wordt onderzocht, wil ik geen nieuwe hoogspanningsverbinding in onze woonkern erbij. U moet te allen tijde voorkomen dat in onze woonkern sprake is van stapeling van hoogspanningsverbindingen en de aanwezigheid van meerdere magneetvelden.

Verzonden: 11/6/2024 2:20:40 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens: [redacted]
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

we maken ons echt zorgen dat de nieuwe hoogspanningsmast net naast dan wel over onze woning en perceel gaat, en de gezondheidsproblemen die daaruit kunnen ontstaan

Verzonden: 11/6/2024 2:23:58 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens: [redacted]
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

we maken ons zorgen over de hoogspanningsmast die naast dan wel over onze woning en perceel gaat en de daaruit volgende gezondheidsproblemen

Verzonden: 11/8/2024 5:43:42 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Buurt en/of bewonersorganisatie
(Mede) namens:
Organisatie: beschermd dorpsgezicht Mierlo

Uw zienswijze/reactie:

graag worden we op de hoogte gehouden van de plannen

i.v.m. geconstateerde straling gevoeligheid

ook zijn er zorgen over waarde daling van onroerend goed

Verzonden: 11/9/2024 1:35:22 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Geachte dame, heer,

Via het webinar heb ik kennis genomen van de voorgenomen netwerkuitbreiding.

De noodzaak voor een dergelijke uitbreiding wil ik niet betwisten.

Maar: wij wonen met ons gezin vrijwel naast het Hoogspanningsstation Eindhoven Oost.

De laatste maanden hebben wij al verschillende voornemens gehoord die in de directe nabijheid van ons woonhuis plaats gaan vinden: uitbreiding van het station zelf, een ondergrondse hoogspanningskabel.

Daarnaast wordt momenteel een van de hoogspanningskabels verzwaard.

Kortom: deze nieuwe hoogspanningsmasten komen daar nog bij.

Wij maken ons daarom zorgen over onze gezondheid, het woongenot en de waarde van ons huis.

Wij willen u daarom vragen daar rekening mee te houden met de aanleg van het nieuwe trace. Meer specifiek hopen we dat het gebied aan de achterzijde van ons huis gespaard blijft van hoogspanningsmasten. Dat is tevens beschermd natuurgebied ("de Collse Zeg") en de Collse watermolen is daar gelegen dus ik neem eigenlijk aan dat dat al bekend is maar bij deze wil ik u dus vragen om daar rekening mee te houden.

Groet,

[redacted]

Verzonden: 11/12/2024 6:57:41 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens: Gezin
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

A.u.b. geen hoogspanning netwerk in onze woonkern!!

Verzonden: 11/12/2024 7:27:56 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik teken bezwaar aan, tegen de hoogspanningslijn boven mijn wijk,.

Verzonden: 11/12/2024 7:40:04 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Graag wijk Gijzenrooi (Eindhoven) uit het zoekgebied schrappen. Dit is een woonkern waar ook kinderdagverblijf zit. Daarnaast loopt de lijn, zoals nu afgebeeld ook dichtbij andere scholen en kinderdagverblijven in de buurt.

Verzonden: 11/12/2024 7:43:10 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik dien bezwaar in tegen de plannen voor het plaatsen van hoogspanningsmasten in onze woonwijk.

Verzonden: 11/12/2024 8:05:04 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik verzoek u om de wijk Gijzenrooi in Eindhoven uit het zoekgebied te schrappen voor hoogspanningslijnen. Evenals de omliggende wijken Schuttersbosch en Tivoli.

Verzonden: 11/12/2024 8:22:55 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens: [redacted]
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Verzoek om onze wijk Gijzenrooi uit het zoekgebied te schrappen, omdat het een 'woonkern' is.

Verzonden: 11/13/2024 7:01:21 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik maak bezwaar. Ik wil zo'n ding niet bij mij in de buurt.

Verzonden: 11/13/2024 7:36:17 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik wil geen hoofdspanningslijn over de wijk. Dat is schadelijk voor de gezondheid van mijn gezin.

Verzonden: 11/13/2024 8:31:29 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Gelieve geen hoogspanningskabels in de buurt van woonwijk.

Ivm opgroeiende kinderen

Verzonden: 11/13/2024 8:52:48 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: Postbus
Huisnummer: 10000
Postcode: 5670 GA
Woonplaats: Nuenen
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: gemeentehuis@nuenen.nl
Als: Overheid
(Mede) namens:
Organisatie: Gemeente Nuenen c.a.

Uw zienswijze/reactie:

1. De gemeente Nuenen is onevenredig bedeeld met hoogspanningsleidingen ten op-zichte van andere gemeenten in het zoekgebied. Er lopen twee hoogspanningsleidin-gen van 380 kV door Nuenen en twee hoogspanningsleidingen van 150 kV. Deze lei-dingen zijn duidelijk zichtbaar in het Dommeldal en bij Landgoed Gulbergen. Gebieden met een landschappelijke en recreatieve meerwaarde.

2. Hierom verzoekt de gemeente Nuenen om het nieuwe tracé niet via het grondgebied van de gemeente Nuenen te laten lopen. Gezien het ruime zoekgebied zijn hiervoor voldoende alternatieven.

3. Indien de keuze voor het tracé toch via Nuenens grondgebied loopt, dan verzoeken de gemeente om de hoogspanningsleiding ondergronds aan te leggen. Het principe dat de nieuwe hoogspanningsleiding bovengrondse dient te worden aangelegd geeft een dusdanige nieuwe belasting van het landschap dat alleen een ondergrondse leiding acceptabel is.

4. Mocht dit onverhoopt niet mogelijk zijn dan verzoekt de gemeente om een reeds be-staande hoogspanningsleiding te vervangen door een nieuwe ondergrondse leiding. Dit is namelijk wel mogelijk bij bestaande 150 kV leidingen.

5. Daarnaast wil de gemeente duidelijkheid om mogelijke compensatie (fysiek of financi-eel) bij de aantasting van het landschap. Hierbij wordt gedacht aan investeringen bij landschappelijke gebiedsontwikkelingen.

Verzonden: 11/13/2024 11:22:36 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens: [redacted]
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Hoogspanningskabels zijn zeer ongewenst boven of nabij onze woonwijk

Verzonden: 11/13/2024 11:55:19 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: Wilhelminaplein
Huisnummer: 1
Postcode: 5711 EK
Woonplaats: Someren
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Overheid
(Mede) namens:
Organisatie: gemeente Someren

Uw zienswijze/reactie:

Bijgevoegd zend ik u de reactie van BenW van de gemeente someren

102336489_10375035_reactie_VenP_380_kV.pdf

GEMEENTE Someren | NATUURLIJK DUURZAAM

Uw brief	4 oktober 2024
Uw kenmerk	
Zaaknummer	0847200575702
Behandelaar	[redacted]
Bijlage(n)	--
Verzenddatum	
Onderwerp	Reactie op Voornemen-en-Participatieplan-380-kV-Netuitbreiding-Maasbracht-Eindhoven

Postadres
Postbus 290
5710 AG Someren

Bezoekadres
Wilhelminaplein 1
5711 EK Someren

Telefoon
0493 - 494 888

Telefax
0493 - 494 850

E-mail
gemeente@someren.nl

Website
www.someren.nl

IBAN rek.nr.
NL56BNGH028.50.07.947

BIC-code
BNGHNL2G

Geachte heer, mevrouw,

Van 4 oktober t/m 14 november ligt het Voornemen en Participatieplan (VenP) van Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven 380 kV ter inzage met de mogelijkheid voor het indienen van een reactie bij het ministerie van Klimaat en Groene Groei via Bureau Energieprojecten.
Wij willen als gemeente Someren gebruik maken van deze gelegenheid.

In het VenP wordt het zoekgebied aangegeven waarbinnen een geschikt tracé voor de nieuwe bovengrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding komt te liggen.
Dit zoekgebied omvat het gehele grondgebied van de gemeente Someren.

Ook worden de uitgangspunten voor het tracé aangegeven in het VenP.
Zo wordt o.a. aangegeven dat:

- De 380 kV-hoogspanningsverbinding vermijdt waar mogelijk gevoelige gebouwen en kruist geen stads- en dorpskernen.
- De 380 kV-hoogspanningsverbinding vermijdt waar mogelijk beschermde natuurgebieden.

Wij willen met deze reactie benadrukken om rekening te houden met toekomstige ontwikkelingen in de gemeente Someren; zoals:

- het mogelijk te ontwikkelen windpark Diepenhoek in het zuiden van de gemeente Someren.
- Het zoekgebied voor mogelijke ontwikkeling van zonneparken tot 2030.
- Woningbouwprojecten ter uitbreiding van Someren Noord, Lierop Zuid, Someren Eind, Someren Heide.
- De mogelijke ontwikkeling van regionaal bedrijventerrein tussen Helmond en Someren.
- Het zoekgebied ter uitbreiding van de recreatie.
- De ruimte voor ruimte woningen.

200661578

Wij vertrouwen er op dat u onze reactie betrekt in uw verdere afweging en besluitvorming.

Hebt u nog vragen over deze brief? Neem dan contact op met ons Klant Contact Centrum, telefoonnummer 0493-494888. Met het zaaknummer 0847200575702 bij de hand kunnen wij u beter van dienst zijn.

Hoogachtend,

burgemeester en wethouders van Someren,

wnd. secretaris [redacted] de burgemeester,

[redacted]

[redacted]

D. Blok

200575702 Omschrijving: **VKA start verkenning nieuw tracé 380 kV-verbinding Maasbracht-Eindhoven**, Zaaktype: **Voor kennisgeving aannemen**

Geplaatst op vergadering: BenW, 5 november 2024 Fase: **Besloten**
Toon minder
Geplaatst door: [redacted] op 28-10-2024 09:09, 3 documenten
Voorstel:
In te stemmen met de voorgestelde reactie op het Voornemen en Participatieplan (VenP) van Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven 380 kV

Type	Doc. nr	Documenttype	Titel/Onderwerp
docx	200661482	Voorstel aan college	Collegevoorstel Reactie op VenP Ne
docx	200661578	Brief	Reactie op Voornemen-en-Participa
pdf	200661555	Rapport	Voornemen-en-Participatieplan-38(

Route: BenW

Uitvoerder	Actie
[redacted]	Paraaf teammanager
[redacted] namens [redacted]	Paraaf gemeentesecretaris

Besluit: Conform met aanpassingen
In te stemmen met de voorgestelde reactie op het Voornemen en Participatieplan (VenP) van Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven 380 kV, met dien verstande dat de voorgestelde tekstuele aanpassingen worden doorgevoerd en het stuk na akkoord door de portefeuillehouder ter kennisname aan de raad wordt verstuurd.

[redacted] is akkoord per mail 8 nov.2024

Graag ondertekenen en retour [redacted]

Verzonden: 11/14/2024 12:18:02 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

graag wil ik reageren op Uw Voornemen en Participatieplan voor dit project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht - Eindhoven.

In elk geval met de wens zo optimaal mogelijk betrokken te worden bij de verdere uitvoering van deze plannen. Op dit moment zijn we ons nog aan het inlezen op de inhoud van een en ander, omdat we niet in de gelegenheid waren bij de inloopbijeenkomsten aanwezig te zijn.

Verzonden: 11/14/2024 12:35:26 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Stichting Behoud Leefmilieu Limburg
(Mede) namens:
Organisatie: Stichting Behoud Leefmilieu Limburg

Uw zienswijze/reactie:

Graag worden wij zo optimaal mogelijk betrokken bij Uw voornemen en plannen.

De stichting heeft ten doel in haar werkgebied ter bescherming of verbetering van de gezondheid van de mens, diens leefomgeving en het milieu, waaronder begrepen de flora en fauna, te voorzien in betrouwbare informatie betreffende de gevolgen, schade en risico's van de realisatie en exploitatie van windturbines, zonneparken en daarmee vergelijkbare projecten, alles in de ruimste zin van het woord.

De effecten voor de gezondheid van mens en dier zijn onvoldoende duidelijk en dient voorzorg gepleegd te worden

https://www.rivm.nl/hoogspanningslijnen/herijkt-voorzorgbeleid

102346620_10377285_akte_statutenwijziging_Stichting_Behoud_Leefmilieu_Limburg.pdf_maart_2022.pdf

Zaaknummer: 67444

STATUTENWIJZIGING STICHTING

Heden, vijf en twintig maart tweeduizend twee en twintig (25-03-2022), ---------
verscheen voor mij mr [redacted] --------
notaris gevestigd in de gemeente Weert: ----------
mevrouw [redacted], geboren te [redacted] op [redacted] ------
[redacted], werkzaam ten kantore -
van voornoemde notaris, [redacted], te dezen -------
handelend als schriftelijk gevolmachtigde van: ----------
mevrouw [redacted], geboren te [redacted] -
op [redacted], zich identificerende met haar ------
paspoort, met kenmerk [redacted], uitgegeven te [redacted], op [redacted] -
[redacted], [redacted] te [redacted], Aan de ------
[redacted] ----------
bij het geven van volmacht te dezen handelend in haar hoedanigheid van ------
secretaris van de stichting: Stichting Behoud Leefmilieu Limburg, statutair ------
gevestigd te Heythuysen, kantoorhoudende te [redacted], Aan de --
[redacted] ingeschreven in het handelsregister van de Kamer van ----------
Koophandel onder nummer [redacted], en als zodanig deze stichting te dezen -
rechtsgeldig vertegenwoordigend. ----------

VOORWOORD ----------

De verschenen persoon, handelend als gemeld, verklaarde vooraf: ----------

1. De stichting werd opgericht middels akte van oprichting op negen ----------
december tweeduizend twintig (09-12-2020) verleden voor mij, notaris, en
sindsdien zijn de statuten niet gewijzigd. ----------
3. In een op een en dertig januari tweeduizend twee en twintig (31-01-2022) -
gehouden bestuursvergadering van de stichting werd besloten de statuten
van de stichting te wijzigen en opnieuw vast te stellen. Daarbij zijn de ------
formaliteiten welke zijn vermeld in de statuten van de stichting en in de ----
wet in acht genomen. ----------
4. Van een en ander blijkt uit een aan deze akte te hechten uittreksel uit de --
notulen van gemelde algemene vergadering. ----------

Vervolgens verklaarde de verschenen persoon, handelend als gemeld, dat de -
gewijzigde en opnieuw vastgestelde statuten luiden als volgt: ----------

STATUTEN ----------

NAAM EN ZETEL ----------

Artikel 1 ----------

1. De stichting draagt de naam: **Stichting Behoud Leefmilieu Limburg.** ----
2. Zij heeft haar zetel in [redacted] ----------

DOEL ----------

Artikel 2 ----------

1. De stichting heeft ten doel in haar werkgebied ter bescherming of ----------
verbetering van de gezondheid van de mens, diens leefomgeving en het --
milieu, waaronder begrepen de flora en fauna, te voorzien in betrouwbare
informatie betreffende de gevolgen, schade en risico's van de realisatie ---
en exploitatie van windturbines, zonneparken en daarmee vergelijkbare ---

projecten, alles in de ruimste zin van het woord. ----------
2. Het ondernemen van (juridische) acties om de realisatie, exploitatie en de gevolgen van de projecten te voorkomen, te verminderen, of te doen ------ verdwijnen en voorts al hetgeen in de ruimste zin met één en ander ------- verband houdt, daartoe behoort en/of daartoe bevorderlijk kan zijn. --------
3. De stichting beschermt en verbetert het leefmilieu van de omwonenden --- van windparken, zonneparken en daarmee vergelijkbare projecten in haar werkgebied. ----------
4. Onder de doelstelling valt tevens het behouden en het verbeteren van de - natuur-, landschappelijke en cultuurhistorische waarden, de flora en de ---- fauna, de biodiversiteit in onze omgeving, de kwaliteit van het milieu ------- waaronder de lucht, de bodem en het water, de verkeersveiligheid, --------- veiligheid in het algemeen en de (individuele en volks-)gezondheid van ---- mensen. ----------
5. Het werkgebied van de stichting wordt gevormd door de provincie ---------- Limburg in het algemeen en de gemeenten Leudal, Nederweert en Peel --- en Maas in het bijzonder. ----------
6. De stichting tracht haar doel onder meer te verwezenlijken door: ----------
   a. het beleggen van vergaderingen, hoorzittingen en dergelijke; ----------
   b. het verstrekken van informatie en het geven van voorlichting over de - leefbaarheid van het werkgebied aan bewoners van het werkgebied -- en andere belanghebbenden; ----------
   c. het beïnvloeden van de politieke besluitvorming door het inspreken in raadsvergaderingen en -commissies, voeren van gesprekken met ----- vertegenwoordigers van de gemeente en bedrijven in het werkgebied van de stichting; ----------
   d. het steunen van initiatieven ter bevordering van de leefbaarheid, het -- milieu en de natuur in het gebied; ----------
   e. het optreden in rechte; ----------
   f. het benutten en inzetten van alle andere nationale en internationale -- wettige en geoorloofde middelen; ----------
   g. het samenwerken en informatie uitwisselen met andere instellingen, -- verenigingen, stichtingen, belanghebbenden die raakvlak hebben met de doelstellingen van onze stichting. ----------

BESTUUR: SAMENSTELLING, WIJZE VAN BENOEMEN EN BELONING ----
Artikel 3 ----------

1. Het bestuur van de stichting bestaat uit een door het bestuur vast te ------- stellen aantal van ten minste drie bestuurders. ----------
2. De bestuurders worden benoemd en geschorst door het bestuur. In -------- vacatures moet zo spoedig mogelijk worden voorzien, uiterlijk binnen 3 ---- maanden. Het bestuur kiest uit zijn midden een voorzitter, een secretaris -- en een penningmeester. De functies van secretaris en penningmeester --- kunnen door één persoon worden vervuld. ----------
3. De bestuurders worden benoemd voor een periode van drie jaar. Zij ------- treden af volgens een door het bestuur op te maken rooster. Een volgens - het rooster aftredend bestuurder is onmiddellijk en onbeperkt ---------- herbenoembaar. De in een tussentijdse vacature benoemde bestuurder --- neemt op het rooster van aftreden de plaats in van degene in wiens --------

vacature hij werd benoemd. ----------

4. Ingeval van één of meer vacatures in het bestuur behoudt het bestuur zijn bevoegdheden. ----------
5. De bestuurders ontvangen geen beloning voor hun werkzaamheden. ------ Zij hebben wel recht op vergoeding van de door hen in de uitoefening van hun functie gemaakte kosten. ----------

BESTUUR: TAAK EN BEVOEGDHEDEN ----------

Artikel 4 ----------

1. Het bestuur is belast met het besturen van de stichting. ----------
2. Het bestuur is niet bevoegd te besluiten tot het aangaan van ---------- overeenkomsten tot verkrijging, vervreemding en bezwaring van ---------- registergoederen, tenzij het besluit wordt genomen met algemene ---------- stemmen van alle in functie zijnde bestuurders. ----------
3. Het bestuur is niet bevoegd te besluiten tot het aangaan van ---------- overeenkomsten, waarbij de stichting zich als borg of hoofdelijk ---------- medeschuldenaar verbindt, zich voor een derde sterk maakt of zich tot ---- zekerheidstelling voor een schuld van een ander verbindt, tenzij het -------- besluit wordt genomen met algemene stemmen van alle in functie zijnde -- bestuurders. ----------
4. Erfstellingen mogen slechts onder het voorrecht van boedelbeschrijving --- worden aanvaard. ----------

BESTUUR: VERGADERINGEN ----------

Artikel 5 ----------

1. De bestuursvergaderingen worden gehouden in Nederland op de plaats -- als bij de oproeping is bepaald. ----------
2. Jaarlijks binnen zes maanden na afloop van het boekjaar wordt een -------- vergadering van het bestuur (de jaarvergadering) gehouden, waar in elk -- geval aan de orde komt de vaststelling van de balans en de staat van ----- baten en lasten. Daarnaast wordt minimaal eenmaal per kwartaal een ----- vergadering gehouden. ----------
3. Voorts worden vergaderingen gehouden, wanneer één van de ---------- bestuurders daartoe de oproeping doet. ----------
4. De oproeping tot een vergadering geschiedt ten minste zeven dagen ------- tevoren, de dag van de oproeping en die van de vergadering niet ---------- meegerekend, door middel van een oproepingsbrief. ----------
5. Een oproepingsbrief vermeldt, behalve plaats en tijdstip van de ---------- vergadering, de te behandelen onderwerpen. ----------
6. De vergaderingen worden geleid door de voorzitter. Indien deze afwezig -- is voorzien de aanwezige bestuurders in de leiding van de vergadering. --- Tot dat moment wordt de vergadering geleid door de in leeftijd oudste ----- aanwezige bestuurder. ----------
7. De secretaris notuleert de vergadering. Bij afwezigheid van de secretaris - wordt de notulist aangewezen door degene die de vergadering leidt. De --- notulen worden vastgesteld en getekend door degenen, die in de ---------- vergadering als voorzitter en notulist hebben gefungeerd. De notulen ------ worden vervolgens bewaard door de secretaris. ----------
8. Toegang tot de vergaderingen van het bestuur hebben de in functie zijnde bestuurders en degenen die daartoe door het bestuur zijn uitgenodigd. ----

BESTUUR: BESLUITVORMING

Artikel 6

1. Het bestuur kan in een vergadering alleen besluiten nemen indien de meerderheid van de in functie zijnde bestuurders aanwezig of vertegenwoordigd is.
   Een bestuurder kan zich in een vergadering door een andere bestuurder laten vertegenwoordigen nadat een schriftelijk, ter beoordeling van de voorzitter van de vergadering voldoende, volmacht is afgegeven. Een bestuurder kan daarbij slechts voor één andere bestuurder als gevolmachtigde optreden.
   Een bestuurder neemt niet deel aan de beraadslaging en besluitvorming indien hij daarbij een direct of indirect persoonlijk belang heeft dat tegenstrijdig is met het belang van de Stichting en de met haar verbonden organisatie.
   Wanneer hierdoor geen bestuursbesluit zou kunnen worden genomen, wordt het besluit desalniettemin genomen door het Bestuur onder schriftelijke vastlegging van de overwegingen die aan het besluit ten grondslag liggen.
   Is in een vergadering niet de meerderheid van de in functie zijnde bestuurders aanwezig of vertegenwoordigd dan wordt een tweede vergadering bijeengeroepen, te houden niet eerder dan twee en niet later dan vier weken na de eerste vergadering. In deze tweede vergadering kan ongeacht het aantal aanwezige of vertegenwoordigde bestuurders worden besloten omtrent de onderwerpen welke op de eerste vergadering op de agenda waren geplaatst. Bij de oproeping tot de tweede vergadering moet worden vermeld dat en waarom een besluit kan worden genomen ongeacht het aantal aanwezige of vertegenwoordigde bestuurders.
2. Zolang in een vergadering alle in functie zijnde bestuurders aanwezig zijn, kunnen geldige besluiten worden genomen over alle aan de orde komende onderwerpen, mits met algemene stemmen, ook al zijn de door de statuten gegeven voorschriften voor het oproepen en houden van vergaderingen niet in acht genomen.
3. Het bestuur kan met algemene stemmen ook buiten vergadering besluiten nemen. Van een aldus genomen besluit wordt door de secretaris een relaas opgemaakt, dat na mede-ondertekening door de voorzitter als notulen wordt bewaard.
4. Iedere bestuurder heeft het recht tot het uitbrengen van één stem.
   Voor zover deze statuten geen grotere meerderheid voorschrijven worden bestuursbesluiten genomen met meerderheid van de geldig uitgebrachte stemmen.
5. Alle stemmingen in een vergadering geschieden mondeling, tenzij één of meer bestuurders vóór de stemming een schriftelijke stemming verlangen. Schriftelijke stemming geschiedt bij ongetekende, gesloten briefjes.
6. Blanco stemmen worden beschouwd als niet te zijn uitgebracht.
7. In alle geschillen omtrent stemmingen, niet bij de statuten voorzien, beslist de voorzitter van de vergadering.

DEFUNGEREN

Artikel 7

Een bestuurder defungeert:

a. door zijn overlijden of indien de bestuurder een rechtspersoon is, door haar ontbinding of indien zij ophoudt te bestaan;
b. door het verlies van het vrije beheer over zijn vermogen;
c. door zijn aftreden al dan niet volgens het in artikel 3 bedoelde rooster van aftreden;
d. door ontslag hem verleend door de gezamenlijke overige bestuurders;
e. door ontslag op grond van artikel 2:298 Burgerlijk Wetboek.

VERTEGENWOORDIGING

Artikel 8

1. Het bestuur vertegenwoordigt de stichting.
2. De vertegenwoordigingsbevoegdheid komt mede toe aan twee gezamenlijk handelende bestuurders.
3. Tegen een handelen in strijd met artikel 4 leden 2 en 3 kan tegen derden beroep worden gedaan.
4. Het bestuur kan volmacht verlenen aan één of meer bestuurders, alsook aan derden, om de stichting binnen de grenzen van die volmacht te vertegenwoordigen.

BOEKJAAR EN JAARSTUKKEN

Artikel 9

1. Het boekjaar van de stichting is gelijk aan het kalenderjaar.
2. Het bestuur is verplicht van de vermogenstoestand van de stichting en van alles betreffende de werkzaamheden van de stichting, naar de eisen die voortvloeien uit deze werkzaamheden, op zodanige wijze een administratie te voeren en de daartoe behorende boeken, bescheiden en andere gegevensdragers op zodanige wijze te bewaren, dat daaruit te allen tijde de rechten en verplichtingen van de stichting kunnen worden gekend.
3. Het bestuur is verplicht jaarlijks binnen zes maanden na afloop van het boekjaar de balans en de staat van baten en lasten van de stichting te maken, op papier te stellen en vast te stellen.
4. Het bestuur is verplicht de in de voorgaande leden bedoelde boeken, bescheiden en andere gegevensdragers gedurende zeven jaren te bewaren.
5. De op een gegevensdrager aangebrachte gegevens, uitgezonderd de op papier gestelde balans en staat van baten en lasten, kunnen op een andere gegevensdrager worden overgebracht en bewaard, mits de overbrenging geschiedt met juiste en volledige weergave der gegevens en deze gegevens gedurende de volledige bewaartijd beschikbaar zijn en binnen redelijke tijd leesbaar kunnen worden gemaakt.

REGLEMENT

Artikel 10

1. Het bestuur is bevoegd een reglement vast te stellen, waarin die onderwerpen worden geregeld, die naar het oordeel van het bestuur (nadere) regeling behoeven.
2. Het reglement mag niet met de wet of deze statuten in strijd zijn.
3. Het bestuur is bevoegd het reglement te wijzigen of te beëindigen.

4. Op de vaststelling, wijziging en beëindiging van het reglement is het bepaalde in artikel 11 lid 1 van toepassing.

STATUTENWIJZIGING

Artikel 11

1. Het bestuur is bevoegd deze statuten te wijzigen. Een besluit tot statutenwijziging moet met algemene stemmen worden genomen in een vergadering waarin alle bestuurders aanwezig of vertegenwoordigd zijn.
2. De wijziging moet op straffe van nietigheid bij notariële akte tot stand komen. Iedere bestuurder afzonderlijk is bevoegd de desbetreffende akte te verlijden.
3. De bestuurders zijn verplicht een authentiek afschrift van de wijziging en de gewijzigde statuten neer te leggen ten kantore van het handelsregister.

ONTBINDING EN VEREFFENING

Artikel 12

1. Het bestuur is bevoegd de stichting te ontbinden.
2. Op het besluit van het bestuur tot ontbinding is het bepaalde in artikel 11 lid 1 van overeenkomstige toepassing.
3. Na ontbinding geschiedt de vereffening door de bestuurders, tenzij bij het besluit tot ontbinding anderen tot vereffenaars zijn aangewezen.
4. Indien de stichting wordt ontbonden wordt het liquidatiesaldo besteed ten behoeve van een algemeen nut beogende instelling (ANBI) met een gelijksoortige doelstelling of ten behoeve van een buitenlandse instelling die uitsluitend of nagenoeg uitsluitend het algemeen nut beoogt en die een soortgelijke doelstelling heeft.
5. Na afloop van de vereffening blijven de boeken en bescheiden van de ontbonden stichting gedurende de bij de wet voorgeschreven termijn onder berusting van de door de vereffenaars aangewezen persoon.
6. Op de vereffening zijn overigens de bepalingen van Titel 1, Boek 2 van het Burgerlijk Wetboek van toepassing.

SLOTBEPALINGEN

Artikel 13

1. In alle gevallen, waarin zowel de wet als deze statuten niet voorzien, beslist het bestuur.
2. Onder schriftelijk wordt in deze statuten verstaan elk via de gangbare communicatiekanalen overgebracht bericht, waarvan uit geschrift blijkt.

VOLMACHT

Van voormelde volmacht blijkt uit een (1) akte, die aan deze akte zal worden vastgehecht.

WOONPLAATSKEUZE

Terzake van de uitvoering van deze akte wordt woonplaats gekozen ten kantore van de bewaarder van deze akte.

BEKENDHEID VERSCHENEN PERSOON

De verschenen persoon is aan mij, notaris, bekend.

SLOT

Deze akte is verleden te Weert op de datum in het hoofd van deze akte vermeld.

Na zakelijke opgave van de inhoud van deze akte aan de verschenen persoon heeft deze verklaard van de inhoud van en verstrekte toelichting op deze akte

te hebben kennisgenomen en op volledige voorlezing daarvan geen prijs te stellen.
Vervolgens is deze akte na beperkte voorlezing door de verschenen persoon en mij, notaris, ondertekend.

(Volgt ondertekening)

UITGEGEVEN VOOR AFSCHRIFT:

[redacted]

[redacted]

Verzonden: 11/14/2024 9:37:41 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens: [redacted]
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ernstige zorgen gezondheid zowel fysiek als mentaal. Zie ook RIVM u natuurlik al wel bekend. Onderzoek naar en over de gevolgen van graag onafhankelijk geconstateerd vooraf en verspreiden onder de omwonenden ca. 10 km!

Er zijn aanwijzingen dat magneetvelden in de buurt van het elektriciteitsnet invloed op de gezondheid kunnen hebben. Vanwege de mogelijke gezondheidseffecten heeft het ministerie van Economische Zaken en Klimaat, samen met het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijkrelaties en het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, voorzorgbeleid voor magneetvelden van het elektriciteitsnet ontwikkeld.

In deze tekst is allereerst informatie opgenomen over de gezondheidseffecten die in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen zouden kunnen optreden. Verder geven we aan hoe sterk de magneetvelden in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen en andere componenten van het elektriciteitsnet kunnen zijn. Denk hierbij aan ondergrondse hoogspanningskabels, hoogspanningsstations en transformatorhuisjes. En we beschrijven het in 2023 herijkte voorzorgbeleid voor magneetvelden in Nederland. De RIVM-handreiking geeft aan hoe de magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen berekend kan worden op een manier die past binnen dat voorzorgbeleid. De RIVM-netkaart geeft de ligging aan van de bovengrondse hoogspanningslijnen. Per lijn ziet u de rekenafstand waarbinnen het Rijk adviseert om de magneetveldzone te berekenen, als er plannen zijn om binnen deze rekenafstand nieuwe woningen scholen, kinderdagverblijven of crèches te realiseren. Tot slot ziet u een overzicht van de RIVM-publicaties over gezondheidseffecten en beleid bij het elektriciteitsnet

Verzonden: 11/14/2024 9:41:43 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: Postbus
Huisnummer: 5700
Postcode: 6202 MA
Woonplaats: Maastricht
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Overheid
(Mede) namens:
Organisatie: Provincie Limburg

Uw zienswijze/reactie:

Zie brief in bijlage

102348442_10377663_Inspraakreactie_Provincie_Limburg_380_kV_Netuibreiding_Maasbracht_-_Eindhoven.pdf

provincie limburg

Bureau Energieprojecten
Inspraakpunt 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven
Postbus 111
9200 AC DRACHTEN

Cluster	RMT	**Behandeld**	[redacted]
E-mail	[redacted]	**Telefoon**	[redacted]
Ons kenmerk	DOC-00719178	**Uw kenmerk**	
Vpl nummer		**Maastricht**	14 november 2024
Bijlage(n)		**Verzonden**	14 november 2024

Onderwerp
Inspraakreactie V&P 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven

Geachte heer, mevrouw,

Tot en met donderdag 14 november 2024 kan gereageerd worden op het Voornemen en het voorstel voor Participatie(V&P) van een nieuw aan te leggen 380 kV hoogspanningsverbinding tussen de hoogspanningsstations Maasbracht en Eindhoven. Met voorliggende brief bieden we u onze inspraakreactie aan.

In de voorbereiding van dit eerste projectdocument hebben het ministerie van KGG en TenneT ons en overige overheidspartners constructief geraadpleegd en geïnformeerd. We verwachten dat u deze werkwijze voortzet en ons actief blijft informeren over de voortgang van de procedure.

Limburgse belangen
Het zoekgebied is grotendeels over onze provincie gelegen. We verzoeken u bij de tracering van de alternatieven rekening te houden met de provinciale Limburgse belangen zoals vastgelegd in onze Omgevingsv[redacted]hieraan ondersteunende documenten zoals bijvoorbeeld het Landscha[redacted]rg.

[redacted]

Limburgse principes
Specifiek attenderen we u op onderstaande principes. Wij delen deze graag met u en gebruiken deze als meetlat om de planvorming en uitwerking verder nauwlettend te volgen en te beoordelen. Graag vinden we deze principes herkenbaar terug in de volgende stappen van dit project en ten minste in de Nota Reikwijdte en Detailniveau (NRD).

provincie limburg

1. Gezondheid en veiligheid mag nooit een probleem vormen. De beste technieken en optimale regie en transparantie over risico's en oplossingen moeten voorop staan. De minister van Klimaat en Groene Groei dient hier de regie op te pakken en deze verantwoordelijkheid niet enkel bij TenneT te laten.
2. Het project moet zo min mogelijk overlast voor de omwonenden opleveren.
3. Goede energieverbindingen zijn voor de provincie Limburg en specifiek voor industriecluster Chemelot cruciaal. Het project dient er ook gericht op te blijven dat Limburg en Chemelot een duurzame en aantrekkelijke toekomst tegemoet gaan.
4. Inzetten op mogelijke mee-koppelkansen voor landschap/ natuur/ bodem/ water en stikstof. Een goed en gedragen inpassingsontwerp helpt hierbij. [redacted]
5. Goede slimme inpassing kost geld. Dit geld dient in het project beschikbaar te zijn.
6. De wijze van aanlanding op het 380 kV-hoogspanningsstation in Maasbracht dient ingebracht en afgestemd te worden op de omgevingstafel Maasbracht – Graetheide, waartoe de oprichting in het BO Leefomgeving op 6 november 2024 is besloten.

Betrokkenheid bij tracering

Het V&P geeft enkel een groot zoekgebied. We verzoeken u een ambtelijke sessie met ons te organiseren op een geschikt moment in de verkenningsfase waarin nauwgezet de beoogde tracés worden nagelopen op inpassingsvraagstukken waar een provinciaal ruimtelijk belang aanwezig is. Zonder meer zal dit de aanlanding op het energieknooppunt Maasbracht zijn. Dit geeft de wederzijdse duidelijkheid bij welke inpassingsvraagstukken we vervolgens aan tafel willen zitten en bij welke niet.

Afsluitend

We zien er naar uit dit ook voor Limburg belangrijk project slagvaardig en in prettige en nauwe samenspraak verder met u uit te werken. Samen met de gemeenten zien we er op toe dat onze inspraakreacties, volwaardig door de Minister worden betrokken in de volgende projectfase.

Mocht deze inspraakreactie voor u vragen en/ of opmerkingen oproepen dan kunt u contact opnemen met de heer Yvan Vavier (yjp.vavier@prvlimburg.nl/ 06-46974607) van ons Cluster Ruimte.

Gedeputeerde Staten van Limburg
namens dezen,

[redacted]
clustermanager Ruimte

Verzonden: 11/14/2024 11:58:42 AM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam:
Tussenvoegsel(s):
Voorletters:
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Buurt en/of bewonersorganisatie
(Mede) namens:
Organisatie: Burgerplatform Bezorgde Burgers Brachterbeek

Uw zienswijze/reactie:

Het burgerplatform is een breed gedragen organisatie binnen Brachterbeek die begrijpt dat de energietransitie erg belangrijk is. Wij maken ons echter grote zorgen om onze gezondheid. Door het zeer grote schakelstation (380KV en 150KV) met de aankoppeling van 14 hoogspanningstrace's, de Clauscentrale en de snelwegen A2 en A73 leven wij op een van de ongezondste plekken van Nederland. Met de voorgenomen plannen van nog meer bovengrondse hoogspanningslijnen (tweede lijn MBT-EHV, verzwaren MBT-GRTH, tweede lijn MBT-GRTH, verzwaren MBT-Dodewaart/Boxmeer, en ???) aan te leggen/verzwaren en de mogelijke komst van een Coverter, Elektrolyzer, Batterijopslag, Kerncentrale en wordt de situatie in Brachterbeek alleen maar veel slechter. Daarom vinden wij dat bij de ontwikkelingen van de energietransitie meer rekening mag worden gehouden met onze gezondheid en leefomgeving. Ook als de oplossingen minder voor de hand liggen of meer kosten.

Zie bijlage voor onderbouwde opmerkingen en wij hopen dat deze serieus behandeld worden. Ook hopen wij op duidelijke en onderbouwde antwoorden en geen verwijzingen naar handreikingen of andere sites.

102351324_10378362_reacties_op_netuitbreiding_380kV_Maasbracht-Eindhoven.pdf

Reacties, aanvullingen en vragen betreffende de tekst over Voornemen en Participatieplan Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven 380kV.

Notitie 1

Pagina 16: Deel 2 participatieplan.

Laten we beginnen met een gedeelte te citeren uit het Voornemen Participatieplan Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven 380kV.

4.1 Inleiding: *Iedereen die zich betrokken voelt bij dit project, moet de kans krijgen goed betrokken te worden op basis van tijdige en heldere informatie. Daarom nodigen wij burgers, bedrijven, maatschappelijke organisaties en bestuursorganen uit om mee te denken en ideeën aan te dragen, oftewel: te participeren. Dit Participatieplan is een uitleg van de wijze waarop we participatie organiseren. Dit document is door het ministerie van KGG en TenneT gemaakt in overleg en samenwerking met overheden in het zoekgebied: gemeenten, waterschappen en provincies. Het ministerie van KGG en TenneT leggen in dit Participatieplan uit hoe en wanneer de omgeving (bewoners, bedrijven, maatschappelijke organisatie en overheden) wordt betrokken in het proces van het maken van een plan voor dit project. We doen dat ten eerste door de omgeving zo goed mogelijk te informeren. Ten tweede geven we iedereen de kans om op belangrijke momenten mee te praten en te reageren op de plannen. In de rest van dit Participatieplan leggen we ten eerste uit waarom we participatie belangrijk vinden (paragraaf 4.2), daarna hoe we u zo goed mogelijk willen laten participeren in dit project (paragraaf 4.3) en daarna op welke manier u kunt participeren (paragraaf 4.4 en 4.5). We vinden het belangrijk dat iedereen kan aangeven hoe participatie in dit project eruit moet zien. Daarom nodigen we bewoners, bedrijven, maatschappelijke organisaties en bestuursorganen van harte uit om mee te denken. Dat kan door te reageren op dit Participatieplan. Deze reacties gebruiken we als input voor nieuwe versies van het Participatieplan.*

Reactie op notitie 1:

Bovenstaande tekst die deel uitmaakt van deel 2, die ter volledige omschrijving totaal 7 pagina's omvat in uw plan, lijkt een nobel streven de rolverdeling en samenwerking zó neer te zetten. Of zouden we het wensdenken moeten noemen.
U laat in de tekst namelijk overkomen als zou er ineens ruimte worden gemaakt voor transparantie en openheid waar de rol van de betrokkenen een beeld wordt geschetst van echte inspraak, inbreng en invloed en daarmee dus ook gehoord te worden.

Niets is minder waar! De inloopavond van 30 oktober jongstleden in het Baekerhoes te Brachterbeek leverde een geheel ander beeld, teleurstelling en desillusie op. Dit aangezien de teksten van participatie in uw plan van 9 september 2024 anders deden vermoeden.

De aanwezige personen die de plannen vertegenwoordigden van zowel TenneT en Ministerie van KGG en de ondersteunende bureau's hadden géén oog de voor de belangen van betrokkenen en voor wat er speelt in de omgeving. Er werd geen moeite gedaan inzicht te krijgen in belangen, ideeën en plannen van de betrokkenen en de omgeving. De bovengrondse variant werd met hand en tand verdedigd. Getuige uiteraard ook de op pagina 6 van uw plan onder punt 2.4 a t/m k opgesomde uitgangspunten. Het verhaal zoals u schetst onder 4.3.3 is duidelijk; u bent helder in uw verhaal en de rol. Bovengronds is en blijft bovengronds met álle consequenties van dien zonder de belangen van de omgeving te kennen en te weten wat er speelt. Sterker nog, mensen werden regelrecht in hun gezicht uitgelachen als ze bezwaren opperden over de huidige situatie, waarbij meerdere gezinnen binnen aanzienlijke magneetvelden wonen. Een situatie, die ten gevolge van de voorgenomen plannen, nog eens extra belast wordt. De emoties liepen af en toe hoog op. Onbegrip lag hieraan ten grondslag.
Zoals u aangeeft onder 2.4 zijnde; de uitgangspunten voor het tracé met als onderlegger de PEH en daaruit voortvloeiende uitgangspunten a t/m k blijft weinig te kiezen. Getuige ook de reactie, die gegeven wordt tijdens de webinar van 17 oktober 2024. Bij vraag 9 namelijk wordt ook hier direct verwezen naar uitgangspunten op pagina 6. Géén ruimte, géén nieuwe info, géén interesse, géén beleving, géén empathie, géén aandacht voor de reden waarom, géén rekening met gezondheid, géén rekening houden met de cumulatieve stapeling van invloeden, géén enkel klankbord vinden; geen verstand zo lijkt het. Uiteindelijk gingen we met meer vragen en frustratie naar buiten dan we gekomen waren.

Laten we echter met elkaar de hoop uitspreken, dat uiteindelijk dat verstand wel zal zegevieren, waardoor we daadwerkelijk elkaar willen horen en begrijpen. U als partij, waarmee wij trachten te communiceren, heeft er klaarblijkelijk aanzienlijke moeite mee om de per 08-10-2021 aangegane verplichting zijnde “participatie onder de Omgevingswet beleidsnotitie en handreiking” in de praktijk om te zetten. Geen verwijt wel een constatering.

Hieronder de commentaren van mensen die gebruik maakten van de inloop en hun mening graag hier verwoord zien.

[redacted] Ik was woensdagavond in het Baekerhoes. De opkomst vond ik teleurstellend, er waren meer mensen van Tennet en het ministerie van Klimaat en Groene Groei dan eigen inwoners. De opstelling vond ik waardeloos. Elke medewerker vertelde een ander verhaal; werd er echt niet wijzer van. Kortom: weinig inspirerend.

[redacted] Ik ben daar naartoe gegaan omdat ik mij betrokken voel en dacht heldere informatie te krijgen. Heb de indruk dat het de mensen die het uitlegden het niet echt veel interesseerde wat de invloed van de uitbreiding is.

[redacted] Vond de opstelling waardeloos. Had gehoopt dat het in groep behandeld zou worden. Ga de volgende keer dan ook niet meer naar zoiets toe.

[redacted] Had via via gehoord dat dit daar te doen was. Heb geen krant en krijg het weekblad niet. Iedereen aan zo'n standje vertelde maar weer zijn eigen verhaal. Uiteindelijk had ik toen ik om half 9 wegging meer vragen dan antwoorden.

[redacted] De bijeenkomst over de hoogspanningslijn Maasbracht-Eindhoven die naast de bestaande lijn erbij komt wordt zoals aangekondigd in het plan als was het reeds duidelijk hoe en waar deze wordt aangelegd. In ieder geval begreep ik in de gesprekken dat Tennet deze alleen maar bovengronds wil. Er werd in ieder geval niet naar de opmerking van mij geluisterd. Ik stelde voor een gedeelte vanuit het schakelstation tot aan de Molengreend in de grond te leggen, daarmee zouden de burgers naast de bestaande lijn gespaard blijven en hoeft geen kruising van de bestaande hoogspanning plaats te vinden. Boven de grond is boven de grond zo stellig werd mijn argument weggevaagd. Ik had de indruk dat je dan niet echt meer kunt spreken van dat de betrokkenen en inwoners ideeën mogen aandragen. Mijn mond werd te snel gesnoerd. Hoezo “we geven heldere informatie”, Tennet dus, en hoezo en waarover mag ik meedenken?

[redacted] Gesproken met een TenneT medewerker over ondergrondse hoogspanningskabels. Hij vergeleek het met 'n oneindig lange waterleiding.Je kunt aan het begin de waterkraan openzetten, maar er zal nooit water uit het uiteinde komen. Op zo'n onzin uitleg ben ik niet ingegaan.

Vervolgens met een projectleider van TenneT gesproken. Die wilde geen antwoord geven op de vraag of de alternatieve route Eindhoven-Van Eyck-Graetheide is onderzocht. Er is wel het rapport *Nieuw Station GRTH380 en verzwaring MBT-GRTH en selectie kansrijke alternatieven (zeef1), 23 oktober2024*. De conclusie van TenneT blijkt de volgende; *Dit alternatief wordt als niet kansrijk beschouwd en niet verder meegenomen in het proces*. De TenneT projectleider was hier helemaal niet van op de hoogte wat ik wel had verwacht als op een avond als deze staat en probeert de mensen goede en juiste informatie te verstrekken.

Mijn indruk van deze 2 gesprekken is dat de aanwezige kennis ver beneden peil is dan wat ik van de deskundigen had verwacht. In ieder geval hierop aanvullend; Een avond waarop plannen van een dergelijke omvang en invloed op de leefomgeving waar de partij TenneT en min.Klimaat en Groene Groei staat om de bevolking goed te informeren wordt ingevuld door ondermaatse kennisdragers.

[redacted] Ik hoorde bij binnenkomst iemand van de aanwezige experts tegen 'n collega zeggen dat ze vooral alleen voor bovengrondse hoogspanningsverbinding moesten gaan en geen woord gerept moest worden over in de grond.

[redacted] De inloopavond van 30 oktober jongstleden in het Baekerhoes van Tennet vond ik persoonlijk een regelrechte schertsvertoning.

Een bataljon vol zogenaamde experts die naar mijn mening tot doel hadden om ons hun ideeën/plannen door onze strot te duwen. Mijn dochter, zoon en schoonzoon waren ook aanwezig en deze zogenaamde experts met elk hun eigen vakgebied konden ons met geen mogelijkheid overtuigen laat staan iets verhelderen wat er nu werkelijk speelt en wat waar en niet waar is.

Ik vroeg een stralingsdeskundige om mijn zoon die met zijn gezin in een huis woont heel dicht bij een hoogspanningsmast gerust te stellen. Zo van dat alles ok was en zij zich geen zorgen hoefden te maken. Dat is alles wat zij wilden horen. Maar daarentegen zei ze doodleuk dat de stralingsgrens 90 meter bedroeg vanuit de hoogspanningsmast en het komt erop neer zo zei ze dat hij met z'n gezin al 40 meter binnen het stralingsgebied woont. Vroeg je vervolgens wat ze eraan gingen en konden doen dan, tja dat wist deze deskundige niet te vertellen. Een van de aanwezige mensen namens Tennet lachte ons recht in ons gezicht uit, uitgangsmantra BELEID IS BELEID! Toen vroeg ik hem wat als beleid een prominente voortdurende aanval op onze gezondheid vormt? Geen antwoord van deze deskundige.

Zelfs in mijn achtertuin waar een zoekgebied is voor een mega grote converterhal van 75000 m2 en 25 meter hoogte. De koppeling met de aanleg 2de hoogspanningslijn en deze mega converterhal van het ministerie van KGG lijkt met Tennet vanavond wel een 1-2tje.

Eigenlijk was alles erop geijkt om ons een rad voor de ogen te draaien iets wat Tennet precies en met voortduring doet. Van participatie met de burger is hier Uberhaupt geen sprake meer. Het is een gedwongen mededeling waar ze door wetgeving niet omheen kunnen. Het liefst ook zo summier mogelijk.

Geen nieuwe info, geen interesse, geen beleving, geen empathie maar een grote desillusie voor ons als inwoners. Weer een nutteloze avond zonder enige inhoud. Maar eigenlijk hadden wij het kunnen weten de vorige inloopavonden waren niet beter. Wat kun je verwachten van zo'n club. Participatie PUR SANG.

[redacted] Ik ben met een introducé naar de inloopavond in het Baekerhoes geweest. We hebben geprobeerd om duidelijke info te krijgen maar dit is niet gelukt. Er waren veel mensen van Tennet aanwezig die geen eenduidige antwoorden gaven op vragen van onze kant. Mensen van het ministerie van KGG hebben we niet gezien of gesproken. Ze zullen wel tussen de mensen van Tennet gelopen hebben. Waarom geen aparte stand die als zodanig ook herkenbaar is. De hele inloopavond is voor ons een deceptie geweest en als ze op deze manier weer gehouden worden zullen wij er niet meer naar toe gaan.

Als Tennet de inwoners van Brachterbeek goed wil informeren zullen ze dat op een andere manier moeten doen. Hoe kunnen wij nu weten welke vragen er gesteld zijn door verschillende mensen en welke antwoorden er gegeven zijn? Ons inziens zullen er plenaire bijeenkomsten moeten komen zodat alle aanwezigen dezelfde vragen horen en ook dezelfde antwoorden horen. Deze inloopavond heeft voor ons geen helderheid gebracht maar alleen nog meer vragen opgeroepen.

[redacted] Voorafgaande aan de inloopavonden en informatievoorzieningen was ik positief gestemd over het initiatief om de bewoners van Brachterbeek te informeren.
Bij mijn eerste bezoek werd mijn positiviteit al snel getemperd.
Zelf had ik voorafgaande aan de inloopavonden een aantal punten opgeschreven, die ik graag zou willen delen en waar mogelijk antwoorden krijgen op mijn vragen.
Mijn vragen gingen voornamelijk over de invloed op de gezondheid van de bewoners dicht bij de hoogspanningskabels, de restwaarde van de woningen en de leefbaarheid van de bewoners midden in een gecreëerde omgeving vol met hoogspanningskabels, nieuw schakelstation en verzwaring van de hoogspanningskabels in deze energietransitie.
De voorlichters waren toegankelijk voor een dialoog maar ontweken mijn vragen zorgvuldig; dit gebeurde ook tijdens de latere inloopavonden.
Tot nu toe heb ik geen antwoorden op mijn vragen ontvangen en voelen voor mij persoonlijk de inloopavonden als een formaliteit voor de initiatiefnemers.
De initiatiefnemers hebben voldaan aan hun verplichting, mooie banners laten zien met bouwplannen en de vragen zo goed als kwaad ontweken.
Voor mij als bewoner, nagenoeg onder de hoogspanningskabels, is het antwoord op de vraag "Wat doet wonen dicht bij de hoogspanningskabels met de gezondheid van mijn gezin en mijzelf?" de allerbelangrijkste vraag.
Er heeft in het verleden een opkoopregeling bestaan voor woningen dicht bij de hoogspanningskabels; deze regeling is inmiddels vervallen met de redenen (volgens één van de voorlichters) dat niet bewezen is dat het wonen onder hoogspanningskabels slecht is voor de gezondheid. Op mijn vraag of ik dit ergens kan teruglezen geeft de voorlichter aan niet op de hoogte te zijn van deze kwestie en dat ik deze vraag beter bij een ambtenaar van de gemeente Maasgouw kan neerleggen. De aanwezige ambtenaar geeft als antwoord op mijn vraag dat deze vraag niet door de gemeente beantwoord kan worden en ik deze vraag beter aan één van de andere aanwezige voorlichters kan stellen. Na mijn rondgang langs de voorlichters in het Baekerhoes had ik nog steeds geen antwoord op mijn vraag!
Echter is er één voorlichtster van Rijksdienst voor ondernemend Nederland die mijn vraag en e-mailadres heeft genoteerd en van haar heb ik binnen 14 dagen een mail mogen ontvangen waarin staat vermeld dat mijn vraag is opgenomen in de lijst waar ze antwoorden voor zullen opstellen. Deze mail heb ik op 21 maart 2024 ontvangen; Vandaag 11 november 2024 heb ik nog geen verdere reactie mogen ontvangen.

Wat ik nog wil delen en ik ook op de inloopavonden heb medegedeeld is dat mijn gezin en ikzelf op meerdere momenten een "magnetisch veld" voelen als we door onze tuin lopen of op het tuinterras zitten.
Bij aanraking van mijn kinderen of elkaar wordt dat gevoel versterkt, dit gevoel is niet altijd aanwezig maar de laatste jaren wel steeds vaker naar mijn mening.
Betreft dit gevoel zijn mijn gezin en ikzelf erg bezorgd! Wij hopen van harte dat de belanghebbenden de bewoners bij de hoogspanningskabels tegemoet komen en het juiste doen om de gezondheid van deze mensen te waarborgen!

[redacted] De inloopavond van 30 oktober jongstleden in het Baekerhoes van Tennet was in de ogen van mijn partner en mij een grote teleurstelling.
Veel zogenaamde experts die eigenlijk naar onze mening tot doel hadden om ons hun plannen te verkopen tegen elke prijs.
Deze zogenaamde experts met elk hun eigen vakgebied konden ons met geen mogelijkheid overtuigen, laat staan iets verhelderen van wat er nu werkelijk speelt en wat waar en niet waar is ook voor de toekomst van onze kinderen.
Wij vroegen de desbetreffende stralingsdeskundige, omdat wij een huis dicht bij een hoogspanningsmast hebben [redacted] , om ons gerust te stellen dat alles ok was en we ons geen zorgen hoefden te maken; dat is alles wat we wilden horen.
Maar daarin tegen zei ze doodleuk dat de stralingsgrens 90 meter was vanuit de hoogspanningsmast en dat komt erop neer dat wij als gezin met twee kleine kinderen al 40 meter binnen het stralingsgebied zitten!!
Zelfs de draden met de verzwaarde spanning loopt dwars over een grote speeltuin waar veel kinderen uit de buurt dagelijks spelen!

We vroegen wat ze eraan gingen doen dan. Tja dat wist deze deskundige ons niet te vertellen. Een van de aanwezige mensen namens Tennet lachte ons gewoon recht in ons gezicht uit. Toen ik vroeg wat is het beleid als dit een prominente voortdurende aanval op onze gezondheid vormt. Gaf men antwoord boven de grond is boven de grond!
Men kan zich volgens ons niet voorstellen wat ze met hun, ik mag alles mentaliteit, mensen aandoen en zij onze gezondheid in gevaar brengen en verkwanselen.
Eigenlijk was alles erop geijkt om ons een rad voor de ogen te draaien; iets wat Tennet in onze ogen voortdurend doet. Van participatie met de burger is hier Überhaubt geen sprake van: meer een gedwongen mededeling waar ze door wetgeving niet om heen kunnen en zo summier mogelijk. Geen nieuwe info, geen empathie maar een grote desillusie voor onze gezinnen.

Voor de mensen die wonen rond de masten en het schakelstation enz. Voor die lijkt het wel of ze op een industrieterrein wonen.
Weer een nutteloze avond, zonder enige vorm van inhoud. Wij hadden echt wat begrip

verwacht voor onze zorgen. Maar zoals ook bij de vorige inloopavonden waar het ook al niet anders was, was het gewoon pet!

[redacted] Op 30 oktober ben ik naar de inloopavond geweest voor de voorgenomen realisatie van een tweede hoogspanningslijn MBT-EHV. Vooraf heb ik de Webinar gevolgd, de informatie op site van TenneT gelezen en nog meer onderzoek gedaan op internet. Nu ben ik op meer inloopavonden geweest over de projecten voor de energietransitie de laatste jaren, maar dit was de meest teleurstellende van allemaal. Ondanks de vele aanwezige medewerkers van TenneT, ministerie van KGG en andere betrokken partijen, kon niemand veel van mijn vragen beantwoorden.
Voorbeeld van vragen: Hoe is het zoekgebied tot stand gekomen? Waarom moet alle stroomvoorziening voor zuid limburg en vooral Chemelot via het schakelstation in Maasbracht? Waarom is gedeeltelijk bekabelen hier geen optie, terwijl het bij het traject Riland-Tilburg wel mogelijk is? Waarom wordt er geen rekening gehouden met de gezondheidsrisico's bij de bouw van hoogspanningslijnen?

Mij bekroop steeds meer het gevoel dat medewerkers van TenneT vooraf aan de inloopavond geïnstrueerd zijn geworden om bepaalde vragen te ontwijken of niet te beantwoorden. Zo werd mij heel makkelijk verteld door de medewerkers van TenneT, dat ze het antwoord niet wisten om mij vervolgens door te sturen naar een collega. Na een of meerdere tussenstops werd je weer doorverwezen naar de persoon aan wie je het eerst de vraag had gesteld. Een antwoord kwam er niet.
Zeker op de vraag van gedeeltelijk bekabelen van het tracé was het tegen het irritante aan. Alle TenneT medewerkers gaven aan dat gedeeltelijk bekabelen niet mogelijk was maar konden niet aangeven waarom dit technisch niet mogelijk is.

Wat mij op de inloopavond wel opviel is, ondanks de geringe opkomst, de vele bezoekers die boos werden met de gang van zaken, zelfs van goede bekenden die ik nog nooit boos heb meegemaakt.

Zonder antwoorden en een illusie armer, maar naar huis gegaan!

Notitie 2

Pagina 6: 2.5 Toelichting op de uitgangspunten uit paragraaf 2.4

b. Een bovengrondse verbinding:

In beginsel worden 380 kV-hoogspanningsverbindingen bovengronds aangelegd. Dit komt onder andere doordat een ondergrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding veel warmte produceert. Een ondergrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding heeft een dikke 6

beschermingslaag. Deze beschermingslaag zorgt er echter voor dat de 380 kV hoogspanningsverbinding ondergronds de warmte slecht kwijt kan. Dit verlaagt effectieve transportcapaciteit en vergroot de kans op storingen. Deze storingen zijn in ondergrondse hoogspanningsverbindingen bovendien moeilijker te repareren en reparaties duren langer dan bij een bovengrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding. Dit heeft landelijk (en zelfs Europees) grote negatieve gevolgen voor de leveringszekerheid. Alleen in het geval van een groot ruimtelijk of (net)technisch knelpunt kan, mits het vanuit leveringszekerheid en meerkosten verantwoord is, overwogen worden om de 380 kV-hoogspanningsverbinding over korte afstanden ondergronds aan te leggen. Een voorbeeld hiervan is de kruising met een andere bovengrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding.

Reactie op notitie 2

Een kruising met de bestaande hoogspanningsverbinding Maasbracht-Eindhoven ligt voor de hand wanneer er geen kunstgrepen worden uitgehaald aan de noordkant van Brachterbeek bij de aansluiting op het schakelstation. Waarom echter zou u niet de eerste 1000 meter vanaf het schakelstation richting de plas Molengreend de aansluiting onder de grond brengen. Hiermee kunnen meerdere problemen beheersbaar worden gemaakt.

De kruising met een bestaande andere lijn wordt vermeden en de situatie aan de rand van de kern Brachterbeek veranderd niet, dus wordt niet nóg slechter en als tegenhanger van het argument van reparatie stellen wij dat er geen enkele mof in de grond zit. Enkel aansluiting op portaal en op een GIS-leiding bij het schakelstation. Wat let u.

Vraag: is bovenstaand voorstel niet meteen een reële oplossing voor de flessenhals in het gebied noordelijk van de kern Brachterbeek, aangezien ook wij begrepen tijdens de inloop dat deze locatie moeilijk in te vullen is met een bovengrondse verbinding?

Notitie 3

Pagina 7: 2.5 Toelichting op de uitgangspunten uit paragraaf 2.4

f. Vermijden van gevoelige gebouwen en geen tracé door dorps- of stadskernen:

Vanwege het voorzorgbeleid ten aanzien van elektromagnetische velden geldt het advies om zo veel als mogelijk te voorkomen dat nieuwe gevoelige gebouwen (denk hierbij aan woningen, scholen en kinderopvangplaatsen) binnen de invloedssfeer van elektromagnetische velden van nieuwe bovengrondse hoogspanningsverbindingen komen te liggen. Plekken waar veel gevoelige gebouwen geclusterd zijn, zoals in dorpen en steden, worden op voorhand uitgesloten van de verkenning. Omdat verspreid in het buitengebied veel gevoelige gebouwen liggen is het niet mogelijk om deze al op voorhand uit te sluiten

van de verkenning. Zie voor informatie over het voorzorgbeleid ten aanzien van magneetvelden bij elektriciteitsvoorzieningen: www.kennisplatform.nl.

Reactie op notitie 3

Als u onverhoopt aan de zuidkant van de bestaande hoogspanningsverbinding Maasbracht-Eindhoven de 2de hoogspanningsverbinding zou willen aanleggen dan zou u daarmee de bestaande woningen, zijnde de woningen aan de Elzenweg en deels de Steenakkerstraat en Voortstraat, extreem nog meer belasten met elektromagnetische stralingsvelden. Als dan onzerzijds een alternatief wordt aangedragen kan dit alleen maar boven de grond. Hoe graag wilt u de inspraak van betrokkenen terwijl u wel met klem om oplossingen vraagt, constant de nek omdraaien? Wij vragen ons oprecht af wat de zin ervan is om nog over oplossingen na te denken terwijl u ze op voorhand met het aangeven bandbreedte beperkt? Wij begrijpen dat niet de hele lijn onder de grond kan maar met de wetenschap dat het station Maasbracht, nadat dit is omgebouwd naar een modern GIS station, er nog een 14-tal extra aansluitingen voor hoogspanningslijnen gecreëerd zijn. De ruimte is nu al krap en uitbreidingen naar diverse richtingen zijn er niet meer. Uiteindelijk resulteert dat erin dat er veel inwoners moeten verkassen.

Notitie 4

Pagina 13: 3.2 Stap 2 Verkenning van alternatieven

In de verkenningsfase onderzoeken we verschillende opties voor het tracé van de nieuwe bovengrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding. Omdat in deze fase sprake is van meerdere opties voor het tracé noemen we dit alternatieven. Eerst worden, met inbreng van burgers, bedrijven, maatschappelijke organisaties en bestuursorganen uit de omgeving, verschillende alternatieven in beeld gebracht. Deze verschillende alternatieven beoordelen we aan de hand van de uitgangspunten uit paragraaf 2.4 en de toelichting daarop in paragraaf 2.5.

Reactie op notitie 4

Tot nu toe vinden wij geen enkele grond op basis waarvan wij kunnen stellen inderdaad als maatschappelijke organisatie inbreng te kunnen hebben in onderzoek en de opties voor het tracé van de nieuwe 380 kV verbinding Maasbracht-Eindhoven. Enkel datgene wat u heeft verwoord in par 2.4 en 2.5 is leidend. U luisterde in ieder geval niet naar onze voorstellen om de aanlanding aan het schakelstation Maasbracht deels ondergronds te doen. Sterker nog de uw vertegenwoordigende mensen tijdens de inloop van 30 oktober j.l. in het Baekerhoes lachten ons rechtstreeks in ons gezicht uit. Wij waren uiteindelijk uitermate teleurgesteld over de houding en bejegening!

Notitie 5

Pagina 13: 3.3 Stap 3 Voorkeursbeslissing

Voor dit project nemen de minister van KGG en de minister van VRO (hierna: de ministers) een voorkeursbeslissing. Hierin spreken de ministers de voorkeur uit voor één tracé tussen Maasbracht en Eindhoven. Verder wordt in de voorkeursbeslissing beschreven hoe burgers, bedrijven, maatschappelijke organisaties en bestuursorganen zijn betrokken bij de verkenning.

De voorkeursbeslissing wordt in stappen voorbereid. De ministers stellen eerst de ontwerp voorkeursbeslissing op. Tijdens het opstellen van de ontwerp-voorkeursbeslissing vraagt de minister van KGG (als projectminister) advies aan de lokale en regionale overheden. Vervolgens wordt de ontwerp-voorkeursbeslissing samen met de IEA en de plan-MER bekendgemaakt. Iedereen kan hierop een zienswijze indienen. Ook vraagt KGG onafhankelijk advies aan de Commissie mer. De ministers betrekken de IEA, de reactie van de commissie mer op de plan-MER en de binnengekomen zienswijzen bij de definitieve voorkeursbeslissing. Er is geen beroep mogelijk tegen de voorkeursbeslissing.

Reactie op notitie 5

Waarschijnlijk zult u hier, zoals te doen gebruikelijk, beschrijven dat u heeft gepraat met de burger en maatschappelijke organisaties en hoe ze bij de verkenning zijn betrokken. Nou er is informatie over de schutting gegooid en daarmee is de kous af!

Eigenlijk is dit voor de aanwonenden en betrokken inwoners de meest belangrijke fase van het geheel. Hier bepaalt u, dat wij in de nabije toekomst, mogelijk nóg meer overlast gaan krijgen van wat uiteindelijk wordt gezien als een maatschappelijk verantwoorde infrastructurele maatregel. Je zult maar in Brachterbeek je toekomst willen opbouwen.

Vraag: In hoeverre wordt rekening gehouden met de leefomgeving en impact op het leefklimaat van Brachterbeek? Doet u een inventarisatie van de stapeling van feiten van overlast en in alle vormen wel te verstaan?

Notitie 6

Pagina 14: 3.4 Stap 4 Planuitwerking: verdere trechtering op basis van de voorkeursbeslissing.

Het tracé uit de voorkeursbeslissing bestaat uit een lijn met schuifruimte tot enkele honderden meters breed. Deze schuifruimte wordt tijdelijk met een voorbereidingsbesluit

gereserveerd om nieuwe belemmeringen voor de hoogspanningsverbinding te voorkomen. In de planuitwerking wordt de precieze positie van de hoogspanningsmasten uitgewerkt. Om tot een definitief tracé te komen is ook in deze fase veel aandacht voor participatie, in het bijzonder met grondeigenaren en gebruikers op het tracé. Ook stellen we, net als in de verkenningsfase, een milieueffectrapport op (in deze fase de project-MER). Hiervoor worden ook veld- en bodemonderzoeken uitgevoerd. Onderdeel van de projectprocedure is een definitieve passende beoordeling over de mogelijk negatieve effecten van het project op Natura 2000-gebieden. In de planuitwerkingsfase vraagt TenneT de benodigde uitvoeringsbesluiten aan. Dit zijn bijvoorbeeld omgevingsvergunningen voor het bouwen van masten of een ontheffing voor werkzaamheden die (tijdelijk) effect kunnen hebben op beschermde dieren of planten.

Reactie op notitie 6

Maar enkele zaken zijn hieraan toe te voegen. Inderdaad het gaat maar om enkele honderden meters. Meer is niet nodig voor een bekabeling vanaf het schakelstation tot aan het portaal aan de Molengreend. Je zou zo tot de conclusie kunnen komen dat de plantjes en beschermde dieren méér voorrang krijgen op de mens!

Notitie 7

Deel 2 Participatieplan

4. Participatieplan

4.1 Inleiding Iedereen die zich betrokken voelt bij dit project, moet de kans krijgen goed betrokken te worden op basis van tijdige en heldere informatie. Daarom nodigen wij burgers, bedrijven, maatschappelijke organisaties en bestuursorganen uit om mee te denken en ideeën aan te dragen, oftewel: te participeren.

Reactie op notitie 7

Deze brief opende met een duidelijke reactie op de inleiding van het participatieplan.

Notitie 8

4.3 Uitgangspunten participatie.

We willen u zo goed mogelijk laten participeren in het project. Hieronder staat met welke uitgangspunten we dit willen doen.

We gebruiken vier uitgangspunten voor participatie in dit project:

1. We willen de belangen van de omgeving kennen en weten wat er speelt *We doen moeite om inzicht te krijgen in ieders belangen, ideeën en plannen. We leggen daarom vroeg in het project contact met bewoners, bedrijven, grondeigenaren, maatschappelijke organisaties, waterschappen, provincies en gemeenten en vragen hun naar hun kennis en mening. Zo leren we belangen in het zoekgebied vroeg in het project kennen. Daardoor kennen we de belangrijkste problemen en kansen en kunnen we deze op tijd bespreken met de omgeving.*

Reactie notitie 8.4.3.1

Zoals u kon vaststellen in de inleidende tekst is er nog weinig van terecht gekomen om de omgeving te leren kennen en te absorberen van wat er speelt. Er werd door de mensen van Tennet en KGG alléén gezonden en de ontvangstknop stond uit! Er zal nog wat werk moeten worden verricht om de gewijzigde rollen zoals ze door u in deze tekst zijn verwoord en vervuld kunnen worden. Wij hebben u trouwens per mail bericht over het feit dat wij als platform Bezorgde Burgers Brachterbeek namens de gemeenschap optreden. De door u in bijlage 1 van dit rapport genoemde “Buurtschap Brachterbeek” is ons totaal onbekend.

Vraag: Heeft u naar uw mening bij een dergelijke bovenstaande beschrijving het gevoel voldoende aandacht en moeite te hebben gedaan de belangen en bezwaren van bewoners in kaart te hebben gebracht?

2. We nemen iedereen zoveel als mogelijk mee, door transparant te zijn over keuzes en afwegingen en onderbouwen genomen keuzes en afwegingen *We delen actief informatie over het project en het proces om te komen tot een tracé voor de hoogspanningsverbinding. We maken keuzes op basis van zorgvuldige afwegingen. We leggen uit hoe we tot deze afwegingen zijn gekomen en waarom we deze keuzes hebben gemaakt. We laten zien hoe we omgevingsbelangen hierin hebben betrokken en wat deze keuzes betekenen. Daarin maken we duidelijk wat wel en niet kan en waarom.*

Reactie notitie 8.4.3.2

De genomen keuzes lijken niet meer genomen te hoeven worden aangezien de bandbreedte waarbinnen zaken dienen te worden gerealiseerd reeds bepaald en vastgelegd waardoor transparantie niet echt tastbaar is. Bij genomen keuzes hoort inderdaad een degelijke

onderbouwing. U heeft nog niet laten zien hoe omgevingsbelangen betrokken kunnen worden in de keuzes. Ten eerste weet u niet wat speelt in de omgeving, zie reactie notitie 8.1 en ten tweede weten uw mensen op de inloopavond niet wat de werkelijke fysieke plek van het hoogspanningsstation ten opzichte van de bebouwing en bewoning is. Wel is bekend dat veel weerstand heerst tav magnetische velden;

Vraag: Waarom doen uw vertegenwoordigende partijen dan nog zo stoïcijns en stiekem hierover in de communicatie naar de burger.

Vraag: Valt de op voorhand door u vastgestelde bandbreedte ook onder genoemde transparantie en zorgvuldige afweging en keuze waarbinnen u vervolgens de zaken wilt regelen?

3.We komen met een helder verhaal met een duidelijke rol en verantwoordelijkheid.
De ambitie van het ministerie van KGG en TenneT is dat het voor iedereen in de omgeving duidelijk is wie we zijn, wat we in dit project doen en waarom we dat doen. We zijn makkelijk bereikbaar en benaderbaar, zodat iedereen met vragen, zorgen en inbreng bij ons terecht kan. TenneT beantwoordt als initiatiefnemer inhoudelijke vragen over de hoogspanningsverbinding zelf. Het ministerie van KGG beantwoordt als bevoegd gezag vragen over de procedure en de besluitvorming van het project.

Reactie notitie 8.4.3.3

Wij denken wat dat betreft eigenlijk wel goed te weten waar Tennet voor staat. Bij eerdere samenkomsten in het Baekerhoes profileerde TenneT zich, zo bevestigden zij zelf, zich als een hautaine club. Zo gedragen ze zich ook en dat is niet meteen een goede mix om dus bereikbaar en benaderbaar te zijn. Jammer, maar die grondopstelling die TenneT eerder innam is nu met een goed participatieplan niet een twee drie veranderd. Het streven is nobel, we geven echter niet op! U ook niet hopen wij!

Vraag: Zou u wat de zichtbaarheid van KGG betreft er niet beter aan doen om de techniek die sterk oververtegenwoordigd is in de uitstraling door TenneT naar het publiek op zo'n inloop in te perken. Zou het derhalve niet beter zijn voor u om de regie in een plenaire bijeenkomst te nemen? Heeft u niet reeds vaker vernomen dat het publiek meer voeling heeft met plenaire zittingen?

4. We zorgen voor participatie die aansluit bij de fase in de procedure

Participatie is maatwerk, omdat ieder project en iedere omgeving uniek is. De hoeveelheid en manier van participatie verschilt per fase in de procedure en per behoefte van de verschillende partijen in de omgeving. De rol en belangen van een gemeente zijn anders dan van die van een bewoner. We proberen daarom iedereen te laten participeren op een manier die bij haar/hem past. We houden rekening met voorkeuren van omgevingspartijen over de manier waarop, waarover en wanneer zij geïnformeerd willen worden.

Reactie notitie 8.4.3.4

Vraag: Wij hopen dat de vervolgstappen na deze eerste kennismaking als maatwerk naar onze leefgemeenschap worden uitgerold. Brachterbeek verdient een dergelijk maatwerk. Mogen wij hiervan uitgaan of moeten wij dit als wensdenken beschouwen?

4.4 Communicatie

U besteed 4 volle pagina's aan communicatie. Een terechte en juiste keuze. Wij zouden in herhaling vallen. Ons voorstel is dat u de bedenkers en schrijvers van de teksten over participatie en communicatie eens incognito laat deelnemen aan een dergelijk inloop als 30 oktober jongstleden. Wij verwachten dat u verrassende conclusies zult trekken.

Vraag: zou dit voor iedereen een goed leermoment kunnen zijn

Vraag: Zou communicatie ertoe bij kunnen dragen dat er begrip kan ontstaan vanwege alles wat om ons heen in Brachterbeek gebeurd, niet alleen hoogspanning maar alles wat er al is en er nog bij gaat komen waardoor leefkwaliteit, overlast, stress, ruimteverlies, er te veel van dit alles rondom ons heen is, de schakelstations hoogspanningsverbindingen, 70 stuks masten de verkeersdruk op de A2 en de A73, hoogspanningskabels, de doorgaande wegen in het dorp, de ontsluiting van de locatie Clauscentrale via de Voortstraat en ontsluitende wegen, fijnstof, de stralingsvelden zowel magnetisch en elektrisch. U kunt niet voor alles verantwoordelijk worden gehouden maar cumulativiteit beperken door na te denken over wat zich in onze omgeving afspeelt en vervolgens ten gronde wordt gericht als we niet samen ons gezond verstand gebruiken. Is dat begrip er en kunnen wij het begrip hiervoor door communicatie verder gestalte geven? Wij zijn bereid, u ook?

Notitie 9

Algemene reacties, vragen en stellingname's

Notitie 9.1

Uit de media:
Netbeheerder Tennet haalt in steeds meer gemeenten hoogspanningsmasten weg. Als zo'n mast dicht bij een woonwijk staat, kunnen bewoners sinds een paar jaar bezwaar maken en worden ze vervangen door ondergrondse kabels. Bewoners willen van de masten af omdat ze bang zijn dat deze slecht zijn voor de gezondheid.

Het gaat in totaal om 77 tracés oftewel 150 kilometer aan masten en kabels die in 51 Nederlandse gemeenten onder de grond verdwijnen. De tracé's zijn in 2019 al door het ministerie van Economische Zaken aangewezen om in aanmerking te komen voor de 'verkabeling'.

Vragen: Waarom geeft TenneT en de overheid zoveel geld uit om bestaande bovengrondse leidingen te verkabelen terwijl nog veel nieuwe hoogspanningsleidingen boven de grond worden aangelegd? Waarom verkabelen van bestaande hoogspanningsleidingen, wanneer er geen gezondheidsrisico's zijn?

Notitie 9.2 Klokgetal optimalisatie

Door het toepassen van klokgetal optimalisatie bij het project Beter Benutten Maasbracht Eindhoven wordt de magneetveldzone, die in de huidige situatie ongeveer 105 meter per zijde is na het verzwaren ongeveer 85 meter per zijde van het hart van de hoogspanningslijn. Indien bij de verzwaring van deze lijn van 2500A naar 4000A geen klokgetal optimalisatie wordt toegepast zal de magneetveldzone ongeveer 135 meter per zijde bedragen. Door klokgetal optimalisatie toe te passen wordt het verzwaren van de lijn Maasbracht- Eindhoven gezien als wordt deze binnen de geldende regels uitgevoerd.
Indien de tweede lijn Maasbracht Eindhoven op plaatsen dicht naast de huidige lijn Maasbracht Eindhoven komt te staan, wordt het effect van klokgetal optimalisatie daar teniet gedaan. Immers de optimalisatie wordt verstoord en dit betekent dat de magneetveldzone van de huidige lijn Maasbracht Eindhoven na verzwaring op deze plaatsen veel breder wordt dan de huidige 105 meter. Zelfs breder dan 135 meter in verband met het versterken van de magneetvelden van de twee lijnen. Bij het project Beter Benutten Maasbracht Eindhoven was al bekend dat er een tweede lijn Maasbracht Eindhoven in de planning was.
Vraag: Graag uitleg hoe jullie dit zien zonder te verwijzen naar handreiking 5.0 van het RIVM. Mogen woningen, die volgens bovenstaande situatie in de magneetveldzone komen te liggen terwijl ze er nu niet in liggen, een beroep doen op waardevermindering van hun woning bij de voorgenomen bouw van de tweede lijn?

Notitie 9.3 vragen als eerder gesteld inzake Maasbracht-Graetheide in verband met terreuraanslagen.

Vraag: Er wordt de laatste jaren met grote regelmaat gesproken en geschreven over netcongestie en beperkingen in aansluitingen op het net c.q.leverproblemen op en aan het elektriciteitsnet. Datgene wat in de keuken van TenneT gebeurd kunnen wij wellicht niet begrijpen; echter het zou wel leiden tot een beter inzicht en meer begrip over de ontstane situatie indien openheid van zaken gegeven zou kunnen worden over de transportwaarden die via hoogspanningsverbindingen gerealiseerd worden. Te denken valt wat ons betreft hier aan de lijnen Maasbracht-Graetheide, Maasbracht-Eindhoven, Maasbracht-Van Eijck en Maasbracht- Dodenwaard/Boxmeer. Zouden wij de gemiddelde transportwaarden gedurende de jaren 2005, 2010, 2015, 2020, 2021 en 2022 mogen ontvangen?

Vraag : In dezelfde strekking als de vorige vraag willen wij u tevens de transportwaarden op uur niveau vragen van de lijnen Maasbracht-Graetheide en Maasbracht-Eindhoven van het jaar 2023. Bestaat hiertoe een gerede kans?

Antwoord van TenneT: Dit soort gegevens worden niet door TenneT gedeeld omdat dit gevoelige informatie betreft, die bijvoorbeeld voor commerciële doeleinden gebruikt kunnen worden. TenneT deelt wel gegevens met gemeenten en de Gezondheidsdienst. Burgers kunnen daar een bevestiging opvragen dat de langjarige gemiddelden onder de 30% (380kV lijnen) of 50% (150kV lijnen) is gebleven in het verleden. TenneT gaat hier verder niet over in gesprek.

Eerder werd tijdens informatieavonden aangegeven, dat TenneT bepaalde informatie afschermt om mogelijke terreuraanslagen te voorkomen. Nu wordt om commerciële doeleinden de transportwaarden niet gedeeld. Blijft zo een vaag verhaal en het voelt voor ons dat TenneT geen openheid wil geven en iets te verbergen heeft.
Bij het commerciële bedrijf RWE zijn de productiewaarden van o.a. de Clauscentrale van de afgelopen 24uur te bekijken. Zie:

https://www.rwe-production-data.com/en/list/GS/NL/E110336/graph/

Vraag: Kunt u beter uitleggen wat de transportwaarden voor een invloed hebben op mogelijke terreuraanslagen of voor bedrijven met commerciële waarde?

Notitie 9.4 kabelbreuk

Wij vinden dat geen enkele woning, verblijf of bedrijf onder een hoogspanningsleiding mag liggen. Er bestaat altijd de mogelijkheid dat er iets mis kan gaan. Indien een kabel losgaat of een beveiliging niet werkt dan kan dit vergaande gevolgen hebben. Een kabel, die door overbelasting erg heet wordt en hierdoor “doorzakt”, zal binnen de korstste keren het onroerend goed eronder in brand zetten.

Bv: In 2022 ging het royaal fout in Lelystad. We spreken niet van een herhaling van Zetten, maar niets is ondenkbaar. https://www.hoogspanningsnet.com/tag/kortsluiting/

TenneT heeft eerder aangegeven, dat hetgeen, in Lelystad misging, geen relatie heeft met de voorgenomen werkzaamheden. Maar het blijft een feit dat het mis is gegaan en dit is vaker voorgekomen. Er komen regelmatig stroomstoringen voor en ja dit kan ook door onderstations worden veroorzaakt. Ongelukken gebeuren door menselijke handelingen of door niet naar behoren werkende componenten.
Vraag: Kan TenneT garanderen dat er geen kabels op huizen, andere verblijven of bedrijven terechtkomen of deze zullen aanraken?

Notitie 9.5 verzekeringen opstal onder kabels.

Deze vraag is eerder gesteld:
Indien er leidingen over een huis of bedrijf hangen hoe zit het dan met onderhoud of vernieuwingen aan het huis op hoogte? Denk hierbij aan het vegen van de schoorsteen of dakreparaties of renovaties. Kan dit dan nog veilig worden uitgevoerd? En zo ja, wat zijn dan de voorwaarden en eventuele restricties?

Antwoord: Voor woningen binnen de belemmerende strook dient bij werkzaamheden in de nabijheid van de hoogspanningsverbinding vooraf toestemming aangevraagd te worden, waarbij aangegeven wordt onder welke voorwaarden de werkzaamheden verricht kunnen worden. Dit om een veilige werkomgeving en leveringszekerheid te kunnen waarborgen.

Dit is een erg heftige beperking.

Vragen: Waar moet je dit aanvragen? Indien de ruimte tussen het huis of bedrijf en de hoogspanningsleidingen de kritische afstand van 6 meter naderen hoe zit het dan bij spoedklussen bv lekkage van de nok van het dak? Hoe zit het met bluswerkzaamheden indien er brand ontstaat in het huis of verblijf? Mag de brandweer dan wel blussen? Kunnen de vlammen de leveringszekerheid in gevaar brengen? Hoe zit het met het verzekeren van de opstal bij zulke beperkingen?

Notitie 9.6 schadeloosstelling.

Eerder is door TenneT aangegeven.

Eigenaren/gebruikers van woningen onder of in directe nabijheid van een (geplande) nieuwe bovengrondse hoogspanningsverbinding worden ten alle tijden volledig schadeloosgesteld op basis van de daarvoor geldende regelgeving als gevolg van aanleg van een nieuwe bovengrondse verbinding. Mocht een woning recht onder de verbinding komen te liggen is dat in basis geen reden dat de woning niet kan worden gehandhaafd. Wel zorgt TenneT voor

volledige schadeloosstelling (denk aan: compensatie van waardevermindering van de woning, taxatiekosten).

Vragen: TenneT praat hier over een geldende regelgeving. Wat is deze regelgeving?
Hoeveel procent van de WOZ- waarde is de schadeloosstelling wanneer het onroerend goed onder de geleiders ligt?
Hoeveel procent van de WOZ- waarde is de schadeloosstelling als het onroerend goed 25 meter van de geleiders ligt maar wel nog binnen de magneetveldzone?
Hoeveel procent van de WOZ- waarde is de schadeloosstelling als het onroerend goed 50 van de geleiders ligt maar wel nog binnen de magneetveldzone?

Notitie 9.7 verkabeling.

promotiefilmpje van TenneT over verkabeling (aanleggen ondergrondse hoogspanningskabels) van 380kV hoogspanning tracé. Dus het is zeker mogelijk om 380kV hoogspanningsverbindingen (gedeeltelijk) te verkabelen.

https://www.youtube.com/watch?v=CrQlmltJ9

Tennet geeft eerder aan;
Het filmpje is ruim 8 jaar oud. Er zijn in Nederland 380kV trajecten die (gedeeltelijk) ondergronds zijn aangelegd, doordat TenneT toen een ander beleid had of omdat het vanwege technische redenen niet mogelijk was om de hoogspanningslijn bovengronds aan te leggen. In bijzondere gevallen, wanneer dit vanuit leveringszekerheid verantwoord is, kan ondergrondse aanleg voor korte tracédelen worden overwogen. Voor het traject Rilland-Tilburg legt TenneT 10 km 380kV kabels in de grond.

https://www.tennet.eu/nl/kabels-de-grond-een-koud-kunstje

“Van de 70 kilometer lange nieuwe hoogspanningsverbinding tussen Rilland en Tilburg legt TenneT zo’n 10 kilometer aan één stuk ondergronds aan. Dat gebeurt via vuistdikke kabels

Jin Zhang is lead engineer voor de ondergrondse verbindingen bij TenneT. Zij is verantwoordelijk voor de verkabeling van de nieuwe hoogspanningsverbinding Zuid-West 380 kV Oost en die van het 150 kV-tracé.”

Vraag: Waarom wordt er op info avonden door alle TenneT medewerkers glashelder beweerd dat 380kV kabels niet in de grond kunnen? Wat is de reden dat het hier wel mogelijk is om zelfs een stuk van 10 km te verkabelen? Het filmpje is 8 jaar oud in deze 8 jaar is de techniek om te verkabelen alleen maar beter geworden!

Notitie 9.8 Leveringszekerheid.

TenneT gaat heel ver voor de leveringszekerheid van stroom in Nederland. Dit waarderen wij, wat wij echter vreemd vinden in deze is dat het schakelstation in Maasbracht nu al, maar zeker in de toekomst zo groot is, dat bij een calamiteit op het schakelstation geen ander opties meer zijn om zuid Nederland van voldoende stroom te voorzien. Er zijn dan geen alternatieven om voldoende stroom op diverse locaties in zuid Nederland te krijgen, zoals het Chemelot terrein en zuid Limburg. Natuurlijk is de kans klein maar indien het station om wat voor reden een grote storing heeft dan heeft Nederland een mega probleem. (we zullen maar niet spreken over een ramp) Met de bouw van het nieuwe GIS-station in Maasbracht is een grote storing ook aannemelijker. Immers het hart van het GIS-station is het GIS- gebouw waar alle verbindingen bij elkaar zitten.
Eerder heeft TenneT ook aangegeven te vrezen voor terreuraanslagen. Om deze reden wil TenneT geen transportwaarden delen, maar je hoeft niet veel gegevens te hebben om te weten hoe je dit station plat legt en wat voor impact dit vervolgens kan hebben.

Vragen: Waarom niet op meerdere locatie in Zuid- Nederland de 380kV stations uitbreiden of nieuwe bijbouwen, opdat er meerdere 380kV ringleidingen ontstaan; Het 380 kV station in Maasbracht maar beperkt uitbreiden.
We hebben al eerder aangegeven om de tweede verbinding naar Graetheide niet via Maasbracht te maken maar via van Eyck. Een andere optie is om een rechtstreekse verbinding te maken tussen Eindhoven en Graetheide in plaats van een tweede verbinding Maasbracht-Graetheide en Maasbracht Eindhoven. Dit verhoogt de leveringszekerheid naar het Chemelot terrein aanzienlijk. Waarom zijn bovenstaande optie's niet haalbaar geacht voor het ministerie van KGG en TenneT? Zijn deze wel onderzocht?

Notitie 9.9 Verkabelen.

Indien er toch gekozen wordt om de tweede lijn Maasbracht-Eindhoven aan te leggen en in de nabije toekomst de tweede 380KV lijn Maasbracht-Graetheide dan hebben wij het volgende voorstel:

De huidige lijn Maasbracht-Eindhoven en de nieuwe lijn Maasbracht-Eindhoven te verkabelen vanaf het schakelstation Maasbracht tot aan de Molengreend, naast de Clauscentrale. Dit is ongeveer een afstand van 1,1 km Hier een portaal plaatsen voor beide trace's, eventueel extra kabels leggen voor een derde tracé voor de toekomst. Dit kan in een keer aangelegd worden in de grond, waardoor de kosten “relatief” laag blijven. Bovendien zijn hier weinig tot geen obstakels op het traject.

Aan de zuidkant dit hetzelfde te doen met de hoogspanningslijnen Maasbracht-Van Eyck, Maasbracht-Graetheide en de lijn Maasbracht-Luttenrade/Born (deze kunnen dan ook opgewaardeerd worden naar 380 kV mocht Nedcar weer operationeel worden en je bent de kruisingen kwijt bij de stationsweg) Ook hier praat je over een lengte van ongeveer 1,1 km. Tevens kan hier dan ook al een extra verbinding in de grond gelegd worden.

Aan de oostkant de lijn Maasbracht-Siersdorf/Oberzier ook verkabelen tot achter de

spoorlijn en A73. Ook hier alvast een extra verbinding aanleggen. Ook dit trace zal ongeveer 1,1 km lang zijn.

Hiermee worden de problemen opgelost wat betreft de beperkte toegang tot het schakelstation; door de ligging van de Clauscentrale, de woonkern Brachterbeek en de vele hoogspanningslijnen, die al aanwezig zijn. Voor uitbreidingen is daarmee aan 3 zijden reeds voorzien. Bovendien kunnen deze verbindingen tot er een uitbreiding komt gebruikt worden als reserve aansluiting of zelfs als extra aansluiting. Wel helemaal aansluiten maar aan de station zijde via een vermogensschakelaar aan die zijde niet op het net zetten.

Door de korte afstand van de kabel tracés zijn er waarschijnlijk geen verbindingen in de grond nodig waardoor deze verbindingen net zo betrouwbaar zijn als een bovengrondse leiding en er geen sprake is van het argument van langere reparatietijd mocht zich een camaliteit voordoen.
Het voordeel voor de omwonenden is dat niemand meer in een magneetveldzone woont en deze geen geluidsoverlast hebben van het corona effect.

Vraag: Graag vernemen wij wat jullie vinden de hierboven omschreven drie trajecten (antwoord per traject) Is het al eens voorgekomen dat een storing is ontstaan aan een verkabeld hoogspanning tracé van 150 KV of hoger. Zo ja, waar en wanneer?

Notitie 9.10 Leveringszekerheid en bestaande hoogspanningsverbindingen.

Voor bepaalde cruciale verbindingen is het vanuit het oogpunt van leveringszekerheid niet wenselijk om hoogspanningsverbindingen te combineren met bestaande hoogspanningsverbindingen. In deze gevallen kan afgeweken worden van het principe van bundelen en combineren. Zo is het, vanwege het cruciale belang van deze verbindingen voor de Nederlandse en Europese energievoorziening, onaanvaardbaar om delen van interconnectoren, de landelijke ring of rechtstreekse verbindingen tussen de interconnectoren en de landelijke ring te combineren met een nieuwe 380kV-verbinding (in dat geval zou een 4-circuit verbinding met een spanning van 220kV of hoger ontstaan). Een complete onderbreking van zulke 4-circuitverbindingen kan namelijk leiden tot cascade-effecten binnen het Nederlandse en zelfs het Europese net.
Vragen: Is dit bovenstaande niet aan de orde, indien een tweede lijn Maasbracht-Eindhoven wordt gerealiseerd? Gaat dit om 4 circuits in een mast en zijn jullie bang dat een mast omvalt? Hoe zit het op de plekken, waar de twee tracés heel dicht bij elkaar staan? Hoe zit het met hoge obstakels in de buurt van deze lijnen?

Notitie 9.11 Grondkabel.

In beginsel worden 380 kV-hoogspanningsverbindingen bovengronds aangelegd. Dit komt onder andere doordat een ondergrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding veel warmte produceert. Een

ondergrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding heeft een dikke 6 beschermingslaag. Deze beschermingslaag zorgt er echter voor dat de 380 kV hoogspanningsverbinding ondergronds de warmte slecht kwijt kan. Dit verlaagt effectieve transportcapaciteit en vergroot de kans op storingen. Deze storingen zijn in ondergrondse hoogspanningsverbindingen bovendien moeilijker te repareren en reparaties duren langer dan bij een bovengrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding. Dit heeft landelijk (en zelfs Europees) grote negatieve gevolgen voor de leveringszekerheid. Alleen in het geval van een groot ruimtelijk of (net)technisch knelpunt kan, mits het vanuit leveringszekerheid en meerkosten verantwoord is overwogen worden om de 380 kV-hoogspanningsverbinding over korte afstanden ondergronds aan te leggen.

Het voltage (V) bepaald niet de warmteontwikkeling, maar de stroomsterkte (A). Een (gedeeltelijk) verkabeld tracé van 150KV of van 380KV met dezelfde stroomsterkte heeft in beginsel dezelfde warmteontwikkeling. In de praktijk betekent dit echter dat het probleem bij 150KV verkabeling groter is dan bij 380KV bekabeling. Immers bij een 380KV wordt gerekend met 30% van de ontwerpcapaciteit en bij 150KV met een ontwerpcapaciteit van 50%.
Bij korte stukken van verkabeling is het mogelijk om de warmteontwikkeling in de kabel te reduceren door parallel kabels toe te passen per fase. Hierdoor verdeel je de stroom over twee kabels.

Bij het schakelstation te Maasbracht hebben we een groot knelpunt en dat is de aanlanding van alle (nieuwe) hoogspanningslijnen. Dit kunnen we oplossen zie Notitie 9.9.(over portalen op drie locaties)
Is er nagedacht om de kabels in de grond te koelen? Bij het schakelstation in Maasbracht is er veel oppervlaktewater beschikbaar en zou een ringleiding met koelwater langs de hoogspanningskabels het probleem van warmteontwikkeling sterk reduceren.
Vraag: Graag een reactie op alle bovenstaande opmerkingen/vragen

Notitie 9.12 VAWOZ en betrouwbaarheid grondkabel

Tijdens de inloopavond van 30 oktober jl. in Brachterbeek was er ook iemand namens VAWOZ aanwezig.
Er is aangegeven dat de 380V verbinding tussen de converter en het schakelstation verkabeld wordt aangelegd. Het gaat hier om een 2GW verbinding van wellicht 6 km lang

Vraag: Is deze verbinding dan wel betrouwbaar genoeg bij verkabeling?

Notitie 9.13 Benadering gedupeerden door TenneT

TenneT geeft aan dat eigenaren/gebruikers van woningen en perceeleigenaren, die te maken krijgt met de nadelige gevolgen van het verzwaren of aanleggen van hoogspanningslijnen of –stations, door TenneT worden benaderd.

vraag; In welke fase van de ontwikkelingen van een nieuw project worden deze mensen benaderd?

Notitie 9.14 elektronica in publieke omgeving van hoogspanning.

Eerder is aan TenneT de vraag voorgelegd hoe moet worden omgegaan met elektronica die in de publieke omgeving van hoogspanningslijnen niet correct functioneert. Van toepassing is de EN 61000-6-1 (zie: **Table 1 – Immunity requirements)**, waar voor magnetische 50Hz velden een test niveau geldt van 3A/m, waarbij de functionaliteit niet mag verminderen. Omgerekend komt 3A/m overeenkomen met ca 4µT.
Het antwoord van TenneT: *Apparaten die binnen de Europese Unie aan consumenten verkocht worden moeten via Europese productstandaarden worden getoetst aan de blootstellingslimiet van 100 microtesla.*

Bovenstaande materie met een deskundige van keuringsinstantie KIWA (voorheen in functie van keuring elektronische apparatuur) besproken en deze had z'n bedenkingen over de uitspraken van TenneT. Volgens de deskundige ziet het ernaar uit dat TenneT de gezondheidslimieten verward met de limieten t.b.v. de CE- markering.
Vraag: Wat is het standpunt dat TenneT inneemt ten aanzien van de uitspraak dat gezondheidslimieten lijken te worden verward met CE-markering?

Notitie 9.15 blootstellingslimiet elektrisch veld.

Voor het elektrisch veld is de aanbevolen blootstellingslimiet 5 kilovolt per meter. Zie: https://www.kennisplatform.nl/blootstellingslimieten-voor-elektromagnetische-velden/
Bij woningen in de nabijheid van hoogspanningslijnen wordt, naast de aanbeveling voor magnetische velden, ook de aanbeveling voor elektrische velden ruimschoots overschreden.
Vraag: Zijn er gegevens beschikbaar waaruit blijkt wat de blootstelling aan elektrische velden betreft? En indien overschrijding plaatsvindt hoe wordt daar dan mee omgegaan?
Is u bekend wat de impact is van langdurige blootstelling aan elektrische velden met een limiet hoger dan 5 kilovolt/m?

Notitie 9.16 Voelbare magnetische velden.

Wij wonen met de achterzijde van de woning dicht tegen de bestaande hoogspanning.
Het komt met grote regelmaat voor dat als wij als gezin door de tuin lopen en of op het terras zitten dat er meerdere momenten zijn dat wij magnetische velden voelen.
Bij aanraking van mijn kinderen of elkaar wordt dat gevoel versterkt, dit gevoel is niet altijd aanwezig maar de laatste jaren wel steeds vaker.

Vraag: Hoe is het verklaarbaar dat een dergelijke ervaring van magnetisch veld wordt gedaan en wij vragen ons oprecht af wat de impact op onze gezondheid hierdoor is? Wij zijn daar in ieder niet gerust over en maken ons ernstig zorgen.

Notitie 9.17 Magneetveldsterkte.

Bij het project Maasbracht-Graetheide hebben we de volgende vraag gesteld, maar geen antwoord ontvangen.

Vraag: Wat is de magneetveldsterkte onder het midden van een circuit (wit of zwart) bij de huidige lijn Maasbracht- Eindhoven bij een transportwaarde van 30%, bij een transportwaarde van 70% en bij de maximale transportwaarde van 100%.
Wat zijn deze waarden na het opwaarderen van deze lijn?
Ps alsjeblieft niet verwijzen naar de handreiking van het RIVM. Dat antwoord hebben wij eerder ontvangen maar is geen antwoord op deze vraag.

Brachterbeek 14-11-2024

Burgerplatform Bezorgde Burgers Brachterbeek

Verzonden: 11/14/2024 12:21:25 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens: [redacted]
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

We wonen onder/naast de hoogspanning Maasbracht - Dodewaard. Deze wordt de komende tijd verzwaard. We maken ons zorgen over de mogelijke gevolgen van deze verzwaring. De oost grens van het zoek gebied is is ook deze lijn. Als ik kijk naar de uitgangs punten die er gebruikt worden is er een gerede kans dat er nog een hoogspannings lijn langs gezet word. Dit zou ik zeer onwenselijk achten.

Wordt er bij de masten en kabels die gebruikt gaan worden ook gekeken naar geluids overlast? De huidige masten maken bij harde wind best wel veel lawaai. En bij vochtig weer kneteren de leidingen.

Als ik op de kaart kijk zou mijn ingeving zijn om deze hoogspanningsleiding niet op het bestaande station aan te sluiten maar een nieuw bouwen aan de zuid west kant van Eindhoven. Wat mij niet helemaal duidelijk is waarom deze leiding wordt aangelegt. Jullie uitleg is dat de vraag in dit gebied (omgeving Eindhoven) groter wordt den de transport capaciteit. Maar deze stroom moet ook ergens van daan komen en ik zie niet dat er een nieuwe leiding bij komt in Maasbracht. Betekend dit dat er een (kern) centrale komt in Maasbracht?

Verzonden: 11/14/2024 3:12:00 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Veiligheid van hoogspanningslijnen:

In uw webinar van 17 oktober geeft u een totaal verkeerd beeld van de veiligheidsrisico's van hoogspanningslijnen.

In tegenstelling tot wat TenneT beweert, namelijk dat je gerust een hoogspanningslijn over woningen kunt laten lopen zonder gezondheidsschade, toont internationaal erkend en grootschalig wetenschappelijk onderzoek aan, dat in de buurt van hoogspanningslijnen een verhoogde tot een sterk verhoogde kans (2 tot 7 keer verhoogd) op kinderleukemie bestaat. Dit is onder andere afhankelijk van leeftijd op het moment van blootstelling, de duur van de blootstelling en de afstand tot de hoogspanningslijn. Iets minder grootschalig, maar zeker niet minder wetenschappelijk verantwoord onderzoek heeft aangetoond dat ook volwassenen een verhoogde kans op leukemie hebben als zij in de buurt van een hoogspanningslijn wonen. Ook andere vormen van kanker worden vaker geregistreerd in de buurt van hoogspanningslijnen. In de wat oudere Kennisberichten van het Kennisplatform Elektromagnetische velden en Gezondheid wordt daar melding van gemaakt, maar onder penvoering van het RIVM werd daar vanaf 2015 ontzettend de fout ingegaan. In het Kennisbericht van juni/juli dat jaar, werd in een kleinschalige Case Control studie in Denemarken, waarbij in de belangrijkste zone van de hoogspanningslijn, die van binnen 50 meter afstand, geen case gevonden. In plaats van dit onderzoek buiten beschouwing te laten, omdat het niet mogelijk was om daar conclusies aan te verbinden, werd het breed uitgemeten dat uit dat onderzoek bleek dat er geen schadelijke effecten van de 0,4 microTesla magneetveldzone te verwachten waren. Hetgeen vrij logisch lijkt als er geen case is in de belangrijkste zone.

Echter in augustus datzelfde jaar bleek uit een grootschalig onderzoek in China met ruim 14.000 kinderen dat dezelfde verhoogde kansen op kinderleukemie gevonden werden als de onderzoeken van de jaren 2002-2005, waarop de vervolgonderzoeken gebaseerd waren.

De uitspraak van TenneT dat de Europese norm van 100 microTesla nergens gehaald wordt en dat de gehanteerde 0,4 microTesla magneetveldzone uit (in hun ogen onnodige) voorzorg gehanteerd wordt, vind ik misleidend en mogelijk crimineel. Zeker als uit verschillende rapporten specifiek aangeven wordt dat er een verband is tussen blootstelling aan 0,3 tot 0,4 microTesla en kinderleukemie en dat dit oploopt met een hoger voltage van de hoogspanningslijn.

Hoogspanningslijnen en fijnstof.

Een ander aspect van schade door hoogspanningslijnen is de oplading van fijnstof door hoogspanningslijnen. Dat die gezondheidsschade niet aangetoond is volgens het RIVM is een onjuiste conclusie van het RIVM. Ik ga zelfs zo ver dat ik het betreffende rapport "Hoogspanningslijnen en fijn stof" (Rapport 610790001/2007) als frauduleus wil bestempelen. de stukken zijn bijgevoegd.

Ondergronds aanleggen van de hoogspanningslijn.

In uw projectbeschrijving geeft u aan dat de optie ondergronds aanleggen van de hoogspanningslijn niet aan de orde is en ook niet zal zijn. Sterker nog, er wordt niet eens naar gekeken. Het is begrijpelijk dat u een wisselspanning hoogspanningslijn niet ondergronds wilt leggen, maar met gelijkspanning, HVDC gaat het prima.

In Leudal, het gebied waardoor de nieuwe hoogspanningslijn moet komen, zijn al 3 hoogspanningslijnen en lopen er twee autosnelwegen langs. Gezien de eerder beschreven gezondheidsrisico's van opgeladen fijnstof en elektromagnetische velden die leukemie veroorzaken en de aanslag op kwetsbare natuur in het gebied, is een vierde hoogspanningslijn met oplading van fijnstof en magnetische velden en die op allerlei manieren de leefomgeving aantast, kunnen we er niet bij hebben. De oplossing hiervoor is de hoogspanningslijn ondergronds te laten lopen en dan niet 380 kV met wisselspanning, omdat dit niet kan zonder koeling en afscherming, maar met HVDC, High Voltage Direct Current, Het grote voordeel van een gelijkspanningskabel is dat er geen vervelende magnetische velden ontstaan en dat de kabel met een simpele graafmachine die een geul graaft bijvoorbeeld langs de snelweg. Zo'n DC lijn aanleggen is bij een traject langer dan 30 kilometer, zelfs inclusief twee omvormers, veel goedkoper en flexibeler dan een hoogspanningslijn. De lezing van Wessel Bakker destijds van ABB, geeft heel duidelijk weer hoe dit werkt.

Het zal u inmiddels duidelijk zijn, hoop ik tenminste, dat uw voorstel voor een extra hoogspanningslijn op sterke tegenstand zal stuiten, die juridisch ook heel goed onderbouwd kan worden. De stukken liggen klaar. Ik hoop dan ook dat u van de onaanvaardbare hoogspanningslijn en zeer gewaardeerde HVDC-hoogspanningskabel zult maken.

U vraagt participatie, dat wordt gewaardeerd, maar het moet wel van twee of meer kanten komen.

102355040_10379160_Lezing[redacted]_Delft_HVDC_HVAC.pdf

Delft

25 september 2007

[redacted]

Ondergrondse hoogspannings verbindingen

Agenda

- Introductie spreker
- Introductie ABB, technologieleider in transmissie
- Varianten van transmissie
  - Bovengronds wisselstroom
  - Ondergronds wisselstroom
  - Ondergronds gelijkstroom/HVDC Light
- Vergelijk van aspecten
- Discussie

© ABB Power Technology Products, BA PTPS - 2 -

Facts about ABB

- Headquarters: Zurich, Switzerland
- About 108,000 employees in around 100 countries
- Orders in 2006: $28.4 billion
- Revenues in 2006: $24.4 billion
- Listed on Stockholm, Swiss & New York exchanges; traded on virt-x

- A leading power and automation technology company with strong market positions in its core businesses
- Core business organized into 5 divisions; Power Products, Power Systems, Automation Products, Process Automation, and Robotics

© ABB Power Tec
BA PTPS - 3 -

What we offer: divisional structure and portfolio

Power Products
Sales: $7.4 billion

Transformers, high- and medium-voltage switchgear, breakers, automation relays

Power Systems
Sales: $4.5 billion

Substations, FACTS, HVDC, HVDC Light, HV cables, power plant & network automation

Automation Products
Sales: $6.8 billion

Low-voltage products, drives, motors, power electronics, and instrumentation

Process Automation
Sales: $5.4 billion

Control systems and application-specific automation solutions for process industries

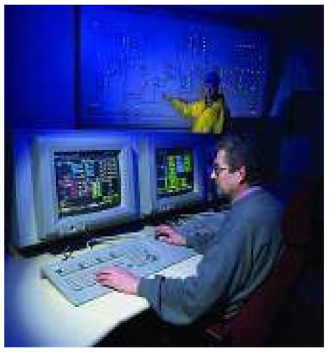
Robotics
Sales: $1.3 billion

Robots, peripheral devices and modular manufacturing solutions for industry

- Market-leading positions in most key product areas
- Integrated solutions for grid reliability, productivity and energy efficiency
- Robust global value chain to serve established and emerging markets
- Extensive global network of value-added channel partners

© ABB Power Technology Products, BA PTPS - 4 -

Power Systems division



Key deliverables

- Turnkey power systems
  - AC and DC power systems
  - HVDC, HVDC Light and FACTS
  - HV cables
  - Substations and Substation Automation
  - Network management systems
  - Instrumentation, electrification and control for power generation
- Power systems services
  - Repair, retrofit, refurbishment
  - Software and hardware upgrades
  - Asset management and diagnostics

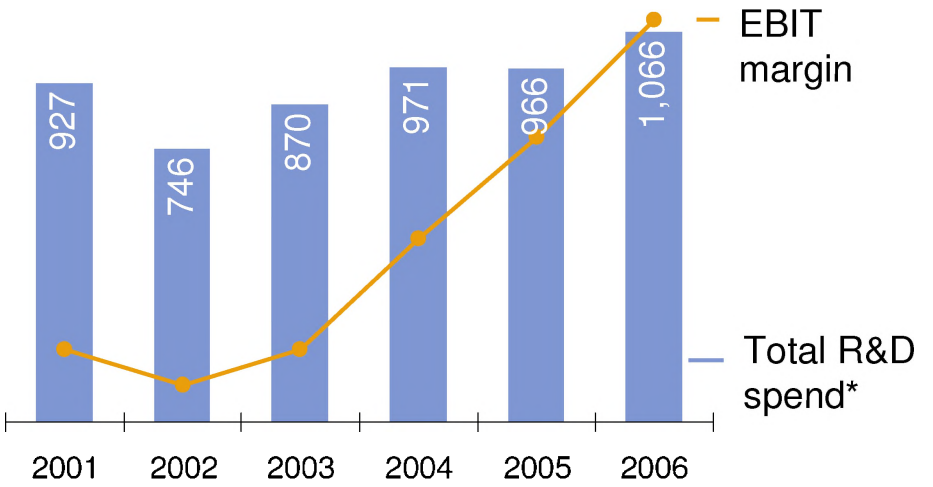
Markets served

- Utilities, industries, OEMs, EPCs, distributors

© ABB Power Technology Products, BA PTPS - 5 -

Innovation key to competitive advantage

ABB's current strong market position has been built through consistent R&D investment



- $1.1 billion spent on research and order-related development in 2006, a 10 percent increase compared with 2005
- 6,000 researchers and developers worldwide
- R&D and new product focus in both power and automation:
  - *Energy efficiency (e.g., advanced HVDC transmission systems, high-efficiency motors and drives)*
  - *Flexibility and productivity (e.g., automation and control software, wireless communication systems)*

* Comprises Non-order related R&D and order-related development for ABB's five core division and excludes expenditures in Non-core activities

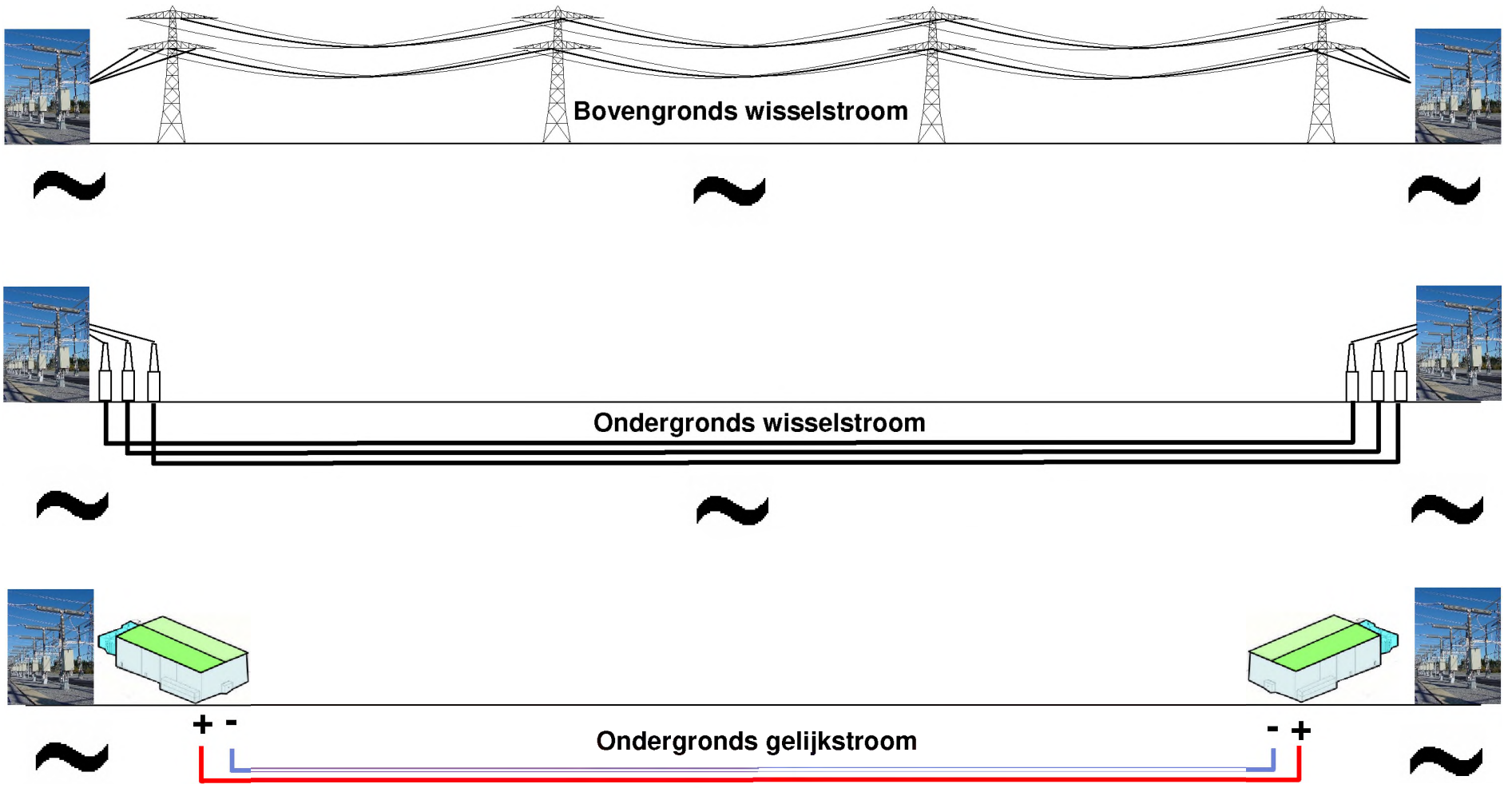
© ABB Power Technology Products, BA PTPS - 6 -

Agenda

- Introductie
- Varianten van transmissie
  - Bovengronds wisselstroom
  - Ondergronds wisselstroom
  - Ondergronds gelijkstroom/HVDC Light
- Vergelijk van aspecten
- Discussie

© ABB Power Technology Products,
BA PTPS - 7 -

Varianten van hoogspannings verbindingen



Variant 1A: Bovengronds wisselstroom klassiek

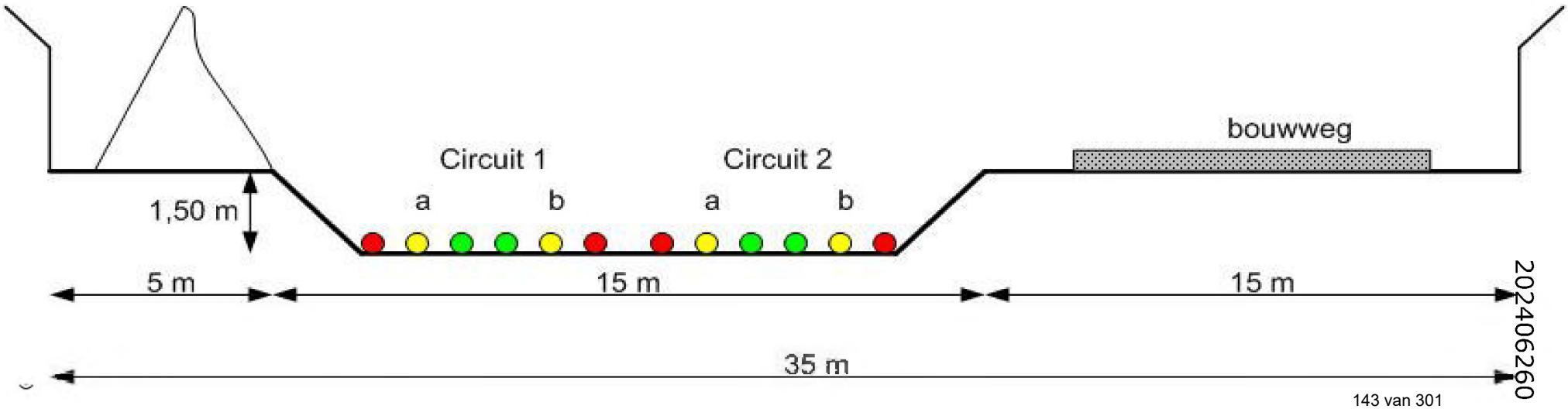
© ABB Power Technology Products,
BA PTPS - 9 -

Variant 1B: Bovengrond wisselstroom met Wintrack

© ABB Power Technology Products,
BA PTPS - 10 -

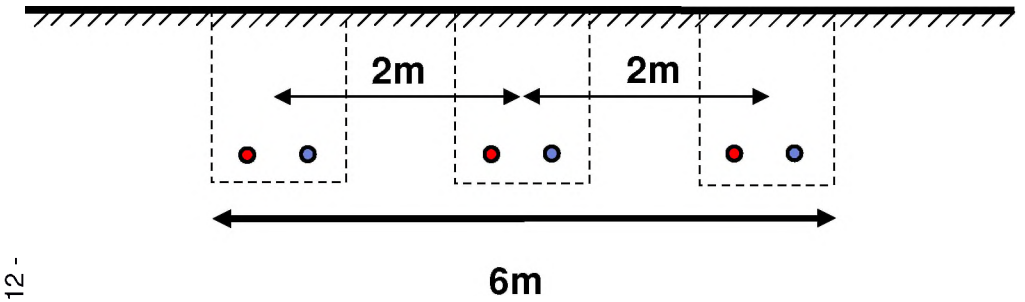
Variant 2: Ondergronds wisselstroom

20240626O



20240626O

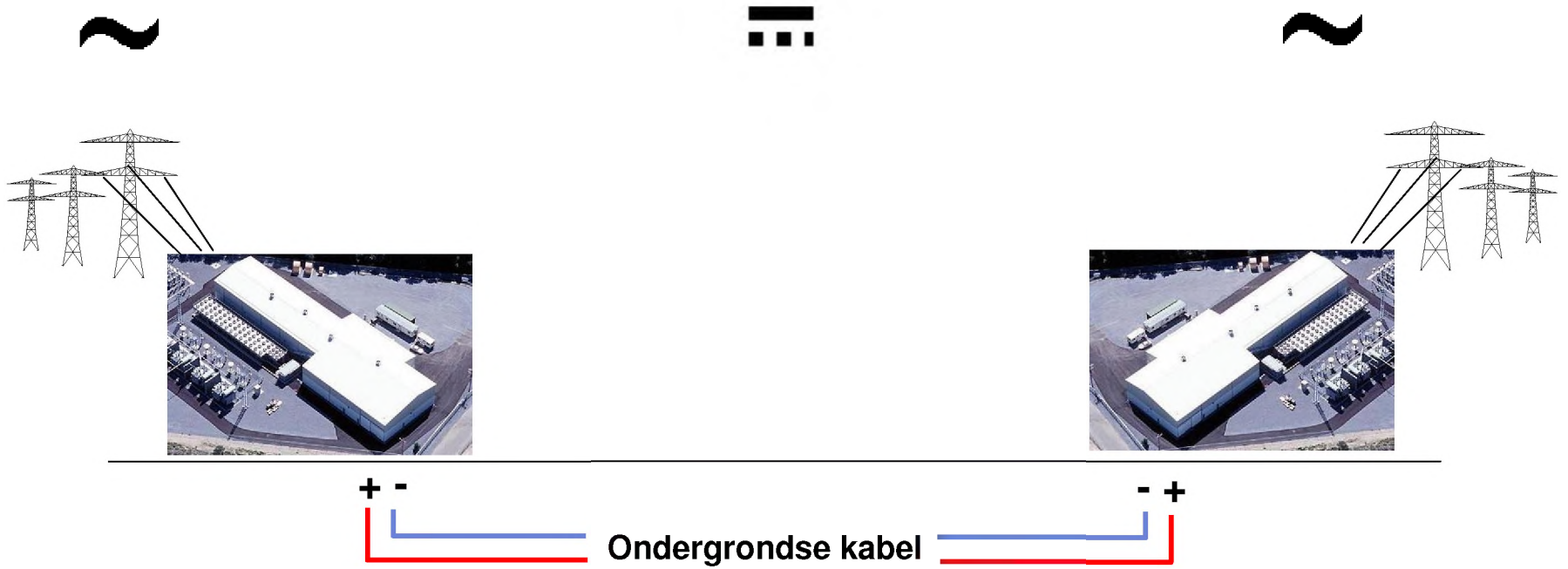
Variant 3: Gelijkstroom ondergronds / HVDC Light



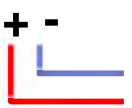
Na aanleg

© ABB Power Technology Products, BA PTPS - 12 -

Het principe van HVDC Light



Wisselstroom (bestaand landelijk hoogspanningsnet) **Converter** **Gelijkstroom (nieuwe verbinding)** **Converter** **Wisselstroom (bestaand landelijk hoogspanningsnet)**



N.B aftakkingen mogelijk!

© ABB Power Technology Products, BA PTPS - 13 -

Voorbeeld: Murraylink in Australië

- Langste ondergrondse hoogspannings-verbinding ter wereld: 180km
- Winnaar van 3 milieu prijzen.

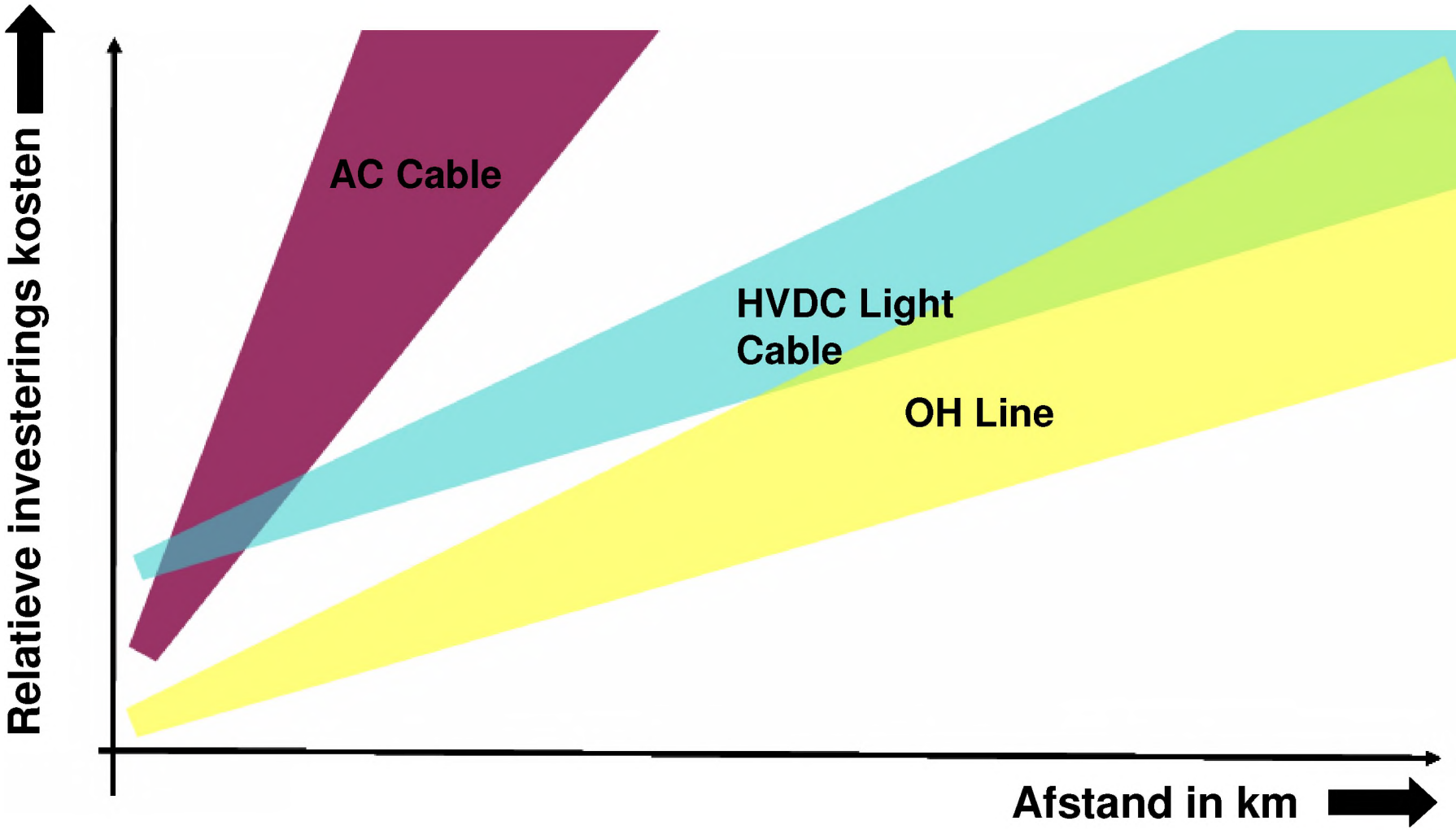
© ABB Power Technology Products,
BA PTPS - 14 -

Agenda

- Introductie spreker
- Introductie ABB, technologieleider in transmissie
- Varianten van transmissie
  - Bovengronds wisselstroom
  - Ondergronds wisselstroom
  - Ondergronds gelijkstroom/HVDC Light
- Vergelijk van aspecten
- Discussie

© ABB Power Technology Products,
BA PTPS - 15 -

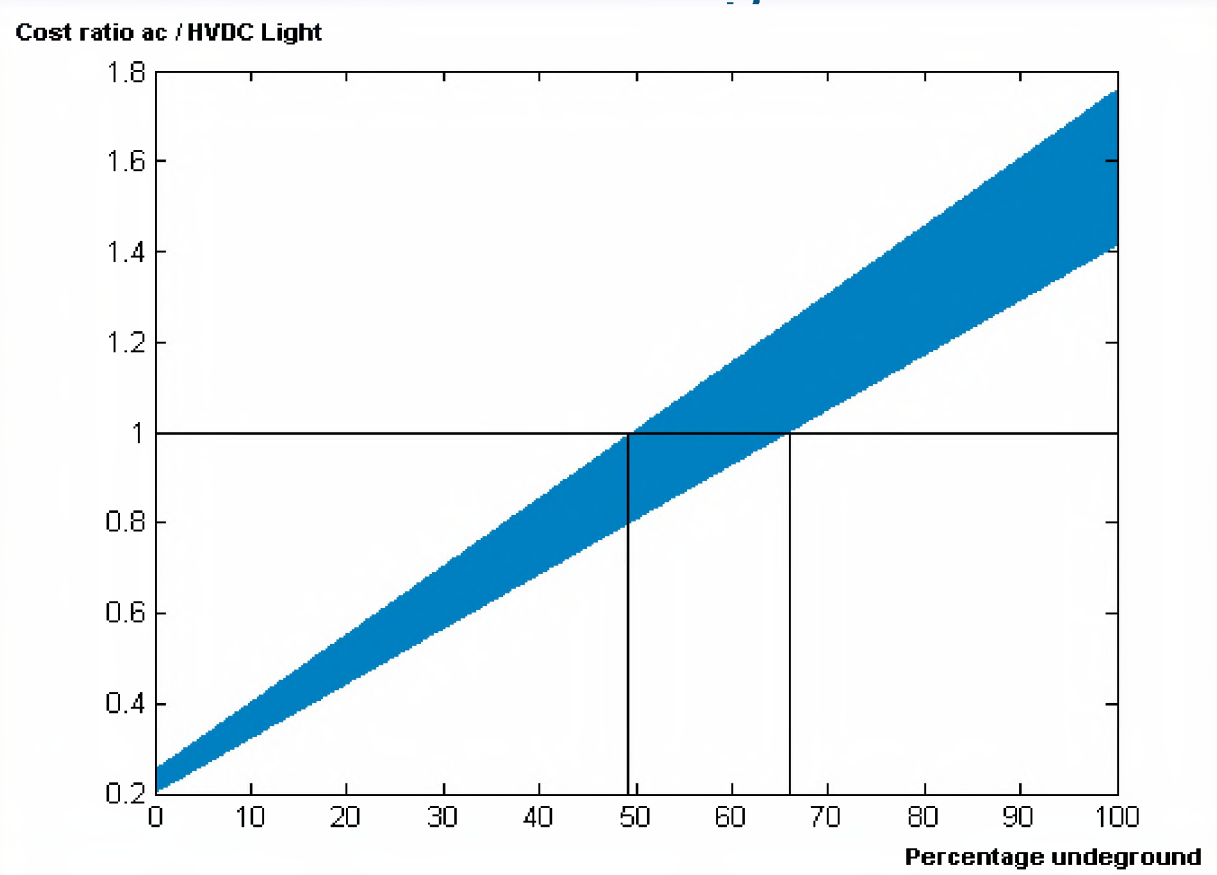
Investerings kosten vergelijk



© ABB Power Technology Products, BA PTPS - 16 -

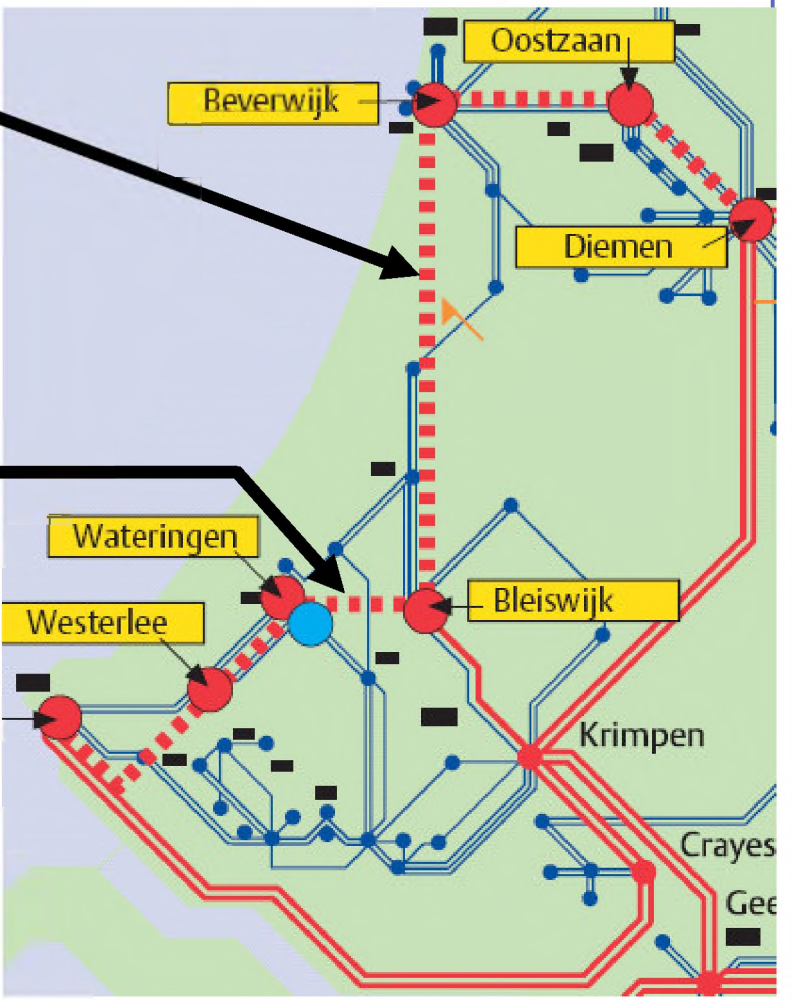
Economical assessment second case 2020

- Cost ratio ac / HVDC Light
- Break-even: 30 – 40 km underground



Conclusie investeringsplaatje voor Randstad

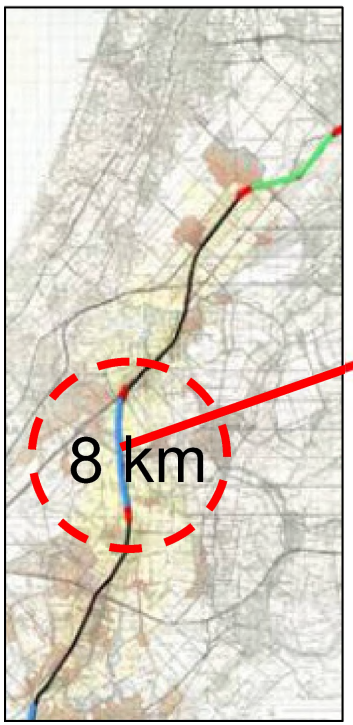
- Voor Randstad NOORD (61 km Bleiwijk - Beverwijk) is HVDC Light WEL een optie indien meer dan 30 tot 40 km ondergronds aangelegd wordt.
- Voor Randstad ZUID (17 km Wateringen - Bleiswijk) is HVDC Light **NIET** de juiste optie want duurder dan wisselstroom ondergronds.



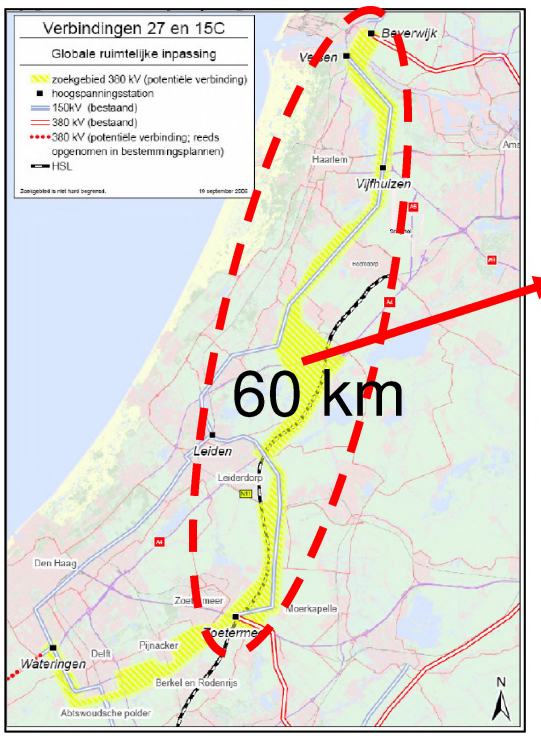
© ABB Power Technology Products, BA PTPS - 18 -

Investerings vergelijk HVDC Light met andere infrastructuur

- Voorbeeld HSL:
  - Nederland investeert 425 MEUR voor **8** km HSL ondergronds
  - Voor vergelijkbaar bedrag kan **61** km hoogspanningslijn ondergronds



425 MEUR

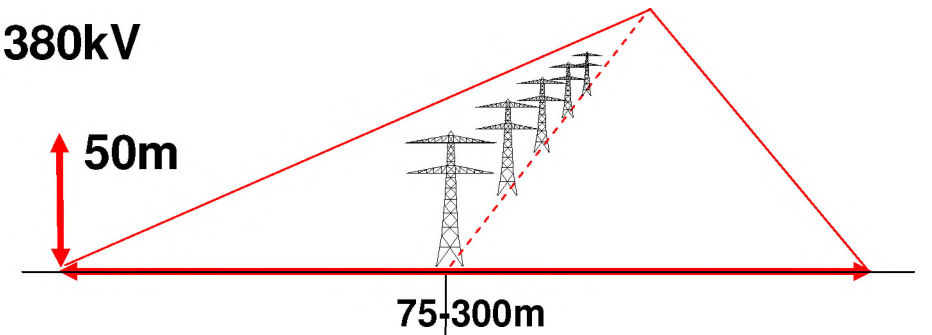


© ABB Power Technology Products, BA PTPS - 19 -

Vergelijk ruimte

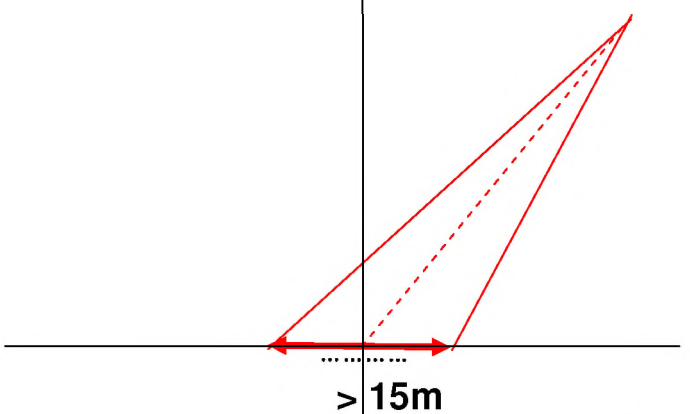
1. Wisselstroom hoogspanningslijn 380kV

Zone waar geen bewoning mag zijn: **75-300m**
I.v.m. VROM voorzorgsnorm van 0,4µT



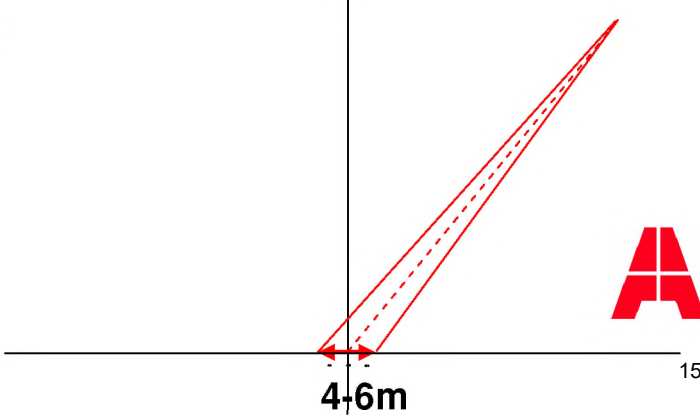
2. Wisselstroom kabel 380kV

Zone waar geen bewoning mag zijn:
15m + ruimte voor M-veld



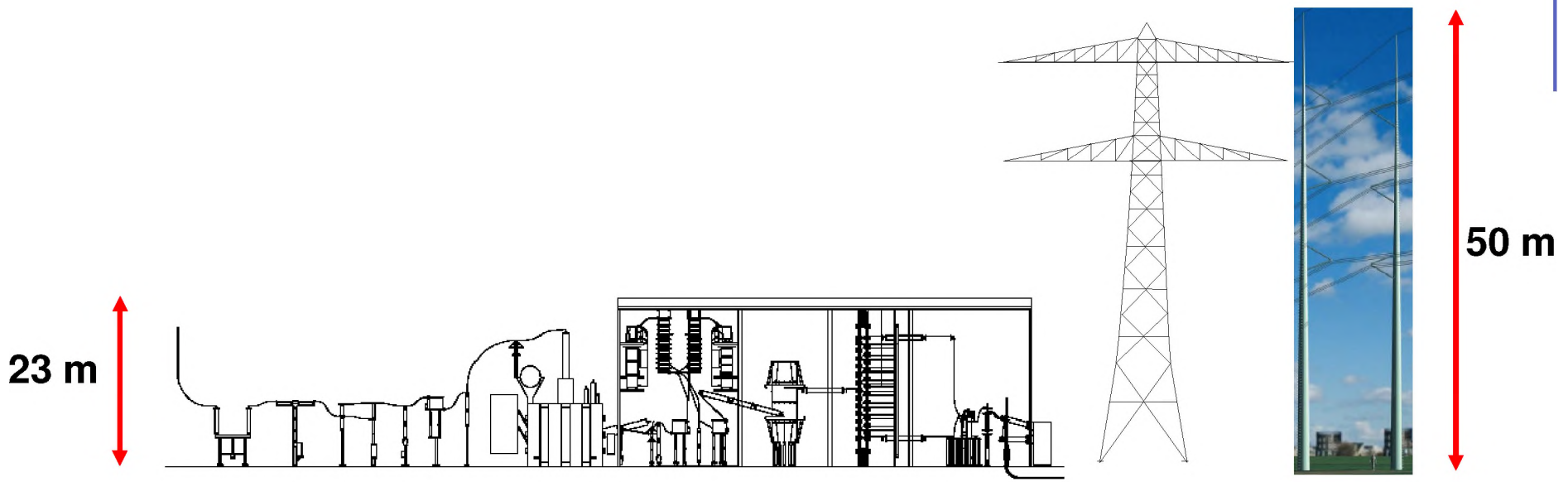
3. Gelijkstroom HVDC Light kabel 300kV

Zone alleen voor aanleg benodigd: **4- 6m**



© ABB Power Technology Products,
BA PTPS - 20 -

Vergelijk hoogte



Gelijkstroom converter station

© ABB Power Technology Products,
BA PTPS - 21 -

Voordelen HVDC Light

- T.o.v. wisselstroom hoogspanningslijnen
  - Geen horizonvervuiling.
  - Geen magnetische straling
  - Geen geladen fijnstof deeltjes
  - Geen geluid (corona, wind)
  - Geen vogelaanvaringen
  - Geen waardeverlies aan percelen, woningen en landschappelijk erfgoed
  - Minder dan 8% ruimtebeslag nodig (strook van 6m vs. 75m)
  - Minder bezwaarschriften, eenvoudiger vergunningsprocedure
  - Lager materiaalverbruik, 5x lagere CO2 impact
  - Geen last van ijsafzetting (stroomuitval Haaksbergen) of stormschade
  - Hogere netstabiliteit, demping van storingen
- T.o.v. wisselstroom kabel
  - Geen magnetische straling
  - Minder dan 50% ruimtebeslag nodig (strook van 6m versus 20m)
  - Minder opwarming van de grond door lager warmteverlies in de kabel
  - Hogere netstabiliteit, demping van storingen
  - Geen blindstroomcompensatie nodig = ruimte besparing.

© ABB Power Technology Products, BA PTPS - 22 -

Beproefde kabel installatie techniek

- Snelle aanleg mogelijk tot zelfs 3 km per dag
- Minimale verstoringen tijdens de aanleg.
- Graven, leggen en dichten in één beweging.

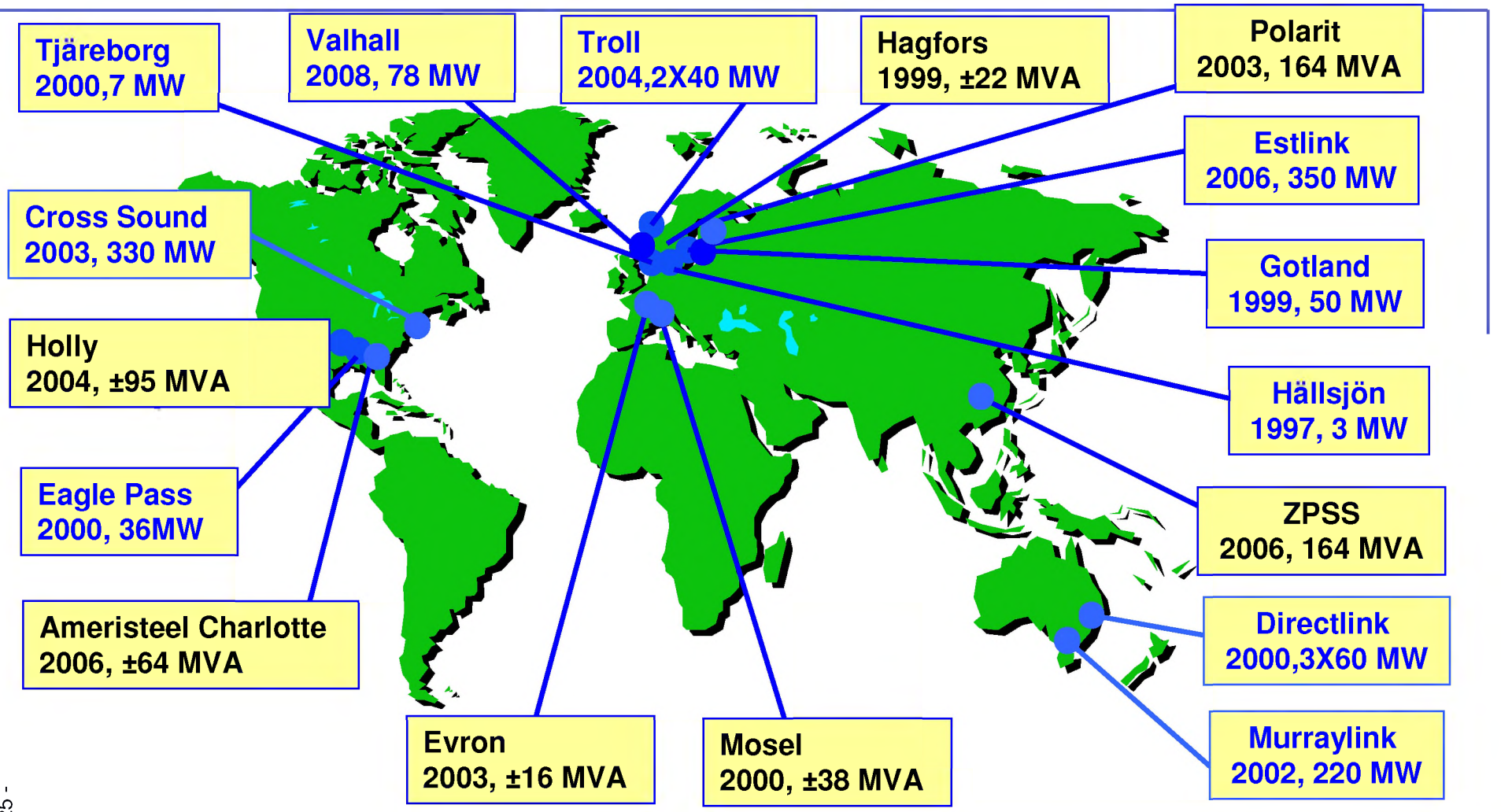
© ABB Power Technology Products,
BA PTPS - 23 -

HVDC Light kabel na aanleg

© ABB Power Technology Products,
BA PTPS - 24 -

202406260

HVDC/SVC Light reference projects, in service date



32 convertors 1330 MW - 2130MVAR

© ABB Power Technology Products, BA PTPS - 25 -

Agenda

- Introductie spreker
- Introductie ABB, technologieleider in transmissie
- Principes van gelijkstroom en HVDC Light
- Vergelijk van
  - Gelijkstroom ondergronds HVDC Light
  - Wisselstroom ondergronds/bovengronds
- Discussie

© ABB Power Technology Products,
BA PTPS - 26 -

Power and productivity
for a better world™

MEMO

Het RIVM rapport "hoogspanningslijnen en fijn stof" op zijn merites beoordeeld

28 augustus 2009

MEMO

Het RIVM rapport " hoogspanningslijnen en fijn stof" op zijn merites beoordeeld

Inhoudsopgave

Pagina

Inleiding *1*

Het RIVM rapport "Hoogspanningslijnen en risico's voor de gezondheid" – effecten van fijn stof *2*

Conclusie *6*

Bijlage Epidemiologisch onderzoek hoogspanningslijnen en gezondheidsschade *7*

Dit rapport is tot stand gekomen onder verantwoordelijkheid van:

Drs. Imre Csikós
MOBilisation for the Environment
Waldeck Pyrmontsingel 18
6521 BC Nijmegen
[redacted]

Augustus 2009; c:/Maarssen/m001

Inleiding

1. De Maarssenbroekse wijken Boomstede, Fazantenkamp, Reigerskamp, Valkenkamp en Zwanenkamp liggen aan een smal strook land dat de woonwijken scheidt van de Rijskweg A2. Op dat land wordt op het moment van schrijven van dit MEMO, gebouwd aan nieuwe hoogspanningsmasten en hoogspanningslijn ter vervanging van een oude hoogspanningslijn, omdat de capaciteit in het netwerk zal worden vergroot (lijnverzwaring).

2. Er is op dit moment wetenschappelijke consensus over een beperkte epidemiologische evidentie voor een verband tussen leukemie bij kinderen met residentiële blootstelling aan elektrische velden en chronische lymfocytaire leukemie bij beroepsblootstelling. De discussie spitst zich (net als bij onderzoek naar gezondheidsschade bij roken) op dit moment toe op de mechanismen die ten grondslag liggen aan vastgestelde gezondheidseffecten (i.e. "hoe kan elektrische straling van hoogspanningslijnen leiden tot kinderleukemie"?). De eerste internationale wetenschappelijke onderzoeken richten zich op het **directe** verband tussen de elektromagnetische straling en vastgestelde gezondheidseffecten. Een korte samenvatting van deze onderzoeken, inclusief epidemiologische onderzoeken) wordt vermeld in bijlage 1 zoals aangehecht bij dit MEMO. In haar advies van 2000 concludeert de Gezondheidsraad dat uit internationaal onderzoek een statistisch verband blijkt te bestaan tussen het wonen in de buurt bij bovengrondse hoogspanningslijnen en een verhoging van het vóórkomen van leukemie bij kinderen. Dit verband wordt gevonden bij magnetische velden hoger dan 0,2 tot 0,5 microtesla.

3. Op grond van deze onderzoeken is door voormalig staatssecretaris van Milieu in 2005 advies uitgebracht aan gemeenten, provincies en netbeheerders om uit voorzorg maatregelen te treffen. Uitgangspunt voor het advies van Van Geel is dat er zo weinig mogelijk nieuwe situaties mogen ontstaan waarbij kinderen langdurig worden blootgesteld aan elektromagnetische velden boven een magneetveld van gemiddeld 0,4 microtesla per jaar (dat was voorheen 100 microtesla per jaar). Het gebied waarbinnen deze waarde kan worden overschreden wordt de specifieke zone genoemd. Concreet adviseert Van Geel om geen nieuwe hoogspanningslijnen te bouwen in de buurt van bestaande woningen, dat wil zeggen binnen de specifieke zone. Verder adviseert de staatssecretaris om bij het plannen van een nieuwe hoogspanningslijn te onderzoeken of aanvullende maatregelen mogelijk zijn om de specifieke zone te versmallen. Voor bestaande situaties wil de staatssecretaris voorlopig geen advies geven, omdat de gezondheidseffecten onzeker zijn. Bovendien, maatregelen in bestaande situaties hebben maatschappelijk vaak grote gevolgen (bijvoorbeeld de verplaatsing van woningen) en dragen hoge kosten met zich mee.

4. Sinds de laatste paar jaar wordt echter in wetenschappelijke publicaties een verband gelegd tussen de mogelijke **indirecte** effecten van elektrische velden. Professor Denis Henshaw van de Universiteit van Bristol heeft jarenlang het probleem van de nabijheid van hoogspanningsleidingen bestudeerd en heeft een hypothese over 'corona-ionen' opgesteld. Hij stelt dat de ionen die door elektriciteitskabels met een hoog voltage worden afgegeven, uiteindelijk heel kleine, geladen deeltjes luchtverontreiniging worden die diep in onze longen en onze bloedsomloop kunnen doordringen. Deze zogenaamde corona-ionen worden door de wind meegevoerd en hechten zich snel aan microscopische deeltjes luchtverontreiniging, zodat die een elektrische lading krijgen. Professor Henshaw denkt dat deze verontreinigende stoffen enkele honderden meters van de hoogspanningskabel terecht kunnen komen, wat zou verklaren waarom kinderen die op grotere afstand van een hoogspanningslijn wonen, maar wel aan de kant waar de wind heen waait, toch leukemie kunnen krijgen. Deze aan fijn stof gebonden corona-ionen worden via de longen en de huid additioneel (range grootte deeltjes: 0,1- 1 µm) opgenomen in vergelijking met ongeladen fijn stof deeltjes.

5. Helaas ontbreekt tot vandaag een degelijk epidemiologisch onderzoek om met zekerheid een uitspraak te doen over het bovengenoemde effect van hoogspanningsleidingen op de blootstelling aan fijn stof. Echter in 2004 is door de National Radiological Protection Board van het Verenigd Koninkrijk een rapport uitgebracht "Particle deposition in the vicinity of power lines and possible effects on health". Dit rapport concludeert dat nabij hoogspanningslijnen "voor de wind" waarschijnlijk sprake is van een verhoogde afzetting van fijn stof (tussen de 0,1 en 0,1 µm) in de longen. De potentiële verhoging voor die fijn stof

deeltjes worden theoretisch ingeschat op minimaal 3 en maximaal 10. Het rapport verwijst echter ook naar onderzoek van het team van Henshaw waar de verhoging lager wordt ingeschat op 1,2 – 1,6. Het rapport van de NRPB verwacht dat bovengenoemde lagere inschatting van de verhoging van het onderzoeksteam van Henshaw dichter bij de waarheid ligt dan de theoretische mogelijkheid. Het NRPB rapport stelt op pagina 36: *"(Par 116) Henshaw and Fews (2001) calculated that people downwind of powerlines might have 20 – 60% more particles deposited in their lungs then those upwind. In the light of the review carried out, it is considered that some increase in lung deposition of particles of these sizes is likely as a result of charging by corona ions"*. Op pagina 47 wordt gesteld: "*(Par 158) The information reviewed suggests that some increase in lung deposition of pollutant particles seems likely as a result of charging by corona ions. Even if the effect of the corona ions were to cause all the particles to be deposited, the increase in lung deposition cannot be more than a factor of ten. In practice, though, the increase seems likely to be appreciably less and it is noted that Henshaw and Fews (2001) estimated it to be 20%-60%"*.

Op basis van de huidige wetenschappelijke inzichten leiden bovengenoemde dergelijke verhogingen tot een verhoogde kans op hart- en vaatziekten en longaandoeningen, met name als het gaat om gebieden met reeds verhoogde fijn stof concentraties (zoals langs drukke verkeerswegen) en als het gaat om fijn stof als gevolg van verkeer en industriële verbrandingsprocessen. Het NRPB rapport concludeert in haar conclusie dan ook heel voorzichtig dat er een klein effect kan zijn op de gezondheid. (Pag 48: *"(Par 164) ... it seems unlikely that corona ions would have more than a small effect on the long-term health risks associated with particulate air pollutants... "*).

Overigens moet ten aanzien van het NRPB rapport worden opgemerkt dat het eerste concept, dat verscheen op 9 januari 2003 eindigde bij paragraaf 137, nog véél explicieter was in haar conclusie ten aanzien van de verhoging van longdepositie van geladen fijn stof als gevolg van hoogspanningslijnen, dan de eindversie. Zoals uit een telefoongesprek en een email van 21 januari 2008 met Prof Henshaw blijkt is de eindversie van 2004 door de bij het NRPB rapport betrokken wetenschappers, die voor het onderzoek gehoord zijn (those presenting evidence, blz. 4), bekritiseerd vanwege het feit dat er later additionele paragrafen zijn toegevoegd (tot en met 165), die de bovenstaande conclusie weliswaar handhaven, maar wel meer afzwakken / bagatelliseren.

6. Omwonenden van de bovengenoemde Maarssenbroekse wijken (zie 1) hebben naar voren gebracht dat de elektrische velden die door de lijn worden veroorzaakt de concentratie van het in de lucht aanwezige fijn stof (onder andere afkomstig van het verkeer van de direct aangrenzende snelweg A2) zodanig wordt beïnvloed, dat de gezondheidseffecten die met fijn stof samenhangen worden versterkt.

7. Op grond hiervan heeft VROM aan het RIVM gevraagd om een beoordeling van de internationale wetenschappelijke literatuur op het aandachtsgebied elektromagnetische velden en fijn stof. Dit heeft geresulteerd in het rapport "Hoogspanningslijnen en fijn stof" (RIVM rapport 610790001/2007). Het RIVM rapport wordt in de considerans van het besluit voor de aanleg van de hoogspanningslijnen uitdrukkelijk genoemd als document die het Besluit ondersteunt.

8. Op basis van een recente uitspraak van de Afdeling Bestuursrechtspraak in het kader van een voorlopige voorziening, hebben omwonenden MOB gevraagd om dit rapport te beoordelen. De belangrijkste conclusie van dit RIVM rapport is dat *op basis van de huidige kennis niet is gebleken dat bovengrondse hoogspanningslijnen de gezondheidseffecten die door fijn stof worden veroorzaakt, kunnen beïnvloeden*. De vraagstelling aan MOB is: Is de conclusie van het RIVM rapport goed onderbouwd.

Het RIVM rapport "Hoogspanningslijnen en risico's voor de gezondheid" – effecten van fijn stof

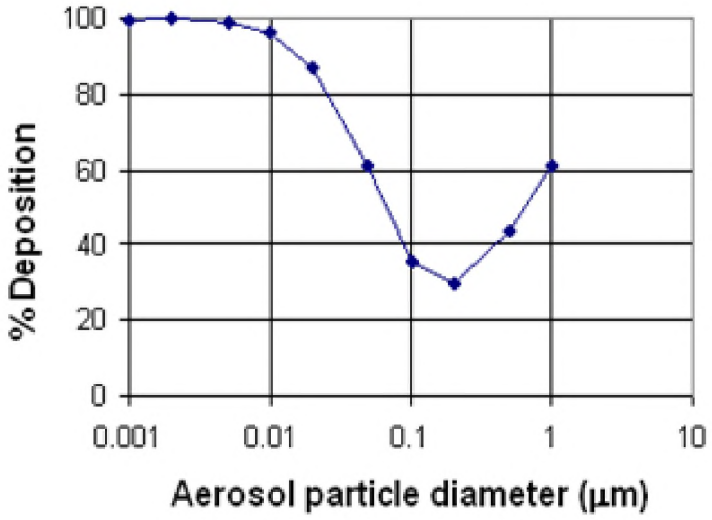
9. Het RIVM rapport stelt dat uit literatuuronderzoek blijkt dat:

   (a) corona-ontladingen onder bepaalde omstandigheden kunnen optreden;
   (b) corona-ontladingen tot extra lading op een fijnstofdeeltje kunnen leiden;

(c) de gemiddelde extra lading per deeltje varieert van 0,1 tot 0,9 elementaire lading;
(d) het extra geladen fijn stof zich verspreidt tot op enkele honderden meters benedenwinds van een hoogspanningslijn;
(e) relatief grote hoeveelheden extra lading (10 elementaire ladingen of meer) nodig zijn om tot een verhoogde depositie van fijn stof in de longen te kunnen leiden.

Er is consensus over punten (a), (b), (c) en (d). Deze aspecten zijn wetenschappelijk aangetoond en niet (meer) omstreden. Het gaat nu dus om punt (e): Het RIVM rapport meent dat literatuuronderzoek aantoont dat alleen bij 10 elementaire ladingen of meer tot een verhoogde depositie van fijn stof in de longen kan leiden. Omdat de gemiddelde extra lading per deeltje varieert van 0,1 tot 0,9 elementaire lading stelt het RIVM rapport dat er geen verhoogde depositie van fijn stof in de longen plaatsvindt. Het RIVM rapport verwerpt dus de conclusie van het rapport van de Britse NRPB rapport dat het waarschijnlijk is dat benedenwinds hoogspanningslijnen er enige verhoging (wellicht 20 – 60%) zal plaatsvinden van depositie van fijn stof in de longen (zie punt 5). Het is van belang om de analyse in paragraaf 4.6 van het RIVM rapport nader te beschouwen (*Depositie van (geladen) stofdeeltjes in luchtwegen en longen*), omdat juist deze paragraaf ten grondslag ligt aan de conclusie die het RIVM trekt zoals verwoord in punt (e) hierboven.

10. Paragraaf 4.6 RIVM rapport: RIVM stelt dat voor deeltjes tussen 0,1 en 1 µm er veel ruimte is om de depositie in diepere luchtwegen en longen te verhogen. Als de lading op fijnstofdeeltjes de depositie in de longen beïnvloedt, zal het vooral om deeltjes van deze grootte gaan. Deze conclusie wordt wetenschappelijk niet betwist.

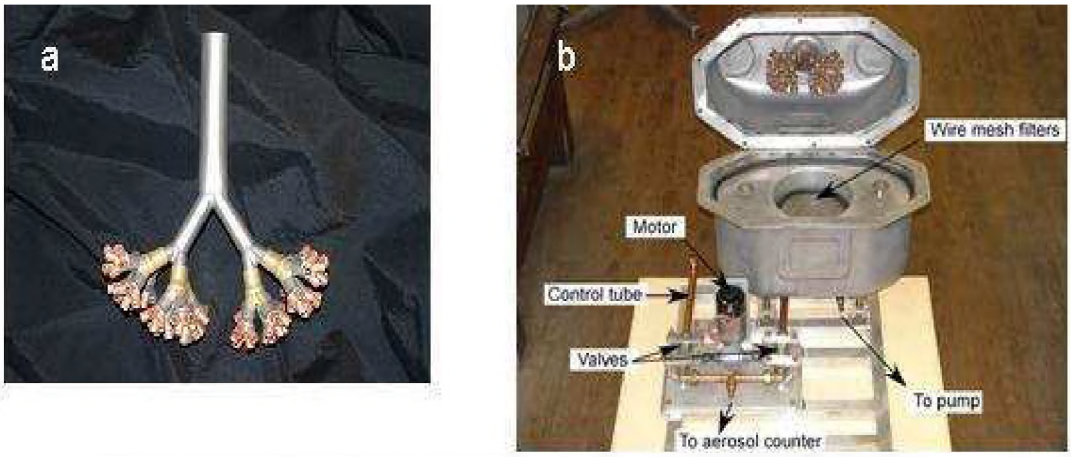


Figuur 1: Totale depositie van ingeademde fijn stof deeltjes in de long, indien er geen elektrische opladingseffecten zijn (ICRP 66 long model)

In het kader van de situatie in Maarssen is het van belang op te merken dat met name de deeltjes tussen de 0,05 µm en 0,2 µm van belang zijn. Dit is de range waarbij volgens literatuur de belangrijkste carcinogeen Benzo(a)pyreen (een van de zogenaamde polycyclische aromatische koolwaterstoffen afkomstig uit de afgassen van verkeer en industriële verbrandingsprocessen) gebonden aan fijn stof deeltjes voorkomt (Allen et al, 1996). Uit bovenstaand figuur blijkt dat in normale omstandigheden er een kans van tussen de 30 – 40% is dat deze deeltjes in de long worden opgenomen (zie figuur 1). Echter uit onderzoek is ook gebleken dat de totale depositie van bovenstaande deeltjes wanneer ze met 1 elementair deeltje (1e) opgeladen zijn 2-3 maal (of zelfs 5 – 6 maal in vergelijking met ongeladen deeltjes) verhoogd worden in het tracheo-bronchiale deel van de long. (Cohen et al, 1998. Deposition of charged particles on Lung Airways). De meeste longkanker komt voor in dit tracheo-bronchiale deel

van de long. Juist dit onderzoek van Cohen wordt bekritiseerd door het RIVM, omdat *het model van de luchtwegen dat Cohen et al gebruikten geen realistische benadering van het ademhalingsstelsel vormt.* Deze conclusie is echter te simpel en voorbarig. Ten onrechte wordt namelijk gesteld dat het onderzoek van Cohen op een metalen mal (als model voor de long) is uitgevoerd. Er is inderdaad 1 onderzoek van Cohen in 1995 op zo'n mal (Cohen et al 1995. Deposition of inhaled charged ultrafine particles in a simple tracheal model). Een tweede onderzoek was uitgevoerd met een trachee geprepareerd met longweefsel uit een menselijk kadaver (het bovengenoemde onderzoek uit 1998). Beide onderzoeken komen tot de conclusie dat met een lading van 1 elementair deel (1e) een significante verhoging van depositie van kleine deeltjes werd waargenomen. Er is dus niet sprake van slechts één gepubliceerd onderzoek, zoals het RIVM rapport vermeld, maar van minstens twee. MOB kent er in totaal drie. De derde is (nog) niet officieel gepubliceerd maar wel beschikbaar op internet en staat hieronder beschreven.

Op de website van de Human Radiation Effects Group (http://www.electric-fields.bris.ac.uk) zijn de eerste resultaten bekend gemaakt van een onderzoek met een verbeterde versie van het model van luchtwegen (verbeterde versie van het mechanische model van de long van Weibel uit 1963.



Model lung a) Showing the branching of the bronchial tree b) Showing the complete set-up

Figuur 2: Model long (verbeterde versie van Weibel's model long, zoals gebruikt in eerdere onderzoeken door Cohen)

Uit de eerste resultaten blijkt dat er een lagere verhoging van de depositie van 1e deeltjes (geladen met 1 elementair deeltje) waargenomen wordt dan blijkt uit het bovenstaande onderzoek van Cohen et al. Aan de andere kant bevestigt het wel degelijk de conclusies uit het onderzoek van Cohen ten aanzien van een verhoogde depositie effect voor deeltjes die met 1 elementair deeltje worden geladen ten opzichte van ongeladen deeltjes. (zie tabel 1 hieronder). Juist door dit onderzoek schat het team van Professor Henshaw een toename van de depositie in de longen benedenwinds van een hoogspanningslijn van 20-60%. Het Britse NRPB rapport noemt deze toename ook (zie boven). Het RIVM rapport meldt wel dat deze schatting van 20-60% gemaakt is, maar vermeldt erbij dat deze schatting *een speculatief karakter* heeft.

Table 1: Ratio of deposition efficiencies for charged/uncharged particles - Comparison between deposition calculations and data from Cohen et al. (1998)

THIS WORK	Singly charged/charge neutralised	Singly charged/zero charged	Charged neutralised/zero charge
20 nm	1.25	1.35	1.08
125 nm	1.14	1.74	1.53

COHEN et al.	Singly charged/charge neutralised	Singly charged/zero charged	Charged neutralised/zero charge
20 nm	3.4	5.3	1.6
125 nm	2.3	6.2	2.7

11. Het RIVM onderzoek stelt uitdrukkelijk in haar conclusie dat relatief grote hoeveelheden extra lading (10 elementaire ladingen of meer) nodig zijn om tot een verhoogde depositie van fijn stof in de longen te kunnen leiden. Uit het rapport (paragraaf 4.6) blijkt dat zij deze conclusie baseert op de volgende onderzoeken:
    (a) Onderzoek naar depositie in de neus voor grote deeltjes (2 – 9 µm) (Fry, 1970). Geen verandering in depositie bij ladingsverandering van 20-50e naar 3 – 12e.
    (b) Twee onderzoek naar depositie op wasdeeltjes tussen 0,3 – 1,1 µm. Een lading van 9e is nodig om de depositie te verhogen (Melandri et al, 1977, 1983)
    (c) Onderzoek naar depositie bij proefdieren en vrijwilligers (Prodi and Mularoni, 1985).
    (d) Proefdier experimenten. (?)
    (e) Experimenteel onderzoek aan een metalen model van luchtwegen (Cohen, et al, 1995, 1998), Chan et al (1978).
    (f) Schattingen voor extra depositie

Ad (a): Dit onderzoek is in dit kader niet relevant, omdat het hier gaat om deeltjes die groter zijn dan 2 µm, terwijl –zoals uiteengezet op pagina 3 - voor de situatie in Maarssen juist deeltjes van belang zijn die veel kleiner zijn dan 2µm. Deeltjes, die groter zijn dan 2 µm, worden opgevangen in de neus.

Ad (b): Dit zijn twee onderzoeken van Melandri. Het eerste onderzoek (1977) is niet relevant, omdat in dit onderzoek de startdosis begon bij 30e. Hier werd een verband aangetoond tussen depositie en ladingverhoging (vanaf 30e). Het tweede onderzoek van Melandri uit 1983 stelde inderdaad vast dat er een extra lading van 9e nodig is om wasdeeltjes van 0,3 µm te laten neerslaan.

Ad (c): Dit is een onderzoek van Prodi en Mularoni uit 1985 (electrostatic lung deposition experiments with humans and animals). In dit onderzoek zijn experimenten uitgevoerd op vrijwilligers met fijn stof deeltjes tussen de 0,3 en 1,0 μm met een lading van 12 tot 230 elementaire ladingen per deeltje. In tegenstelling tot wat het RIVM rapport beweert, blijkt uit dit onderzoek niet dat er geen effect optreedt van verhoogde depositie in de long bij lagere elementaire ladingen. Dit onderzoek stelt vast dat bij beeldlading (image charge force), elk apart deeltje een individuele interactie heeft met het geleidende oppervlak (in de longen) en dat daarom het effect op depositie zeer relevant kan zijn als de lading van de stofwolk laag is (zoals bij hoogspanningslijnen). Dit blijkt niet alleen uit het artikel zelf, maar staat zelfs genoemd in de abstract, hoewel dit niet het hoofddoel was van het onderzoek. ("*Since in image force deposition each particle interacts individually with the containment, the effect on deposition can be very relevant* ***even if the overall cloud charge is low****. This is demonstrated also by the results of deposition experiments both on volunteer human subjects and on animals with aerosols mechanically generated and not sufficiently neutralized".).*

Ad (d). Onduidelijk is naar welk proefdieronderzoek verwezen wordt. Verwezen wordt naar een publicatie van Cohen, maar dit artikel focust niet op proefdieronderzoek. Bovendien stelt Cohen vast in zijn publicaties dat de verhoging van de depositie bij lage elementaire ladingen van slechts 1e significant toeneemt.

Ad (e) Alle in het RIVM rapport gequote onderzoeken stellen vast dat er een duidelijke verhoging is van de depositie in de luchtwegmal voor de ultrafijne deeltjes met een relatief kleine extra lading van 1e. De relevantie van dit onderzoek wordt door RIVM in twijfel getrokken omdat RIVM vindt dat het longmodel dat Cohen gebruikte niet representatief is. Waarschijnlijk trekt het RIVM rapport deze conclusie omdat het onderzoek van Cohen uit 1995 dit voorbehoud ook maakt. Echter in 1998 is dit experiment overgedaan met een verbeterd model (geprepareerd met longweefsel uit

menselijke overblijfselen) met dezelfde uitkomst. Bovendien is recenter dit onderzoek nogmaals overgedaan door het team van Henshaw met weer een ander verbeterd longmodel. Ook uit dit onderzoek blijkt een effect van verhoogde depositie bij lagere elementaire lading van fijn stof. (ad 10, zie boven).

Ad (f) Zoals boven vermeld bevestigt het recente inhalatieonderzoek van Henshaw de conclusies uit het onderzoek van Cohen ten aanzien van een verhoogde depositie effect voor deeltjes die met 1 elementair deeltje worden geladen ten opzichte van ongeladen deeltjes. (zie tabel 1). Juist door dit onderzoek schat het team van Professor Henshaw een toename van de depositie in de longen benedenwinds van een hoogspanningslijn van 20-60%. Het Britse NRPB rapport ondersteunt deze aanname ook. Het RIVM rapport meldt wel dat deze schatting van 20-60% gemaakt is, maar vermeldt erbij dat deze schatting *een speculatief karakter* heeft en verwerpt deze zonder dat deugdelijk te onderbouwen.

Conclusie

12. Het RIVM rapport stelt in haar conclusie dat "*bij geringere ladingstoevoegingen* (dan 10 e) *geen verhoogde depositie (*in de long*) is gemeten"* en dat "*relatief grote hoeveelheden extra lading (10 elementaire ladingen of meer) nodig zijn om tot een verhoogde depositie van fijn stof in de longen te kunnen leiden*." Zoals boven aangetoond worden deze conclusies slechts ondersteund door één aangehaald onderzoek van Melandri uit 1983. De overige onderzoeken waar het RIVM rapport naar verwijst zijn óf niet relevant (onderzoek naar deeltjes die groter zijn dan 1 µm), óf zijn verkeerd geïnterpreteerd of slechts ten dele aangehaald (onderzoek van Prodi en Mularoni uit 1985), óf bevestigen juist dat er een longdepositie verhogend effect kan optreden bij lage elementaire ladingen aan fijn stof deeltjes (Cohen et al en Henshaw et al).

13. Op grond van het bovenstaande is de conclusie van MOB dat de conclusie van het RIVM rapport "Hoogspanningslijnen en fijn stof" op zijn minst voorbarig is met haar conclusie dat "*op basis van huidige kennis niet is gebleken dat bovengrondse hoogspanningslijnen de gezondheidseffecten die door fijn stof worden veroorzaakt kunnen beïnvloeden*". De conclusie van het RIVM rapport wordt niet gedragen door het onderliggende literatuuronderzoek waarop deze conclusie is gebaseerd.

    MOB is van mening dat op basis van hetzelfde onderzoek ook geconcludeerd kan worden dat:
    - Uit epidemiologisch onderzoek niet meer omstreden is dat er een verband ligt tussen magnetische velden bij bovengrondse hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen.
    - Dat er wel veel onderzoek is naar het verband tussen kinderleukemie en bovengrondse hoogspanningslijnen, maar dat er geen consensus is naar de manier waarop deze gezondheidsschade optreedt.
    - Dat er op basis van gepubliceerd en nog niet gepubliceerd onderzoek niet mag worden uitgesloten dat er een mogelijkheid bestaat dat gezondheidseffecten verband houden met
        (1) de vorming van corona-ionen bij hoogspanningslijnen, die zich
        (2) vervolgens hechten aan carcinogene fijn stof deeltjes (van 0,1- 1 µm), en dan
        (3) terecht komen in een fijn stof wolk met een lage gemiddelde elementaire lading van 1e, waarna
        (4) er een verhoogde depositie plaatsvindt van deze geladen schadelijke stoffen in de longen van mensen wonend in de nabijheid van een hoogspanningslijn.

Bijlage - Epidemiologisch onderzoek hoogspanningslijnen en gezondheidsschade

Kanker

Er zijn de laatste 20 jaar heel wat studies gedaan omtrent de gezondheidseffecten van hoogspanningskabels. Vele studies bij kinderen suggeren dat EMF het risico op leukemie verhogen (Ahlbom A *et al.*, 2000; Feychting M & Ahlbom A, 1993; Green LM *et al.*, 1999; Li CY *et al.*, 1998), andere dan weer niet (Hady M & Koops FB, 1998; Kleinerman RA *et al.*, 2000; Tynes T & haldorsen T, 1997). Voor volwassenen werd er meestal geen verhoogd risico gevonden: Verkasalo PK (1996a) toonden aan dat de mogelijkheid van een toegenomen risico bij hoger magnetische veldniveaus of in relatie tot vroegere blootstelling niet kan worden uitgesloten maar de resultaten van de studie suggereren dat de magnetische velden van hoogspanningskabels geen belangrijke oorzaak zijn van leukemie bij volwassenen. In hun jaarrapport werd er door de Nederlandse Gezondheidsraad (Commissie ELF elektromagnetische velden. Den Haag, 2001) geconcludeerd dat er, op grond van de tot nu toe beschikbare informatie, een statistische associatie lijkt te bestaan tussen het wonen nabij bovengrondse elektriciteitslijnen en een kleine verhoging van de kans op leukemie bij kinderen. Er is echter geen oorzakelijke verband aangetoond met blootstelling aan van die lijnen afkomstige elektrische of magnetische velden, noch zijn er aanwijzingen voor het bestaan van zo'n oorzakelijk verband of voor een biologisch mechanisme dat het zou kunnen verklaren. Tot op heden kon er dus eigenlijk nog geen duidelijke correlatie worden aangetoond tussen blootstelling aan ELF-EMFs en de ontwikkeling van kanker. Dit komt deels doordat leukemie bij kinderen, waarop de meeste studies gebaseerd zijn, zeer weinig voorkomt. Daarenboven weet men nog niet welk mechanisme verantwoordelijk is voor de mogelijke effecten van hoogspanningskabels en kan men dus geen relevante blootstellingsparameters definiëren (Lacy-Hulbert A *et al.*, 2001).

Verkasalo PK *et al.* (1996b) vonden geen associatie tussen wonen nabij hoogspanningskabels en het risico op kanker in het algemeen bij volwassenen. In Odijk (Nederland) heeft men een onderzoek gedaan naar de kankerincidentie als gevolg van een hoogspanningskabel die er midden jaren vijftig werd aangelegd. Aanleiding hiervan was dat de inwoners van het dorp zich door tegenstrijdige berichtgeving in de pers over een mogelijke relatie tussen blootstelling aan elektrische en magnetische velden van hoogspanningslijnen en het optreden van kanker, zorgen begonnen te maken. Men concludeerde dat er geen samenhang bestaat tussen het ontstaan van kanker en de aanwezigheid van een hoogspanningslijn (Hady M & Koops FBJ, 1998).

Gurney JG & van Wijngaarden E (1999) besloten in hun reviewartikel dat er geen recent onderzoek, noch epidemiologisch, noch experimenteel, resulteerde in het aantonen van de causale rol van EMF voor hersenkanker.

In vivostudies bestuderen het biologisch effect van 50 en 60 Hz-velden op proefdieren. In een overzicht van het proefdieronderzoek stelden McCann *et al.* (2000) vast dat langdurige blootstellingen met een intensiteit tussen 2 en 5000 _T geen kanker veroorzaken bij ratten en muizen. Deze conclusie is vergelijkbaar met die van de expertgroepen van de National Research Council (1997) en de NIEHS (1999) en van Repacholi MH en Greenebaum B (1999) van de WHO.

Een NIEHS expergroep besloot dat 50 Hz-elektrische en –magnetische velden geklasseerd dienen te worden als 'mogelijk kankerverwekkend voor de mens (groep 2B) op basis van de beperkte epidemiologische evidentie voor een verband tussen leukemie bij kinderen met residentiële blootstelling en chronische lymfocytaire leukemie bij beroepsblootstelling.

Cognitieve mogelijkheden en zenuwstelsel

Li CY *et al.* (2002) onderzochten recent het risico op cognitieve verzwakking in relatie tot toegenomen blootstelling aan elektromagnetische velden. In vergelijking met normale blootstelling was het risico voor vroegere elektrische werkers slechts licht gestegen (OR: 1.3; 95% CI: 0.7-2.3). Voor hogere residentiële blootstelling (mensen die minder dan 100 m van een kabel wonen) was het risico ook gelijk (OR: 0.9; 95% CI: 0.3-2.6), evenals voor hogere blootstelling in zowel occupationele als residentiële omgeving (OR: 1.0; 95% CI: 0.2- 4.6). De bevindingen geven dus weinig bewijs voor de link tussen PF-EMF en cognitieve schade.

Trimmel M & Schweiger (1998) onderzochten de psychologische effecten van ELF-EMFs. Hun resultaten indiceerden een onmiddelijke reductie van cognitieve performantie in aandacht, perceptie en geheugen door een 50Hz EMF van 1 mT. King RW (1999) toonde aan dat blootstelling aan een elektromagnetisch veld

afkomstig van een hoogspanningskabel geen observeerbaar effect heeft op het normaal functioneren van zenuwen.

Vruchtbaarheid en geboortedefecten

In zijn reviewartikel besluit Robert E (1999) dat er tot nog toe geen overtuigend bewijs is dat EMF's, waaraan zwangere vrouwen of potentieële vaders in hun beroepleven of in het dagelijks leven worden blootgesteld, het menselijke reproductief proces schaden. In twee andere studies vond hij dat er geen associatie bestaat tussen afstand tot een hoogspanningskabel en het totaal aantal congenitale anomalieën (Robert E, 1993; Robert E *et al.*, 1996). Blaasaas KG *et al.* (2002) bestudeerde het risico op geboortedefecten bij parentale beroepsmatige blootstelling aan een 50 Hz magnetisch veld. Het totale risico op geboortedefecten was niet geassocieerd met parentale blootstelling. Blootstelling van de moeder bleek geassocieerd met een toegenomen risico van spina bifida (open rug)($p=0.04$) en klompvoetje ($p=0.04$). Een negatieve associatie werd gevonden met een gespleten verhemelte ($p=0.01$). Blootstelling van de vader was geassocieerd met een toegenomen risico op anencefalie (open schedel)($p=0.01$). Deze studie geeft dus een indicatie van een associatie tussen aangeboren afwijkingen en ouderlijk blootstelling aan 50 Hz magnetische velden. De auteurs geven echter aan dat de resultaten met voorzichtigheid moeten behandeld worden. Een andere studie legt een positieve associatie tussen miskramen en blootstelling boven 1,6 μT (Li et al, 2001). De associatie wordt statistisch sterker bij miskramen < 10 weken en er werd een positieve correlatie gelegd tussen verhoogde miskraamincidentie en verhoogde elektromagnetische lading. In een vervolgstudie door Lee et al (2002) wordt er een positieve associatie gelegd tussen een significant verhoogd risico voor miskramen bij velden boven de 0,2 μT (OR = 3.0; 95% CI: 1.1–8,4).

Melatonine

Melatonine is een hormoon dat vooral wordt geproduceerd door de pijnappelklier, een kleine klier in de hersenen. Een reden waarom wetenschappers geïnteresseerd zijn in melatonine is omdat het een verklaring kan geven voor de resultaten van sommige EMF epidemiologische studies. Er werd namelijk door laboratoriumexperimenten aangetoond dat melatonine de groei van sommige kankercellen, waaronder borstkankercellen vertraagt (Cini G *et al.*, 1998; Blask DE *et al.*, 1999). Als EMF de melatonineconcentratie bij mensen kan beïnvloeden, kan dit een verklarend mechanisme zijn om de resultaten van sommige EMF-studies van borstkanker te verklaren (Karasek M & Lerchl A, 2002).
In de jaren '80 vonden wetenschappers dat bij ratten blootgesteld aan 60 Hz elektrische velden de melatonineniveaus 's nachts verminderd waren. Sindsdien zijn er een aantal andere studies geweest die rapporteerden dat ook magnetische velden de melatonineconcentratie van ratten en hamsters kan beïnvloeden (Lambrozo J *et al.*, 1996). Melatonineconcentraties werden niet beïnvloed bij schapen die gedurende bijna een jaar leefden onder een 500 kV-hoogspanningskabel (Lee JM Jr *et al.*, 1993).
Experimenten met bavianen toonden ook geen verandering in melatoninehuishouding aan (Rogers *et al.*, 1995). Het MRI (Midwest Research Institute) toonde geen effect van EMF op melatonine bij mensen (Graham C *et al.*, 2001). Het is dus nog niet duidelijk of 50 Hz-velden een invloed hebben op het melatoninemetabolisme en welke de gevolgen zijn voor de menselijk gezondheid.

Beroepsblootstelling

London S *et al.* (1994) vonden een zwakke positieve trend voor een toegenomen risico op leukemie in relatie tot de blootstelling aan magnetische velden van elektrische werkers in Los Angeles (OR: 1.2, 95% CI: 1.0-1.5).
Een studie van 36000 elektrische arbeiders (Sahl *et al.*, 1993) in een grote fabriek in California vond geen bewijs voor een associatie tussen de gemeten magnetsiche velden en het totaal aantal gevallen van kanker (alle vormen). Er werd een toegenomen risico op leukemie en lymfoma gevonden maar deze bleken niet statistisch significant.
Een Zweedse studie (Floderus *et al.*, 1992) bij arbeiders vond een associatie tussen gemiddelde EMF-blootstelling en chronische lymfocytische leukemie maar niet met acute myloïde leukemie. Ze rapporteerden ook een toegenomen risico op hersenkanker bij jonge mannen die werkten bij relatief hoge blootstelling aan magnetische velden.
Theriault G (1994) publiceerde een grote studie van elektrische arbeiders in Canada en Frankrijk. Ze bekeken 4151 kankergevallen bij 223292 arbeiders van 2 fabrieken in Canada en 1 in Frankrijk. Arbeiders die

blootstonden aan een hogere magnetische veldsterkte dan de gemiddelde (31 mG = 3.1 _T) hadden een significant hoger risico op het ontwikkelen van acute nonlymphoid leukemie (OR: 2.41, 95% CI: 1.07-5.44). Hetzelfde geldt voor acute myeloid leukemie (OR: 3.15, 95% CI: 1.20-8.27). Werkers met de grooste blootstelling (15.7 microT-years) aan magnetsiche velden hadden 12 keer de verwachte kans op astrocytomas (een type hersentumor) (OR: 1.95, 95% CI: 0.76-5.00) maar volgens de auteurs waren de resultaten statistische gelimiteerd doordat ze gebaseerd zijn op een zeer klein aantal gevallen (5) in de hoogste blootstellingscategorie. Bovendien waren er inconsistenties tussen de 3 fabrieken en was er geen indicatie van een dosis-respons-trend. Daarom concludeerden de auteurs dat hun resultaten geen definitief bijwijs kunnen leveren dat magnetische velden de oorzaak zijn van het toegenomen risico op leukemie en hersenkanker.
In een andere omvattende studie van 138000 arbeiders (Savitz *et al.*, 1995) concludeerden de auteurs dat hun resultaten geen associatie aangaven tussen beroepsblootstelling aan magnetische velden en leukemie maar ze suggereerden wel een link met hersenkanker.
Kheifets *et al.* (1995) gingen via een meta-analyse na of er een associatie bestaat tussen hersenkanker en beroepsmatige blootstelling aan elektrische en magnetische velden. De uitkomst was een kleine, maar statistisch significante verhoging van het risico (RR: 1.2, 95% CI: 1.1-1.3). Een dosis-responsrelatie werd echter niet gevonden.
Een ander meta-analyse door Kheifets *et al.* (1997) toonde een verband aan tussen beroepsmatige blootstelling aan ELF-velden en het optreden van leukemie (RR: 1.2, 95% CI: 1.1-1.3). Het relatieve risico voor chronische lymfatische leukemie bleek het grootst te zijn (RR:1.6, 95% CI: 1.1-2.2). Aanwijzingen ontbreken weer voor een dosis-responsrelatie. In een overzicht van het National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) besloot men dat er enkel voor chronische lymfocytaire leukemie een zwakke aanwijzing bestaat voor een verband met beroepsmatige blootstelling (NIEHS, 1999).

Recente ontwikkelingen

Een van de sterkste verbanden is vastgesteld door wat nu het Draper-rapport uit 2005 wordt genoemd: een case-controlstudie (een onderzoek waarin patiënten vergeleken worden met een vergelijkbare groep niet-patiënten) waarin werd ontdekt dat kinderen tot vijftien jaar die binnen 600 meter van een hoogspanningsleiding woonden, bijna twee keer zoveel kans hadden om leukemie te krijgen als kinderen die verder weg woonden. In het onderzoeksteam, dat onder leiding stond van Gerald Draper en zijn basis had op de Universiteit van Oxford, zat als wetenschappelijk adviseur ook een vertegenwoordiger van het Britse energiebedrijf National Grid Transco. Het team kwam tot zijn conclusies nadat het de profielen hadden onderzocht van 29.081 kinderen die tussen 1962 en 1995 in Engeland en Wales kanker hadden gekregen. Hoewel de uitkomsten van groot belang waren voor het algemene publiek, heeft het Engelse ministerie van Volksgezondheid, dat het onderzoek financierde, de publicatie van het rapport vier jaar tegengehouden. Ambtenaren op het ministerie hoorden in 2001 voor het eerst over de voorlopige resultaten, maar het rapport is pas in juni 2005 openbaar gemaakt.
Het gepubliceerde resultaat was verbazend omdat de relatie tussen de waargenomen verhoging van leukemie in de buurt van hoogspanningslijnen niet direct in verband kon worden gebracht met elektromagnetische straling, gezien het feit dat het verhoogde risico ook werd waargenomen op een afstand waar elektromagnetische velden zodanig laag zijn dat er geen effect verwacht zou moeten worden. Juist dit onderzoek deed de hypothese het daglicht zien ten aanzien van het corona-ion effect, waarbij verkeers- of industriegerelateerde carcinogene stoffen, zoals benzo(a)pyreen (BaP), elektrisch geladen worden en met de wind mee over grotere afstanden vervoerd wordt en als geladen deeltje sneller neerslaan in de long als gevolg van het beeldladings effect (mirror charge effect). Op dit moment wordt zowel in Denemarken als in Engeland onderzoek gedaan naar dit effect maar de resultaten zijn nog niet bekend, al is er wel een niet geruststellende voorlopige publicatie over een pilot onderzoek van Preece et al, 2001, waarin werd vastgesteld dat er een verhoogde kankerincidentie plaatsvindt benedenwinds van hoogspanningslijnen. Volgens Preece wordt er nu een

Sinds 2000 hebben twee onderzoekers – Anders Ahlbom van het Karolinska Instituut in Stockholm en Sander Greenland van de UCLA School of Public Health in Los Angeles, Californië – een hele reeks onderzoeken naar EMV en leukemie bij kinderen uitgevoerd. Al in 2000 publiceerden zij beiden artikelen – waaronder een gecombineerde analyse van vijftien studies – die een verdubbeling van het aantal gevallen van leukemie aantoonden bij kinderen die blootstaan aan ELF-velden (extreem lage frequenties) met dezelfde sterkte als normaal door hoogspanningslijnen wordt afgegeven. Een jaar later kwam Ahlbom met

een nieuw overzicht van de 'omvangrijke epidemiologische literatuur over elektromagnetische velden', waarin het verband tussen leukemie en blootstelling aan EMV bij kinderen werd bevestigd.

In 2007 is een Australisch onderzoek gepubliceerd (Lowenthal et al, 2007), dat vaststelde dat langdurig verblijf van met name kinderen in de nabijheid (< 300 meter) van hoogspanningslijnen een verhoogd risico van leukemie veroorzaakt (LPD en MPD). Gezien de relatief grote afstand tot de hoogspanningslijnen wordt ook dit onderzoek gezien als ondersteuning van de theorie van het corona-ion effect.

Het WHO heeft in 2007 het Internationaal Elektromagnetisch Veld Project afgerond. Het doel van dit project is de effecten van de blootstelling aan elektrische en magnetische velden (0-300 GHz) op de gezondheid en de omgeving na te gaan. In dit onderzoek bevestigt de WHO het eerder gevonden verband tussen magnetische velden bij bovengrondse hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen.

Onlangs is een Zwitsers onderzoek gepubliceerd (Huss *et al.* (2009) waarin bij mensen die meer dan 10 jaar binnen een afstand van 50 meter van een hoogspanningslijn woonden ongeveer een verdubbeling is waargenomen van het aantal sterfgevallen waarbij de ziekte van Alzheimer als belangrijkste of bijkomende doodsoorzaak is geregistreerd. De Gezondheidsraad schrijft in maart 2009 aan de minister Jacqueline Kramer dat het onderzoek van Huss aan omwonenden van hoogspanningslijnen belangwekkend is omdat de resultaten van dit onderzoek een aanwijzing vormen dat er mogelijk een hogere kans is op sterfte aan of met de ziekte van Alzheimer bij mensen die langer dan 10 jaar op minder dan 50 meter afstand van een bovengrondse hoogspanningslijn hebben gewoond. De Gezondheidsraad geeft dan ook aan dat verder onderzoek om het oorzakelijke verband aan te tonen nodig is.

Volume 15 No.1 2004

Documents of the NRPB

Particle Deposition in the Vicinity of Power Lines and Possible Effects on Health

Report of an independent Advisory Group on Non-ionising Radiation and its Ad Hoc Group on Corona Ions

Headquarters
Chilton, Didcot,
Oxfordshire OX11 0RQ

www.nrpb.org

Working in partnership with the Health Protection Agency

Contents

Particle Deposition in the Vicinity of Power Lines and Possible Effects on Health

Report of an independent Advisory Group on Non-ionising Radiation and its Ad Hoc Group on Corona Ions 1

Introduction 5

Airborne Particles 8

Particle dynamics 9

Airborne particulate pollutants 11

Health effects of airborne particulate pollution 13

Corona Ions 16

Sources of corona ions 16

Behaviour of corona ions 17

Transfer of charge to particles 19

Experimental studies 22

Discussion 24

Summary 26

Inhalation of Particles 26

Deposition in the respiratory tract 26

Deposition of charged particles in the respiratory tract 30

Discussion 34

Summary 35

Deposition of Particles on Skin 36

Mechanisms of deposition 36

Deposition downwind of power lines 37

Deposition under power lines 38

Effects of turbulence on deposition 40

Summary 42

Health Implications of Increased Particle Deposition Near Power Lines 43

Cardiorespiratory disease and particulate pollution in outdoor air 43

Lung cancer and particulate pollution in outdoor air 44

Lung cancer and radon decay products 44

Environmental tobacco smoke 44

Skin cancer 45

Overall Summary and Conclusions 45

Production of corona ions 45

Inhalation of pollutant particles 45

Deposition on the skin 47

Implications for health 48

Recommendations for Further Research 48

References 49

Glossary 52

PARTICLE DEPOSITION IN THE VICINITY OF POWER LINES AND POSSIBLE EFFECTS ON HEALTH

Report of an independent Advisory Group on Non-ionising Radiation and its Ad Hoc Group on Corona Ions

CHAIRMAN: PROFESSOR A J SWERDLOW

This report from the Advisory Group on Non-ionising Radiation reflects understanding and evaluation of the current scientific evidence as presented and referenced in this document.

Advisory Group on Non-ionising Radiation

CHAIRMAN

Professor A J Swerdlow
Section of Epidemiology, Institute of Cancer Research, London

Sir Richard Doll *(Chairman until 31 March 2003)*
Imperial Cancer Research Fund Cancer Studies Unit, Oxford

MEMBERS

Professor C Blakemore
University of Oxford

Professor L J Challis
University of Nottingham

Professor D N M Coggon
University of Southampton

Dr L A Coulton
University of Sheffield

Professor S C Darby *(Member from 1 June 2003)*
Clinical Trial Service Unit, University of Oxford

Dr P Haggard *(Member from 24 October 2002)*
Institute of Cognitive Neuroscience, University College London

Professor D Noble *(Member from 23 June 2003)*
University of Oxford

Professor M D Rugg *(Member until 28 February 2003)*
Institute of Cognitive Neuroscience, University College London

SECRETARIAT

Dr R D Saunders
National Radiological Protection Board, Chilton

ASSESSORS

Dr A F McKinlay
National Radiological Protection Board, Chilton

Dr C R Muirhead
National Radiological Protection Board, Chilton

Dr J W Stather
National Radiological Protection Board, Chilton

CONSULTANTS

Mr S G Allen
National Radiological Protection Board, Chilton

Dr Z J Sienkiewicz
National Radiological Protection Board, Chilton

OBSERVER

Dr H Walker
Department of Health, London

Ad Hoc Group on Corona Ions

CHAIRMAN

Professor L J Challis
University of Nottingham

MEMBERS

Professor A G Bailey
University of Southampton

Professor W Gelletly
University of Surrey

SECRETARY

Mr J C H Miles
National Radiological Protection Board, Chilton

ASSESSOR

Dr J W Stather
National Radiological Protection Board, Chilton

CONSULTANTS

Dr M R Bailey
National Radiological Protection Board, Chilton

Mr A A Edwards
National Radiological Protection Board, Chilton

OBSERVER

Mr G Hooker
Department of Health, London

Those presenting evidence to the Ad Hoc Group

Professor D L Henshaw	University of Bristol
Dr A P Fews	University of Bristol
Dr J Swanson	National Grid Company
Dr D E Jeffers	National Grid Company *(retired)*
Professor R M Harrison	University of Birmingham
Dr J E Jones	University of Cardiff

INTRODUCTION

1 In recent years there has been an increasing awareness of the presence of electric and magnetic fields (EMFs) and radiations in the natural and working environments. These arise from a wide range of sources including: static fields from superconducting magnets, power frequency (extremely low frequency, ELF) electromagnetic fields from the electricity supply system, and radiofrequencies from radio and TV transmissions as well as mobile phones and radar.

2 The National Radiological Protection Board (NRPB) has a statutory responsibility for advising UK government departments on standards of protection for exposure to such radiations. To provide support for the development of NRPB advice on non-ionising radiations, the Director set up in 1990 an Advisory Group on Non-ionising Radiation (AGNIR) with terms of reference:

> **'to review work on the biological effects of non-ionising radiation relevant to human health and to advise on research priorities'**

3 The Advisory Group was reconstituted in 1999 as an independent body and now reports directly to the Board of NRPB. The Advisory Group has, to date, issued a number of reports concerned with exposures to electromagnetic fields. It has considered their possible association with an increased risk of cancer (AGNIR, 1992, 1993, 1994a, 2001a,b, 2003). It has also reported on ELF electromagnetic fields and neurodegenerative disease (AGNIR, 2001c) and on health effects related to the use of VDUs (AGNIR, 1994b). The possibility of an increased risk of cancer associated with exposure to ELF electromagnetic fields has been closely considered and has been the subject of a number of national and international reviews (eg IARC, 2001). A recent report by the Advisory Group (AGNIR, 2001a) considered experimental and epidemiological studies relevant to an assessment of the possible risk of cancer arising from exposure to ELF electromagnetic fields. It concluded that:

> **'laboratory experiments have provided no good evidence that extremely low frequency electromagnetic fields are capable of producing cancer, nor do human epidemiological studies suggest that they cause cancer in general'**

4 There was, however, some epidemiological evidence that prolonged exposure to high levels of ELF magnetic fields is associated with a small risk of leukaemia in children. Such levels of exposure are, however, seldom encountered by the general public in the UK. It was concluded that the evidence was currently not strong enough to justify a firm conclusion that such fields cause leukaemia in children. Unless, however, further research indicates that the finding is due to chance or some currently unrecognised artefact the possibility remains that intense and prolonged exposure to magnetic fields can increase the risk of leukaemia in children.

5 The report had considered a number of factors that can influence the extent of exposure of people to electromagnetic fields in both the natural and working environments. It had also considered developments in techniques for monitoring exposure. However, most of the studies it reviewed in relation to possible health effects were concerned with the direct effects of exposure of people to magnetic fields. There was

insufficient information about exposures to electric fields to come to a conclusion about any health effects. The Advisory Group noted, however, that a number of publications had addressed the issue of potential indirect effects arising from increased deposition of charged airborne particles in the respiratory system and on skin caused by the presence of large alternating current (AC) electric fields (Fews et al, 1999a,b; Swanson and Jeffers, 1999).

6 The physical principles for these effects are generally well understood, but their magnitudes are difficult to quantify in the complex and changing environments surrounding power transmission lines in the open air. However, the Advisory Group concluded that 'it has not been demonstrated that any such enhanced deposition will increase human exposure in a way that will result in adverse health effects to the general public'. It was felt though that this area merited further consideration and the Advisory Group was requested by the Board of NRPB to examine this further.

7 To provide input to the work of the Advisory Group, an Ad Hoc Group was set up with terms of reference:

> **'to provide the Advisory Group on Non-ionising Radiation with advice on the possible effects of corona ions or electric fields on intakes of radioactive particles or other airborne pollutants and to advise on the need for further work'**

8 Airborne particles having the greatest effects on health include radon decay products, chemical pollutants, spores, bacteria and viruses. If inhaled, some become deposited in the airways of the respiratory system. Others can be deposited on the skin. Since charged particles are more likely than uncharged particles to be deposited when close to the walls of the airways or the skin, an increase in the proportion that are charged could lead to an increase in adverse health effects. Such an increase could arise from the generation of corona ions by power lines. These positive or negative ions arise when voltages of a few thousand volts or greater cause electrical breakdown of the air by corona discharges. A further increase in the deposition of charged particles could also arise due to an increase in the probability of impact with surfaces in the presence of electric fields. Hence, the two issues considered by the Ad Hoc Group were:

(a) to what extent do pollutants become charged in the vicinity of power lines and how significant is the resulting increase in their deposition in the respiratory system or on the skin,

(b) how significant is the increase in deposition of naturally charged particles on the skin or in the respiratory system as a result of the strong electric fields present below power lines.

9 The review by the Ad Hoc Group was subsequently considered by the Advisory Group in the context of possible consequences of changes in exposure to pollutants for human health. This report, therefore, incorporates both the review by the Ad Hoc Group and the assessment of potential health impact by the Advisory Group.

10 Airborne particles may range in size from about 0.001 μm to more than 10 μm and their concentrations vary widely both with time and with place. They can be formed by dispersion as a result of the resuspension of deposited particles or the breaking up of larger objects and by condensation, a term used to include the condensation of gases

to produce liquid or solid particles as well as the formation of solids as the result of chemical reactions between gases. Particles may also be formed by the agglomeration of smaller particles already present in the environment.

11 The rate of deposition of particles striking a surface depends on their movement through the air and the various mechanisms and factors that influence this are described in paragraphs 24–28 and 117–141. They include gravitational sedimentation, inertial impaction and diffusion (Brownian motion), as well as the effects of air flow and turbulence and the charge, if any, on the particle. Their relative importance depends upon the mass and nature of the particles but they can all affect the motion of particles in the ambient air, as well as their deposition in the respiratory tract and on the skin.

12 The first publications to draw attention to the possibility of an increase in health effects as a result of the influence of electric fields from power lines on the deposition of charged particles did so in the context of exposure to radon and its decay products (Henshaw et al, 1996a). However, further papers have considered the effect of charge on the deposition of a range of other pollutants including chemicals, bacteria and viruses (Fews et al, 1999a,b). Exposure to pollutants is discussed in paragraphs 29–37 with particular reference to radon and its decay products and chemical pollutants. Paragraphs 38–51 summarise present understanding of the toxicity of airborne pollutants.

13 The increase in the proportion of particles that are charged as a result of corona discharge is considered in paragraphs 52–87. The name corona, the Latin word for crown, was used by mariners to describe the pale light often accompanied by hissing that occurred from ships' masts during electrical storms. These effects are the result of the ionisation of the air by the strong divergent electric fields present at the surface of sharp metallic points, small diameter wires, etc, when they are raised to a high voltage. The ions that are formed in this way can be positive or negative. The section reviews the sources and behaviour of corona ions in the atmosphere. It also considers how particles can become charged by trapping ions so leading to an increase in the proportion of charged particles. In general, particles smaller than 0.1 μm in diameter usually carry no charge, whereas larger particles usually carry at least one positive or negative electronic charge.

14 Airborne pollutants enter the body by inhalation and may then be deposited in the respiratory system. The extent to which inhaled particles deposit in the various regions of the respiratory system depends upon physical factors such as their size, shape and density, as well as charge. Paragraphs 88–116 consider these various factors and the models that have been developed to predict deposition in the various regions. The principal model that is used for describing the behaviour of inhaled radioactive particles is the Human Respiratory Tract Model (HRTM) developed by the International Commission on Radiological Protection (ICRP, 1994). This is considered to give a good representation of the behaviour of inhaled particles in the size range from 0.001 to 100 μm. Although the HRTM was not developed to address specifically the effect of electrostatic charge it is possible to use it to make some predictions about how charge may affect deposition in the respiratory system.

15 Paragraphs 117–141 consider the deposition of charged particles on exposed skin that occurs even if no electric fields are present. This deposition can, however, be increased by the approximately vertical AC electric field present under a power line. The field causes charged particles to oscillate up and down so that those just above a

surface may strike the surface and stick to it. The probability of this happening is strongly affected by the nature of the air flow in this region.

16 The extent of any effect of corona ions on health will depend upon the extent of any increase in exposure to pollutants, the extent to which these pollutants are causes of disease, and the numbers and types of individuals who are exposed. Paragraphs 142–150 provide a perspective on the potential for corona ions to influence the health of an exposed population.

17 Paragraphs 151–164 summarise the general conclusions of the report and paragraph 165 makes recommendations for further work. A glossary explains technical terms that are used.

AIRBORNE PARTICLES

18 Most of the particles present in air are too small to be seen individually, although, if there are enough, they form a visible cloud of dust, smoke or water droplets. The technical term for such a cloud is an 'aerosol' but this term has been avoided in this report since it is more commonly used to describe the spray of droplets from a pressurised can.

19 The particle 'size' is readily defined by its diameter if it is spherical as is the case for small liquid droplets. However, most solid particles have irregular shapes so their sizes are defined by an 'equivalent diameter', often their 'equivalent volume diameter', which is the diameter of a sphere with the same volume as the particle.

20 The nature of the particles in the air varies enormously and includes water droplets, fragments of rock and soil, bacteria, viruses, pollen grains, spores, smoke, exhaust fumes, and other pollutants.

21 Airborne particles range in size from about 0.001 μm to more than 10 μm and have size distributions as represented in Figure 1. The processes that create airborne particles – and the mechanisms that cause particles to grow, agglomerate, and deposit from the air – are all size-dependent (see below), so particles of some sizes are more common than others. Typically they form three *modes*, as shown (the origins of each mode are outlined below). However, the size distributions and relative importance of the modes will depend on the particular situation, and vary both with location and with time in any one location. There can also be additional modes, due to local sources of particles. The number and mass distributions are very different, reflecting the fact that, for example, a single 1 μm particle has the same mass as one million 0.01 μm particles. So while most of the particles are smaller than 0.1 μm, their total mass is mainly due to those larger than 0.1 μm. The distribution by surface area shows intermediate behaviour; this could be of significance to the behaviour of pollutants that condense on to the surfaces of existing particles in the atmosphere. Airborne particles are mostly formed by dispersion or condensation.

Dispersion

22 Dispersion is the resuspension of deposited particles or the breaking up of larger objects. Examples include dust raised by mechanical disturbance (ploughing, driving on a dirt road, machining), and sea spray formed by breaking waves. Dispersion tends to produce particles larger than about 1 μm in size, because it is difficult to break up smaller particles than this. These processes mainly give rise to the coarse mode shown in Figure 1.

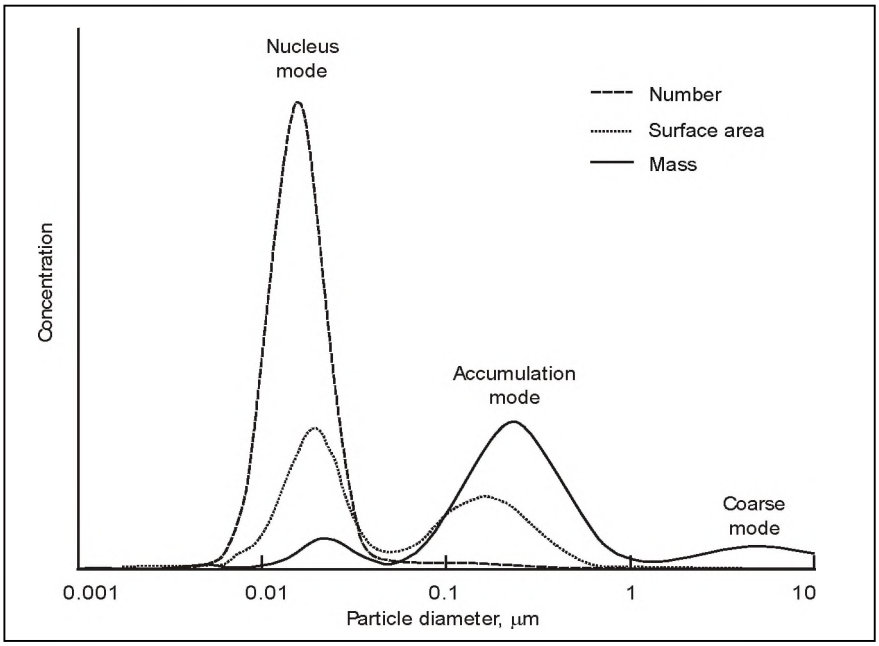


FIGURE 1 *Size distributions of airborne particles by number, surface area, and mass (the diagram is illustrative; real distributions depend strongly on location and vary with time – see text)*

Condensation

23 Small (0.001–0.01 μm) liquid or solid particles may form as vapours condense, or as a result of chemical reactions between gases that form solids. These small particles, shown in Figure 1 by the nucleus mode, act as condensation nuclei for the formation of larger particles. However, further growth may also be the result of other processes, including agglomeration or coagulation, when particles collide and stick together. The final particles in these growth stages give rise to the accumulation mode in Figure 1.

Particle dynamics

24 The three main mechanisms that govern the dynamics of uncharged airborne particles in the ambient air, in the respiratory tract if they are inhaled, and in many air sampling instruments are gravitational sedimentation, inertial impaction, and diffusion (Brownian motion) (see Figure 2).

Gravitational sedimentation

25 Particles are denser than air and so fall ('sediment') under the action of gravity. The particle at first accelerates towards the ground, but as its speed rises, the retarding force (viscous drag) caused by the viscosity of the air steadily increases until eventually the two forces balance. The particle then falls at a constant speed known as the settling (or terminal) velocity and this increases with particle diameter and density. Figure 3 shows settling velocities for spherical particles of unit density (1 g cm^{-3}) in mm s^{-1}. For 10 μm particles, the settling velocity is a few mm s^{-1} and so particles larger than this do not usually stay airborne for very long. However, for 0.1 μm particles, the settling velocity is only 0.001 mm s^{-1}. So these take 20 minutes to fall just 1 mm and particles of this size and smaller are quite stable in air. The settling velocity is used to define the 'aerodynamic equivalent diameter' of a particle, which is the diameter of a unit density sphere with the same settling velocity.

FIGURE 2 *Main mechanisms of particle deposition*

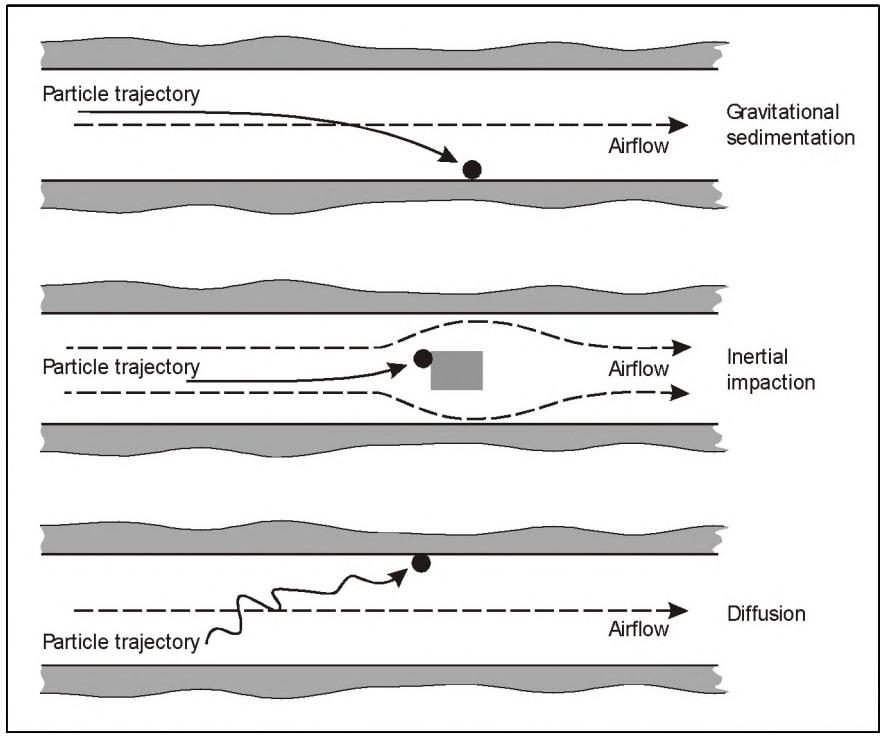
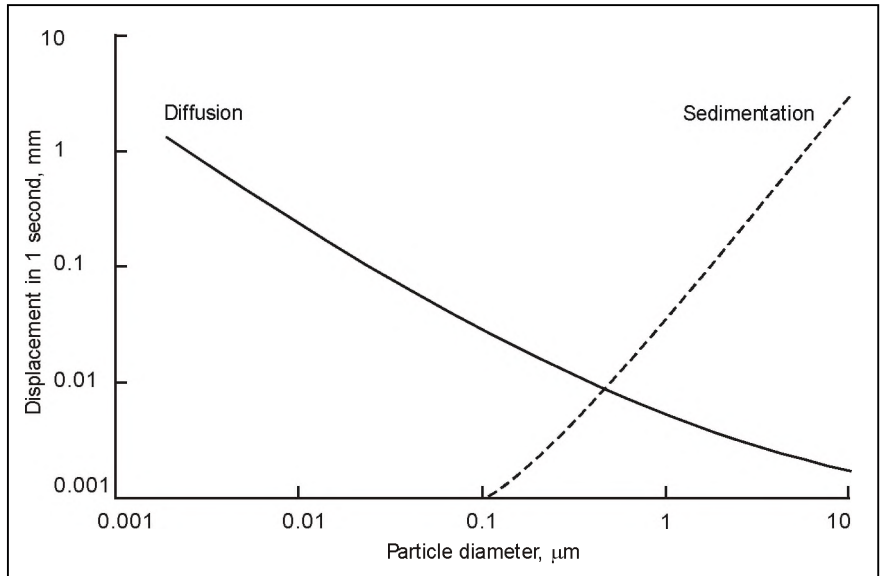


FIGURE 3 *Relative importance of gravitational sedimentation and diffusion as a function of particle size (for unit density spheres, data taken from Raabe, 1994)*



For gravitational sedimentation the displacement is the vertical distance the particle falls in 1 second. For diffusion the displacement is the typical (root mean square) distance the particle travels as a result of Brownian motion in 1 second.

Inertial impaction

26 When the air moves in a fixed direction, viscous drag causes the particles to move with it. However, when air flows around an obstruction, the path of each particle departs somewhat from that of the airstream because its inertia (momentum) causes it to follow its original direction rather than the direction of flow and possibly collide with the obstacle. The probability of this occurring increases with the size and density of the particle and hence depends on the aerodynamic equivalent diameter of the particle as well as on the airstream velocity. Sedimentation and impaction are therefore both known as 'aerodynamic' processes.

Diffusion

27 The constant bombardment by air molecules to which particles are subjected causes them to undergo random movement known as Brownian motion. The average distance that a particle moves relative to the airstream ('displacement') in a given time increases with decreasing particle size, but does not depend on its density. Diffusion increases with increasing temperature, because of the resulting increase in molecular velocity, and so is described as a thermodynamic process. Figure 3 shows how the displacement in 1 second depends on particle diameter. Diffusion is important compared with sedimentation for particles of size below about 1 μm but its effects are negligible for large particles.

28 It will be seen later (see the table, page 20) that a high proportion of airborne particles of size greater than 0.1 μm carry a positive or negative charge, ne, where e is the electronic charge and n is a small integer. The motion of these particles is also affected by electric forces if electric fields are present. The particle is moved in the direction of the field (or against it if the charge is negative), leading to the possibility of increased deposition. The various ways in which particles can become charged are described in paragraphs 64–75.

Airborne particulate pollutants

29 Particulate air pollutants arise from various sources. Some are produced within buildings where their concentrations are relatively high, but outdoors are much diluted. Others originate outdoors, but penetrate and persist within buildings to an extent that depends on their physical and chemical characteristics. In so far as most people in Britain spend the greater part of their time inside buildings, indoor concentrations of a pollutant (whether it originates indoors or outdoors) have a greater impact on cumulative personal exposures than outdoor concentrations.

Combustion products

30 In Britain, the most important source of particulate pollution in outdoor air, in both urban and rural locations, is the combustion of fossil fuels (EPAQS, 2001). Historically, coal burning in domestic fires and industrial processes generated high levels of carbonaceous smoke particles that contributed to the infamous smogs of the 19th and early-to-mid 20th centuries. However, since the Clean Air Act of 1956 and the introduction of smokeless fuels, particulate pollution from coal fires has been largely eliminated.

31 Nowadays, the main particulate pollutants in outdoor air are soots from diesel engines, and ammonium salts of sulphate and nitrate. The former comprise mainly

elemental carbon, but with a coating of low volatility hydrocarbons, including polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) such as benzo[a]pyrene (BaP). The latter arise when oxides of nitrogen (principally from the exhaust of petrol engines) and sulphur (mainly from the combustion of coal and oil in power stations and of oil in industry) undergo secondary photochemical oxidation in the atmosphere, and then combine with ammonia from the excreta of farm animals. Particles from these sources have diameters that are generally less than 2.5 μm (EPAQS, 2001).

32 In the UK, concentrations of particulate pollutants in outdoor air tend to be highest next to roads, intermediate at urban locations which are not immediately next to roads, and lowest in rural areas (EPAQS, 2001). Particle emissions from road traffic are falling, and will decline further in the future, because of changes in regulations. For example, heavy diesel vehicles will require particle traps from 2006.

33 Combustion of some fossil fuels can also lead to the formation of particulate air pollutants within buildings. However, in Britain this is less important than the ingress of particles from outdoors.

Products of abrasion and dispersion

34 In addition to the fine particles that result directly or indirectly from combustion processes, coarser particles occur in outdoor air through abrasion and through dispersion of dusts and liquid droplets. Particles naturally present in the air include sodium and magnesium chlorides from sea spray; minerals from rocks, soils and surface dusts; and biological materials such as viruses, fungal spores, bacteria and pollen fragments. Human activities, particularly industrial and agricultural practices, such as quarrying, construction, demolition and ploughing, can increase the numbers of coarse particles in the air.

Radon decay products

35 The radioactive decay products of radon gas in indoor air provide a larger contribution to the radiation exposure of the UK population than any other source (Hughes, 1999). Radon-222 is produced continuously through the decay of uranium-238, which is present in varying concentrations in all rocks and soils. Radon seeps into buildings to some extent from the materials of which they are made, most of which contain traces of uranium, but more importantly in the UK, from the ground. The amount in the indoor air consequently depends mainly on the geology of the area in which the building is situated but also on features of the building which allow radon to be drawn in and the concentration to build up. Outdoors radon is rapidly dispersed and concentrations in the UK are generally low.

36 The immediate decay products of radon-222, polonium-218 to polonium-214 (see Figure 4), have short half-lives. They are all radioactive isotopes of solids and are either alpha emitters or beta–gamma emitters. Radon decay products are not gases, so they stick to surfaces that they touch, in contrast to the parent radon. The surfaces that they deposit on may be particles present in the air but may also be skin, or the linings of the airways. Radon decay products that deposit on particles are described as 'attached'. The particles to which they attach are normally in the accumulation mode (Figure 1). Unattached decay products have sizes towards the lower end of the nucleus mode, so can diffuse much more rapidly than those that are attached (Figure 3) (Porstendorfer and Reineking, 1992).

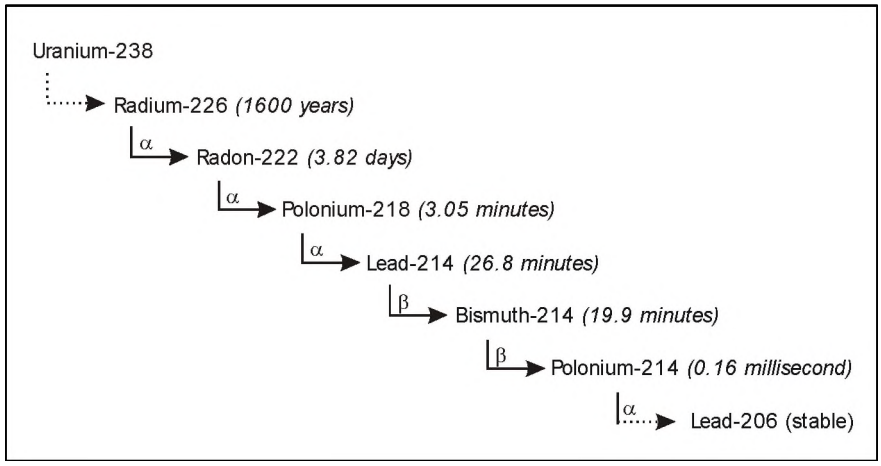


FIGURE 4
Radon-222 decay chain showing half-lives (broken lines show where isotopes have been omitted)

Environmental tobacco smoke

37 Sidestream smoke from cigarettes and other tobacco products is another source of particulate pollution indoors. In addition to elemental carbon, the particles in tobacco smoke contain a complex mixture of organic compounds and various metallic species (IARC, 2002).

Health effects of airborne particulate pollution

38 Understanding of the toxicity of particulate air pollutants comes from laboratory investigations *in vitro* and in whole animals, experimental studies in human volunteers, and clinical and epidemiological observations. The two long-term adverse health effects that have been clearly identified are cardiorespiratory disease and lung cancer. In theory, some forms of particulate pollution might also cause skin cancer. In practice, however, any effect on the risk of skin tumours appears to be negligible.

Outdoor air pollution

39 The impact of outdoor air pollution on health was first brought to wide public notice through the demonstration of a substantial rise in daily mortality during the London smog of 1952. Most of the excess deaths were from respiratory illness and, although other pollutants such as sulphur dioxide gas may also have contributed, it seems likely that particulate pollution was a major cause.

40 At that time air pollution arose almost entirely from the combustion of coal, principally in residential dwellings where it was commonly burnt in open fires. During smogs, levels of pollution were exceptionally high. How much disease was caused by chronic exposure to the lower, but still substantial, amounts of smoke that caused towns to be constantly enveloped in a visible haze was controversial. It seems likely, however, that it contributed to an increased incidence of chronic obstructive lung disease, and that PAHs such as BaP which were present on the smoke particles contributed to the risk of lung cancer. An excess of lung cancer was not clearly demonstrated in non-smokers, but up to 10% of mortality from the disease in big cities was estimated to be due to air pollution interacting with smoking (Cederlöf et al, 1978). At that time the amount of BaP in the air of big cities was commonly 30–40 ng m^{-3}, and

Pike et al (1975) reached a similar conclusion to Cederlöf et al by extrapolating from the experience of men heavily exposed to PAHs by the nature of their work.

41 Although particulate pollution from coal burning has virtually disappeared since the introduction of the Clean Air Act of 1956, and levels of particulate matter in outdoor air are now much reduced, there is strong evidence that health effects continue to occur from the particulate pollution produced by motor vehicles. It has been shown that daily fluctuations in outdoor concentrations of particulate matter (most often measured as PM_{10}, that is particles of less than 10 μm diameter) are associated with changes in morbidity and mortality from both cardiac and respiratory disease (EPAQS, 2001). The average effect on the risk of an individual is relatively small and sophisticated statistical techniques are needed to distinguish it from that of potentially confounding factors such as ambient temperature and the community prevalence of influenza. Nevertheless, the finding has been consistent across a large number of studies in different countries and, because large numbers of people are exposed to the pollution, the impact at a population level is important. Estimates made by Samet et al (2000) from observations in 20 cities in the USA suggest that the risk of death from cardiovascular and respiratory disease increases by 0.7% for each increase of 10 $\mu g\, m^{-3}$ in the PM_{10} level and that of death from all causes by 0.5%. More recent work suggests that, if anything, these figures may err on the high side (Samet et al, 2003).

42 Short-term fluctuations in mortality could arise simply because pollution caused people who were already seriously ill to die a few days earlier than they would have done otherwise. Long-term follow-up of large populations has, however, shown that a 'harvesting' effect of this sort cannot account for all the observed associations (Dockery et al, 1993; Pope et al, 1995).

43 The extent to which chronic exposure to particulate pollution of outdoor air impacts on long-term morbidity and mortality is difficult to assess because of the potentially confounding influences of people's smoking habits. However, a study of mortality in population samples from six cities in the USA with widely different levels of pollution, was able to include data on individual smoking habits. After taking smoking habits into account, the residents of the most polluted city had 37% higher mortality from cardiorespiratory disease and lung cancer than residents of the least polluted city, while mortality rates from other causes were similar (Dockery et al, 1993).

44 The pathological mechanisms underlying the health effects of particulate pollution are not yet firmly established. The impact on cardiorespiratory disease appears not to depend critically on the main chemical constituents of the particles inhaled since it is observed in locations where these differ (diesel exhaust particles dominating in some areas and nitrate and sulphate in others). Rather, evidence is accumulating that it results from inflammation triggered by oxidant damage to cells in the lung, and that a major factor in this process is the generation of free radicals by transition metals adsorbed on the surface of the particles.

45 If this is the main pathogenic mechanism, then the toxicity would be expected to lie principally in the finer fraction of particles, which have a relatively high surface area in relation to their mass. However, it has proved difficult to discriminate between the effects of different particle fractions epidemiologically, since their concentrations are usually highly correlated.

46 The excess risk of lung cancer in polluted cities is likely to derive in part from the carcinogenic activity of PAHs contained in airborne particles. However, it is unclear whether this is the only disease mechanism involved. It is probable that risk is determined by cumulative exposure to the relevant carcinogens over the course of a lifetime, in which case the main contribution to the pollution-related differences in mortality that are currently observed between cities may come from historical exposures at higher levels than now pertain.

Indoor air pollution

47 Pollution of the air outdoors penetrates into buildings and contributes at a lower level to pollution indoors. In addition, particulate pollution can arise indoors from radon decay products and from the sidestream and exhaled smoke produced by smokers.

48 The experience of workers exposed to high concentrations of radon in underground mines has established that radon decay products cause an increased risk of lung cancer, the risk produced being approximately proportional to the air concentration, except at very high levels when it is relatively less. Extrapolation from the experience of miners suggests that some 6% of all lung cancers in the UK are attributable to residential radon exposure and the studies based on direct observation of its role in houses are consistent with this. The UK has an Action Level for radon of 200 $Bq\,m^{-3}$ (ten times the average concentration), above which homeowners are advised to reduce radon concentrations. Residential exposure to radon at the Action Level is estimated to carry a cumulative risk of death from lung cancer in a lifelong non-smoker to age 85 years of 1.4% as compared with 0.7% for zero exposure (Darby et al, 2001).

49 Environmental tobacco smoke within buildings has a clear effect on some special groups. Respiratory illnesses are more frequent in children whose parents smoke (Landau, 2001; Peat et al, 2001) and attacks of wheezing and breathlessness can be exacerbated in asthmatics (Leikauf, 2002). It also increases the risk of lung cancer in non-smokers to a small extent and so must be presumed to increase the risk additionally in smokers. A review by IARC (2002) estimated that the total effect of exposure to environmental tobacco smoke at home and at work is to increase the risk of lung cancer in non-smokers by some 30%.

Particulate air pollution and skin cancer

50 An elevated incidence of skin cancer has been demonstrated in various groups of workers whose skin was liable to be contaminated by soots, tars or mineral oils contaminated with PAHs. It has not, however, been recognised as an effect of air pollution by particles containing PAHs, probably because the dose to the skin from such pollution is relatively low.

51 An excess of skin cancer has also been reported in an early morbidity study of Czechoslovak uranium miners (Sevcova et al, 1978), but this cannot necessarily be attributed to radon as the miners were also exposed to high levels of arsenic, a known cause of skin cancer. Moreover very little irradiation from radon decay products penetrates to the basal layer of the skin from which skin cancers arise and the experience of people exposed to high doses of penetrating radiation indicates that any risk from domestic radon is too small to cause concern (Charles, 2001).

CORONA IONS

52 Whenever voltages of a few thousand volts or greater are present in electrical systems there is a tendency for the high electric fields that exist to cause electrical breakdown of the air by corona discharges. Here some details of the conditions required for corona discharges and their characteristics are given.

53 A simple estimate of the electric field near the point or tip of a sharp object is given by dividing the tip voltage by the tip radius. Corona discharge occurs when this local field exceeds approximately 3 MV m^{-1}, which is equivalent to 30 000 V sustained across a 1 cm gap between two large flat electrodes. Any electrons entering the field region are accelerated and gain enough energy to ionise air atoms with which they collide. The ion/electron pairs produced are then themselves accelerated and undergo collisions. Only the electron collisions are ionising and produce the avalanche breakdown process confined to the region of air adjacent to the 'corona electrode'. The corona appears as a faint filamentary discharge radiating outwards from its source. Most coronas are direct current (DC), ie sustained by either a positive or a negative electrode voltage. However, alternating current (AC) coronas are used in industry for the elimination of static electricity and also occur on power transmission lines.

54 Since positive ions and electrons differ greatly in size and mass, the character of a corona depends on the polarity of the sharp electrode. If the corona electrode is negative (negative corona), electrons are accelerated away from it and, since the field is decreasing, the discharge does not extend far. Positive ions produced in the discharge are accelerated towards the electrode and release secondary electrons upon collision. The electrons emanating from a negative corona point attach to air molecules to produce negative ions that depend on conditions but typically are species such as O^-, OH^- and O_3^- and neutral molecules such as N_2O, NO_2 and HNO_3 (Goldman et al, 1985). So a negative corona serves as a source of negative ions. Similar considerations for a positive corona electrode explain why this acts as a source of positive ions such as H^+, NO^+ and NO_2^+.

55 A single corona point can produce a current of up to a few hundred microamps, whereas a corona wire can produce a current from discrete regions on the wire surface of approximately 10 mA m^{-1}) (Cross, 1987). Commercial static eliminators usually operate at about 1 mA m^{-1} when the discharge is quite stable.

Sources of corona ions

56 There are only a few examples of AC corona applications and phenomena. One application is the AC static eliminator which produces ions of both polarities by driving a corona point or wire with an alternating voltage. Power transmission lines (50 Hz) operating at 132, 275 and 400 kV are examples of unintentional sources of corona ions. The high voltage (HV) rails and overhead lines used to power trains (Chadwick and Lowes, 1998) may also produce some ions at times. 'Third' rail systems use a rail energised up to 750 V (DC) and are most unlikely to produce corona ions. Transient arc discharges that may occur when trains pass along a line will produce some ions but they will be rapidly lost to ground. Mainline electric systems operating with overhead lines at 25 kV, 50 Hz, are likely to produce some corona ions in wet weather but it is expected that these will be in very much lower concentrations than the ions produced by the much higher voltage power transmission lines.

57 Corona ions are only produced when the corona electric field exceeds the air breakdown threshold during the positive and negative excursions of the AC cycle (Cross, 1987). The negative and positive corona threshold fields differ slightly. At low frequency such as 50 Hz the positive and negative ions produced on alternate half cycles of voltage behave independently, as if two separate DC discharges were being switched on and off in sequence. However, some recombination of positive and negative ions will occur as the two clouds oscillate in the AC electric field. Due to the asymmetry of the discharges and the normally higher mobility of negative ions it would seem likely that there would be a surplus of negative ions, which may then drift away or be blown away from the AC corona source. There is, though, some evidence that the surfeit of ions can be negative or positive depending on corona electrode geometry and prevailing conditions.

58 Corona discharges often occur from electrodes that are at a high potential, say several thousand volts, with respect to ground. High voltage AC transmission lines are examples of this but are of course designed not to operate under corona discharge conditions because this would result in loss of power, and also produce noise that would cause complaints. The electric field value at the high voltage conductor surfaces will be large and divergent but normally not large enough to cause electrical breakdown at the conductor surfaces where the field is greatest. To ensure that lines operate below the corona threshold field, the lines are arranged in groups of either two, three or four cables (twin, triple and quad lines) with spacers holding the individual cables 30 cm or so apart. With these arrangements the mutual interaction between the individual lines in a group results in increased line capacitance so that the charge on each individual line is redistributed and reduced in magnitude. This results in a reduced electric field at the line surfaces. However, small local intensifications of the conductor surface electric field can arise at dust and dirt accumulations or at water drops sometimes causing corona discharges to occur. Also, some high voltage lines are operated above their original design voltage. This can lead to corona discharge at the separators between sets of two or four cables, unless the original separators are replaced with ones appropriate for the higher voltage. These lines are also closer to the threshold for corona discharge than lines designed for the higher voltage, so are more prone to discharge along the line or at insulator support surfaces in adverse weather conditions.

Behaviour of corona ions

59 Corona discharges produce various ionic species depending on conditions and these may be used to charge surfaces or particles in a number of industrial applications. Negative corona discharges are used to charge and precipitate flue gas particles in the electrostatic precipitators now used in many commercial chimneys, or to charge paint particles or insecticide droplets to ensure efficient deposition of material on to grounded objects or foliage. These applications use the fact that when particles are charged, they tend to deposit on to surfaces more effectively due to attractive (image) forces. If there are additional electric fields at the surface these may further increase particle deposition.

60 Whenever ions are present in the atmosphere either as a low level natural background from radiation (ultraviolet radiation, cosmic rays, etc) or at a relatively high level in a locality due to a source such as a corona discharge, then any particles such as dust or pollutant particles will become charged by ion collision and attachment. The low level natural background charging gives rise to a Maxwell-Boltzmann (M-B) charge

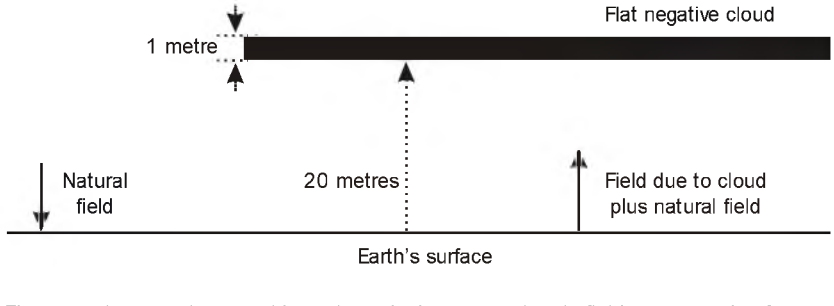
distribution in which some particles are neutral, a size-dependent fraction is positively charged and an equal fraction is negatively charged (paragraphs 65–68). Surplus ions from, say, a corona source may change the natural M-B equilibrium and bias it positively or negatively depending on the polarity of the corona ions. The very mobile clouds of surplus ions diffuse rapidly amongst the relatively immobile larger particles and attach, the process being described as diffusion charging.

61 Global thunderstorm activity delivers negative charge to the Earth leaving the atmosphere charged positively. A typical atmospheric space charge value is approximately $+10\,\text{pC m}^{-3}$, which results in an electric field at the Earth's surface of about $-100\,\text{V m}^{-1}$. Naturally occurring ions in the atmosphere move under this field, thus constituting a leakage current. The Earth's field depends sensitively on weather conditions and cloud cover and may vary significantly both temporally and spatially over the Earth's surface. Any local clouds or plumes of ions from, say, a power line, will change the Earth's natural field. The space charge of negative ions reduces the magnitude of the natural field and, if the space charge is sufficiently great, will reverse the field to a positive value. Positive space charge in the atmosphere increases the magnitude of the negative value of the Earth's field. Figure 5 illustrates this effect for a flat cloud of negative space charge 20 m above the Earth's surface.

62 Away from the cloud, the natural field is directed towards the Earth and has a value $E = -100\,\text{V m}^{-1}$. The field terminates on negative charge at the Earth's surface of charge density $\sigma = \varepsilon_0 E = -8.8\,10^{-10}\,\text{C m}^{-2}$ (where ε_0 = permittivity of air = $8.8\,10^{-12}\,\text{F m}^{-1}$).

63 If the cloud is negative and reduces the natural field from $-100\,\text{V m}^{-1}$ to zero, then the equivalent surface space charge density of the cloud as seen from the ground will be $8.8\,10^{-10}\,\text{C m}^{-2}$. The same is true if the cloud is positive and doubles the natural field to $-200\,\text{V m}^{-1}$. However, as the cloud has some thickness it is the volume charge density that needs to be described. If the cloud is 1 m thick it must consist of a space charge volume density of $8.8\,10^{-10}\,\text{C m}^{-3}$. This corresponds to 5500 ions cm^{-3}, if the ions have charge e, which falls to 550 ions cm^{-3} for a cloud 10 m thick. This simple calculation indicates that a change in the Earth's natural field of about $\pm 100\,\text{V m}^{-1}$ shows the presence of ion densities from power lines or other sources of a few hundred or thousand ions cm^{-3}.

FIGURE 5 *Effect of a cloud of charge on the Earth's field*



The normal convention, used here, is to designate an electric field as emanating from positive to negative charge. In some atmospheric field measurements the opposite convention is used, the normal electric field at the Earth's surface, which points downwards, being designated as positive.

Transfer of charge to particles

64 Particles in the atmosphere are invariably exposed to collisions with ions and thus acquire charge. As ions are usually relatively tiny and mobile compared to atmospheric particles, they diffuse through a particle population and frequent collisions occur. The particle charging that results is known as diffusion charging. Its efficiency is increased by the presence of an electric field and the process is then referred to as field charging. These two processes are considered briefly below. The equilibrium charge distribution of a particle population in the atmosphere obeys Maxwell-Boltzmann statistics. Although the M-B charge distribution describes well the charge on particles above about 0.5 μm in diameter, for smaller particles the charge observed may be greater than predicted (see paragraph 69). Hoppel and Frick (1986) considered ion-particle attachment coefficients. If an initially neutral population of particles (ie one with equal numbers of positive and negative charges) is exposed to an ion cloud, their net charge will increase. However, some of this increase will be due to neutralisation of the particles by ions of opposite charge. As a consequence, during initial charging, the total charge on all the particles increases more rapidly than the average magnitude of the charge per particle.

Maxwell-Boltzmann distribution

65 Over typical land surfaces approximately 10 ion pairs cm^{-3} are formed per second by natural processes. These then attach to airborne particles and recombine at a rate which leads to an equilibrium concentration of small ions (diameters of about a few nm) of 100–5000 cm^{-3} (Hinds, 1982). In calculations it is often assumed that there are about 1000 ions cm^{-3} consisting of approximately equal numbers of positive and negative species. They are assumed to be in complete thermal equilibrium with the atmosphere and so their probabilities of collision with dust or pollutant particles also present, can be calculated. The larger a dust or other particle the greater is the probability that it will become charged by collision and attachment to ions. The equilibrium charge level of a particle occurs when its charge is just sufficient to repel like charged ions diffusing towards it by Brownian motion. Since the potential energy of a particle of diameter d and charge ne at its surface is given by $n^2 e^2/4\pi\varepsilon_0 d$, the M-B distribution gives the probability of it having this charge as $p_n = a_n/\Sigma a_n$, where $a_n = \exp(-n^2 e^2/4\pi\varepsilon_0 d k_B T)$. In this equation k_B is the Boltzmann constant ($1.38\ 10^{-23}$ J K^{-1}) and T is the absolute temperature (K). The table shows this for airborne particle populations of different particle sizes.

66 It is seen that over 99% of particles smaller than 0.01 μm carry no charge. For particles smaller than 0.1 μm some are uncharged and the remainder singly charged either positively or negatively in equal numbers. For particles larger than 0.1 μm the average number of charges, $\overline{n}$, per particle of diameter, d, in μm is given by $\overline{n} \cong 2.37\sqrt{d}$.

67 Given enough time and stable conditions all particles in the atmosphere would reach M-B equilibrium. The time to reach it depends on the ion density and is around 100 minutes for a density of 1000 ions cm^{-3}.

68 In practice, measured charge distributions are often asymmetrical. They may also contain larger fractions of charged particles than the predicted equilibrium M-B values. (Cohen et al, 1996). Indeed this would normally appear to be the case for very small particles for which the equilibrium fractions of even singly charged particles are small because of the large energies involved, $e^2/4\pi\varepsilon_0 d$. The laboratory studies by Cohen et al of atmospheric particles in the size range 0.01–0.5 μm showed that the charged

fractions were about 50%–100% higher than predicted by M-B theory and the fraction of size 0.125 μm having a single electronic charge was about 60% higher than expected. Kousaka et al (1983) also found that the proportion of charged particles in test particle clouds in the diameter range 0.004–0.04 μm exceeded the M-B predictions and a ratio of 0.35 : 0.65 was observed between the proportions of positively and negatively charged particles.

Numbers of electronic charges on atmospheric particles at equilibrium

Particle diameter (μm)	Average charge	Percentage of particles carrying the indicated number of charges								
		<−3	−3	−2	−1	0	+1	+2	+3	>+3
0.01	0.007	–	–	–	0.3	99.3	0.3	–	–	–
0.02	0.104	–	–	–	5.2	89.6	5.2	–	–	–
0.05	0.411	–	–	0.6	19.3	60.2	19.3	0.6	–	–
0.1	0.672	–	0.3	4.4	24.1	42.6	24.1	4.4	0.3	–
0.2	1.00	0.3	2.3	9.6	22.6	30.1	22.6	9.6	2.3	0.3
0.5	1.64	4.6	6.8	12.1	17.0	19.0	17.0	12.1	6.8	4.6
1.0	2.34	11.8	8.1	10.7	12.7	13.5	12.7	10.7	8.1	11.8
2.0	3.33	20.1	7.4	8.5	9.3	9.5	9.3	8.5	7.4	20.1
5.0	5.28	29.8	5.4	5.8	6.0	6.0	6.0	5.8	5.4	29.8
10.0	7.47	35.4	4.0	4.2	4.2	4.3	4.2	4.2	4.0	35.4

Diffusion charging

69 Diffusion charging is the process described above by which particles in the atmosphere attain an equilibrium charge by exposure to naturally occurring ion pairs. It tends to be the dominant charging mechanism for particles smaller than about 0.2 μm even in the presence of an electric field when field charging might be expected to be important (Hinds, 1982). In many situations diffusion charging implies a preponderance of unipolar ions which diffuse to and attach to particles producing particle distributions with a net charge whose size depends on $N_i t$, where N_i is the ion concentration and t the exposure time.

Field charging

70 Field charging of particles is a modified form of diffusion charging whereby an electric field imposed on the charging region constrains the Brownian motion of ions to be directed along the electric field lines. In addition, due to the polarisability of particles (proportional to their permittivity, ε), particles 'attract' or distort the electric field in their immediate vicinities as shown in Figure 6.

71 The collision probability of ions with particles is thereby significantly increased by the presence of the electric field, E. For particles of a few μm in diameter and larger, field charging, say by corona ions in an electric field, is far more effective than diffusion charging and is the preferred method of charging particles in a number of industrial applications. For particular conditions and particle size there is a limiting value of charge possible (called the Pauthenier limit).

72 Figure 7 shows particle charge limiting values for $N_i t = 10^7$ ions s cm^{-3} and different charging processes. It is assumed that for field charging the field is 500 kV m^{-1}.

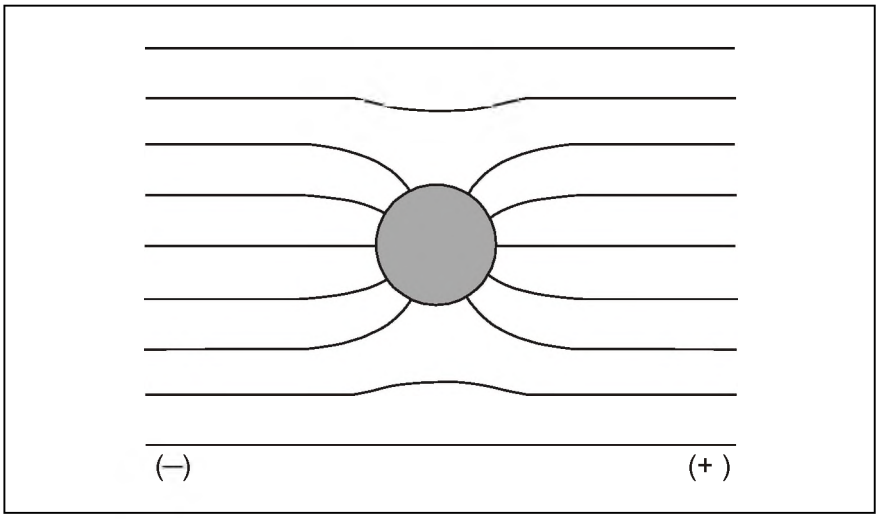


FIGURE 6 *Distorted electric field around a spherical particle*

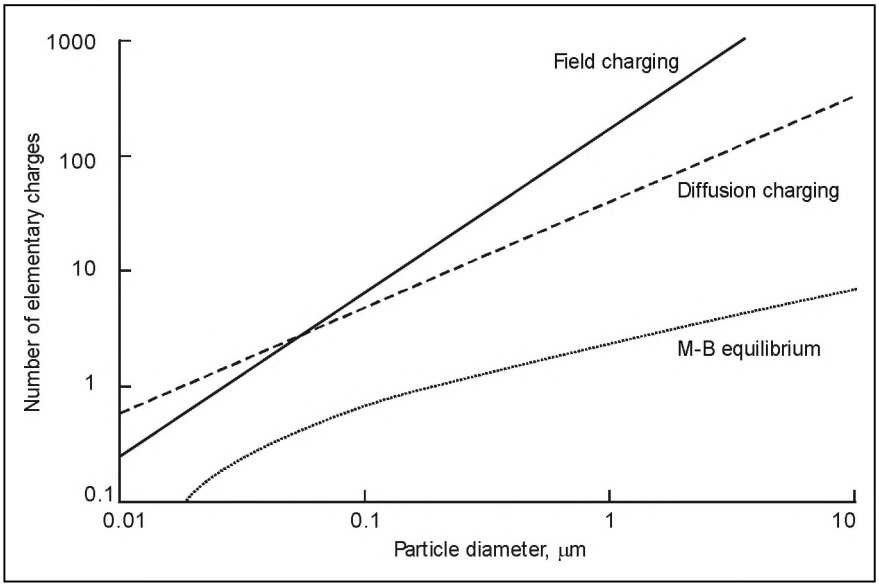


FIGURE 7 *Limiting values of charge for different charging processes*

Charging near to power lines

73 Henshaw and Fews (2001). Jeffers (2001) and Swanson and Jeffers (2002) have used existing theories to model the transfer of charge from unipolar corona ions to airborne particles. They concentrated particularly on particles of diameter 0.02 and 0.125 μm for which measurements were made by Cohen et al (1998) investigating the effect of charge on tracheobronchial deposition.

74 Henshaw and Fews (2001) calculated that for a unipolar ion density of 2500 cm^{-3} and an uncharged particle concentration of 15 000 cm^{-3}, 17% of uncharged particles in the size range 0.02–0.125 μm would ultimately acquire a charge. Since most of these

would be singly charged, the average charge acquired would be about 0.17*e*. This limiting average value is referred to as the saturation charge. This can be compared with the average equilibrium charge in this range, which varies from about 0.1*e* to 0.7*e* (see the table, page 20).

75 Jeffers (2001) and Swanson and Jeffers (2002) carried out similar calculations but allowed for the fact that the plume of unipolar ions was expected to expand, partly because of repulsion between the ions (Jones and Jennings, 1977), as it moved away from the power line. This led to a decrease in the ion density and so in the charge transfer rate with distance from the power line. They estimated saturation charges of about 0.14*e* and 0.87*e* for 0.02 and 0.125 μm particles, respectively. They suggested, however, that for similar ion densities to those assumed by Henshaw and Fews (2001), the exposure time was only about one-tenth of that needed to reach saturation so that these values overestimated appreciably the charges actually acquired. They also explored transfer to particles with an M-B charge distribution and found somewhat smaller changes as expected (Swanson and Jeffers, 2002).

Experimental studies

76 Some of the earliest measurements of DC electric fields due to unipolar charge from AC power transmission lines were made by Chalmers (1952) at distances of several km from 66 and 132 kV lines. The observations were usually in fog or misty conditions. Negative fields were normally observed and were as high as 800 $V\,m^{-1}$ on one occasion. Observations in fine weather generally were of low or no negative fields and Chalmers concluded that the observed negative fields were always associated with dampness. Furthermore, he concluded that wind was necessary to carry negative ions from the power lines the considerable distances over which the measurements were made. Mühleisen (1953) made similar observations up to 7 km from a 220 kV line and observed positive fields in clear weather.

77 The production of unipolar ions from high voltage direct current (HVDC) lines is readily understood and measurements on a ±400 kV test line were reported by Johnson (1983). Electric fields and ion currents were monitored in the range ±60 m laterally from the centre of the line. DC fields were found to be up to about 20 $kV\,m^{-1}$. Wind increased the field and ion current on the downwind side as expected. The electric fields and ion currents showed a large statistical variation even within the same weather conditions. The highest levels of electric field and ion current occurred during frost and the next highest in rain and fog.

78 In a second paper, Carter and Johnson (1988) measured space charge downwind of a –500 kV HVDC line. Corona sources were placed on the line to ensure a strong stable level of ions and measurements were made in the vicinity and up to 300 m downwind of the line. They identified two categories of charge carriers which they called small air ions and charged particles, which correspond to the nucleus and accumulation modes in Figure 1 (page 9). The small air ions were singly charged, positive or negative, hydrated molecular clusters having high mobilities which were typically greater than $5\ 10^{-5}\ m^2\ V^{-1}\ s^{-1}$. The charged particles had lower mobilities around $10^{-6}\ m^2\ V^{-1}\ s^{-1}$ so were moved little by electric fields but readily by the wind. They consisted of naturally occurring solid and liquid particles suspended in the atmosphere. It was observed that the small air ion density decayed rapidly with distance downwind – for example, the

peak ion density of 160 000 ions cm^{-3} close to the line decayed to about 10% of this value in a downwind distance of 150 m in a wind of 8 m s^{-1}. At larger distances downwind the space charge of the cloud of airborne particles persisted with virtually no decay over the maximum measurement distance of 300 m.

79 In a theoretical paper, Cole and Jones (2002) considered how clouds of both positive and negative ions might persist for periods of up to an hour or so. Some experimental evidence for such persistent charge is reported in the literature. For example, Allen et al (1977) showed that after a succession of positive impulse sparks some of the positive ions produced persisted for five minutes, and negative ions also produced (surprisingly) at the same time appeared to persist for about an hour. Cole and Jones believed that 'the simultaneous existence of positive and negative ions at far higher densities than those found in natural background ionisation and which last for long time intervals has therefore been clearly experimentally established'. The authors considered the stability of spherical clouds of bipolar ions. They showed that when an external electric field, such as the Earth's field, is imposed on a cloud of bipolar ions there is a partial separation of charges. Equilibrium is re-established when the external field is removed. The time constant for re-establishing equilibrium may be long, ie some tens of minutes, and depends on the factor by which the ion density exceeds that of the typical ion density of the locality. As noted in paragraphs 65–68 on the M-B distribution, long time constants are to be expected under certain conditions. The time to reach M-B equilibrium can be 100 minutes or so in some circumstances.

80 Jones and Hutchinson (1977) studied ion plumes from a corona point source set up a few metres above ground and measured electric field and space charge downwind. Even though the source current was only 0.3 μA, fields of 1000 V m^{-1} or so were measured tens of metres downwind. They concluded that, for their setup, ion movement and dispersion were largely determined by wind patterns. In a second paper, Jones and Jennings (1977) studied the highly charged plumes of airborne particles (not ions) emitted from an industrial chimney stack equipped with an electrostatic precipitator. This would charge the flue gas particles negatively by corona discharges and only the fine components of the charged particles would escape into the atmosphere. Very high values of electric field were observed (5–6 kV m^{-1}). Even at 3 km downwind of the stack the electric field was 3.5 kV m^{-1}, suggesting particle concentrations equivalent to 10 000 ions cm^{-3} or more were present, assuming the cloud was 1 m thick (see paragraph 64). The fields did not decay to the normal Earth field value until the distance exceeded about 9 km. The authors concluded that significant trajectory modification could occur in light wind conditions and that image forces might cause higher ground level concentrations of charged particles than might have been expected from diffusion theory alone.

81 Swanson and Jeffers (1999) considered possible mechanisms by which power lines might affect airborne pollutant particles harmful to health. Most of their paper was devoted to particle deposition mechanisms but some important aspects of power line fields and measurements were discussed. They stated that results of DC field measurements made close to AC power lines should probably be treated with caution. Their view was that, even well away from the power lines, direct and simultaneous measurements of both the positive and negative ion densities provided more reliable values for the densities than those obtained from measurements of DC fields

particularly at humidities less than 65% (Swanson and Jeffers, 2002). They presented the results of measurements of ion concentrations around different power lines in dry weather. The highest ion concentrations were found 50 m downwind of a line at Chobham with twin cables working at 400 kV, but with spacers designed for 275 kV. The measured concentrations of ions downwind of this line fluctuated rapidly, averaging around 3000 positive ions cm^{-3}, and peaking at over 6000 positive ions cm^{-3}. Around other power lines the average concentrations were 500 positive ions cm^{-3} or less, peaking at over 1000 cm^{-3}. The concentrations of negative ions were generally lower, but either positive or negative ions could predominate.

82 Fews et al (1999b) have considered the corona ions from power lines and measured the DC electric fields in the vicinity of, and especially downwind of, AC power lines. Measurements were made several hundred metres either side of 132 and 275 kV lines and up to 75 m from a 400 kV line. Twelve separate power line sites were examined, two being revisited making a total of fourteen datasets. Of these, eight cases were considered to show significant field perturbation effects and were reported in some detail. Further measurements are reported in Fews et al (2002). A common feature of all the datasets was an asymmetry in DC field between the upwind and downwind sides of the lines. This was attributed to a surplus of negative corona ions that was blown downwind of the lines giving rise to electric field values that considerably exceeded the Earth's natural field in magnitude and was of an opposite sense. The effects were particularly pronounced for one power line suggesting the corona was more severe in this case. In their first paper the authors put forward a mathematical model consisting of a negative sheet of corona charge emanating from a line and extending in the downwind direction but dropping in ion concentration with distance. This model was further refined in their second paper. By using typical parameters for the power line height and observed electric fields, the authors calculated that the area charge density required on the negative sheet of charge was $3\,10^{10}$ electrons m^{-2}. If the sheet was assumed to have a thickness of 10 m, this area charge density corresponded to a volume charge density of 3000 electrons cm^{-3}. The authors noted, though, that this could be two or three times larger for some power lines.

Discussion

83 It is clear from experimental data that clouds of positive and/or negative ions may be produced by AC power lines and transported downwind. Ion densities of a few thousand per cubic cm are typical and they grossly perturb and indeed sometimes reverse the Earth's natural electric field. There is no doubt that the mobile negative ions attach to and thus charge pollutant particles in the atmosphere. Unfortunately, this particle-charging process is not fully understood. The reason why an AC corona discharge should normally result in a surfeit of negative ions is quite complex but is essentially due to the fact that negative ions normally have greater mobility than positive ions. A complicating factor is that in some situations, not properly defined, HVAC power lines produce a surfeit of positive ions. Furthermore, no matter which ion polarity dominates in any particular power line situation, the perturbation to the Earth's electric field should be symmetrically disposed either side of the line in still weather conditions. Such symmetry has not been reported in experimental measurements, probably due to shortcomings in the techniques used so far and the fact that significant temporal variations of field occur at specific locations.

84 It is not possible to calculate accurately the levels of charge that pollutant particles acquire near to HV power lines. The nature of pollutant particles depends on location, although for the purposes of calculation a typical pollutant population may be specified, together with an assumed particle size distribution. How such particles may charge near to a power line depends on their initial charge, ie whether or not an M-B distribution of charge is established. There is evidence that in some situations this is not the case particularly for small particles. To charge by diffusion, the dominant process for typical pollutant particles, the particles must pass through the ion plume adjacent to the power lines. Some particles will charge more than others and some will not be charged at all because of the range of possible trajectories and exposure times. With various assumptions, Henshaw and Fews (2001) calculated that 17% of particles in the size range 0.020–0.125 μm would acquire a charge of one electron. Using somewhat different assumptions, Swanson and Jeffers (2002) obtained rather larger values but emphasised that these (and presumably therefore those of Henshaw and Fews) are all saturation values and that the time for which the particles are exposed may be an order of magnitude smaller than that needed to reach saturation. Therefore, the actual values could well be smaller. They also noted that if the initial particles have some charge then the change in charge will be smaller than that calculated for uncharged particles. In addition, turbulence was not included in these calculations. This would seem likely to disperse the ions in the plume and so could further reduce these values. It is noted that the average charges on particles near to the ground would be somewhat smaller than these and closer to the M-B values, although it seems unlikely that this reduction would be significant since the times for the particles to reach the ground should mostly be small compared with the equilibrium times.

85 It is concluded that the values by which the average charge on pollutant particles increase are inevitably uncertain because of the difficulties of defining the conditions to which they are exposed. Nevertheless it seems likely that the pollutant particles downwind of a power line in corona and out of doors do have somewhat larger average charges on them as a result of corona discharge.

86 The situation indoors is potentially even more complex and variable than that outdoors. Airborne pollutant particles indoors result from entry of the outdoor particles through open windows and doors and/or cracks around closed windows and doors (Liu and Nazaroff, 2003). There may, however, also be indoor sources of pollution such as tobacco smoke, fires and gas burners, as well as radon which mainly comes through cracks and joints in the floor. So in some cases the pollutant concentration indoors may be significantly larger than that outdoors. Corona ions (and pollutant particles charged by them) would readily enter open windows and doors. However, they would tend to plate out to some extent if they were entering through a crack or joint and their concentrations indoors seem likely to be less than those outdoors. So the increase in average charge of pollutant particles resulting from corona ions should be less indoors than out, particularly if the particles are mainly of indoor origin, and will be further reduced since many of these particles will be deposited on other surfaces. It is concluded that the effect of corona ions on lung deposition will be less indoors than out, although this reduction will be offset to some degree in situations where the concentration of pollutant particles is substantially greater indoors because of indoor sources.

Summary

87 High voltage AC power lines may produce clouds of negative or positive ions that are readily blown downwind. Negative ions are more often produced especially in fog or misty conditions. The ion clouds significantly perturb the Earth's natural electric field and measurements of the perturbed field can be used to calculate the ion densities of the clouds or plumes. The ion clouds charge pollutant particles when they encounter them. Calculating the levels of particle charge that result is only possible if simplifying assumptions are made so there could be appreciable uncertainties in the values obtained in this way. Nevertheless, it seems likely that the pollutant particles downwind of a power line in corona and out of doors do have somewhat larger average charges on them as a result of corona discharge. The effect indoors on pollutant particles of *outdoor* origin is probably somewhat less since it seems likely that some preferential deposition of charged particles will occur on the surfaces of small apertures through which some of the air enters the building, and on indoor surfaces. The effect indoors on pollutant particles of *indoor* origin is probably considerably less, because there would be greater deposition of corona ions during entry through small apertures.

INHALATION OF PARTICLES

88 The extent to which particles deposit in each part of the respiratory tract depends on the processes outlined in paragraphs 24–28, and also on the size and shape of the airways, and the pattern of air flow within them. Physiologically there are two main parts: the 'deep lung' where oxygen and carbon dioxide are exchanged with the blood (technically known as the alveolar or pulmonary region); and the conducting airways of the head and tracheobronchial tree, which bring air to the deep lungs and act as an air cleaner and conditioner.

Deposition in the respiratory tract

89 The nasal passage has a small cross-sectional area, and the air velocity is high. There are sharp bends at the front and back, which promote deposition by impaction. In between, the nasal passage is narrow and convoluted (Figure 8), enabling deposition by diffusion to take place. The nose acts as an efficient filter for very small and for large (coarse mode) particles. Deposition in the mouth is broadly similar to that in the nose, but has been less well characterised. It would be expected to more variable (eg depending on how wide the mouth is open), but generally lower than in the nose at all particle sizes (ICRP, 1994; Cheng, 2003).

90 The trachea divides into the two main bronchi, which in turn subdivide, and so on. There are about 20 such divisions, known as 'generations', through which air flows successively to some 300 million air sacs or alveoli, which have a total surface area for gas exchange about equal to that of a tennis court. At each division the daughter airways are smaller but, because there are more of them, their total cross-sectional area is greater, and so the air velocity decreases with depth. Thus impaction is important in the first few airways, but decreases, giving way to sedimentation.

91 In the deep lung the air moves very slowly, and deposition occurs through sedimentation and diffusion. However, many particles are filtered out before they reach this region.

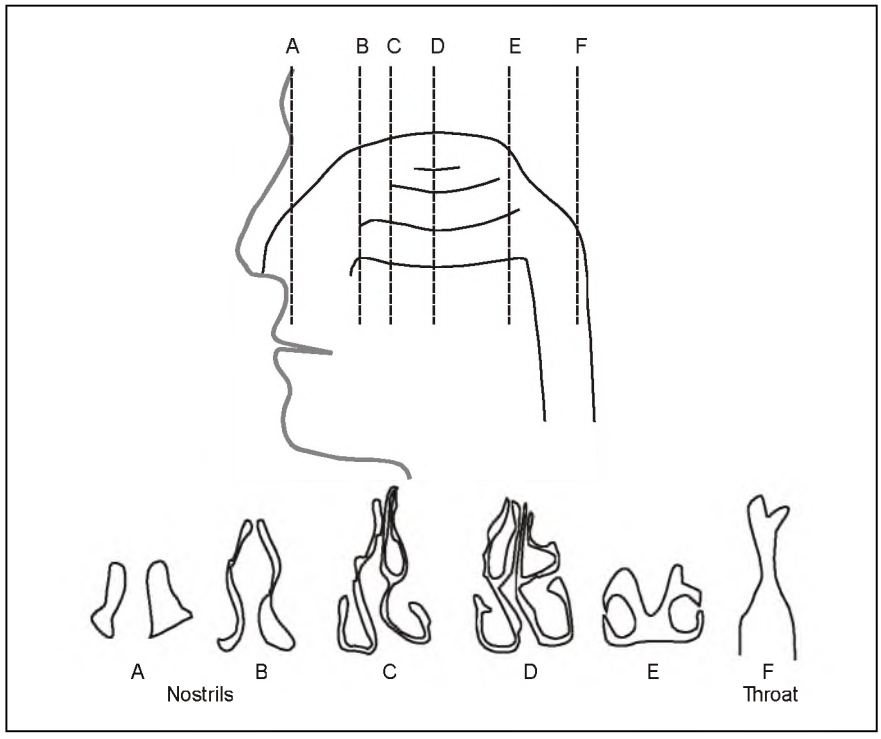


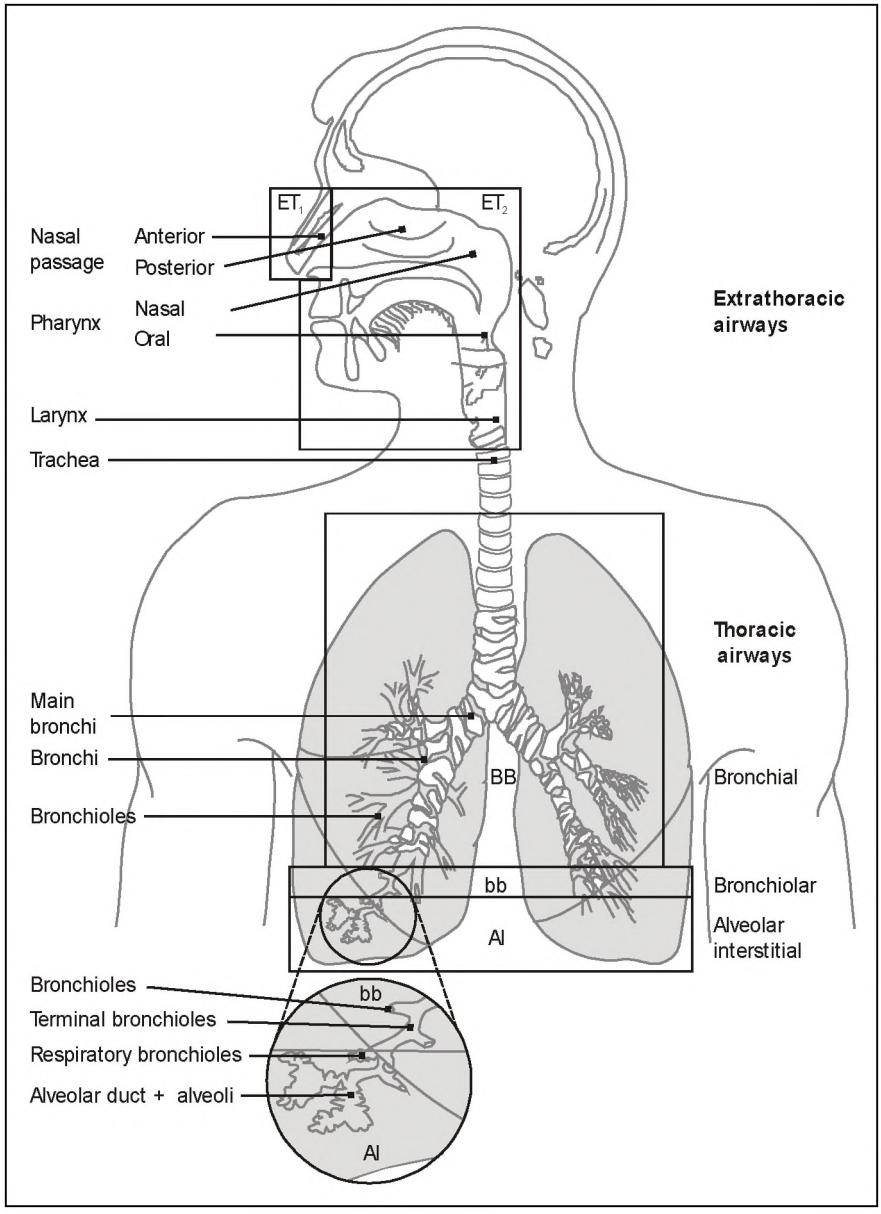
FIGURE 8 *Cross-sections through the nasal passage (based on Häußermann et al, in press)*

92 Sophisticated models have been developed over several decades to calculate the fraction of inhaled material that deposits in each part of the respiratory tract according to particle size and the subject's size and breathing pattern. The models use a combination of experimental data (results of experiments with volunteers and with physical models of airways) and mathematical analysis based on knowledge of the geometry of the airways, the patterns of flow within them, and the forces on the particles (outlined in paragraphs 24–28 above). They were originally developed mainly because of concerns about possible health hazards of inhaled particles, which were likely to depend on where the particles deposited in the respiratory tract. More recently there has been added impetus because of the increasing use of inhaled particles to deliver drugs to parts of the respiratory tract, particularly for treatment of lung diseases.

93 One of the most widely used models is the Human Respiratory Tract Model (HRTM) developed by a task group of the International Commission on Radiological Protection (ICRP, 1994). In the HRTM the respiratory tract is divided into the thoracic airways (the airways within the chest, ie the lungs) and the extrathoracic airways (ET, the airways in the head and neck). These, in turn, are divided into regions (Figure 9).

(a) The extrathoracic airways are divided into ET_1, the front part of the nose, and ET_2, which consists of the rest of the nasal and oral passages, the pharynx and larynx.
(b) The thoracic regions are bronchial (BB: the trachea and bronchi – the next 8 airway generations); bronchiolar (bb: airway generations 9–15, having diameters smaller than about 2 mm), and alveolar-interstitial (AI: the gas exchange region).

FIGURE 9
Respiratory tract regions defined in the HRTM (based on ICRP, 1994)



94 Figure 10 shows particle deposition calculated using software that implements the HRTM (Jarvis et al, 1996). For simplicity, deposition in both ET_1 and ET_2 have been combined (extrathoracic), and deposition in both BB and bb have been combined (T-B, tracheobronchial). The smallest particles (0.001 μm) diffuse very rapidly (see Figure 3, page 10) and mainly deposit in the extrathoracic airways (the nose). As their size increases, the particles diffuse less rapidly and more penetrate, first to the T-B, and then to the deep lung. As the size increases further, more particles are exhaled, and

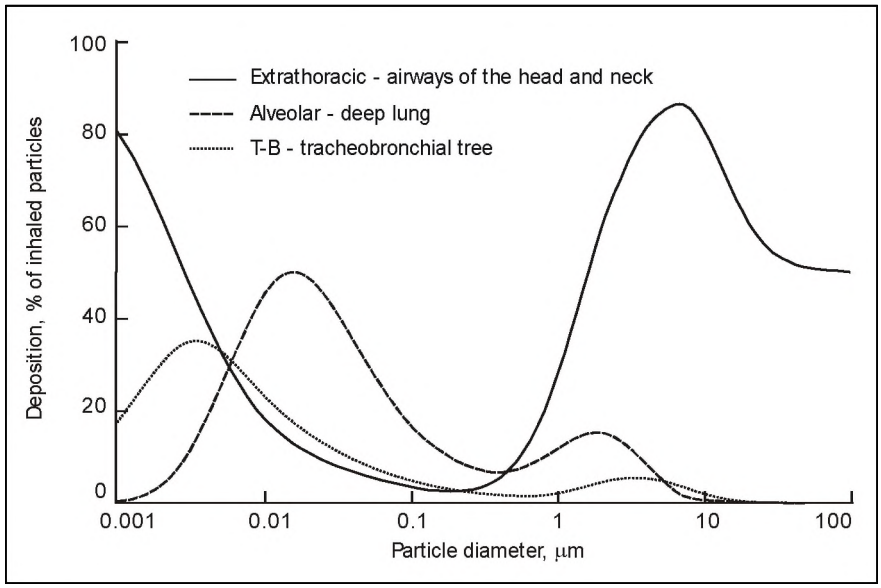


FIGURE 10 *Particle deposition in the respiratory tract for unit density spheres inhaled by an adult male averaged over 24 hours, calculated using the HRTM*

deposition reaches a minimum around 0.5 μm. Beyond this, sedimentation and impaction become increasingly important and deposition increases, especially in the nose. The fall in extrathoracic deposition between about 5 and 50 μm results from an inertial effect known as 'inhalability'. Such large particles do not always follow the air into the nose and mouth.

95 Figure 11 also shows particle deposition calculated with the HRTM, but for different combinations of regions, which might be relevant to atmospheric pollutants. Thus 'Lungs' are a combination of T-B and alveoli, which would be relevant to an agent that affected the lungs, or was absorbed into blood from the lungs much more readily than from the gut. 'Lungs + ET_2' also includes the nasal and oral passages (except the front of the nose), the pharynx and larynx. In the HRTM it is assumed that some absorption to blood occurs in ET_2, and also that material deposited in ET_2 is cleared to the throat and swallowed. Thus 'Lungs + ET_2' could be relevant to pollutants whose toxic effects depend on the amount absorbed into blood, and which are absorbed to a similar extent from both lungs and the gut. For completeness, 'Total' deposition is also shown (including the front of the nose, ET_1), although in the HRTM it is assumed that no absorption to blood occurs in ET_1, and material deposited in it is removed by nose-blowing, and is not swallowed. For particles smaller than 0.01 μm or larger than a few μm, most inhaled particles deposit in the respiratory tract, and a high proportion of them in the nose. However, for particles in the range 0.1–1 μm, only 10%–20% of inhaled particles deposit, mostly in the lungs.

96 Electrostatic charge effects are not addressed specifically in the HRTM. Where possible, the model is based on data from experiments using test particles. These particles are often highly charged when produced, so steps are usually taken to bring the charges into equilibrium before they are inhaled. Thus they represent particles with equilibrium charge, rather than uncharged particles.

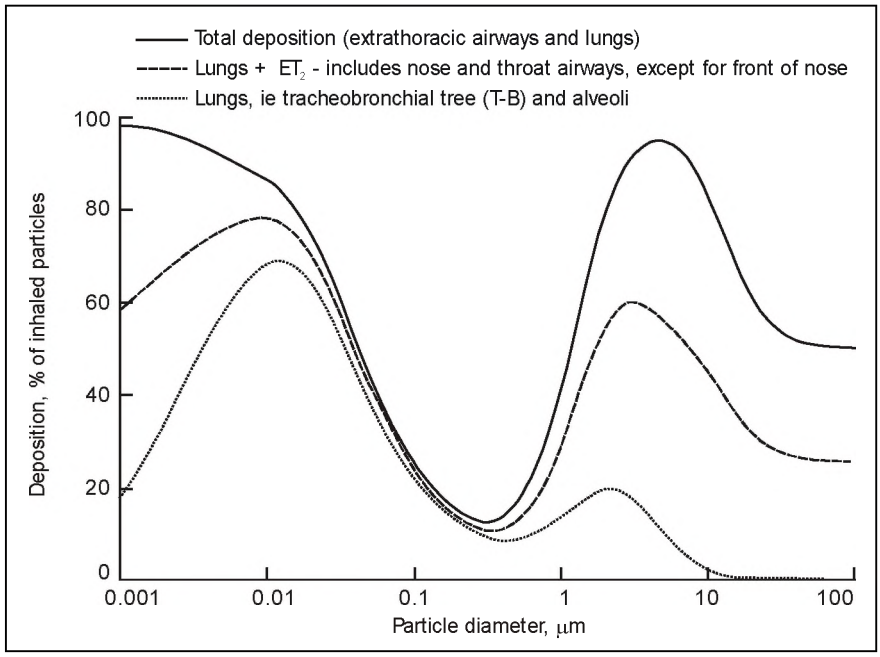


FIGURE 11 *Particle deposition in the respiratory tract for unit density spheres inhaled by an adult male averaged over 24 hours, calculated using the HRTM*

Deposition of charged particles in the respiratory tract

97 There are two mechanisms that increase the deposition of charged particles, compared to uncharged particles: space charge and image charge.

(a) *Space charge* (or mutual repulsion) effects apply because particles carrying the same charge repel each other. It is considered only to be important for situations in which the particle concentration is high, and is unlikely to be significant for inhaled atmospheric particles.

(b) *Image charge* effects apply to individual particles. The charge on a particle causes it to be attracted to a conducting surface as if there were an equal and opposite charge at an equal distance below the surface (like an 'image' of an object in a mirror). The force on the particle does not depend on whether the charge is positive or negative or on the particle concentration, but it increases the nearer the particle is to the surface.

The force on a charged particle increases with the strength of the electric field and the charge on the particle. The effect that the force has on the particle, however, depends on the particle's mobility. The motion of the particle is opposed by viscous drag, which increases with the diameter of the particle. Hence, as for diffusion, the effect of a given charge decreases with increasing particle size.

98 The general effect of an increase in the rate of deposition in the respiratory tract due to particle charge can be seen by reference to Figures 10 and 11:

(a) For very small or very large particles (<0.01 or >1 μm), deposition in the nose is high, and deposition in the lungs is low because few particles penetrate the nose to reach the lungs. Since most particles that reach the lungs deposit there, any

increase in nasal deposition due to electrostatic charge will tend to reduce deposition in the lungs.

(b) For particles of intermediate size an increase in deposition due to charge will tend to increase deposition in the lungs, especially in the smallest airways, ie the deep lung.

99 The effect of electrostatic charge on increasing respiratory tract deposition has been recognised for some time. There have been a number of experimental studies: in human volunteers (Fry, 1970; Melandri et al, 1983; Prodi and Mularoni, 1985), experimental animals (Ferin et al, 1983), and in models of the bronchial tree (Chan et al, 1978; Chan and Yu, 1982; Cohen et al, 1995, 1998). Melandri et al (1983) made lung deposition measurements on volunteers, and their data showed that the minimum charge per particle needed to increase deposition was 9*e* for 0.3 μm particles and more than about 20*e* for 0.6 and 1.0 μm particles. The most recent of these experimental studies (Cohen et al, 1998) is also of particular interest because a significant effect of charge was found for deposition of small particles in a model of a human trachea and bronchi (about six generations, down to 3 mm diameter airways). Deposition of 0.02 and 0.125 μm particles with a single charge was two to three times greater than that of particles with equilibrium distribution of charge, and five to six times greater than for particles with no charge. It is highly desirable to obtain confirmation of these results *in vivo*, in view of the difficulties of simulating the relevant conditions in a model system.

100 There have also been a number of theoretical studies of the effect of electrostatic charge on respiratory tract deposition (Ingham, 1981; Yu, 1985; Hashish et al, 1988; Hashish, 1989; Bailey et al, 1998). In particular, Yu assessed the minimum charge per particle needed for image charge to increase deposition significantly (when sedimentation is the dominant mechanism): for 0.3 and 1 μm particles, these are about 10*e* and 50*e*, respectively, far above the equilibrium number of charges that occur at these sizes (see the table, page 20) or to be expected from charging by corona ions in the atmosphere. Bailey et al (1998) considered how the natural charge on airborne particles could be increased significantly by, for example, corona or induction charging to levels, which although well below the maximum possible, could cause significant increases in the lung deposition of inhaled particles. By choosing parameters such as particle size, charge and breathing rate, some control of particle deposition could be achieved. The authors concluded that the charging of particles could be utilised to give better control of drug delivery or to increase the trapping of pollutant particles in the upper airways.

101 Many airborne particles produced in workplaces result from dispersion of material, so they can be charged above equilibrium levels, and this could result in higher lung deposition for workers close to the source, and to problems with air sampling. A symposium on the subject of 'Static Electrification of Airborne Dusts: Occupational and Industrial Hygiene Considerations' was held in 1984. According to John and Vincent (1985) in their overview of the symposium: '... for isometric dusts in normal circumstances it is concluded that electric charge effects will have no significant effect on lung deposition, and in turn, on health risk'. (Isometric dusts are those with similar lengths in all three dimensions. This includes most dusts except fibres and platelets.) They also concluded that there were some special circumstances, eg electrostatic

spraying of paints and pesticides, where particles are so highly charged that there could be increased lung deposition, and that for fibrous dusts such as asbestos, electrostatic charge effects could be important.

102 A more recent review was published by Cohen et al (1996). They noted that increased deposition from electrostatic charge effects has been observed in animal and human studies. For particles larger than about 1 μm, for which lung deposition is relatively high, and results from impaction and sedimentation, there appears to be good agreement between theory and experiment. Effects of charge are observed but at high levels of charge that are unlikely to occur in the environment, and only in unusual circumstances in the workplace. For submicron particles (less than 1 μm in diameter), that deposit mainly by diffusion, and for which lung deposition is low, the effect of charge can be important. Their experiments showed greater deposition of particles with a single charge than predicted by theory (Cohen et al, 1995). They also noted that, in practice, the fraction of charged submicron particles in the atmosphere can be greater than predicted by the M-B equilibrium (see paragraphs 65–68). They therefore emphasised the need to take account of charge effects when modelling the deposition of submicron particles, and the need for further experimental studies of the effect of charge on deposition in the human lung of such particles.

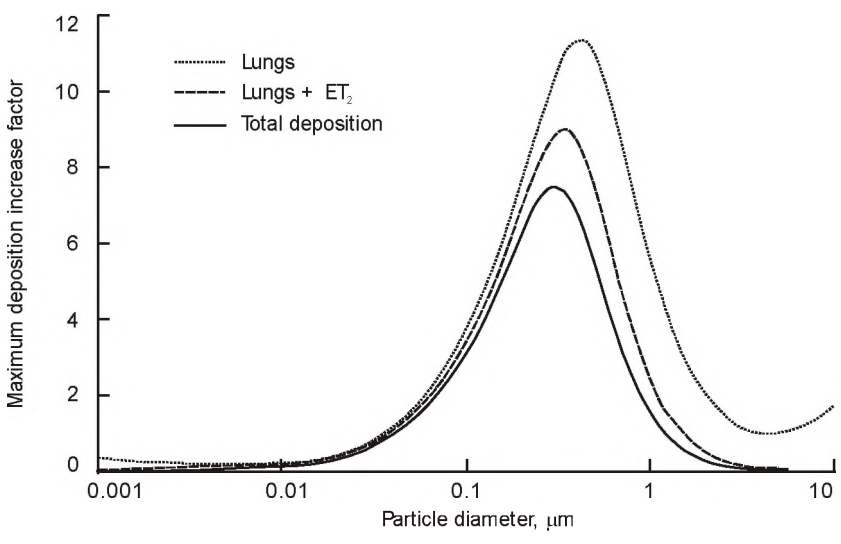
103 Assessing how much greater deposition in the lungs will be for particles with greater than normal charge is thus possible in principle, but difficult in practice. As mentioned above, larger particles can carry more charge, but the effect of a certain charge is greater for smaller particles. There appears to be a discrepancy between the limited experimental data and current theory for submicron particles. Assessing the effect on deposition of a given pollutant would be even more difficult, because it would require knowledge of the size distribution of the particles with which the pollutant is associated, as well as knowledge (or assessment) of the distribution of charges on particles of different sizes in various situations (eg rural or urban, and near or remote from power lines).

104 Detailed modelling of the effect of electrostatic charge on particle deposition in the size range of interest would form a substantial research project in itself. However, an assessment can be made of the maximum effect that particle charge could have (Figure 12). For simplicity, total deposition in the respiratory tract is considered first. As shown in Figure 11, for very small (less than 0.01 μm diameter) and very large (greater than 5 μm diameter) particles, deposition is close to 100% (the drop to about 50% between 5 and 50 μm results from inhalability: not all the particles present in the inhaled air actually enter the nose). Hence there is little scope to increase deposition of those particles that are inhaled. However, total deposition reaches a minimum of about 13% at about 0.3 μm. Thus if the particles were charged sufficiently, there is the potential to increase total deposition by at most a factor of 100%/13% = 7.7.

105 Deposition in the lungs of very small and very large particles is determined by the fraction of inhaled particles that pass through the extrathoracic airways: most of the particles that enter the lungs deposit anyway, so there is no scope to increase lung deposition. Instead, the effect of charge would be to increase deposition in the extra-thoracic airways and reduce lung deposition. However, deposition in both the extrathoracic airways and lungs is low between about 0.1 and 1 μm, and there is potential for charge effects to increase lung deposition significantly in that size range. Lung deposition

reaches a minimum of about 8.5% at about 0.4 μm, where extrathoracic deposition is also low. Thus if the particles were charged sufficiently, there is the potential to increase lung deposition by at most a factor of about 100%/8.5% = 12. For deposition in 'Lungs + ET_2', which could be relevant to pollutants whose toxic effects depend on the amount absorbed into blood, the pattern is intermediate between the two, with the maximum potential increase by a factor of about nine at about 0.35 μm.

106 Thus there is potential for electrostatic charge effects to increase total respiratory tract deposition and lung deposition by a large factor, about three- to ten-fold, over a limited size range, essentially between about 0.1 and 1 μm, where deposition is normally low. This size range does, however, correspond to the accumulation mode of the ambient atmospheric particle distribution (Figure 1, page 9). However, as discussed below, in practice any increase in deposition due to charge from corona ions is likely to be much smaller. There is potential for electrostatic charge effects to increase lung deposition by a smaller factor over a wider range of sizes (see Figure 12).



For particles smaller than about 0.01 μm or larger than about 5 μm total deposition in the respiratory tract is close to 100% and therefore there is little scope to increase deposition. Total deposition in the respiratory tract falls to its lowest value of about 13% at about 0.3 μm. Thus there is scope to increase total deposition by a factor of 100%/13% = 7.7 at that size. In practice, the effect of electrostatic charge will be lower than this maximum factor for various reasons, as described in the text.

FIGURE 12 *Scope for increasing deposition of unit density spheres in the respiratory tract (deposition conditions and combinations of regions as in Figure 11)*

107 The analysis and discussion in the previous paragraphs are based on the assumption that the size of the particles suspended in the air does not change within the respiratory tract, as assumed in the HRTM deposition model. However, particles in the ambient air, including pollutant particles, may well have water-soluble components. If so they can absorb water in the high relative humidity (close to 100%) of the respiratory tract and grow in size significantly (a factor of two or more), a phenomenon known as hygroscopic growth. The effect of this on deposition depends on the initial particle size

and the rate of growth, and is not easy to calculate even for particles of known size and composition. (The issue is discussed in ICRP (1994), but a version of the HRTM incorporating hygroscopic growth does not appear to have been implemented.) Particles in the ambient air will have wide ranges of both size and composition. Consideration of Figures 10 and 11 suggests that moderate growth of particles in the approximate range 0.01–0.1 μm diameter will reduce lung deposition compared to that of non-hygroscopic particles. Thus in this size range there is greater potential for electrostatic charge to increase lung deposition. However, growth of particles in the approximate range 0.1–1 μm (where the potential for electrostatic charge effects is greatest: see Figure 12) will increase lung deposition compared to that of non-hygroscopic particles and reduce the potential for electrostatic charge to increase lung deposition. It therefore seems likely that for a cloud of particles with a range of hygroscopic growth rates, the effect of hygroscopic growth will be to 'smooth out' the potential effect of electrostatic charge as a function of size (Figure 12).

Discussion

108 It is emphasised that the factors derived above by which deposition could be increased are theoretical maxima. As noted, it is not possible at this time to make a reliable assessment of the increases that could occur in practice. There do not appear to be available human *in vivo* data, nor a validated model that enables the effect of charge on respiratory tract deposition in the relevant size range (below about 0.3 μm) to be calculated. If such a model were available, its application to a particular situation would also require information about:

(a) distributions of size and hygroscopic growth rate of the pollutant particles,
(b) distribution of charge on the pollutant particles as a function of their size.

However, adequate information on these is not available.

109 In view of these uncertainties, the amount by which electrostatic charge effects resulting from corona produced by a particular power line will increase deposition of any specific pollutant particles is not known. All that is known is that it must be less than the maximum possible increase of about ten (Figure 12). However, the maximum possible increase in lung deposition resulting from corona will not occur because of several factors, as follows.

(a) The extent to which the pollutant is charged – as noted above, it is considered very unlikely that particles larger than about 0.3 μm would be charged sufficiently to result in significantly increased lung deposition.
(b) The size distribution of the pollutant particles – the particles formed by any process generally have a wide size distribution, typically about two-thirds of the particles have sizes within a factor of two to three of the central (median) value. Therefore, in a 'worst case', where the central value of the pollutant size distribution was about 0.4 μm (the size for which the maximum potential for increased deposition occurs), about one-third of the particles will be smaller than 0.15 μm or larger than 1 μm. Hence the average maximum increase would be nearer seven than ten. However, if the central value were larger or smaller than 0.4 μm, then the maximum increase would be further reduced.

(c) Increased deposition in the extrathoracic airways could reduce the amount reaching the lungs.

(d) Hygroscopic growth of particles of approximately 0.4 μm diameter (where the potential for electrostatic charge effects is greatest) will increase lung deposition compared to that of non-hygroscopic particles and therefore reduce the potential for electrostatic charge to increase lung deposition.

110 The effect on deposition of a pollutant for any individual will be lower still, because he or she will only be exposed to corona-charged particles for some of the time. To be exposed, there needs to have been corona formation, and the right weather conditions for highly charged particles to be brought to ground level where the individual is located. Continuous corona from power lines does not occur frequently in populated areas, because the accompanying noise would cause complaints. However, it is possible that corona ions from some distance away could be blown on to residential areas. The PAH air concentrations in urban areas are typically three to four times those in rural areas, so any effect of corona ions on pollutant intake there could be significant. It would, though, be difficult to distinguish any increase due to corona charge from normal variations in pollutant concentration.

111 In paragraphs 73–75 it was noted that, using certain assumptions, Henshaw and Fews (2001) calculated that about 17% of particles with diameters between 0.020 and 0.125 μm would become charged. They suggested that exposure of people to these charged particles would occur whether they were indoors or outdoors, as only the very small particles (around 0.001 μm diameter) were removed from air when it entered buildings. Using the results of Cohen et al (1996, 1998) that singly charged particles had two to three times higher deposition in the lungs than charge-neutralised particles, they further calculated that people living downwind of power lines might have 20%–60% more particles deposited in their lungs than those upwind, assuming only modest particle charging by corona ions.

112 In the light of the review above, some increase in lung deposition of particles of these sizes is likely in some circumstances as a result of charging by corona ions. However, there is neither a suitable model available nor adequate information about the distributions of particle size and charge, to enable reliable estimates to be made of the size of any increase.

Summary

113 The deposition of particles in the human respiratory tract has been studied extensively both experimentally and theoretically. Current models such as the ICRP Human Respiratory Tract Model (HRTM) enable the fraction of inhaled particles that is deposited in each region of the respiratory tract to be calculated, according to the size distribution of the inhaled particles and the breathing pattern and age of the subject.

114 There have been a number of experimental and theoretical studies of the effect of electrostatic charge on deposition in the respiratory tract. Increased deposition results from image charge forces. The effect increases with increasing number of units of charge on a particle, but decreases with increasing particle size. There is consensus that for particles larger than about 0.3 μm, charge is unlikely to have a significant effect on lung deposition. However, for smaller particles, there are no human *in vivo* data available. Measurements from one study using a model (hollow cast) of human

bronchial airways suggest that at about 0.1 μm a single unit of charge increases lung deposition by a factor of about three, which is more than predicted by current theory. Hence there does not seem to be a suitably validated model for predicting the effect of charge on deposition of submicron particles.

115 The HRTM does not address electrostatic charge explicitly. It was, however, used here to assess the potential for charge to increase lung deposition. The maximum by which deposition can be increased was calculated by comparing the number of particles that enter the lungs with the number that deposit there in the absence of charge effects. This showed that for very small (less than about 0.01 μm) and large particles (greater than about 5 μm), lung deposition is limited by deposition in the extrathoracic (ET) airways: most particles that reach the lungs deposit anyway. The effect of charge would therefore be to increase ET deposition and reduce lung deposition. In the size range about 0.1–1 μm, where lung deposition is normally low (about 10%) there is potential to increase lung deposition by a large factor, a theoretical maximum of three to ten, depending on size. This size range corresponds to the accumulation mode of the ambient atmospheric particle distribution (Figure 1, page 9). In any practical situation the effect of charge on deposition of a pollutant will be less than this theoretical maximum because of a number of factors, including the extent to which the pollutant particles are charged, the size distribution of the pollutant particles, increased deposition in the ET airways, and hygroscopic growth. Thus, as noted above, particles larger than 0.3 μm diameter are unlikely to carry a sufficient number of units of charge for lung deposition to be affected. The effect on exposure of individuals will be lower still because of their 'occupancy' factor: the fraction of the time to which they are exposed to particles charged by corona ions.

116 Henshaw and Fews (2001) calculated that people downwind of power lines might have 20%–60% more particles deposited in their lungs than those upwind. In the light of the review carried out, it is considered that some increase in lung deposition of particles of these sizes is likely as a result of charging by corona ions. However, it appears that there is neither a suitable model available nor information about the distributions of particle size and charge, to enable reliable estimates to be made of the size of any increase.

DEPOSITION OF PARTICLES ON SKIN

Mechanisms of deposition

117 High voltage power lines may increase the deposition of particles on surfaces in two ways:

(a) by causing airborne particles downwind of the power line to become electrically charged, and so more likely to deposit on surfaces by electrostatic effects,
(b) by causing charged airborne particles passing underneath power lines to oscillate up and down in the electric field so increasing the probability of impact.

118 It is assumed that all foliage, people, buildings and wooden structures are effectively grounded; the normal humidity in the UK ensures that surfaces are sufficiently conducting. Hence, any charges settling on such surfaces are rapidly dissipated so that

the surfaces remain at ground potential. The surfaces which receive the increased deposition will include the clothing, hair and exposed skin of people. The particles depositing on clothing and hair are unlikely to have any significant effect on health. Those depositing on exposed skin could, if their quantity is sufficient and their nature harmful, have effects on health.

119 In order to understand what effect power lines could have on deposition rates of pollutants, it is necessary to consider first deposition in the absence of fields from power lines. This occurs by several mechanisms, as discussed in paragraphs 24–28.

(a) Large particles gradually settle out of the air under the force of gravity, a process known as sedimentation.
(b) Particles diffuse through the air, even if there is no air flow. If they touch a surface, they will generally stick to it. Small particles diffuse more rapidly than large ones. If the air is still, the air close to a surface becomes depleted in particles as they deposit, so the rate of deposition slows down unless the air is disturbed.
(c) If the air is turbulent because of wind or movement of people or objects such as traffic, then particles may be thrown against surfaces and impact on them. Turbulence also replaces the air close to surfaces with fresh air: if the air close to a surface has become depleted in particles, turbulence brings more particles close to the surface, allowing deposition of particles by diffusion to resume.
(d) Charged particles are more likely to deposit on surfaces because of electrostatic effects.

120 If the pollutants are radon decay products, the deposition leads to surface activity on the skin. The amount of activity deposited depends on the concentration of radon gas and on the local conditions, such as wind speed. Published estimates of deposition rates have usually been based on indoor conditions. Although radon gas concentrations are generally a factor of five higher indoors than outdoors, deposition rates of the decay products can be about ten times higher outdoors than indoors. This is mainly because of turbulence but is also affected by the fact that for a given radon concentration there are typically twice as many decay products in outdoor air as there are in indoor air.

121 Because of these factors, estimates of the deposition rate of decay products need to take into account the relative amounts of time spent indoors and outdoors, which vary from individual to individual. The total deposition indoors and outdoors would be roughly equal for someone who spends ten times as much time indoors as outdoors.

122 The short-lived radon decay products which are deposited are polonium-218, lead-214 and bismuth-214. More atoms of bismuth-214 and lead-214 compared with polonium-218 are deposited on the skin because of their longer half-lives (about 20 and 30 minutes compared with 3 minutes) and all three nuclides decay into polonium-214 (Figure 4, page 13). For alpha-particle irradiation of the skin, the nuclide of most concern is therefore polonium-214.

Deposition downwind of power lines

123 As discussed in paragraphs 73–75, corona discharges from power lines can result in airborne particles downwind from power lines becoming electrically charged, and so having an increased probability of depositing in the respiratory tract if they are inhaled. The principal mechanism that causes the increase in deposition is the production of an image charge in a conducting surface. The same effect will lead to increased deposition

of charged particles on exposed skin. The increase will be mainly of small particles because of the greater inertia of large particles.

124 Cohen et al (1998) found a significant effect of charge on deposition of small particles in a model of a human trachea and bronchi down to 3 mm diameter airways. Deposition of 0.02 and 0.125 μm particles with a single charge was two to three times greater than that of particles with equilibrium distribution of charge, and five to six times greater than for particles with no charge. The residence time of particles in the respiratory tract is likely to be longer than the time that particles in outdoor air remain close to the skin, so the increase in deposition of the fraction of the particles that are charged will probably be less than the factor found by Cohen et al. Miles (1986) found that a wind speed of 1 m s^{-1} was sufficient to cause an increase in the rate of deposition of radon decay products on a surface by a factor of two to eight, and an electrostatic charge on a surface could increase the deposition of decay products by up to a factor of two hundred. The mean wind speed in the UK is more than 1 m s^{-1} and the increased deposition by wind will apply to particles whether or not they are charged. Although the extent of electrostatic charging is likely to be less outside buildings than inside, the increase in skin deposition of particles downwind of power lines caused by corona discharge is likely to be much smaller than increases caused by wind.

Deposition under power lines

125 Particles which are electrically charged oscillate with a frequency of 50 Hz along the electric fields produced by the power lines. The distance over which particles oscillate depends on the strength of the field which is usually greatest immediately underneath the line. However, field directions and strengths can be altered by objects in the field and are, for example, normally perpendicular to a conducting object such as a human body. Field strengths are particularly high around pointed conductors. If the oscillation of a particle makes it hit a surface, it will generally stick.

126 Oscillation of particles in the electric field causes people underneath or near power lines in the open air to have increased numbers of such particles deposited on their clothing and skin compared with the numbers deposited away from the line. Power lines do not cause increased deposition indoors because buildings and other objects screen the electric field. Henshaw et al (1996a,b) considered whether such electric fields could cause increased deposition within the respiratory tract. They calculated that the field is a factor of 10 000 lower inside the body than outside, but nevertheless suggested that this might have an effect on unattached radon decay products. Stather et al (1996) pointed out that the unattached decay products mainly deposit in the upper airways, so any increase in internal deposition would probably reduce lung deposition. Since lung deposition is the parameter of interest in estimating risk from radon decay products, this effect would tend to decrease risk marginally. Both papers agreed that internal fields were too small to affect the deposition of particles larger than the nucleus mode. The nucleus mode of the particle size distribution contains a negligible proportion of the total mass of particles, so any increase in deposition of these sizes would not significantly affect the mass of any pollutants deposited. In cases where it is the number of particles deposited that causes a health effect, the analysis by Henshaw et al (1996a,b) might suggest a marginal increase in detriment if deposition in the upper respiratory tract was as harmful as deposition in the lungs. The analysis by Stather et al (1996) would suggest no increase in risk.

127 The maximum value of the AC electric field directly under a 400 kV line at minimum clearance is 10 kV m^{-1}. This is rarely achieved in practice; it is more typically less than 5 kV m^{-1}, and drops to 100 V m^{-1} at 50 m either side. The oscillation amplitude is proportional to the charge on the particle, to its mobility and to the magnitude of the field. Because the human body is a conductor, the field directly above a human head under a power line is increased by a factor of approximately 18 to a typical value of 90 kV m^{-1}. The mobility, and hence the oscillation amplitude, is strongly dependent on the size of the particle. Very small particles (a few thousandths of a μm in diameter or less) can oscillate up to 7 cm (peak-to-peak) in a typical perturbed field of 90 kV m^{-1}. However, this falls by a factor of more than 10 000 to about 5 μm oscillation for 0.2 μm particles (Fews et al, 1999a; Henshaw and Fews, 2001). This would suggest that increased deposition of charged particles under power lines should fall rapidly with diameter and become negligible for diameters greater than about 0.05 μm. Since the smaller particles carry an extremely small proportion of the total mass of chemical pollutants in the air, the effects of power line fields should have a very small effect on the deposition of chemical pollutants. Radon decay products, however, may contain a significant proportion of their radioactivity in ultrafine airborne particles.

128 Oscillation of very small charged particles in the electric field, and their deposition on surfaces, causes the layer of air within a few centimetres of a surface to become depleted in these particles. However, air movement can rapidly replace this depleted layer with air containing more of these particles. The AC field and air movement can therefore interact to produce much more deposition than either effect would cause separately.

129 Fews et al (1999a) noted, though, that correlating deposition solely with oscillation amplitude neglected the effect of turbulence. They argued that if the air in a layer next to a surface were turbulent, quite small oscillations could bring particles into the turbulent layer and the mixing that would then occur would lead to their deposition on the surface. If this were the case, increased deposition under power lines could also occur for particles greater than 0.1 μm and so could also lead to significant effects for chemical pollutants. This will be discussed further in paragraphs 131–138.

130 Fews et al (1999a) also investigated experimentally the deposition of airborne particles on earthed metal spheres underneath power lines. They used sensitive etched track detectors that measured the numbers of alpha particles attached to radon decay products. The alpha particles from polonium-218 and polonium-214 have different energies and this allowed the detectors to distinguish the number of particles deposited that were attached to polonium-218 from those deposited after this had decayed but before the polonium-214 had decayed. From Figure 4 (page 13) it can be seen that polonium-218 would have had around four minutes for attachment and then deposition to have taken place. Polonium-218 tracks could come from decay products initially deposited as polonium-218, lead-214 or bismuth-214, and could have an hour or more to attach to aerosols before being deposited. Fews et al estimated that a significant fraction would have diameters in the range 0.001–0.004 μm. However, the second set had appreciably more time to grow and most of them were estimated to have diameters greater than 0.1 μm. The deposition was greater than that away from power lines by around 2.4 for the smaller particles (those with polonium-218 attached) but was also significant, 1.2, for the larger particles (those with polonium-214 attached). Henshaw

and Fews (2001) have suggested that polonium-214 deposition in these experiments resulted from wet deposition. The details of this process are not clear. This is an important point, since the evidence of increased deposition of polonium-214 appears to be the only indicator that deposition of larger particles may be increased. Further experimental research is needed to clarify this issue.

Effects of turbulence on deposition

131 The flow of air can be laminar or turbulent depending on the velocity of the flow and the particular geometry. To illustrate this, the flow along a smooth cylindrical tube is considered. If the flow is laminar, a small particle moves in a straight line parallel to the axis. However if the flow is turbulent, the particle still moves along the tube but also moves sideways in a random and fluctuating way. So turbulence produces a large degree of mixing of particles that enter the tube in different positions. The flow is laminar at low velocities but becomes turbulent when the velocity reaches a critical value. This occurs when a dimensionless parameter called the Reynolds number exceeds about 2300. For air this corresponds to an average flow velocity of about $0.035/d$ m s^{-1} (where d is the tube diameter). Similar transitions occur for flow above a flat smooth surface or round a sphere. The Reynolds numbers are, however, much larger in these cases, about $5\ 10^5$ and 10^6, respectively. These correspond to velocities of about $8/d$ m s^{-1}, where d is now the length of the plate in the direction of the flow, and $16/d$ m s^{-1}, where d is the diameter of the sphere. The critical Reynolds numbers and hence the velocities can, however, be reduced appreciably by surface roughness.

132 It is not surprising therefore that the flow above the Earth's surface is complex and changeable. There is a *turbulent surface layer*, extending to tens of metres above the surface, which is characterised by intense, small-scale turbulence generated by the surface roughness and convection. Beneath this surface layer two other layers can be distinguished whose dimensions are dictated by the dimensions of surface elements. There is a *roughness layer*, whose thickness can be as much as three times the height of the surface elements. In this zone the flow is highly irregular, being strongly affected by the nature of individual roughness features, eg buildings, hedges, trees and crops. Finally, directly in contact with the surface, there is the *laminar boundary layer*. This is the non-turbulent layer, at most a few mm thick and normally thinner, that adheres to all surfaces and establishes a buffer between the surface and the more freely diffusive environment above.

133 Figure 13 shows what happens in a very simple situation. This will give some insight into what happens in the very complicated flow of air over the Earth's surface. There is a steady air flow from the left over a flat plate. A laminar boundary layer forms at the leading edge of the flat plate and grows in thickness with distance. Eventually at some critical combination of velocity, distance and kinematic viscosity (viscosity divided by density) the flow breaks down into turbulent flow. This is characterised by a haphazard jumble of eddies, vortices, etc. A residual boundary layer normally still remains (the viscous sublayer of Figure 13). Its thickness is determined by the roughness of the surface and the wind speed and, over smooth surfaces and at high wind speeds, it can become very thin and, temporarily, may even be absent. The presence of a non-turbulent sublayer can substantially reduce particle deposition (eg Quarini and Greenfield, 1998) since the only particle mixing within it takes place by diffusion.

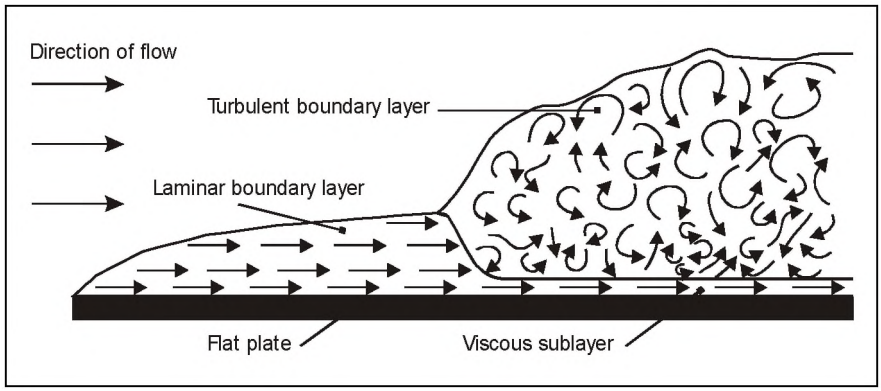


FIGURE 13 *Laminar and turbulent flow across a flat plate*

134 Such a sublayer will usually exist adjacent to all surfaces. However, in real situations, three-dimensional surfaces are being dealt with and the resulting flows are complex and strongly dependent on the characteristics of the surface elements, including their shape and flexibility and the number, size and shape of any obstacles on the surface. In addition, the situation is dynamic because of changes in wind direction and strength and movements of the object itself. In the case of human beings they are likely to move frequently and even if the body is nearly stationary, the head may be moving.

135 To summarise briefly, the flow of air over the Earth's surface is complex. The details of the flow over an object such as the human body are complicated and depend on the conditions. However, in general, there is usually a thin boundary layer, at most a few mm thick, in which the flow is laminar. Above this the air flow will be turbulent and will resemble the turbulent boundary layer of Figure 13. Beyond that turbulence on a larger scale, dictated by the gross features of the landscape, sets in.

136 As noted in paragraphs 125–130, Fews et al (1999a) modelled the deposition of airborne particles on to surfaces underneath power lines The surfaces were assumed to be those of a sphere whose diameter, 20 cm, was chosen to provide a rough description of a head. The model is one-dimensional and attempts to take account of

(a) atmospheric diffusion,
(b) oscillation in the AC field,
(c) the effect of the Earth's DC field,
(d) gravitational settling,
(e) attraction to the surface by image charges.

The particles were assumed to have an M-B distribution of charge and, close to the surface, the turbulent diffusivity, D_T, was assumed to take the form $D_T = K_2 r^n$, where K_2 is the diffusion constant near to the deposition surface and r is the distance in spherical geometry; calculations were made for n = 1.5, 2.0 and 3.0. For each value of n, the value of K_2 was set so that the velocity of deposition of ultrafine particles was 0.01 m s^{-1} outdoors. The value n = 2.0 gave the most physically sensible results (similar conclusions were obtained by Crump and Seinfeld (1981) and by Mayya and Sapra (1997)). The authors concluded that, using physically reasonable parameters, it was possible to account for the increased deposition under power lines found experimentally for both ultrafine particles and, more significantly, for particles of 0.2 μm diameter.

137 Swanson and Jeffers (2000, 2002) have commented on both the model used by Fews et al (1999a) and on their experiments. They did not disagree with the form of the model but suggested that the values for the various parameters used were not appropriate for the physical situation. Overall they agreed that the model gave sensible predictions for ultrafine particles but questioned the velocities of deposition predicted for the larger ones. They argued that since the oscillation amplitude of the larger particles due to the AC field was very small compared with the movements due to turbulence it could have very little effect on the deposition. They also suggested that by not including the effects of inertial impaction, which became increasingly important for particles greater than 1 μm, the Fews et al model underestimated the effect of turbulence on the larger particles. They also pointed out that Figure 7 of Fews et al (1999b) appeared to give rates of gravitational settling of 10 μm particles that differed by about an order of magnitude from those given by standard models.

138 Swanson and Jeffers (1999) expressed concern that values obtained by Fews et al for increased deposition under power lines may have been affected by the design of the experimental arrangement. These comments referred to the initial experimental arrangement used by Fews et al (1999a). Swanson and Jeffers (2000) also pointed out that the detectors used in the later experimental arrangement by Fews et al had dimensions that were significant compared with the radii of the spheres on which they were mounted, so that they would create, in the wind, a complex mix of laminar, turbulent, separated and re-circulating flows over the surface. The Advisory Group noted, however, that photographs of the spheres and detectors show that they were no more irregular than the human head so that the flows around the surface might be very roughly comparable. The experimental arrangement does, though, differ significantly from the smooth spheres assumed by the theoretical model.

Summary

139 It is likely that there will be a small increase in skin deposition of airborne particles downwind of power lines caused by corona discharge. The increase will be mainly of small particles and so any adverse health effects are likely to come from increased surface activity from radon decay products rather than surface effects from chemical pollutants. The change in deposition of radon decay products on skin is also very sensitive to the electrostatic charge on the skin and the wind speed over it. It seems likely that, even downwind of power lines, these last two variations will be much larger than the increases from corona ions.

140 There is experimental evidence supported by theoretical analysis (Fews et al, 1999a) that the deposition of particles of sizes associated both with radon decay products and with chemical pollutants are somewhat larger directly underneath power lines. The increase is around 2.4 for radon decay products and still significant, around 1.2, for chemical pollutants. The increased deposition is attributable to the increase in impact rate and therefore deposition rate of the naturally charged particles in the oscillating electric fields. The oscillation amplitude decreases rapidly with the mass of the particle. Since the mass of chemical pollutants is mostly associated with larger particles, the increased deposition of these would be insignificant in still air. Fews et al calculated, however, that this was not the case when the air flow was turbulent.

141 This view is not wholly shared by Swanson and Jeffers (2002). They accepted that increased deposition of radon decay products would occur under power lines. However,

they attributed the increased deposition observed of larger particles, and therefore likely increased deposition of chemical pollutants, to the design of the experiments. They also attributed the theoretically predicted increased deposition of larger particles to the parametric values and analytical expressions used by Fews et al (1999a).

HEALTH IMPLICATIONS OF INCREASED PARTICLE DEPOSITION NEAR POWER LINES

142 The main health hazards of airborne particulate pollutants are cardiorespiratory disease and lung cancer. There is strong evidence that the risk of cardiorespiratory disease is increased by inhalation of particles generated outdoors, mainly from motor vehicle exhaust, and of environmental tobacco smoke produced within buildings. The risk of lung cancer is increased by particulate pollution in outdoor air, and by radon decay products and environmental tobacco smoke in buildings. The potential impact of corona ions will depend on the extent to which they increase the dose of relevant pollutants to target tissues in the body.

Cardiorespiratory disease and particulate pollution in outdoor air

143 Although levels of particulate pollution in outdoor air are clearly associated with mortality and morbidity from cardiorespiratory disease, the exposure of most people, and particularly that of vulnerable groups such as the elderly and infirm, is determined largely by penetration of the pollutants into buildings. The effect appears to depend on particles that reach the lung, and not those that deposit in the upper airways. Moreover, recent research suggests that it is mediated by oxidant species adsorbed on the surface of the particles, in which case the toxicity will reside largely in the finer fractions (ie those with diameters less than 1.0 μm) that have a relatively high surface area for a given mass (see Figure 1, page 9). In theory, for particles with a diameter of 0.1–1.0 μm, there is scope for corona ions to increase lung deposition by a factor of about seven (see Figure 12, page 33), although below a diameter of 0.1 μm, deposition is unlikely to be more than doubled. In practice, the effect is likely to be much smaller than this because of factors such as incomplete charging of particles, hygroscopic growth, and increased deposition in the upper airways (paragraphs 108–112). Furthermore, charged particles are liable to be selectively deposited when entering buildings through cracks around doors and windows. As emphasised above, because of the complexity and variability of the phenomena involved it is not possible to make a reliable assessment of the increase that would occur in any situation, but it seems unlikely that, even in the worst case, corona ions would more than double the relevant dose to the lung. To assess the potential 'worst-case' implications for health, the effect of an arbitrary doubling of lung deposition is considered below.

144 The current national air quality standard for particulate pollution in outdoor air (measured as a running 24 hour average of PM_{10}) is 50 $\mu g\, m^{-3}$. On the basis of the estimate made by Samet et al (2000) (see paragraph 41), a doubling of the dose to the lung at this level of exposure might increase an individual's risk of cardiorespiratory death by a factor of 0.7% x 50/10 = 3.5%. However, when averaged over a longer period, the effects of corona ions on individual risk would be much smaller than this because on most days pollution levels will be lower than 50 $\mu g\, m^{-3}$, and the direction and speed of

the wind will vary. The average impact at a population level would be far lower because only a small proportion of people live in areas of high particulate pollution that are also close to sources of corona ions.

145 Risks of this magnitude would be far too small to be demonstrable in even the largest epidemiological studies. To put them in context they are substantially smaller than the risk of mortality from coronary heart disease that has been estimated for non-smokers exposed to environmental tobacco smoke (Steenland et al, 1996).

Lung cancer and particulate pollution in outdoor air

146 The risk of lung cancer from particulate pollution in outdoor air arises from cumulative exposure to PAHs and possibly other pollutants, not all of which are in the particulate phase. It is unclear exactly how the contribution to risk from PM_{10} is distributed across the different size fractions of particles, but the maximum increase in lung deposition of particulate carcinogens at any time, because of corona ions, is unlikely to be more than three- or four-fold, and probably less. The average effect should be much smaller than this because ionisation will not always be maximal, people do not spend all of their time downwind from a source of corona ions, and concentrations of charged particles will normally be attenuated within buildings. In view of this relatively small average effect, the fact that not all carcinogenic pollutants in outdoor air occur in the particulate phase, and the small contribution that current levels of outdoor air pollution are likely to make to an individual's risk of lung cancer, any additional risk from an effect of corona ions will probably be small. In public health terms, the proportionate impact will be far lower because only a small fraction of the general population live or work close to sources of corona ions.

Lung cancer and radon decay products

147 The risk of cancer from radon decay products in indoor air relates to cumulative exposure of the lung to these pollutants, which are present in both the accumulation and nucleus modes (Figure 1). Other internal body tissues receive doses that are only a small fraction (less than 1%) of the dose to the lung (Stather et al, 1996). In theory, the presence of corona ions on occasion might increase lung deposition of particles in the accumulation mode (see Figure 12), but the effect on particles in the nucleus mode might well be to increase deposition in the extrathoracic airways and thereby reduce the amount reaching the lungs and so deposition in the lungs (Stather et al, 1996). Moreover, for the same reasoning as applied to carcinogens in outdoor air, effects averaged over time will be much lower. Again, therefore, any impact on an individual's risk of lung cancer is likely to be relatively small – perhaps a small percentage increase or decrease in the excess risk that would normally occur from radon decay products. (As noted in paragraph 48, about 6% of lung cancers in the UK may be attributable to radon exposure.)

Environmental tobacco smoke

148 Some of the health risks from environmental tobacco smoke may be attributable to its gaseous components rather than to smoke particles. As with radon decay products, the effects of corona ions on exposure to the latter will be reduced to the extent that not all particles will be charged, and that charged particles will be selectively deposited when entering buildings. The risk of lung cancer from environmental tobacco smoke

depends on cumulative exposure, and therefore the proportionate impact of corona ions will depend on their average effect over time. It seems unlikely that they would add much to the 30% elevation of risk from environmental tobacco smoke that has been estimated for non-smokers (IARC, 2002).

149 Where an effect of environmental tobacco smoke depends on short-term exposures (this might apply to exacerbations of asthma) and particulate components of the smoke contribute importantly, the proportionate impact of corona ions could be higher, but the excess risk is unlikely to be more than doubled, and this would apply only on days when levels of corona ions were at a maximum.

Skin cancer

150 As described in paragraphs 38, 50 and 51, any risk of skin tumours from particular air pollution appears to be negligible. Therefore, corona ions would not be expected to impact materially on the risk of such tumours.

OVERALL SUMMARY AND CONCLUSIONS

Production of corona ions

151 Whenever high voltages are present in electrical systems there is the possibility that the high electric fields that exist close to conductors may cause electrical breakdown of the surrounding air; an effect known as corona discharge. Corona discharges often occur from electrodes that are at a potential of several thousand volts with respect to ground. DC and AC high voltage transmission lines are examples of this, but are of course designed not to operate under corona discharge conditions because this would result in loss of power, and also produce noise that would cause complaints. However, small local intensification of the electric field at the conductor surfaces can arise at dust and dirt accumulations or at water drops causing corona discharges to occur. In addition, some power lines are operated at higher voltages than their design values.

152 As a consequence of corona discharges, high voltage AC power lines may produce clouds of negative or positive ions that are readily blown downwind. An increase of charge density downwind of power lines is well established and can be measured at distances up to several kilometres. The ion clouds charge pollutant particles that pass through them. These particles will already carry some charge because of the naturally occurring ions that exist in the atmosphere but it seems likely that in some regions this will be increased even at ground level as a result of corona discharge. Calculating this increase as a function of particle size is possible but only if a number of simplifying assumptions are made. The effects indoors, where the majority of people spend most of their time, are probably somewhat less than outdoors – for example, because of deposition of corona ions on the surfaces of small apertures through which some air enters buildings. The presence of corona ions could influence the uptake of pollutants by increasing their deposition in the lung or on the skin.

Inhalation of pollutant particles

153 People may be exposed to these more highly charged pollutant particles and the effect of electrostatic charge on increasing respiratory tract deposition has been

recognised for some time. The deposition of particles in the human respiratory tract has been studied extensively both experimentally and theoretically. Current models such as the ICRP Human Respiratory Tract Model (HRTM) enable the fraction of inhaled particles that is deposited in each region of the respiratory tract to be calculated, according to the size distribution of the inhaled particles and the breathing pattern and age of the subject.

154 There have been a number of experimental and theoretical studies of the effect of electrostatic charge on deposition in the respiratory tract. Increased deposition results from image charge forces. The effect increases with increasing number of units of charge on a particle, but decreases with increasing particle size. There is consensus that for particles larger than about 0.3 μm, charge is unlikely to have a significant effect on lung deposition. However, for smaller particles, there are no human *in vivo* data available. Measurements from one study using a model of human bronchial airways suggest that at about 0.1 μm a single unit of charge increases lung deposition by a factor of about three, which is more than predicted by current theory. Hence there does not seem to be a suitably validated model for predicting the effect of charge on deposition of submicron particles.

155 The HRTM does not address explicitly the effects of electrostatic charge. It has, however, been used in this report to assess the potential for charge to increase lung deposition. This was done by comparing the number of particles that enter the lungs with the number that deposit there in the absence of any charge effects. For very small (less than about 0.01 μm) and large particles (greater than about 5 μm), lung deposition is limited by deposition in the nose and upper airways (the extrathoracic airways, ET): most particles that reach the lungs deposit anyway. The effect of charge would therefore be to increase ET deposition and reduce lung deposition. In the size range about 0.1–1 μm, where lung deposition is normally low (about 10%), there is potential to increase lung deposition by a large factor, a theoretical maximum of about three to ten, depending on particle size. This size range does, however, correspond to a major fraction of the normal ambient atmospheric particle distribution. In any practical situation the effect of charge on deposition of a pollutant will be less than this theoretical maximum because of factors including the extent to which the pollutant particles are charged, the size distribution of the pollutant particles, hygroscopic growth, and increased deposition in the ET airways. Thus, as noted above, particles larger than 0.3 μm diameter are unlikely to carry a sufficient number of units of charge for lung deposition to be affected.

156 The effect on exposure of individuals will be lower still because of their 'occupancy' factor: the fraction of the time to which they are exposed to particles charged by corona ions. Henshaw and Fews (2001) have calculated that people downwind of power lines in corona might have 20%–60% more particles deposited in their lungs than those upwind. This estimate is for people exposed out of doors to pollutant particles which originate out of doors. When outdoor air enters houses, many of the pollutant particles will be carried with it (Liu and Nazaroff, 2003), so a similar effect would be expected indoors. The effects of corona ions on lung deposition of particles which originate indoors will be substantially less. There are substantial difficulties in the way of modelling such effects, making all such estimates very uncertain. Furthermore, since wind directions

vary, the excess for any one group of people would be lower, but more groups will be affected, than if the wind direction was constant.

157 The increase in pollutant deposition in the lungs seems likely to be highest in areas of the country downwind of power lines where there are high levels of airborne particulate pollution and also where the power lines are continuously in corona. The latter is most likely where the power lines were designed for a lower voltage and have not been upgraded. Because of the high rate of production of corona ions in such situations, it seems likely that there will be a significant increase in charge per particle, even when the particle concentration is high.

158 The information reviewed suggests that some increase in lung deposition of pollutant particles seems likely as a result of charging by corona ions. Even if the effect of the corona ions were to cause all the particles to be deposited, the increase in lung deposition cannot be more than a factor of ten. In practice, though, the increase seems likely to be appreciably less and it is noted that Henshaw and Fews (2001) estimated it to be 20%–60%. Such estimates are, however, inherently imprecise since they depend on the use of an approximate model and on assumptions about the experimental conditions (the distributions of particle size and charge) which are not well known and not readily obtainable. The effects of external electric fields on deposition of particles in the respiratory tract, if any, are likely to be very small (paragraph 126).

Deposition on the skin

159 The additional charges on particles downwind of power lines could also lead to increased deposition on exposed skin. However, any increase in deposition is likely to be much smaller than increases caused by wind.

160 There is experimental evidence (Fews et al, 1999a) supported by theoretical analysis that the deposition of both radon decay products and chemical pollutants on surfaces are somewhat larger under power lines. The increase is considered to be around a factor of 2.4 for radon decay products and to be still significant, around 1.2, for chemical pollutants. This is attributed to the increase in deposition of the naturally charged particles produced by the oscillating electric fields together with turbulent air flow over the skin. The electric fields are screened by the walls and roofs of buildings. Hence any significant increase of deposition would only occur outdoors. The deposition of radon decay products would vary much less from place to place than that of chemical pollutants, whose deposition would be greater in towns, near industrial sources and next to major roads.

161 There are different views of the extent of increased deposition on exposed skin under power lines. Thus Swanson and Jeffers (2002) accepted that increased deposition of radon decay products would occur. However, they attributed the increased deposition of larger particles observed experimentally and predicted theoretically to the design of the experiments and to the parametric values and analytical expressions used by Fews et al (1999a).

162 These disparate views about changes in skin deposition under power lines cannot be resolved without further experimental measurements. It is possible that the differences in the theoretical analysis might be reduced by further work. However, the physical situation is very complicated and it seems unlikely that it can be modelled with sufficient accuracy to provide reliable information in the foreseeable future.

Implications for health

163 The main health hazards of airborne particulate pollutants are cardiorespiratory disease and lung cancer. There is strong evidence that the risk of cardiorespiratory disease is increased by inhalation of particles generated outdoors, mainly from motor vehicle exhaust, and of environmental tobacco smoke produced within buildings. The risk of lung cancer is increased by particulate pollution in outdoor air, and by radon decay products and environmental tobacco smoke in buildings. Any health risks from the deposition of environmental particulate air pollutants on the skin appear to be negligible.

164 The potential impact of corona ions on health will depend on the extent to which they increase the dose of relevant pollutants to target tissues in the body. It is not possible to estimate the impact precisely, because of uncertainties about:

(a) the extent to which corona effects increase the charge on particles of different sizes, particularly within buildings,
(b) the exact impact of this charging on the deposition of particles in the lungs and other parts of the respiratory tract,
(c) the dose–response relation for adverse health outcomes in relation to different size fractions of particle.

However, it seems unlikely that corona ions would have more than a small effect on the long-term health risks associated with particulate air pollutants, even in the individuals who are most affected. In public health terms, the proportionate impact will be even lower because only a small fraction of the general population live or work close to sources of corona ions.

RECOMMENDATIONS FOR FURTHER RESEARCH

165 The possible implications for health of the mechanisms discussed in this report do not provide a strong case for further research in this area. It is concluded, therefore, that it is not appropriate for an epidemiological study to be carried out. If, however, it were felt to be desirable to reduce some of the uncertainties in the analysis of the mechanisms for increased deposition, this could be done through the following studies.

(a) Experimental study of the charge and size distributions of airborne particles upwind and downwind of power lines – the technique recently developed by Fews et al (2003) may be of value in such a study.
(b) Studies of deposition of charged particles under power lines – any such study should include laboratory and outdoor studies to allow investigation to be made of the dependence on size and air flow.
(c) Experimental study of the effect of electrostatic charge on lung deposition for particles in the size range 0.005–1 μm – the study should include *in vivo* measurements.
(d) Development of a theoretical model to calculate the effect of electrostatic charge on lung deposition for particles in the size range 0.005–1 μm – any such study should be validated by comparison with the results of the experimental study.

REFERENCES

AGNIR (1992). Electromagnetic fields and the risk of cancer. Report of an Advisory Group on Non-ionising Radiation. *Doc NRPB*, **3**(1), 1–138.

AGNIR (1993). Electromagnetic fields and the risk of cancer. Summary of the views of the Advisory Group on Non-ionising Radiation on epidemiological studies published since its 1992 report. *Doc NRPB*, **4**(5), 65–9.

AGNIR (1994a). Electromagnetic fields and the risk of cancer. Supplementary report by the Advisory Group on Non-ionising Radiation (12 April 1994). *Doc NRPB*, **5**(2), 77–81.

AGNIR (1994b). Health effects related to the use of visual display units. Report of an Advisory Group on Non-ionising Radiation. *Doc NRPB*, **5**(2), 1–75.

AGNIR (2001a). ELF electromagnetic fields and the risk of cancer. Report of an Advisory Group on Non-ionising Radiation. *Doc NRPB*, **12**(1), 1–179.

AGNIR (2001b). Possible health effects from terrestrial trunked radio (TETRA). Report of an Advisory Group on Non-ionising Radiation. *Doc NRPB*, **12**(2), 1–86.

AGNIR (2001c). ELF electromagnetic fields and neurodegenerative disease. Report of an Advisory Group on Non-ionising Radiation. *Doc NRPB*, **12**(4), 1–24.

AGNIR (2003). Health effects from radiofrequency electromagnetic fields. Report of an independent Advisory Group on Non-ionising Radiation. *Doc NRPB*, **14**(2), 1–177.

Allen NL, Allibone TE and Dring D (1977). In Proceedings XIII Conference on Phenomena in Ionized Gases (ICPIG), East Berlin, p 401.

Bailey AG, Hashish AH and Williams TJ (1998). Drug delivery by inhalation of charged particles. *J Electrostatics*, **44**, 3–10.

Carter PJ and Johnson GB (1988). Space charge measurements downwind from a monopolar 500 kV HVDC test line. *IEEE Trans Power Delivery*, **3**, 2056–63.

Cederlöf R, Doll R, Fowler B, Friberg L, Nelson N and Vouk V (1978). Air pollution and cancer: risk assessment methodology and epidemiological evidence. *Environ Health Perspect*, **22**, 1–12.

Chadwick P and Lowes F (1998). Magnetic fields on British trains. *Ann Occup Hyg*, **42**(5), 331–5.

Chalmers JA (1952). Negative electric fields in mist and fog. *J Atmos Terrestr Phys*, **2**, 155–9.

Chan TL, Lippmann M, Cohen VR and Schlesinger RB (1978). Effect of electrostatic charges on particle deposition in a hollow cast of the human larynx-tracheobronchial tree. *J Aerosol Sci*, **9**, 463–8.

Chan TL and Yu CP (1982). Charge effects on particle deposition in the human tracheobronchial tree. In *Inhaled Particles V. Proceedings of an International Symposium organised by the British Occupational Hygiene Society* (WH Walton, Ed). *Ann Occup Hyg*, **26**, 65–75.

Charles MW (2001). Radon exposure and skin cancer: a review of the basis for a causal link and the estimation of a possible risk factor. University of Birmingham, Consultancy Report, NATGRID001.

Cheng YS (2003). Aerosol deposition in the extrathoracic region. *J Aerosol Sci Tech*, **37**, 659–71.

Clean Air Act (1956). London, HMSO.

Cohen BS, Xiong JQ, Asgharian B and Ayres L (1995). Deposition of inhaled ultrafine particles in a simple tracheal model. *J Aerosol Sci*, **26**, 1149–60.

Cohen BS, Xiong JQ and Li W (1996). The influence of charge on the deposition behavior of aerosol particles with emphasis on singly charged nanometre sized particles. In *Aerosol Inhalation: Recent Research Frontiers* (JCM Marijnissen and L Gradon, Eds). The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, pp 153–64.

Cohen BS, Xiong JQ, Fang C-P and Li W (1998) Deposition of charged particles on lung airways. *Health Phys*, **74**(5), 554–60.

Cole C and Jones JE (2002). On the stability of concentric spherical clouds of bipolar gaseous ions. *J Electrostatics*, **56**, 155–82.

Cross JA (1987). *Electrostatics, Principles, Problems and Applications*. Bristol, IOP Publishing Ltd.

Crump JG and Sienfeld JH (1981). Turbulent deposition and gravitational sedimentation of an aerosol in a vessel of arbitrary shape. *J Aerosol Sci*, **12**, 405–15.

Darby S, Hill AD and Doll R (2001). Radon: a likely carcinogen at all exposures. *Ann Oncol*, **12**, 1341–51.

Dockery DW, Pope III CA, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Martah EF, Ferris BG and Spetzr FE (1993). An association between air pollution and mortality in six US cities. *New Engl J Med*, **329**, 1753–9.

EPAQS (Expert Panel on Air Quality Standards) (1999). Polycyclic aromatic hydrocarbons. London, The Stationery Office.

EPAQS (Expert Panel on Air Quality Standards) (2001). Airborne particles: what is the appropriate measurement on which to base a standard? London, The Stationery Office.

Ferin J, Mercer TT and Leach LJ (1983). The effect of aerosol charge on the deposition and clearance of TiO_2 particles in rats. *Environ Res*, **31**, 148–51.

Fews AP, Henshaw DL, Keitch PA, Close JJ and Wilding RJ (1999a). Increased exposure to pollutant aerosols under high voltage power lines. *Int J Radiat Biol*, **75**(12), 1505–21.

Fews AP, Henshaw DL, Wilding RJ and Keitch PA (1999b). Corona ions from powerlines and increased exposure to pollutant aerosols. *Int J Radiat Biol*, **75**(12), 1523–31.

Fews AP, Wilding RJ, Keitch PA, Holden NK and Henshaw DL (2002). Modification of atmospheric DC fields by space charge from high voltage powerlines. *Atmos Res*, **63**, 271–89.

Fews AP, Holden NK, Keitch PA and Henshaw DL (2003). Corona ion emission from high voltage powerlines – measurements using a novel high resolution ion spectrometer. Presented at the 12th International Conference on Atmospheric Electricity, Versailles, June 2003.

Fry FA (1970). Charge distribution on polystyrene aerosols and deposition in the human nose. *Aerosol Sci*, **1**, 135–46.

Goldman M, Goldman A and Sigmond RS (1985). The corona discharge, its properties and specific uses. *Pure Appl Chem*, **57**(9), 1353–62.

Harrison RM (2002). Presentation to the Ad Hoc Group, 21 February 2002.

Hashish AH (1989). The influence of electrostatic charge on the deposition of therapeutic aerosols and airborne pollutant particles within the human respiratory system. *Dissertation Abstracts Int*, **49**, 2469.

Hashish AH, Bailey AG and Williams TJ (1988). A mathematical model of the human lung which accounts for the depositional effect of charge on aerosol particles. In *Proceedings 2nd International Conference of the Aerosol Society*, Bournemouth, pp 121–6.

Häußermann S, Bailey AG, Bailey MR, Etherington G and Youngman M (in press). Deposition distribution of droplets in a nasal cast. Submitted to the *Journal of Aerosol Medicine*.

Henshaw DL and Fews AP (2001). Presentation to Ad Hoc group, 3 December 2001.

Henshaw DL, Ross AN, Fews AP and Preece AW (1996a). Enhanced deposition of radon daughter nuclei in the vicinity of power frequency electromagnetic fields. *Int J Radiat Biol*, **69**(1), 25–38.

Henshaw DL, Ross AN, Fews AP and Preece AW (1996b). Authors' reply to letter to the Editor. *Int J Radiat Biol*, **69**(5), 653–7.

Hinds WC (1982). *Aerosol Technology*. Chichester, John Wiley and Sons.

Hoppel WA and Frick GM (1986). Ion-aerosol attachment coefficients and the steady-state charge distribution on aerosols in a bipolar ion environment. *Aerosol Sci Tech*, **5**, 1–21.

Hughes JS (1991). Ionising radiation exposure of the UK population: 1999 review. Chilton, NRPB-R311.

IARC (2001). Non-ionizing radiation, Part I. Static and extremely low frequency electric and magnetic fields (19–26 June 2001) (Volume 80). Website: http://monographs.iarc.fr/htdocs/indexes/vol80index.html.

IARC (2002). Tobacco smoke and involuntary smoking (June 2002) (Volume 83) *(in preparation)*. Website: http://monographs.iarc.fr/htdocs/indexes/vol83index.html.

ICRP (1994). Human respiratory tract model for radiological protection. ICRP Publication 66. *Ann ICRP*, **24**(1–3).

Ingham DB (1981). Precipitation of charged particles in human airways. *J Aerosol Sci*, **12**, 131–5.

Jarvis NS, Birchall A, James AC, Bailey MR and Dorrian M-D. LUDEP 2.0. Personal computer program for calculating internal doses using the ICRP Publication 66 respiratory tract model. Chilton, NRPB-SR287.

Jeffers DE (2001). A note on the charging of aerosols by overhead line corona. *Radiat Prot Dosim*, **95**(2), 181–3.

John W and Vincent JH (1985). Static electrification of workplace aerosols: a perspective. *Ann Occup Hyg*, **29**(2), 285–8.

Johnson GB (1983). Electric fields and ion currents of a ±400 kV HVDC test line. *IEEE Trans Power Apparatus Systems*, **PAS-102**, 2559–68.

Jones CD and Hutchinson WCA (1976). Plumes of electric space charge in the lower atmosphere. *J Atmos Terrestr Phys*, **38**, 485–94.

Jones CD and Jennings SG (1977). Large electric fields due to industrial chimney stack plumes. *Atmos Environ*, **11**, 1197–1207.

Kousaka Y, Adachi M, Okuyama K, Kitada N and Motouchi T (1983). Bipolar charging of ultrafine aerosol particles. *Aerosol Sci Technol*, **2**, 421–7.

Landau LI (2001). Parental smoking: asthma and wheezing illnesses in infants and children. *Paediatr Respir Rev*, **2**, 202–6.

Leikauf GD (2002). Hazardous air pollutants and asthma. *Environ Health Perspect*, **110**(suppl 4), 505–26.

Liu D-L and Nazaroff WW (2003). Particle penetration through building cracks. *Aerosol Sci Technol*, **37**, 565–73.

Mayya YS and Sapra BK (1997). Radon daughter deposition on surfaces carrying alternating electric fields. *Int J Radiat Biol*, **71**(1), 69–74.

Melandri C, Tarroni G, Prodi V, De Zaiacomo T, Formignani M and Lombardi CC (1983). Deposition of charged particles in the human airways. *J Aerosol Sci*, **14**, 657–70.

Miles JCH (1986). Factors affecting skin doses due to radon daughters. Chilton, NRPB-R197.

Mühleisen R (1953) Disturbances through dispersed high voltage powerlines. *J Atmos Terrestr Phys*, **10**, 485–94.

Peat JK, Keena V, Harakeh Z and Marks G (2001). Parental smoking and respiratory tract infections in children. *Paediatr Respir Rev*, **2**, 207–13.

Pike MC, Gordon RJ, Henderson BL, et al (1975). Air Pollution. In *Persons at High Risk of Cancer: An Approach to Cancer Etiology and Control* (JF Fraumeni, Ed), pp 225–38. New York, Academic Press.

Pope CA, Thun MJ, Namboodiri MM, et al (1995). Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of US adults. *Am J Resp Crit Care Med*, **151**, 669–74.

Porstendorfer J and Reineking A (1992). Indoor behaviour and characteristics of radon progeny. *Radiat Prot Dosim*, **45**(1/4), 303–11.

Prodi V and Mularoni A (1985). Electrostatic lung deposition experiments with humans and animals. *Ann Occup Hyg*, **29**(2), 229–40.

Raabe OG (1994). Characterisation of radioactive airborne particles. In *Internal Radiation Dosimetry* (OG Raabe, Ed), Chapter 7, pp 111–42. Madison, Wisconsin, Medical Physics Publishing.

Quarini GL and Greenfield CJ (1998). A Lagrangian simulation of particle deposition in a turbulent boundary layer in the presence of thermophoresis. *Appl Math Model*, **22**, 759–71.

Samet JM, Dominici F, Corriero FC, Coursal I and Zeger S L (2000). Fine particulate air pollution and mortality in 20 US cities. *New Engl J Med*, **343**, 1742–9.

Samet JM, Dominici F, McDermott A and Zeger SL (2003). New problems for an old design: time series analyses of air pollution and health. *Epidemiology*, **14**, 11–12.

Sevcova M, Sevc J and Thomas J (1978). Alpha irradiation of the skin and the possibility of late effects. *Health Phys*, **35**, 803–6.

Stather JW, Bailey MR, Birchall A and Miles JCH (1996). Comment on the paper: Enhanced deposition of radon daughter nuclei in the vicinity of power frequency electromagnetic fields. Letter to the Editor. *Int J Radiat Biol*, **69**(5), 645–9.

Steenland K, Thun M, Lally C and Heath C (1996). Environmental tobacco smoke and coronary heart disease in the American Cancer Society CPS-II cohort. *Circulation*, **94**, 622–8.

Swanson J and Jeffers D (1999). Possible mechanisms by which electric fields from power lines might affect airborne particles harmful to health. *J Radiol Prot*, **19**(1), 1–17.

Swanson J and Jeffers D (2000). Comment on the papers: Increased exposure to pollutant aerosols under high voltage power lines; and corona ions from powerlines and increased exposure to pollutant aerosols. *Int J Radiat Biol*, **76**(12), 1685–8.

Swanson J and Jeffers D (2002). Presentation to Ad Hoc Group, 10 January 2002.

Yu CP (1985). Theories of electrostatic lung deposition of inhaled aerosols. *Ann Occup Hyg*, **29**(2), 219–28.

Glossary

Accumulation mode Airborne particles of diameter between about 0.1 and 1.0 μm that are formed by the agglomeration or coagulation of smaller particles, and condensation on to such particles.

Aerodynamic equivalent diameter For an airborne particle, this is the diameter of a sphere of unit density that has the same settling velocity.

Aerosol Technical term for a cloud of airborne particles. The term is more commonly used to describe the spray of droplets from a pressurised can and has not been used in this document to avoid possible confusion.

AI Alveolar-interstitial region of the human respiratory tract model (HRTM) which includes the gas-exchange region of the lungs (see alveoli).

Airway generation The trachea subdivides into the two main bronchi which in turn subdivide and so on. Each subdivision is known as a generation. In the human lung, there are usually two daughter airways of similar diameter.

Alpha particle (α) An alpha particle, which is the nucleus of a helium atom and so consists of two protons and two neutrons, may be emitted during radioactive decay.

Alveoli Tiny airspaces deep in the lung with a total surface area of tens of square metres, where exchange of gases between air and blood takes place.

Avalanche breakdown In a strong electric field, the electrons released when an atom is ionised may acquire sufficient energy to ionise other atoms and so on. This can result in a rapid increase in the discharge from a high voltage electrode. The effect is referred to as avalanche breakdown.

BaP (benzo[a]pyrene) A polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) which carries a significant hazard to human health.

Beta particle (β) An electron emitted during radioactive decay.

Bronchi In the HRTM, the bronchial region (BB) consists of the trachea and the next eight airway generations.

Bronchioles In the HRTM, the bronchiolar region (bb) consists of the airways (with diameters smaller than about 2 mm) between the bronchi and the alveoli.

Brownian motion The random movement of airborne particles resulting from constant bombardment by air molecules.

Coarse mode Airborne particles of diameter greater than about 1.0 μm. They are mostly formed by the breaking up of larger objects or resuspension into the air of deposited particles.

Condensation Formation of liquid or solid particles from vapours present in the air or by reactions between gases.

Corona discharge Transfer of charge associated with the ionisation of air near to sharp metallic points when they are raised to a high voltage.

Corona ions Positive or negative ions formed during corona discharge.

Coulombic force Electrostatic force between two charges or the electrostatic force on a charged particle in an electric field.

Decay chain Series of decay products resulting from a long-lived radioactive atom (nucleus). It includes the products which result from the fact that some atoms (nuclei) can decay in more than one way.

Decay product Atom (nucleus) resulting from the decay of a radioactive atom (nucleus). The decay product may also be radioactive and the term is also used to include all the atoms (nuclei) formed in a decay chain.

Dielectric Non-conducting material.

Diffusion Constant bombardment of airborne particles by air molecules causes them to move randomly (Brownian motion). This random movement causes them to move away from their original position, a process known as diffusion.

Diffusion charging Process by which airborne particles can become charged, as a result of diffusion, by exposure to naturally occurring ions in the atmosphere.

Diffusivity (D) Constant that determines the rate at which particles diffuse. If the concentration, c, of particles varies with distance, x, the net mass flow of particles per unit area per second is the product of D and the concentration gradient (dc/dx). The diffusivity is also known as the coefficient of diffusion.

Discharge Loss of charge from an object due to conduction.

Electric field The electrostatic force on a charge, q, is written as Eq, where E is called the electric field.

Electrical breakdown Dielectrics are normally only insulating at electric fields less than some critical value. When this value is reached, the dielectric starts to conduct, a process known as electrical breakdown.

Electrode A metal plate.

Electron An elementary charged particle. An atom contains a nucleus made up of protons and neutrons together with a number of electrons. The proton charge is equal and opposite to the electron charge so a neutral atom has the same number of protons and electrons.

Equivalent diameter The equivalent diameter of an irregularly shaped particle is the diameter of a sphere with the same property (mass, volume, etc).

Equivalent volume diameter The equivalent volume diameter of an irregularly shaped particle is the diameter of a sphere with the same volume.

ET_1 and ET_2 In the HRTM, the extrathoracic airways (ET) are divided into ET_1, the front of the nose, from which particles are removed by nose-blowing and there is taken to be no uptake to blood, and ET_2, the rest of ET, from which particles are cleared to the throat and swallowed, and where there is some uptake to blood.

Etched track detector Passive detector that records the tracks of alpha particles.

Exposure time (t) Time for which a set of airborne particles has been exposed to the ions present.

Extrathoracic airways (ET) Defined in the HRTM as the airways of the head and neck (nose, mouth, pharynx and larynx).

Field charging A modified form of diffusion charging that occurs when an electric field is present.

Gamma radiation (γ) A photon (quantum) of electromagnetic radiation that may be emitted from the nucleus of an atom during radioactive decay.

Gravitational sedimentation Movement of airborne particles vertically downwards in response to gravity.

Half-life Time for half the number of atoms (nuclei) in a sample of radioactive atoms (nuclei) to decay.

HRTM Human Respiratory Tract Model adopted by ICRP (1994).

Hygroscopic growth Inhaled particles that have water-soluble components can absorb water in the high relative humidity (close to 100%) of the respiratory tract. Depending on their composition, they may grow in size significantly and rapidly, a phenomenon known as hygroscopic growth.

IARC International Agency for Research on Cancer.

ICRP International Commission on Radiological Protection.

Image charge A charge near to the surface of an uncharged material experiences an attractive electrostatic force. It is often convenient to consider the force as being due to another charge rather than to the material. This imaginary charge is called the image charge.

Image force Electrostatic force between a charge and a conducting surface, the strength of which is due to an equal and opposite charge at an equal distance behind the surface.

Inertial impaction In general, viscous drag causes particles to move in the same direction as the air flow. However, if the air flow changes direction as it does, for example, in a curved tube, the particle tends to follow its original direction because of its inertia and this may cause it to strike the tube wall on the outer side of the bend. This process is called inertial impaction.

Ion Atom or molecule that has lost or gained one or more electrons.

Ionise Remove or add one or more electrons from a neutral atom or molecule.

Isotope Chemical elements can have several isotopes. The isotopes are chemically identical but their nuclei contain different numbers of neutrons and, if radioactive, will have different radioactive properties.

Kinematic viscosity Viscosity of a fluid (gas or liquid) divided by its density.

Laminar boundary layer Layer of laminar flow next to a surface.

Laminar flow Flow without turbulence.

Maxwell-Boltzmann (M-B) charge distribution A charge distribution describes what proportion of particles have positive or negative charges 0, 1e, 2e, etc. An M-B charge distribution is the equilibrium distribution that a set of airborne particles would eventually be expected to reach given constant conditions (ion density, etc).

Mobility Constant velocity reached by a charged particle in an electric field of 1 V m^{-1}.

n Number of electronic charges on an airborne particle.

$\overline{n}$ Average number of electronic charges on an airborne particle.

Nucleus mode Airborne particles of diameter less than about 0.01 μm mostly formed by vapour condensation or chemical reactions between gases.

PAH Polycyclic aromatic hydrocarbons often produced in industrial processes, etc. Many PAHs are known to be carcinogenic.

Permittivity Amount by which an electric field is reduced by the polarisability of a dielectric.

PM_{10} Airborne particles (particulate matter) with aerodynamic diameters less than 10 μm.

Polarisability When an electric field is applied to a dielectric material the electrons in each atom (molecule) are moved slightly relative to the nucleus and the dielectric is said to be polarised. The size of the effect is called the polarisability. The polarisation provides an electric field opposite in direction to that of the applied field.

Radon (Rn) Radon-222 is a radioactive gas with a half-life of 3.82 days. It is a decay product of the long-lived uranium isotope uranium-238. (The numbers 222, 238, etc, denote the total number of protons and neutrons in the nucleus.)

Radon decay products The most important decay products of radon in relation to health are the radioactive polonium isotopes polonium-218 and polonium-214. Since radon gas is present in air at very low concentrations, traces of polonium isotopes are formed and deposited in the respiratory system. The numbers 214, 218, etc, denote the total number of protons and neutrons in the nucleus.

Respiratory system The body's system by which carbon dioxide in the blood is exchanged with oxygen in the air. It consists of many millions of alveoli, deep in the lungs where gas-exchange takes place, and the series of airways or tubes between the nostrils and lips, and the alveoli, including the bronchial tree.

Reynolds number Dimensionless number that determines the critical velocity at which flow becomes turbulent. The number equals the product of the flow velocity and a length characteristic of the system (tube diameter, sphere diameter, etc) divided by the kinematic viscosity of the fluid.

Roughness layer A region of irregular but essentially laminar flow. The irregularity is normally caused by the presence of buildings, trees, etc.

Settling velocity The constant velocity a particle reaches when the accelerating force due to gravity is balanced by viscous drag.

Space charge The net charge present in a region.

Space charge density The space charge present per unit volume.

T-B The tracheobrochial region or bronchial tree. This is subdivided in the HRTM into bronchi (BB) and bronchioles (bb).

Terminal velocity See settling velocity.

Turbulence Confused motion containing eddies, vortices, etc.

Turbulent diffusion Diffusion that is taking place in turbulent air.

Turbulent layer Layer of air in which the flow is turbulent.

Viscosity When an object moves through a fluid (gas or liquid) it experiences a frictional force. The size of the force is determined by a property of the fluid know as its viscosity.

Viscous drag Frictional force experienced by an object moving through a fluid (gas or liquid).

rivm

RIVM Rapport 610790001/2007

Hoogspanningslijnen en fijn stof

Een literatuuronderzoek

[redacted] LSO
[redacted], LSO

Contact:
[redacted]
RIVM/LSO
[redacted]

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, Directoraat Generaal Milieu, Directie Stoffen, Afvalstoffen en Straling, Afdeling Straling, Nucleaire en Bioveiligheid, in het kader van project BEST, onderdeel 'Ondersteuning EMV-beleid'.

© RIVM 2007
Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

rivm

Rapport in het kort

Hoogspanningslijnen en fijn stof
Een literatuuronderzoek

Voor zover nu bekend beïnvloeden bovengrondse hoogspanningslijnen de schadelijke effecten van fijn stof niet. Hoogspanningslijnen kunnen fijn stof soms wel elektrisch opladen, maar dat is te weinig om het meer dan normaal aan longen, luchtwegen en de huid te laten 'plakken'. Dit concludeert het RIVM uit een literatuuronderzoek in opdracht van het ministerie van VROM.

Aanleiding voor het onderzoek was de bezorgdheid over hun gezondheid van mensen die bij een drukke verkeersweg én bij een hoogspanningslijn wonen. Die bezorgdheid is het gevolg van wetenschappelijke publicaties waarin wordt beweerd dat elektrische ontladingen bij de hoogspanningsdraden fijn stof kunnen opladen. Hierdoor zou er meer fijn stof in longen, luchtwegen of op de huid blijven 'plakken'. Dit zou er toe kunnen leiden dat de effecten van fijn stof (hart- en luchtwegaandoeningen) versterkt worden.

Het mechanisme kent vier stappen. De eerste drie stappen - het ontstaan van elektrische ontladingen bij hoogspanningslijnen, opladen van fijn stof en verspreiden van het extra geladen fijn stof door de wind - zijn met metingen aangetoond. De vierde, beslissende stap - extra neerslag van fijn stof in longen luchtwegen of op de huid - is niet aannemelijk gemaakt.

Veel extra lading op fijnstofdeeltjes leidt wel tot extra neerslag in de luchtwegen, maar daar is zeker een tien keer hogere lading voor nodig dan bij een hoogspanningslijn kan ontstaan. Eén onderzoek met een metalen mal van luchtwegen lijkt wel op extra neerslag te wijzen, maar die resultaten kunnen zonder nader onderzoek niet naar effecten op de mens worden vertaald. Ook extra neerslag op de huid is tot nu toe niet aannemelijk gemaakt.

Trefwoorden: hoogspanningslijnen; fijn stof; gezondheidseffecten; corona-ontladingen; luchtwegen

rivm

Abstract

Power lines and particulate matter
A literature survey

Currently available data do not support the claim that overhead power lines affect the adverse health effects of particulate matter. Power lines may occasionally add an electric charge to particulate matter; however, this charge is too small to result in increased particulate matter deposition in the lungs and airways and on the skin. Researchers at RIVM draw this conclusion based on a literature survey commissioned by the Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM).

The underlying motivation for the survey was the health concerns expressed by people living close to both a heavy traffic route and a power line. These concerns originate in published scientific studies in which the authors claim that electric discharges originating from power lines can charge particulate matter and that this extra charging could result in increased amounts of particulate matter being deposited in the lungs and airways or on the skin. This interaction of charge and particulate matter would enhance the already known adverse health effects (heart, lung and airways complaints) of particulate matter.

The mechanism that would lead to increased deposition consists of four steps. The first three – i.e. the generation of electric discharges by power lines, charging of particulate matter and wind-driven dispersion of charged particulate matter – have been proven by measurements. The fourth crucial step – the increased deposition of particulate matter in lungs, airways or on the skin – remains unlikely.

While it is known that a large extra charge added to particulate matter leads to extra deposition in the airways, the charge required to accomplish this is at least a tenfold higher than that produced by a power line. Only one study using a metal mould of the airways indicates extra deposition, but these results cannot be translated to effects on humans without further study. In addition, extra deposition on the skin under these circumstances has not been made plausible.

Key words: power lines; particulate matter; health effects; corona discharges; airways

rivm

Inhoud

Samenvatting		**9**
1	**Inleiding**	**11**
1.1	Achtergrond	11
1.2	Doelstelling	11
1.3	Leeswijzer	12
2	**Werkwijze**	**13**
3	**Eigenschappen en gezondheidseffecten van fijn stof**	**15**
3.1	Inleiding	15
3.2	Eigenschappen fijn stof	15
3.2.1	Samenstelling, concentraties en grenswaarden	15
3.2.2	Lading van fijn stof	17
3.3	Depositie van fijn stof in het ademhalingsstelsel	18
3.4	Gezondheidseffecten van inhalatie van fijn stof	21
3.4.1	Kortdurende blootstelling	22
3.4.2	Langdurige blootstelling	22
3.5	Depositie van fijn stof op de huid	22
3.6	Gezondheidseffecten van depositie van fijn stof op de huid	22
4	**Hoogspanningslijnen en fijn stof**	**25**
4.1	Inleiding	25
4.2	Corona-ionen	26
4.3	Overdracht van lading aan fijnstofdeeltjes	28
4.4	Oscillatie fijnstofdeeltjes	29
4.5	Verspreiding in de atmosfeer	30
4.6	Depositie van (geladen) fijnstofdeeltjes in luchtwegen en longen	34
4.7	Depositie van (geladen) fijnstofdeeltjes op de huid	37
4.7.1	Ladingseffecten dichtbij een hoogspanningslijn	37
4.7.2	Ladingseffecten op grotere afstand	38
4.8	Epidemiologisch onderzoek	39
5	**Discussie en conclusies**	**41**
5.1	Inleiding	41
5.2	Discussie	41
5.3	Beantwoording van de onderzoeksvragen	45
5.4	Leemten in kennis	46
5.5	Conclusies	48
Bijlage 1	**Zoekwoorden en deskundigen**	**49**
Bijlage 2	**Overige grijze literatuur**	**51**
Bijlage 3	**Lijst van afkortingen**	**53**
Literatuur		**55**

rivm

Samenvatting

In het Verenigd Koninkrijk hebben Henshaw en medewerkers een mechanisme voorgesteld waarin elektrische ontladingen bij de draden van een bovengrondse hoogspanningslijn fijn stof kunnen opladen. Extra lading op de fijnstofdeeltjes zou tot extra depositie in longen, luchtwegen of op de huid kunnen leiden, waardoor de gezondheidsschade die fijn stof veroorzaakt, kan worden versterkt. De publicaties van Henshaw hebben in Nederland tot onrust bij omwonenden van hoogspanningslijnen geleid, vooral in situaties waarin de fijnstofniveaus door de aanwezigheid van een drukke verkeersweg relatief hoog zijn. Deze ongerustheid was voor het ministerie van VROM aanleiding om het RIVM opdracht te geven de bestaande literatuur over gezondheidseffecten van de combinatie van bovengrondse hoogspanningslijnen en fijn stof te analyseren.

Deze rapportage bevat de resultaten van dit literatuuronderzoek. De analyse is vooral gebaseerd op publicaties in wetenschappelijke, *peer-reviewed* tijdschriften. Deze publicaties zijn aangevuld met rapportages van de Health Protection Agency (HPA) uit het Verenigd Koninkrijk, het RIVM, de Gezondheidsraad en de World Health Organisation (WHO). In enkele gevallen zijn presentaties op wetenschappelijke congressen gebruikt. Ten slotte is gebruikgemaakt van meer algemene literatuur zoals (leer)boeken en tijdschriftartikelen. In enkele gevallen zijn onderzoekers direct per e-mail benaderd voor aanvullende informatie.

Dit onderzoek beperkt zich tot gezondheidseffecten die door de combinatie van fijn stof en de aanwezigheid van een hoogspanningslijn zouden kunnen ontstaan. Het richt zich niet op gezondheidseffecten van fijn stof in het algemeen. Blootstelling aan fijn stof kan leiden tot een scala aan effecten op luchtwegen, longen, hart en bloedvaten. Over het mechanisme en de omvang van de effecten bestaat onzekerheid. Naar schatting overlijden er in Nederland elk jaar rond de 18.000 mensen vroegtijdig aan de gevolgen van blootstelling aan fijn stof.

In het door Henshaw voorgestelde mechanisme leiden elektrische ontladingen bij de draden van een hoogspanningslijn (corona-ontladingen) tot opladen van het aanwezige fijn stof. Dit extra geladen fijn stof wordt door de wind verspreid tot op enkele honderden meters afstand. Daar zou de extra lading tot extra depositie in longen, luchtwegen en op de huid kunnen leiden. Bovendien zou depositie op de huid direct onder de hoogspanningslijn door oscillatie van geladen fijnstofdeeltjes kunnen toenemen.

Uit het literatuuronderzoek blijkt dat:

- corona-ontladingen onder bepaalde omstandigheden kunnen optreden;
- corona-ontladingen tot extra lading op een fijnstofdeeltje kunnen leiden;
- de gemiddelde extra lading per deeltje varieert van 0,1 tot 0,9 elementaire lading;
- het extra geladen fijn stof zich verspreidt tot op enkele honderden meters benedenwinds van een hoogspanningslijn;
- relatief grote hoeveelheden extra lading (10 elementaire ladingen of meer) nodig zijn om tot een verhoogde depositie van fijn stof in de longen te kunnen leiden.

Het RIVM is van mening dat niet aannemelijk is gemaakt dat de hoeveelheid extra lading op fijnstofdeeltjes, die in de buurt van een hoogspanningslijn kan voorkomen, tot extra depositie in luchtwegen of longen leidt. Er is één publicatie van metingen in een metalen mal van de bovenste luchtwegen die wel op extra depositie op de metalen wand wijst voor ladingstoevoegingen van één elementaire lading. De resultaten van dit onderzoek zijn niet zonder meer naar gezondheidseffecten bij

mensen te vertalen. Ook voor een mogelijke extra depositie van fijn stof op de huid in de buurt van een hoogspanningslijn levert het literatuuronderzoek geen éénduidige ondersteuning.

Het tot nu toe gepubliceerde epidemiologische onderzoek naar gezondheidseffecten in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen houdt geen rekening met invloed van de wind en interpreteert de resultaten vooral in termen van het magnetische veld. Dit onderzoek is niet geschikt voor het trekken van conclusies over gezondheidseffecten van geladen fijn stof. Momenteel lopen er in het Verenigd Koninkrijk twee epidemiologische onderzoeken die zich specifiek richten op de effecten van de combinatie van hoogspanningslijnen en fijn stof. De resultaten van die onderzoeken zijn nog niet gepubliceerd.

De belangrijkste conclusie van het literatuuronderzoek is, dat op basis van de huidige kennis niet is gebleken dat bovengrondse hoogspanningslijnen de gezondheidseffecten die door fijn stof worden veroorzaakt, kunnen beïnvloeden.

rivm

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Al meer dan vijfentwintig jaar wordt onderzoek gedaan naar effecten die elektromagnetische velden afkomstig van bovengrondse hoogspanningslijnen op de gezondheid kunnen hebben. Al deze onderzoeken samen wijzen erop dat er meer leukemie voorkomt bij kinderen die in de buurt van een hoogspanningslijn wonen. Op dit moment is niet duidelijk of dat echt door de magnetische velden van de hoogspanningslijn wordt veroorzaakt. Mogelijk kunnen andere, nog onbekende, factoren de toename van kinderleukemie verklaren.

Omdat er wetenschappelijke aanwijzingen zijn voor een verhoogde kans op kinderleukemie en omdat niet verwacht wordt dat de wetenschappelijke onzekerheid op korte termijn zal worden opgelost, heeft voormalig staatssecretaris Van Geel van Milieu in 2005 gemeenten, provincies en netbeheerders geadviseerd uit voorzorg maatregelen te treffen [1]. Met deze maatregelen kan worden voorkomen dat het aantal kinderen dat in Nederland (langdurig) wordt blootgesteld aan magnetische velden afkomstig van bovengrondse hoogspanningslijnen, de komende jaren toeneemt.

Het beleid richt zich op nieuwe situaties en treedt bijvoorbeeld in werking bij het opstellen van nieuwe bestemmingsplannen of wijzigen van bestaande plannen en bij het vaststellen van de tracés van nieuwe bovengrondse hoogspanningslijnen of wijzigingen aan bestaande lijnen.

Bij de voorgenomen wijziging aan de 150 kV lijn in de gemeente Maarssen en tijdens de planning van een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding in de Randstad, hebben omwonenden naar voren gebracht dat de elektrische velden die door de lijn worden veroorzaakt, de concentratie of de eigenschappen van het in de lucht aanwezige fijn stof kunnen beïnvloeden. Daarbij werd gesteld dat de gezondheidseffecten die met fijn stof samenhangen, daardoor mogelijk worden versterkt.

Het ministerie van VROM heeft het RIVM gevraagd om een beoordeling van de (internationale wetenschappelijke) literatuur op het aandachtsgebied elektromagnetische velden en fijn stof uit te voeren. Dit rapport geeft de resultaten van deze beoordeling.

1.2 Doelstelling

Doel van het onderzoek is het in kaart brengen, bespreken en beoordelen van de wetenschappelijke literatuur over de (mogelijke) gezondheidseffecten van de combinatie hoogspanningslijnen en fijn stof.

Op basis van de bestudeerde literatuur en de daaruit voortvloeiende wetenschappelijke informatie is geprobeerd om op de volgende vragen een antwoord te geven:

1. Beïnvloedt de aanwezigheid van een bovengrondse hoogspanningslijn de concentratie van fijn stof in de buurt van de lijn?
2. Beïnvloedt de aanwezigheid van een bovengrondse hoogspanningslijn de elektrische lading van fijnstofdeeltjes?
3. Hoe ver kunnen deze (geladen) fijnstofdeeltjes zich verplaatsen?
4. Wordt de depositie van fijnstofdeeltjes op de huid door de lading van de fijnstofdeeltjes beïnvloed?

5. Wordt de absorptie in de luchtwegen en longen door de lading van de fijnstofdeeltjes beïnvloed?
6. Leidt de aanwezigheid van een bovengrondse hoogspanningslijn via beïnvloeding van fijn stof tot een hoger gezondheidsrisico voor omwonenden?

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de werkwijze beschreven die tijdens het literatuuronderzoek is gevolgd. In hoofdstuk 3 worden de eigenschappen en gezondheidseffecten van fijn stof toegelicht. De bevindingen voor mogelijke beïnvloeding van fijn stof door bovengrondse hoogspanningslijnen zijn opgenomen in hoofdstuk 4. Het rapport eindigt met een discussie, met de beantwoording van de onderzoeksvragen en met de conclusies (hoofdstuk 5).

rivm

2 Werkwijze

Peer-reviewed tijdschriften
Het literatuuronderzoek is gestart op basis van de wetenschappelijke publicaties in het literatuurbestand van het Laboratorium voor Stralingsonderzoek (LSO) van het RIVM en de publicaties die de basis vormden voor het literatuuronderzoek van de National Radiological Protection Board (NRPB) in het Verenigd Koninkrijk uit 2004 [2]. In deze publicaties is gericht gezocht naar referenties die specifiek betrekking hebben op hoogspanningslijnen en fijn stof. Door het doorzoeken van de digitale wetenschappelijke literatuurbestanden is deze voorlopige selectie in februari 2007 geactualiseerd (voor de zoektermen zie Bijlage 1). In enkele gevallen (Draper, Preece en Keitch) is de auteur naar aanleiding van zijn publicaties direct per e-mail om aanvullende informatie gevraagd. Ten slotte is tijdens het bestuderen van de literatuur informeel overlegd met enkele deskundigen op het gebied van luchtkwaliteit, fijn stof of hoogspanningslijnen (voor de namen zie Bijlage 1). Dit overleg was vooral bedoeld om te onderzoeken of de literatuurkeuze voldoende dekkend was en om meer inzicht in de problematiek van fijn stof en hoogspanningslijnen te krijgen. Uiteindelijk heeft deze aanpak geleid tot selectie van een vijftigtal publicaties uit *peer-reviewed* wetenschappelijke tijdschriften.

Overige publicaties
Er zijn ook publicaties geëvalueerd die niet in *peer-reviewed* tijdschriften zijn verschenen, de zogenaamde grijze literatuur. Een belangrijke publicatie in deze categorie is het eerder genoemde rapport van de voormalige Britse National Radiological Protection Board uit 2004 [2]. In augustus 2007 is nog de Extremely Low Frequency Fields Environmental Health Criteria Monograph van de Wereldgezondheidsorganisatie toegevoegd [3]. Deze groep omvat ook de publicatie 'Fijn stof nader bekeken' van het Milieu en Natuur Planbureau (MNP) en twee publicaties van de Gezondheidsraad [4, 5]. Ook presentaties op wetenschappelijke congressen en 'letters to the editor' van wetenschappelijke tijdschriften, die meestal niet *peer-reviewed* zijn vallen binnen deze categorie. Ten slotte bevat deze categorie de overige verwijzingen (niet naar *peer-reviewed* tijdschriften) die in de discussie met bewonersgroepen naar voren zijn gekomen (zie bijvoorbeeld [6]). Vaak zijn genoemde boeken en rapporten moeilijk te achterhalen. Meestal gaat het om publicaties die meer dan twintig jaar oud zijn en/of niet specifiek over hoogspanningslijnen en fijn stof gaan. Deze publicaties zijn opgesomd in Bijlage 2 en worden hier niet verder besproken.

Overleg
Het eerste concept van het rapport is voor commentaar aan de opdrachtgever voorgelegd. Na verwerking van dat commentaar is het concept eindrapport intern binnen het Laboratorium voor Stralingsonderzoek ge-*peer-reviewed*. Tijdens het onderzoek heeft overleg plaatsgevonden met enkele deskundigen (zie Bijlage 1).

rivm

3 Eigenschappen en gezondheidseffecten van fijn stof

3.1 Inleiding

Voor een goed begrip van de invloed van extra lading op fijn stof is achtergrondinformatie nodig over de eigenschappen van fijn stof, wat er tijdens in- en uitademen met fijn stof gebeurt, hoe fijn stof op de huid terecht kan komen en welke gezondheidseffecten bekend zijn. Het hier gegeven overzicht is ontleend aan publicaties van de NRPB [2] en van het MNP [7]. Dit hoofdstuk beschrijft de normale atmosferische omstandigheden zonder de aanwezigheid van een bovengrondse hoogspanningslijn.

3.2 Eigenschappen fijn stof

3.2.1 Samenstelling, concentraties en grenswaarden

Wat is fijn stof

Fijn stof is een verzamelnaam voor luchtverontreiniging met een kleine deeltjesgrootte. Het is een complex mengsel van deeltjes van verschillende grootte met verschillende eigenschappen. Ongeveer 55% van de fijnstofbestanddelen is van natuurlijke oorsprong (zeezout, bodemstof, waterdamp). De rest is door mensen gemaakt (verkeer, industrie, landbouw). Belangrijke bestanddelen zijn: kleine deeltjes afkomstig van de bodem, zeezoutaerosolen, waterdruppeltjes, roetdeeltjes, gasvormige luchtverontreiniging (SO_2, NO_x, NH_3), vervalproducten van radon, bacteriën, virussen en stuifmeel.

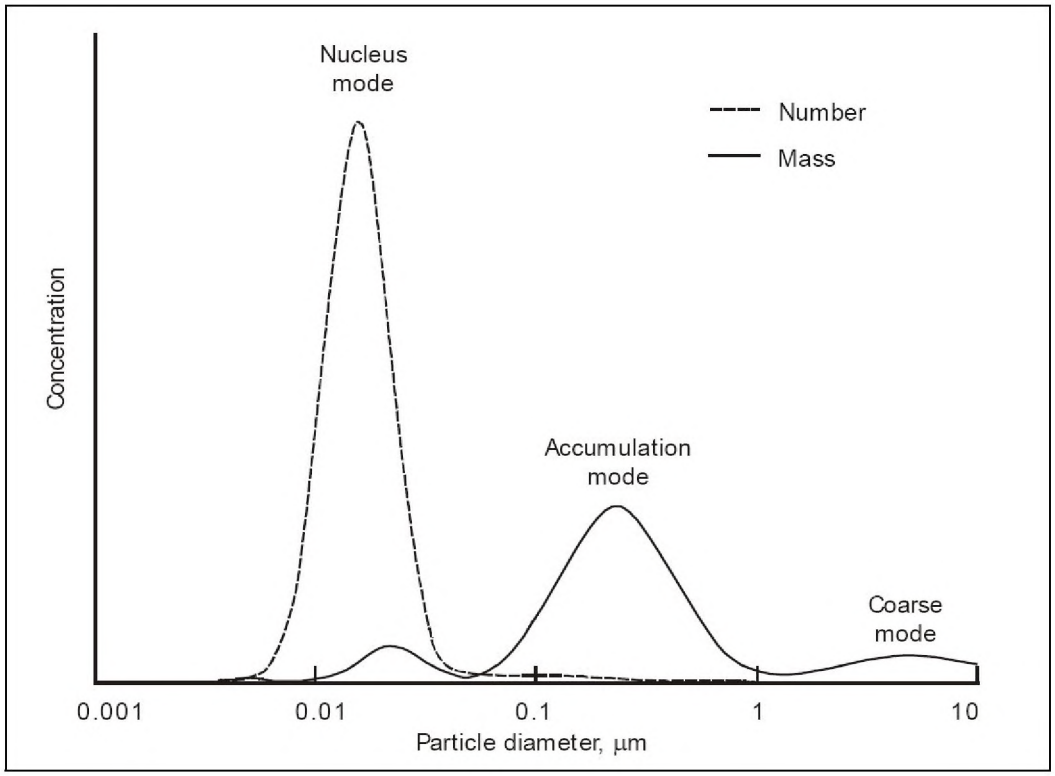
Grootteverdeling fijn stof

Naar grootte worden de fijnstofdeeltjes onderscheiden in de ultrafijne (*nucleus mode)*, de fijne (*accumulation mode*) en de grove (*coarse mode*) fractie. Figuur 1 geeft zowel het aantal deeltjes met een bepaalde grootte als de massa van de deeltjes met een bepaalde grootte. Deze verdeling is bedoeld als illustratie omdat de werkelijke deeltjesverdeling sterk afhankelijk is van tijd en plaats. In het algemeen is het aantal deeltjes in de fijne en ultrafijne fractie veel groter dan in de grove fractie. De fijne en de grove fractie dragen het meeste aan de totale massa fijn stof bij. Ter illustratie: één enkel 1 µm deeltje is even zwaar als 1 miljoen 0,01 µm deeltjes.

Monitoren fijn stof

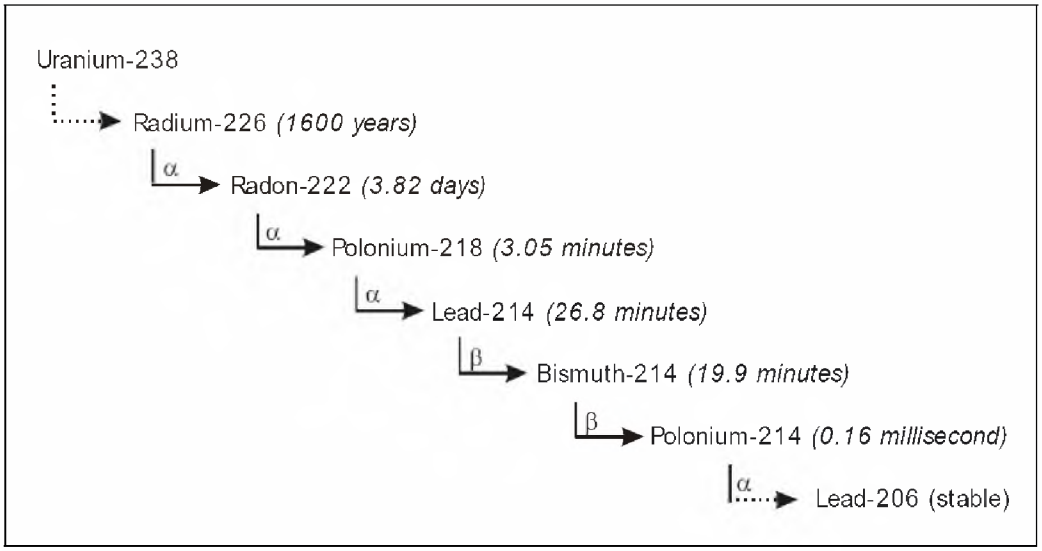
Het monitoren van fijn stof vindt internationaal plaats door de concentratie van PM_{10} te meten: de totale massa per luchtvolume van alle deeltjes met een diameter kleiner dan 10 µm. In Nederland wordt in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit de concentratie van PM_{10} landsdekkend gemeten. De jaargemiddelde concentratie van PM_{10} varieert ruwweg tussen 20 en 40 µg/m^3. Het jaargemiddelde toont een neerwaartse trend. In 2003 bedroeg het jaargemiddelde 34 µg/m^3 [7]. Waarschijnlijk hebben de grofste deeltjes niet de grootste invloed op de gezondheid. In een recente aanbeveling [8] raadt de Wereldgezondheidsorganisatie daarom aan om de kleinere deeltjesfracties als indicator te gebruiken. In de nabije toekomst wordt daarom mogelijk ook de concentratie van $PM_{2,5}$ (de totale massa per volume eenheid van alle deeltjes met een diameter kleiner dan 2,5 µm) gemeten omdat die gezondheidskundig van groter belang zou kunnen zijn dan de concentratie van PM_{10}.

Europese regelgeving voor fijn stof
De Europese kaderrichtlijn luchtkwaliteit [9] legt ter bescherming van de gezondheid twee grenswaarden voor PM_{10} vast. Allereerst mag de jaargemiddelde concentratie van PM_{10} op een bepaalde plek niet hoger zijn dan 40 µg/m^3. Daarnaast mag de daggemiddelde PM_{10}-concentratie slechts op maximaal 35 dagen per jaar boven de 50 µg/m^3 uitkomen. Sinds 1 januari 2005 moet de luchtkwaliteit aan beide grenswaarden voldoen.



Figuur 1 **Voorbeeld van de grootteverdeling van de fijnstofdeeltjes (*nucleus mode* = ultrafijne fractie; *accumulation mode* = fijne fractie; *coarse mode* = grove fractie; bron: NRPB [2]).**

Radon
De vervalproducten die door radioactief verval uit het gasvormige radon ontstaan, de zogenaamde radondochters, vormen één van de fijnstofbestanddelen die in de buurt van hoogspanningslijnen van belang kunnen zijn. Radon ontstaat voortdurend door verval van uranium dat van nature in de bodem en in sommige bouwmaterialen aanwezig is. Radon-222 vervalt via α en β-verval uiteindelijk tot stabiel lood. Bij dat verval komt ioniserende straling vrij. Radon zelf is een gas, maar de meeste vervalproducten zijn vaste stoffen. Deze radondochters kunnen zich hechten aan fijnstofdeeltjes (de gebonden fractie) of vrij door de lucht blijven bewegen (ongebonden fractie). De deeltjesgrootte van de ongebonden fractie ligt in de orde van 1-10 nanometer. De gebonden fractie heeft een deeltjesgrootte tussen 0,1 en 1 µm [2]. Radondochters kunnen terechtkomen op allerlei oppervlakten waaronder huid, kleding en het slijmvlies waar de luchtwegen mee zijn bekleed. De belangrijkste radondochters zijn weergegeven in Figuur 2. De isotopen die voor de discussie over fijn stof en hoogspanningslijnen niet van belang zijn, zijn weggelaten. Dit geven de gestippelde pijlen weer. De concentratie van radon in de buitenlucht is meestal laag, maar binnenshuis kan radon zich ophopen.



Figuur 2 **De belangrijkste radondochters in de vervalreeks van Radon-222 met tussen haken de halfwaardetijden (bron: NRPB [2]).**

3.2.2 Lading van fijn stof

In de atmosfeer ontstaan door natuurlijke processen zoals kosmische straling, UV-straling en onweer voortdurend ionen. Boven land worden elke seconde ongeveer 10 ionenparen per cm^3 gevormd. Deze ionen kunnen recombineren, waardoor weer een neutraal deeltje ontstaat, of zich hechten aan fijnstofdeeltjes in de lucht. Uiteindelijk ontstaat een evenwicht tussen vorming en recombinatie van ionen (enkele nanometers in diameter). Gemiddeld zijn er boven land ongeveer 10^9 ionen per m^3, waarbij het aantal positieve en negatieve ionen vrijwel gelijk is. Deze ionen botsen met de fijnstofdeeltjes in de atmosfeer en laden die deeltjes op. Dit proces wordt diffusie-oplading genoemd. Hoe groter een fijnstofdeeltje hoe groter de trefkans. Grotere deeltjes worden dus gemakkelijker 'opgeladen'. Onder stabiele atmosferische omstandigheden, als de atmosfeer in thermisch evenwicht is, wordt de lading als functie van de grootte van de deeltjes beschreven door de zogenaamde Maxwell-Boltzmann verdeling. In Tabel 1 is weergegeven hoe de lading van de fijnstofdeeltjes onder deze stabiele atmosferische omstandigheden samenhangt met hun grootte. De tabel geeft voor elke deeltjesdiameter het percentage deeltjes met 1, 2, 3 of meer elementaire ladingen[1]. Hoewel minder volledig, wordt vaak de gemiddelde (absolute) lading per deeltje als parameter voor de ladingsverdeling gebruikt. Deze gemiddelde lading per deeltje is uiteraard niet altijd een geheel aantal elementaire ladingen. Kortheidshalve gebruiken we in dit rapport deze gemiddelde lading per deeltje om de lading(sverdeling) over de fijnstofdeeltjes te karakteriseren. In kolom 2 van Tabel 1 is ook de gemiddelde lading per deeltje onder stabiele atmosferische omstandigheden gegeven.

[1] e is de elementaire lading van een elektron, $1{,}6.10^{-19}$ Coulomb.

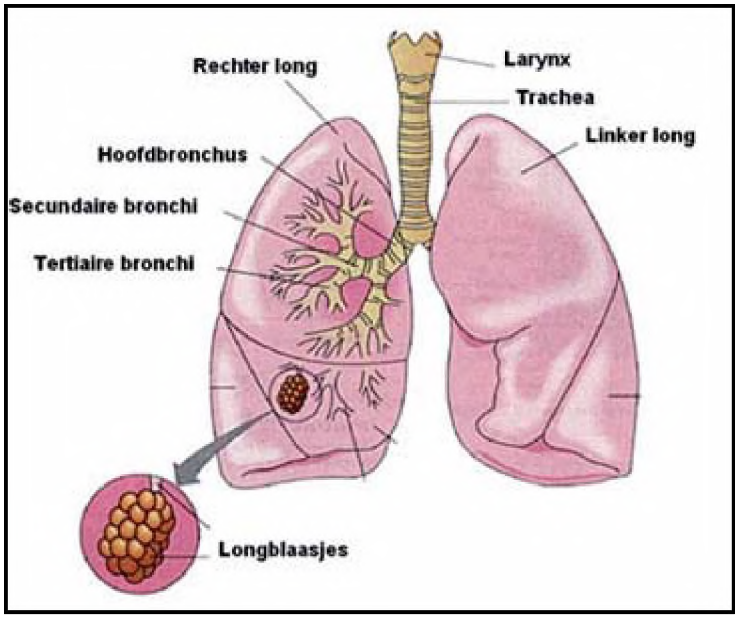
Tabel 1 Lading op atmosferische fijnstofdeeltjes in thermisch evenwicht (bron: NRPB [2])

diameter deeltjes (µm)	gemiddelde lading per deeltje	percentage deeltjes met het aangegeven aantal elementaire ladingen								
		< -3	-3	-2	-1	0	1	2	3	>3
0,01	0,007	-	-	-	0,3	99,3	0,3	-	-	
0,05	0,411	-	-	0,6	19,3	60,2	19,3	0,6	-	-
0,1	0,672	-	0,3	4,4	24,1	42,6	24,1	4,4	0,3	-
0,5	1,64	4,6	6,8	12,1	17,0	19,0	17,0	12,1	6,8	4,6
1,0	2,34	11,8	8,1	10,7	12,7	13,5	12,7	10,7	8,1	11,8
5,0	5,28	29,8	5,4	5,8	6,0	6,0	6,0	5,8	5,4	29,8
10,0	7,47	35,4	4,0	4,2	4,2	4,3	4,2	4,2	4,0	35,4

Meer dan 99% van de deeltjes kleiner dan 0,01 µm is ongeladen. Van de deeltjes groter dan 10 µm heeft meer dan 70% een lading groter dan 3e. In de praktijk blijkt de lading van de fijnstofdeeltjes niet altijd volgens de Maxwell-Boltzmann te zijn verdeeld. Dit geldt vooral voor de fijne en ultrafijne fracties (< 0,5 µm). De ladingsverdeling is asymmetrisch, meestal met een overschot aan negatieve deeltjes en er zijn meer deeltjes geladen dan de Maxwell-Boltzmann verdeling voorspelt. Een mogelijke oorzaak hiervoor kan zijn dat fijnstofdeeltjes tijdens productie in motoren, verwarming en schoorstenen, en dergelijke opgeladen worden. Bij ionendichtheden van 10^9 per m^3 kost het ongeveer 100 minuten om de Maxwell-Boltzmannverdeling te bereiken.

3.3 Depositie van fijn stof in het ademhalingsstelsel

Het ademhalingsstelsel bestaat uit twee gedeelten: het alveolaire gebied (longblaasjes) waar de eigenlijke gaswisseling plaatsvindt en de toevoerende luchtwegen (neusholte, mondholte, luchtpijp, bronchiën). De toevoerende luchtwegen zorgen voor zuivering en voorbehandeling (opwarming, bevochtiging) van de ingeademde lucht. Neus- en mondholte vormen het begin van het ademhalingssysteem. De neusholte heeft een kleine doorsnede, de luchtsnelheid is hoog en door de vouwen en bochten worden ultrafijne en grove stofdeeltjes efficiënt gefilterd. Depositie in de mondholte is meer variabel (afhankelijk van hoever de mond is geopend) en voor alle deeltjesgroottes minder dan in de neusholte. De luchtpijp splitst zich in twee hoofdbronchiën die zich op hun beurt weer splitsen. In totaal is er een twintigtal van deze splitsingen. Via dit buizenstelsel komt de ingeademde lucht in ongeveer 300 miljoen longblaasjes terecht. Bij elke splitsing is de doorsnede van de aftakking kleiner in diameter, maar omdat er meer aftakkingen zijn neemt de totale doorsnede steeds toe, waardoor de snelheid van de lucht afneemt naarmate deze dieper doordringt. In de longblaasjes is de lucht vrijwel tot stilstand gekomen.

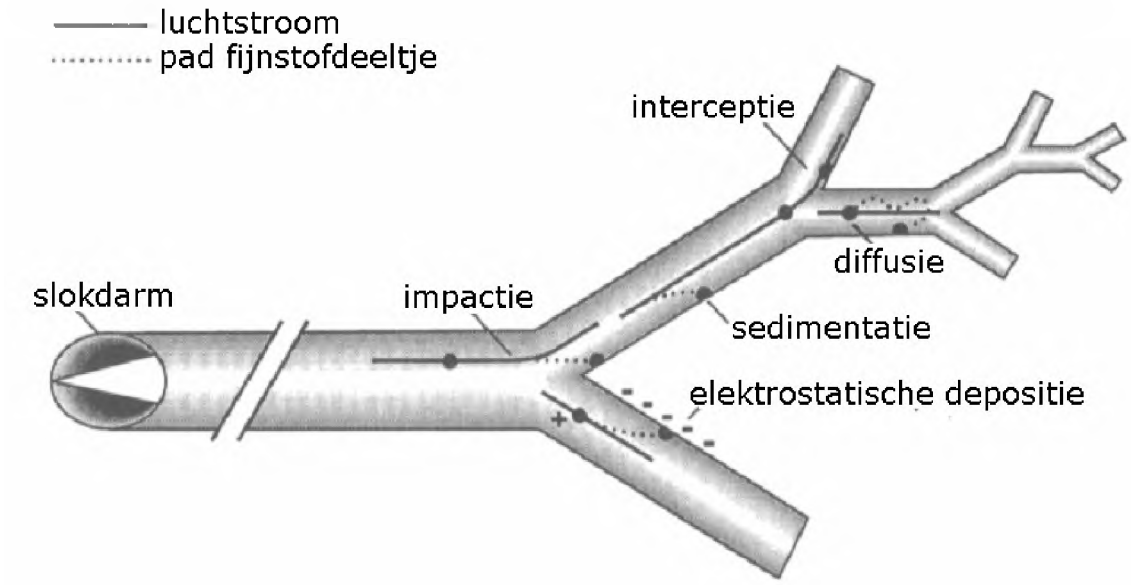


Figuur 3 **De belangrijkste componenten van het ademhalingsstelsel (bron: NRR [10])**

Fijnstofdeeltjes komen met de ingeademde lucht in de bovenste en onderste luchtwegen en in de longen terecht. Een deel van de fijnstofdeeltjes blijft achter in de neus, op de wand van de luchtwegen en in de longen (depositie). Een ander deel wordt weer afgevoerd met de uitademing. Depositie in het ademhalingsstelsel is een complex proces, gestuurd door een aantal fysische processen:

- sedimentatie:
  uitzakken van relatief zware fijnstofdeeltjes onder invloed van de zwaartekracht;
- diffusie:
  bewegen van fijnstofdeeltjes door (stilstaande) lucht onder invloed van concentratieverschillen; kleine deeltjes hebben een grotere diffusiesnelheid dan grote deeltjes;
- impactie:
  als lucht om een obstakel (trilhaar, splitsing van de bronchiën) heen moet stromen zullen de fijnstofdeeltjes door hun traagheid rechtdoor blijven gaan en een hogere kans hebben om daar te blijven steken;
- interceptie:
  een fijnstofdeeltje komt zo dichtbij de wand dat het wordt onderschept en blijft 'plakken';
- elektrostatische depositie:
  het vochtige slijmvlies dat longen en luchtwegen bekleedt kan worden gezien als een geaarde geleider; geladen deeltjes zullen door de geleider extra worden aangetrokken.
- turbulentie:
  door turbulentie in de in- of uitgeademde lucht neemt de kans dat een fijnstofdeeltje deponeert toe.

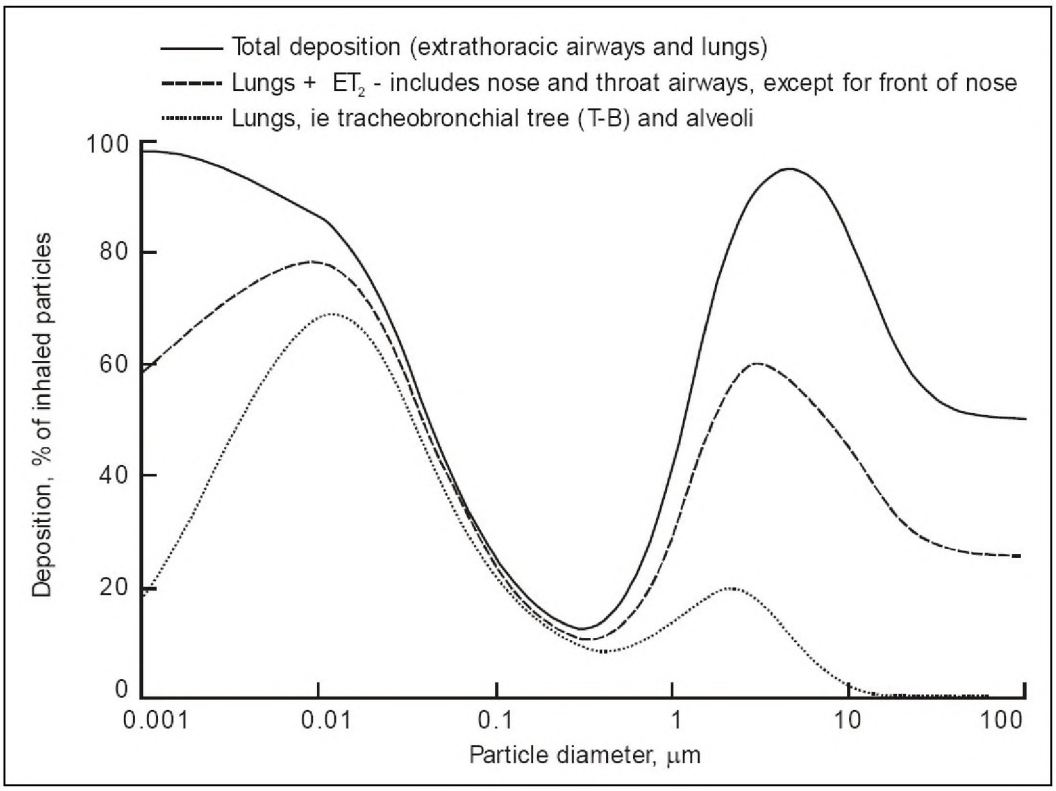
Deze processen zijn, op turbulentie na, weergegeven in Figuur 4.



Figuur 4 **Fysische processen die de depositie van fijn stof in de luchtwegen en longen beïnvloeden (turbulentie is niet in de figuur weergegeven)**

Er zijn modellen ontwikkeld om te berekenen welke deeltjesgrootte op welke plek in het ademhalingsstelsel wordt gedeponeerd. Eén van de meest toegepaste is het door de International Commission on Radiological Protection (ICRP) ontwikkelde 'Human Respiratory Tract Model' (HRTM [2] [11]). Modelberekeningen met dit ICRP-model laten zien welk deel van de ingeademde fijnstofdeeltjes - afhankelijk van de deeltjesgrootte - in de longen achterblijft (Figuur 5). Nieuwere modellen houden met meer aspecten van longen en luchtwegen rekening. Het Multiple Path Particle Dosimetry-model (MPPD), ontwikkeld door het Chemical Industry Institute of Toxicology in de Verenigde Staten in nauwe samenwerking met het RIVM, brengt klaring, retentie en hygroscopiciteit in rekening [12].

[2] In het ICRP-model worden de luchtwegen (*extrathoracic airways, ET*) verdeeld in ET_1, het voorste deel van de neusholte waaruit door snuiten deeltjes kunnen worden verwijderd, en ET_2, de rest van de luchtwegen, van waaruit deeltjes naar de keel kunnen verdwijnen en worden doorgeslikt. Er wordt aangenomen dat vanuit ET_2 wel enige opname in het bloed mogelijk is, terwijl dat vanuit ET_1 niet mogelijk is.



Figuur 5 **Depositie van fijnstofdeeltjes (als percentage van het aantal ingeademde deeltjes van die grootte) in luchtwegen en longen voor verschillende deeltjesgroottes (bron: NRPB [2]).**

Voor grove deeltjes (> 2 µm) en fijne deeltjes (< 0,05 µm) is de depositie hoog. Deeltjes met een diameter tussen 0,1 en 1 µm worden veel minder gedeponeerd (< 20%).

3.4 Gezondheidseffecten van inhalatie van fijn stof

Inhalatie van fijn stof veroorzaakt hart- en luchtwegaandoeningen die leiden tot vroegtijdige sterfte [7]. Welke bestanddelen van het fijn stof de uiteindelijke gezondheidseffecten veroorzaken is niet duidelijk. Fijnstofdeeltjes afkomstig van verkeer, scheepvaart, industrie en woningverwarming zijn waarschijnlijk belangrijk [7]. Ook vervalproducten van radon dragen bij aan gezondheidseffecten. Andere fracties zoals zeezoutaerosolen, sulfaat- en nitraataerosolen dragen volgens de huidige kennis niet of weinig bij aan gezondheidseffecten.

Het biologische mechanisme waardoor fijn stof gezondheidsschade veroorzaakt, is niet volledig begrepen. In de bovenste luchtwegen kan fijn stof dat door het neusepitheel wordt geabsorbeerd, direct naar de hersenen worden getransporteerd met als mogelijke gezondheidseffecten hoofdpijn en concentratieproblemen. Dieper in het ademhalingsstelsel, in de longen, spelen ontstekingsreacties waarschijnlijk een belangrijke rol waardoor de zuurstofopname wordt bemoeilijkt en waarbij radicaalverbindingen vrijkomen [7]. De ladingstoestand van de fijnstofdeeltjes zou bij translocatie over membranen een rol kunnen spelen [13, 14].

In de epidemiologische onderzoeken is geen drempelwaarde voor effecten van blootstelling aan fijn stof gevonden. Dit geldt zowel voor kortdurende als voor langdurige blootstelling. Internationaal wordt daarom aangenomen dat er geen concentratie van fijn stof is waaronder geen gezondheidseffecten zullen optreden. Bij risicoschattingen voor langetermijneffecten gaat men daarom uit van een lineaire relatie tussen fijnstofconcentratie en effecten, zonder drempelwaarde.

Gezondheidseffecten van fijn stof vallen in twee categorieën uiteen: effecten die samenhangen met kortdurende blootstelling en effecten die met langdurige blootstelling samenhangen.

3.4.1 Kortdurende blootstelling

Bij mensen die leiden aan ziekten van longen en luchtwegen of die kampen met hartproblemen kan kortdurende blootstelling aan hoge concentraties fijn stof fatale gevolgen hebben. In Nederland overlijden jaarlijks waarschijnlijk ongeveer 3000 personen vroegtijdig aan de gevolgen van deze kortdurende blootstelling. Meestal gaat het om personen die al in slechte conditie zijn. De duur van de levensverkorting is enkele dagen tot maanden [7].

3.4.2 Langdurige blootstelling

Ook langdurige blootstelling aan fijn stof - gedurende enkele jaren of een heel leven - leidt tot gezondheidsschade [7]. Betrouwbare gegevens voor Nederland en Europa ontbreken. Als de gegevens van twee uitgebreide Amerikaanse epidemiologische onderzoeken vertaald worden naar de Nederlandse situatie, leidt dat jaarlijks tot ongeveer 18.000 personen (onzekerheidsmarge 12.000 - 24.000) die vroegtijdig overlijden [7]. De levensduurverkorting in deze groep personen is volgens een voorlopige schatting tien jaar, maar het zou ook om een geringere levensduurverkorting voor een grotere groep mensen kunnen gaan. Ondanks de grote onzekerheid in dit soort risicoschattingen zijn de gevolgen van langdurige blootstelling aan fijn stof dus ernstiger in omvang dan die van kortdurende blootstelling.

3.5 Depositie van fijn stof op de huid

Fijnstofdeeltjes deponeren niet alleen in longen en luchtwegen, maar komen ook op huid, haar en kleding van mensen terecht. De fysische processen die de depositie van fijnstofdeeltjes op de huid sturen zijn in principe dezelfde als die in de luchtwegen (zie paragraaf 3.3 en Figuur 4). In tegenstelling tot het ademhalingsstelsel is er bij de huid meestal geen sprake van een gerichte luchtstroom langs de huid waarin de fijnstofdeeltjes met relatief grote snelheden bewegen. Bovendien is meestal een groot gedeelte van de huid bedekt waardoor depositie op de huid niet plaats kan vinden.

3.6 Gezondheidseffecten van depositie van fijn stof op de huid

De effecten van fijnstofdeeltjes die op de huid worden gedeponeerd, hangen af van de hoeveelheid en de eigenschappen van de deeltjes. Op kleding en haar zullen fijnstofdeeltjes geen gezondheidseffecten veroorzaken. Als fijnstofdeeltjes op de huid terechtkomen, kan dat schadelijk zijn. Gezondheidsschade kan ontstaan doordat de fijnstofdeeltjes radioactief zijn (radondochters), maar ook doordat de fijnstofdeeltjes tot schadelijke chemische of biologische reacties op de huid leiden (teer, PAK's, ozon, bacteriën). Radioactieve deeltjes leiden tot extra stralingsbelasting van de huid of, na penetratie door de huid, van de interne organen [15]. Hierdoor kan huidkanker of kanker van de inwendige organen ontstaan. Chemische stoffen kunnen leiden tot irritatie van de huid en huidziekten [16]. Als de

chemische stof carcinogeen is, kan ook huidkanker ontstaan. Ten slotte kunnen bacteriën en virussen die op de huid komen tot infecties leiden. Kwantitatieve schattingen voor de gezondheidseffecten van depositie van fijn stof op de huid ontbreken vrijwel. Eatough en Henshaw [17] schatten dat in het Verenigd Koninkrijk mogelijk 13% van de huidkankergevallen toe te schrijven is aan depositie van radondochters op de huid. Volgens Harley et al. zou mogelijk 20% van de basaalcelcarcinomen aan stralingsblootstelling door radondochters zijn toe te schrijven [18]. Een recente risicoschatting en een onderbouwing van deze cijfers uit epidemiologische onderzoeken ontbreken echter.

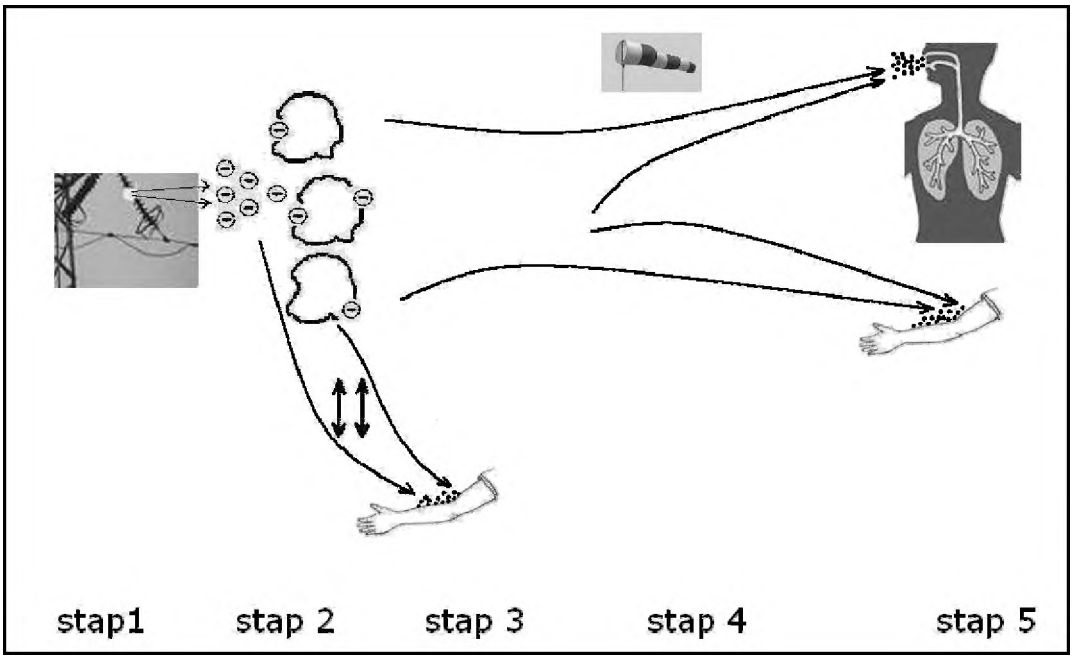
rivm

4 Hoogspanningslijnen en fijn stof

4.1 Inleiding

Bovengrondse hoogspanningslijnen kunnen het elektrische veld in de buurt beïnvloeden [19]. Uitgebreide metingen aan een 400 kV gelijkspanningslijn toonden aan dat dit effect veroorzaakt werd doordat er bij de hoogspanningslijnen ionen vrijkomen, de zogenaamde corona-ionen, die zich binden aan stof in de lucht dat door de wind wordt meegenomen [20]. Het effect was tot op honderden meters van de hoogspanningslijn meetbaar.

In 1996 is door Henshaw de hypothese naar voren gebracht dat bepaalde geladen fijnstofdeeltjes dichtbij een hoogspanningslijn door extra depositie op de huid tot gezondheidseffecten zouden kunnen leiden. Later werd gesteld dat de extra lading op fijnstofdeeltjes tot op grote afstand van de hoogspanningslijn tot extra depositie in de longen zou kunnen leiden [21]. In Figuur 6 is schematisch weergegeven hoe de interactie tussen corona-ionen en fijnstofdeeltjes in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen tot extra gezondheidseffecten zou kunnen leiden.



Figuur 6 **Processen waardoor corona-ontladingen bij een bovengrondse hoogspanningslijn tot gezondheidseffecten zouden kunnen leiden door extra depositie van (geladen) fijnstofdeeltjes in de longen of op de huid.**

Er kunnen vijf stappen worden onderscheiden (Figuur 6):

- stap 1: de vorming van de corona-ionen;
- stap 2: overdracht van lading van de corona-ionen aan kleine en grotere fijnstofdeeltjes;
- stap 3: geladen fijnstofdeeltjes kunnen dichtbij de hoogspanningslijn, binnen circa 50 meter, gaan oscilleren in het 50 Hz elektrische veld en komen op de huid terecht;
- stap 4: geladen fijnstofdeeltjes worden door de wind tot ver van de hoogspanningslijn verspreid;

- stap 5: de geladen fijnstofdeeltjes kunnen ver van de hoogspanningslijn in de longen en op de huid terecht komen.

De literatuurgegevens voor elk van de vijf stappen in het bovengeschetste proces worden in de volgende paragrafen beschreven en beoordeeld. Van de mogelijke gezondheidseffecten ligt de nadruk op inhalatie en depositie in de longen. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een korte evaluatie van epidemiologische gegevens over fijn stof en hoogspanningslijnen.

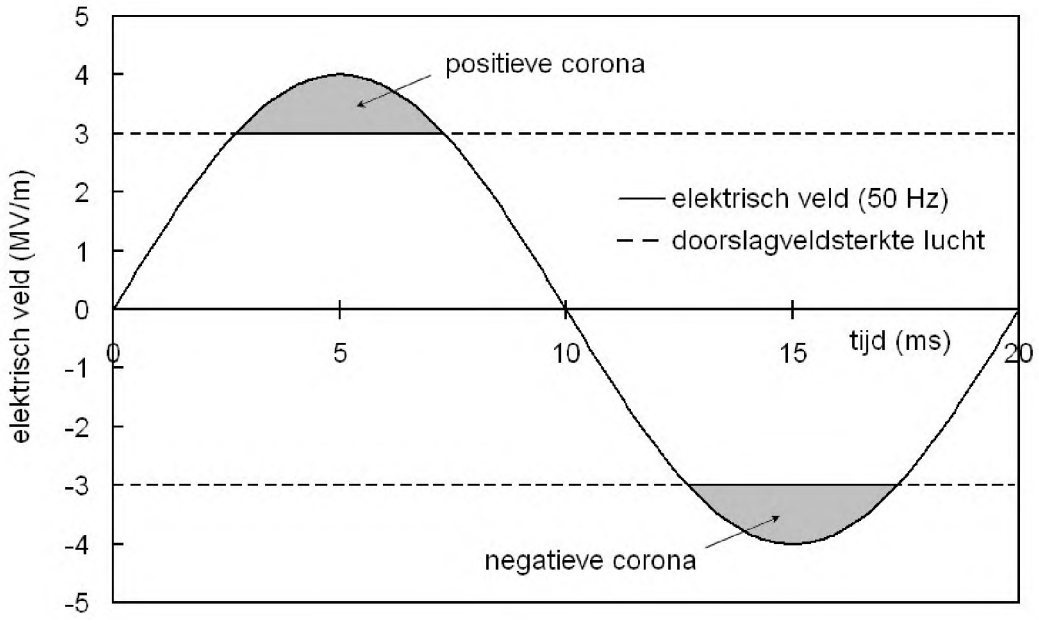
4.2 Corona-ionen

Inleiding

Bovengrondse hoogspanningslijnen hebben in Nederland een spanning variërend van 50 duizend tot 380 duizend volt (50 tot 380 kV). Dergelijke spanningen kunnen onder bepaalde omstandigheden tot (elektrische) doorslag leiden. Met doorslag bedoelen we het verschijnsel dat een gasmengsel in een sterk elektrisch veld geleidend wordt, waardoor er kortdurend een hoge stroom gaat lopen. Bliksem is het bekendste voorbeeld van doorslag. Bij een hoogspanningslijn treedt doorslag op als het elektrische veld op de geleiders of bij de isolatoren waarmee de geleiders aan de hoogspanningsmast zijn opgehangen, zo sterk wordt dat de doorslagveldsterkte van lucht (voor droge lucht 3 MV/m), wordt bereikt. Boven deze veldsterkte kan er een ontlading in de lucht rond de geleiders of isolatoren plaatsvinden, een zogenaamde corona-ontlading. Deze ontladingen treden vooral op bij onregelmatige, puntige oppervlakten die door vervuiling of beschadiging van de hoogspanningsdraden kunnen ontstaan. Omdat de doorslagveldsterkte voor vochtige lucht lager is zullen corona-ontladingen vaker optreden onder vochtige atmosferische omstandigheden, maar ook bij droog en helder weer zijn corona-ontladingen waargenomen. Als het donker is zal een dergelijke corona-ontlading zichtbaar zijn als een dunne, blauwe draadvormige ontlading. Corona-ontladingen gaan vaak gepaard met een knetterend geluid. Hoogspanningslijnen kunnen met behulp van speciale UV-gevoelige camera's op corona-ontladingen worden geïnspecteerd.

Corona-ontladingen

Boven de doorslagveldsterkte worden moleculen in de lucht geïoniseerd waardoor elektronen vrijkomen. Deze elektronen worden zodanig versneld dat ze door botsing weer nieuwe moleculen (zuurstof, stikstof, etc.) kunnen ioniseren. Door deze ionisatie ontstaan ion-elektron paren die versneld worden in het elektrische veld. De vrijkomende elektronen kunnen op hun beurt weer nieuwe moleculen ioniseren waardoor een sneeuwbaleffect ontstaat. Het resultaat is een kortdurende stroom door de geïoniseerde lucht. Als de 'corona-elektrode' negatief geladen is, zullen de elektronen zich van de elektrode af bewegen. De positieve ionen die door botsing ontstaan bewegen naar de elektrode toe. Een negatieve corona brengt daarmee negatieve ionen en elektronen in de atmosfeer. Als de corona-elektrode positief geladen is, bewegen de elektronen zich naar de elektrode toe en worden de geïoniseerde positieve ionen afgestoten. Een positieve corona is dus een bron van positieve ionen. De ionen die ontstaan zijn afkomstig van zuurstof en stikstofverbindingen in de lucht: O^-, OH^-, O_3^-, H^+, NO^+, NO_2^+ [22]. Een puntontlading op een geleider of isolator kan een stroom van enkele honderden microampères opleveren [23]. De schattingen voor de corona-verliezen aan een geleider lopen uiteen van 10 mA/m [23] via 1 mA/m [21] tot 0,1 mA/m [24]. Een corona-verlies van 1 mA/m komt overeen met het vrijkomen van $6{,}25 \cdot 10^{15}$ (elementaire) ladingen per seconde voor elke meter geleider waar de corona-ontlading plaatsvindt. Het grootste gedeelte van die ladingen wordt weer door de hoogspanningslijn geabsorbeerd, maar er blijft een substantiële flux van lading naar de atmosfeer over [24]. Vaak is de oorzaak van een corona-ontlading een hoge gelijkspanning, maar ook bij wisselspanning kan onder bepaalde omstandigheden de elektrische veldsterkte zo hoog oplopen dat gedurende een gedeelte van de cyclus corona-ontladingen kunnen ontstaan (Figuur 7).



Figuur 7 **Elektrische veldsterkte zoals die onder bepaalde omstandigheden op sommige plekken bij een bovengrondse hoogspanningslijn zou kunnen optreden. Als de absolute waarde van de veldsterkte boven de 3 MV/m komt, kan een corona-ontlading ontstaan.**

Corona-ontladingen en ontwerp van de hoogspanningslijn
Bovengrondse hoogspanningslijnen worden ontworpen om het optreden van corona-ontladingen zoveel mogelijk te voorkomen. Corona-ontladingen leiden namelijk tot transportverliezen, ze geven hinder (lichtflitsen en geluid) voor de omwonenden en kunnen het radioverkeer storen. Ook kunnen corona-ontladingen tot beschadigingen van geleiders en isolatoren leiden. Om corona-ontladingen te voorkomen moet de diameter van de geleider passen bij het spanningsniveau. Een tweede maatregel is om elk circuit uit te voeren in bundels van twee, drie of vier draden, die met afstandhouders uit elkaar worden gehouden. Door het splitsen in bundels zal de lading op het oppervlak van de individuele geleiders lager zijn dan bij één zware geleider, waardoor het elektrische veld lager blijft. Ook de isolatoren waarmee de geleiders aan de mast hangen, worden zo ontworpen dat de kans op corona-ontladingen minimaal is.

Optreden van corona-ontladingen
Ondanks deze voorzorgen kunnen corona-ontladingen toch optreden op plekken waar het oppervlak van geleiders of isolatoren door vervuiling of beschadiging onregelmatig of puntig is geworden. Daarbij zijn twee factoren van belang: de conditie van de hoogspanningslijn (geleiders en isolatoren) en de weersomstandigheden. Beschadigingen van het geleideroppervlak, vervuiling op de geleiders (stof, zure regen, vogelpoep, waterdruppels, algen) kunnen ontladingspunten voor corona-ontladingen worden. Ook beschadigingen aan de isolatoren en vervuiling leiden op die plek tot hogere veldsterkten met kans op corona-ontladingen. Ten slotte zijn ook de weersomstandigheden belangrijk. Vochtige lucht (mist, regen) en vervuilde lucht heeft een lagere doorslagveldsterkte dan schone, droge lucht. Hierdoor zullen corona-ontladingen vaker optreden bij mistig en regenachtig weer, maar ook bij helder droog weer zijn corona-ontladingen waargenomen [25]. Als een hoogspanningslijn op een hogere

spanning wordt gebruikt dan waarvoor hij is ontworpen, neemt de kans op corona-ontladingen ook toe [26]. Corona-ontladingen kunnen met UV-camera's worden vastgelegd.

Conclusie
Corona-ontladingen zijn een bekend verschijnsel en het mechanisme waardoor ze ontstaan is in kwalitatieve zin duidelijk. Over de kwantitatieve aspecten van corona-ontladingen bij bovengrondse hoogspanningslijnen is minder bekend. De vraag bij welk gedeelte van de hoogspanningslijnen corona-ontladingen kunnen optreden, kan op dit moment niet worden beantwoord. Ook de vraag onder welke atmosferische omstandigheden (gedurende welk gedeelte van het jaar) een bepaalde lijn corona-ionen in de atmosfeer zal brengen, kan alleen globaal worden beantwoord. In het algemeen wordt ervan uitgegaan dat door de eisen aan het ontwerp van een hoogspanningslijn het optreden van corona-ontladingen een zeldzaam verschijnsel is, dat alleen langs korte trajecten van het hoogspanningsnet optreedt, gedurende weersomstandigheden die slechts af en toe voorkomen. Bracken heeft gedurende twee jaar aan hoogspanningslijnen in de Verenigde Staten gemeten [27]. Hij vond verschillen in de sterkte van het elektrische veld tussen boven- en benedenwindse metingen (die op corona-ontladingen kunnen wijzen) gedurende 10-30% van de tijd. Henshaw is van mening dat corona-ontladingen wel een veel voorkomend verschijnsel zijn. In een gepubliceerde 'letter to the editor' van The American Journal of Epidemiology concludeerde hij dat alle hoogspanningslijnen waaraan hij heeft gemeten in meer of mindere mate corona-ionen produceren [28].

4.3 Overdracht van lading aan fijnstofdeeltjes

Inleiding
Als er een corona-ontlading heeft plaatsgevonden, zal een gedeelte van de corona-ionen terugvallen op de draden van de hoogspanningslijn en op de hoogspanningsmast. Een ander deel zal zich van de geleiders af bewegen. Deze beweging vindt plaats door diffusie, maar wordt in de buurt van de lijn versterkt door het elektrische veld. In het algemeen zijn de negatieve ionen en elektronen mobieler dan de positieve ionen. De corona-ionen zullen zich dichtbij de lijn, binnen 1 microseconde, hechten aan waterdamp en gassen, met een diameter rond de 1 nm [29, 30, 31]. Deze nano-ionen botsen met de fijnstofdeeltjes. Een gedeelte blijft als nanodeeltje bestaan. Een ander gedeelte hecht zich op een tijdschaal van 10-100 seconden aan de (grotere) fijnstofdeeltjes die daardoor extra lading krijgen [29, 21, 32]. Hoeveel lading de fijnstofdeeltjes krijgen, hangt af van het aantal ionen dat in de corona-ontlading wordt geproduceerd, de deeltjesgrootte van de fijnstofdeeltjes, de concentratie en ladingstoestand van de al aanwezige fijnstofdeeltjes en de atmosferische omstandigheden. Vooral het effect van de deeltjesgrootte is van belang. Hoe groter het deeltje, des te groter de trefkans voor de nano-ionen en hoe gemakkelijker het fijnstofdeeltje lading opneemt. Om een indicatie te geven: de kans dat een stofdeeltje van 1 µm een lading van 30 elementaire ladingen krijgt, is groter dan de kans dat een 0,02 µm deeltje één elementaire lading krijgt [28].

Lading per deeltje
Het proces van ladingsoverdracht van de corona-ionen op de fijnstofdeeltjes is niet volledig duidelijk. Een aantal onderzoekers heeft op basis van een vereenvoudigd diffusiemodel, schattingen gemaakt voor de gemiddelde hoeveelheid lading die per fijnstofdeeltje kan worden toegevoegd [2]. Henshaw en Fews schatten voor een ionendichtheid van $2{,}5 \cdot 10^9$ per m^3 en een concentratie fijnstofdeeltjes van $15 \cdot 10^9$ per m^3, dat 17% van de deeltjes met een diameter tussen 0,02 en 0,125 µm, lading krijgt[3] [33]. Gemiddeld komt dat neer op 0,17 elementaire lading per deeltje. In thermisch evenwicht hebben

[3] In veel onderzoeken worden deeltjes van deze grootte beoordeeld omdat deze grootte overeenkomt met de afmetingen van twee vervalproducten van radon.

dergelijke deeltjes een lading van 0,1e (0,02 µm deeltjes) of van 0,7e (0,125 µm deeltjes, zie Tabel 1). Recenter gaven Fews en Henshaw [29] aan dat 10-60% van de fijnstofdeeltjes met een diameter tussen de 0,1 en 0,2 µm een lading van 1e krijgt. Bij één specifieke hoogspanningslijn kregen alle deeltjes van die grootte als er corona-ontladingen optreden een extra lading van minimaal 1e [29]. Jeffers [34] en Swanson en Jeffers [26] hebben de modelberekeningen van Fews en Henshaw uitgebreid en gedeeltelijk opnieuw uitgevoerd. In hun berekeningen hielden zij rekening met de afname in de oorspronkelijke ionendichtheid naarmate de corona pluim zich verder van de hoogspanningslijn verwijdert. Hun resultaten wezen in het algemeen op iets hogere extra lading op de fijnstofdeeltjes: 0,14e voor 0,02 µm deeltjes en 0,87e voor 0,125 µm deeltjes. Omdat de blootstellingsduur van de fijnstofdeeltjes aan de nano-ionen in werkelijkheid kort is zullen de werkelijke waarden volgens Swanson en Jeffers waarschijnlijk lager zijn. Uitgaande van een dichtheid van 10^9 ionen/m^3 stelde Jeffers dat de blootstelling van 0,02 µm deeltjes aan de nano-ionen te kort is om ladingsverzadiging (elk deeltje met 1 elementaire lading) te bereiken [34]. Daaruit concludeerde hij dat de extra lading op fijnstofdeeltjes (0,02 en 0,125 µm) onvoldoende is om gezondheidseffecten te kunnen induceren. De berekeningen van Jeffers bevatten echter aannames waarvan niet duidelijk is in hoeverre deze realistisch zijn. Allereerst is onduidelijk of een ionendichtheid van 10^9 ionen/m^3 als 'worst case' schatting kan worden geïnterpreteerd. Vervolgens is de keuze van Jeffers voor een integratietijd van 20 s, gezien de stabiliteit van de nano-ionen en fijnstofdeeltjes, waarschijnlijk te kort. Ook voerde Jeffers de berekening alleen voor 0,02 µm deeltjes uit, die door hun kleine diameter relatief moeilijk worden opgeladen. Ten slotte legde Jeffers niet uit waarom alleen bij ladingsverzadiging gezondheidseffecten te verwachten zijn. In een recent artikel heeft Jeffers bij zijn modelberekeningen ook rekening gehouden met de lading die de fijnstofdeeltjes van nature in thermisch evenwicht al hebben [35]. Dit leidde tot een aanzienlijke reductie in de schatting voor de extra lading op de fijnstofdeeltjes: voor 0,01 µm deeltjes voegden corona-ontladingen gemiddeld 0,04e per deeltje toe aan de evenwichtslading van 0,22e. Voor 0,1 µm deeltjes was dat 0,11e bij een evenwichtslading van 0,67e. Bij zijn schattingen ging Jeffers uit van thermisch evenwicht. Deeltjes met kleine diameter blijken echter vaak niet het thermische evenwicht te bereiken [3.2.2].

Conclusie
Het opladen van fijnstofdeeltjes door de ionen die als gevolg van een corona-ontlading ontstaan, is niet volledig begrepen. Vereenvoudigde berekeningen met een diffusiemodel laten een relatief kleine oplading zien. Voor 0,1 µm deeltjes variëren de schattingen van de gemiddelde extra lading per fijnstofdeeltje van 0,1 tot 0,9 elementaire lading. Zonder aanwezigheid van een hoogspanningslijn hebben de 0,1 µm deeltjes (in thermisch evenwicht) een gemiddelde lading van 0,67 elementaire lading.

4.4 Oscillatie fijnstofdeeltjes

De ionen die bij een corona-ontlading ontstaan, hechten zich aan nano-ionen die hun lading weer gedeeltelijk aan fijnstofdeeltjes kunnen overdragen. Deze geladen deeltjes zullen in de onmiddellijke nabijheid van de hoogspanningslijn (waar het elektrische veld sterk is) gaan oscilleren met een frequentie van 50 Hz. De amplitude van deze oscillatie hangt af van de sterkte van het elektrische veld, de lading op de deeltjes en de mobiliteit van de deeltjes. Deze mobiliteit hangt weer samen met de massa, omvang en vorm van de deeltjes. De elektrische veldsterkte direct onder een hoogspanningslijn bedraagt op 1 m hoogte ongeveer 5 kV/m. Het veld neemt snel af met de afstand tot ongeveer 100 V/m op 50 m uit het hart van de hoogspanningslijn [2]. Deze waarden gelden voor een niet-verstoord elektrisch veld. Geleidende objecten zullen het elektrische veld verstoren waardoor de elektrische veldsterkte aanzienlijk wordt verhoogd. Het menselijk lichaam kan als een geleidend object worden

beschouwd. Daarom zal de veldsterkte in de buurt van het lichaam verhoogd worden. Voor het hoofd bedraagt deze verhoging een factor 18 [2]. Hierdoor treden direct onder een hoogspanningslijn, dichtbij het hoofd veldsterktes op van 90 kV/m [2]. Bij deze veldsterkte oscilleren nanometerdeeltjes met een amplitude (top-top waarde) van ongeveer 7 cm. De amplitude van de oscillatie neemt snel af met de grootte van de deeltjes; voor een 0,2 µm deeltje bedraagt de amplitude van de oscillatie nog slecht 5 µm [36, 33]. Door de oscillatie wordt de trefkans van het geladen deeltje met een oppervlak of ander deeltje groter, wat tot een grotere depositie zou kunnen leiden. In een stilstaande grenslaag tussen atmosfeer en huid zal door extra depositie de concentratie van de betrokken deeltjes in de grenslaag afnemen, waardoor de extra depositie uiteindelijk beperkt blijft. Omdat het elektrische veld van een hoogspanningslijn binnenshuis wordt afgeschermd, zal oscillatie van geladen deeltjes alleen in de buitenlucht optreden. Om deze reden speelt oscillatie ook geen rol bij de depositie van ingeademde fijnstofdeeltjes. Het elektrische veld in het lichaam is daarvoor te laag, zelfs in de bovenste luchtwegen (mond en neus). Jeffers toonde aan dat het veld in het lichaam ruwweg een factor 10.000 lager is dan het externe veld [35].

Conclusie
Theoretische overwegingen en modelberekeningen laten zien dat geladen deeltjes in het (verstoorde) elektrische veld onder of dichtbij een bovengrondse hoogspanningslijn kunnen gaan oscilleren. Dit geldt vooral voor fijnstofdeeltjes met een diameter van enkele nanometers. Voor deze deeltjes wordt een hogere depositie op de huid verwacht. Binnenshuis zal dit effect, vanwege afscherming van het elektrische veld niet optreden.

4.5 Verspreiding in de atmosfeer

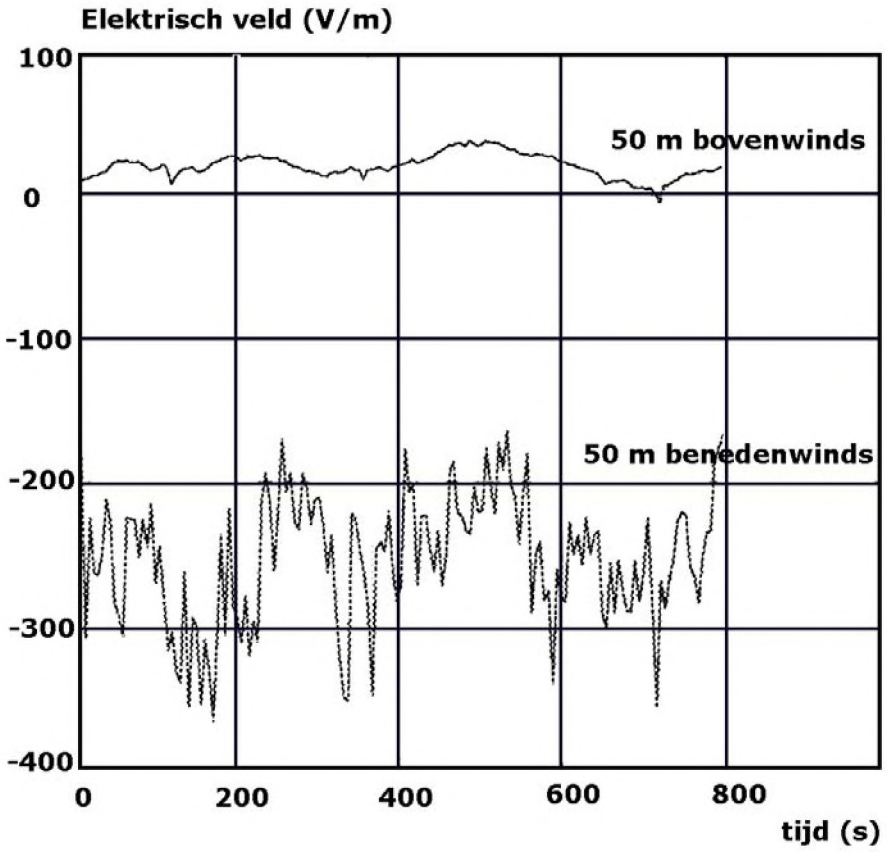
Inleiding
De fijnstofdeeltjes met extra lading worden door de wind van de hoogspanningslijn weggevoerd. Op deze manier ontstaan 'wolken' geladen deeltjes die door de wind mee worden genomen. Aanvankelijk werden uitsluitend negatief geladen wolken waargenomen [19]. Onder bepaalde omstandigheden kunnen ook positief geladen wolken ontstaan. Uiteindelijk zullen de fijnstofdeeltjes hun extra lading verliezen en wordt het thermische evenwicht hersteld. Dit proces van neutralisatie van de extra lading op de fijnstofdeeltjes duurt typisch tussen de 3 en 30 minuten [29, 37]. Soms worden na 50 of 60 minuten nog extra geladen fijnstofdeeltjes gevonden [19, 38]. De gemiddelde windsnelheid in Nederland varieert van 4 m/s aan de oostgrens tot ruim 6 m/s aan de kust. Bij dergelijke windsnelheden kunnen wolken geladen deeltjes zich over grote afstanden verplaatsen. Deze verspreiding is experimenteel aangetoond, indirect door de verstoring van het natuurlijke elektrische veld op leefniveau door deze geladen fijnstofdeeltjes te meten of meer direct door het aantal geladen deeltjes boven- en benedenwinds van een hoogspanningslijn waar corona-ontladingen optreden, te meten en te vergelijken.

Verstoring van het natuurlijke elektrische veld van de aarde
Door kosmische straling, UV-straling en onweer opgewekte elektrische verschijnselen in de atmosfeer induceren een negatieve lading op het aardoppervlak, waardoor de atmosfeer positief geladen achterblijft. Een typische ruimtelading is + 10 pC/m^3 ofwel $6{,}25.10^7$ elementaire ladingen per m^3. Deze ruimtelading leidt tot een statisch elektrisch veld van -100 V/m op leefniveau (neerwaarts gericht). Dit 'natuurlijke' elektrische veld is gevoelig voor weersomstandigheden, bewolking en geladen deeltjes. Een wolk geladen deeltjes die van een bovengrondse hoogspanningslijn afkomt, zal het natuurlijke elektrische veld verstoren. Een wolk met positieve lading zal het natuurlijke elektrische veld vergroten, de richting blijft neerwaarts. Een negatieve ladingswolk reduceert het natuurlijke elektrische veld en

kan bij voldoende (negatieve) lading in de wolk de richting van het elektrische veld doen omkeren. Voor een platte wolk van 1 m dikte is een ladingsdichtheid van $5{,}5 \cdot 10^9$ negatieve ionen/m^3 voldoende om het elektrische veld van -100 V/m te compenseren [2].

Metingen aan het elektrische veld

De eerste metingen aan het elektrische veld op leefniveau werden al in 1952 gedaan in de buurt van 66 en 132 kV (AC) hoogspanningslijnen[19]. Onder mistige en nevelige condities was op enkele kilometers afstand een verlaging van het elektrische veld meetbaar met maximaal 800 V/m. Bij mooi weer werd een kleinere of geen verlaging van de elektrische veldsterkte gemeten. Vergelijkbare observaties werden gedaan door Mühleisen [39]. In een uitgebreide meetreeks aan een 400 kV DC hoogspanningslijn in de Verenigde Staten is emissie van corona-ionen duidelijk aangetoond [20]. Het effect was tot op 1600 m afstand van de hoogspanningslijn meetbaar. Dichtbij deze hoogspanningslijn werden elke seconde typisch ongeveer 20-40 $\cdot 10^9$ ionen/m^3 gevormd. Jones and Hutchinson [40] plaatsten een puntbron van corona-ionen op een paar meter boven de grond en bepaalden het elektrische veld en de ruimtelading benedenwinds. Op tientallen meters afstand werden veranderingen in het elektrische veld van ongeveer 1000 V/m gemeten. Fews et al. [21, 29] hebben een uitgebreide serie metingen gedaan in het Verenigd Koninkrijk, onder allerlei weersomstandigheden. De temperatuur varieerde tussen 16 en 21 °C, de relatieve luchtvochtigheid tussen 37 en 70% en de windsnelheid van minder dan 0,5 m/s tot 5,7 m/s. De metingen toonden onder vrijwel alle omstandigheden verstoring van het elektrische veld aan. In het onderzoek uit 1999 was het elektrische veld duidelijk verstoord tot aan de grens van het meetgebied op 500 m afstand van het hart van de hoogspanningslijn [56]. Fews en Henshaw namen een duidelijk verhoogd veld waar tot op 300 meter van de hoogspanningslijn [29]. Bij één meting op 7 km afstand van de hoogspanningslijn werd nog een duidelijke verhoging van het elektrische veld waargenomen [29]. Figuur 8 geeft een voorbeeld van een meting op 50 meter ter weerszijden van de hoogspanningslijn bij Latheridge Green, Gloucester (UK) op 8 september 1999. Het verschil in het elektrische veld tussen de benedenwindse en bovenwindse locatie bedraagt ongeveer 250 V/m.



Figuur 8 **Meting van het elektrische veld aan het aardoppervlak boven- en benedenwinds van een bovengrondse 400 kV hoogspanningslijn (bron: Fews et al [29])**

Met behulp van modelberekeningen op basis van de waargenomen verstoring van het elektrische veld berekende Fews de ionendichtheid die voor een dergelijke verstoring nodig is. De schattingen varieerden tussen 0,2 $\cdot 10^9$ en 7,5 $\cdot 10^9$ ionen/m^3 (gemiddelde van ongeveer 3 $\cdot 10^9$ ionen/m^3). Bracken heeft in de Verenigde Staten gedurende twee jaar op vier posities de verstoring van het elektrische veld en de ionenconcentraties gemeten in de buurt van drie parallelle (AC) hoogspanningslijnen, twee van 230 kV en één van 450 kV [27]. De afstanden van de meetstations tot de hoogspanningslijnen varieerden tussen 20 en 80 meter. Zijn metingen zijn consistent met de resultaten van Fews [21, 29]. Hij registreerde duidelijke verschillen in de elektrische veldsterkte tussen bovenwindse en benedenwindse meetstations tot 1000 V/m. Er is vrijwel altijd sprake van een surplus aan positieve lading. Gedurende ruwweg 10-30% van de tijd was er een duidelijk verschil in veldsterkte tussen boven- en benedenwindse locaties. Dit zou er op kunnen wijzen dat die hoogspanningslijnen gedurende 10-30% van het jaar corona-ionen produceren.

Directe meting ionenconcentraties

Meting van de verstoring van het elektrische veld is een indirecte manier om de hoeveelheid extra geladen deeltjes in te schatten. Volgens Swanson en Jeffers is het beter van directe en gelijktijdige metingen van de concentraties van zowel de positieve als de negatieve ionen uit te gaan [41]. Zij presenteerden meetresultaten voor de ionenconcentratie bij een bovengrondse hoogspanningslijn onder droge atmosferische omstandigheden. In het algemeen was er een overschot aan positieve ionen met

een concentratie van ongeveer 5 $\cdot 10^8$ ionen/m^3 (piekwaarde 10^9 ionen/m^3) [26]. Voor een 400 kV hoogspanningslijn waar veelvuldig corona-ontladingen optreden (Chobham), werden benedenwinds op 50 m afstand tot 5 $\cdot 10^9$ (positieve) ionen/m^3 waargenomen. Grabarczyk toonde ook aan dat in de buurt van 400 kV en 110 kV lijnen de lading van fijnstofdeeltjes wordt beïnvloed [42]. Tot op 100 meter van het hart van de lijn was de ladingsdichtheid van positieve lading benedenwinds bijna 4 keer zo hoog als bovenwinds. Tussen 100 en 300 meter nam het de concentratie positieve ionen sneller af dan die van de negatieve ionen en uiteindelijk gingen de negatieve ionen overheersen. De ionenconcentraties die door Bracken zijn gemeten, zijn consistent met die voor de verstoring van het elektrische veld [27]. Voor ongeveer 10-30% van de metingen werden benedenwinds hogere concentraties van positieve ionen waargenomen. De verschillen konden op 80 m van de hoogspanningslijn oplopen tot circa 3 $\cdot 10^9$ ionen/m^3. Tevens bepaalde Bracken de jaargemiddelde concentratie van fijnstofdeeltjes. Op de landelijke locatie bedroeg die ongeveer 5,5 $\cdot 10^9$ deeltjes/m^3, op de voorstedelijke locatie circa 14,5 $\cdot 10^9$ deeltjes/m^3. Ten slotte gaf Bracken aan dat, als er corona-ontladingen optreden, ruwweg 30% van de fijnstofdeeltjes daardoor opgeladen werd.

Binnenshuis versus buitenshuis

Het schatten van de invloed van corona-ionen op de lading van de fijnstofdeeltjes binnenshuis is gecompliceerder dan buitenshuis. Fijn stof kan de woning binnen komen door open ramen en deuren, door kieren en spleten en via het ventilatiesysteem van de woning. Bij binnendringen door open ramen en deuren zullen de eigenschappen van het opgeladen fijn stof niet worden gewijzigd. Bij binnendringen door naden en kieren zullen vooral de geladen fijnstofdeeltjes door elektrostatische krachten deponeren. De gemiddelde lading op de fijnstofdeeltjes binnen zal hierdoor lager worden. Ook de grotere deeltjes zullen minder gemakkelijk binnen komen. Als de buitenlucht door een ventilatiesysteem wordt aangezogen zal het fijn stof ingrijpend worden beïnvloed. Door wrijving en het toepassen van filters zal er weinig of geen correlatie meer bestaan tussen de oorspronkelijke eigenschappen van het fijn stof buiten en binnen. Dit geldt voor de grootteverdeling en voor de ladingsverdeling van de deeltjes. Een extra complicatie is dat de fijnstofconcentraties in binnenlucht als gevolg van roken, verwarming en ophoping van radon, meestal groter zijn dan buiten. Het belang van de geladen fijnstofdeeltjes afkomstige van corona-ontladingen zal daardoor binnen afnemen. Samengevat komt het er op neer dat de extra lading die fijnstofdeeltjes door corona-ontladingen kunnen krijgen bij de overgang van buiten naar binnen in belang zal afnemen. Omdat mensen zich in West-Europa veel vaker binnen bevinden dan buiten, betekent dit een reductie van de blootstelling aan extra geladen fijnstofdeeltjes.

Conclusie

Corona-ontladingen kunnen leiden tot 'wolken' geladen deeltjes die door de wind tot ver van de hoogspanningslijnen worden getransporteerd. Deze wolken zijn in verschillende onderzoeken aangetoond, direct door meting van het aantal geladen deeltjes of indirect door het meten van de verandering van het natuurlijke elektrische veld. De meeste onderzoekers vinden een overschot aan positieve deeltjes, met een typische concentratie van 3 $\cdot 10^9$ ionen/m^3. Binnenshuis zal de gemiddelde lading op fijnstofdeeltjes ten gevolge van corona-ionen lager zijn dan buitenshuis. De ladingswolken worden tot op enkele honderden meters afstand benedenwinds van de hoogspanningslijnen waargenomen. In uitzonderingsgevallen is de invloed van de corona-ontladingen op het elektrische veld tot op kilometers van de hoogspanningslijn meetbaar.

4.6 Depositie van (geladen) fijnstofdeeltjes in luchtwegen en longen

Inleiding
De depositie van fijnstofdeeltjes wordt in eerste instantie bepaald door de grootte van de deeltjes (zie Figuur 5). De zeer kleine en de grote deeltjes (onder 0,1 µm of boven 1 µm) worden efficiënt in de neus afgevangen. Van deze deeltjes komen er zeer weinig in de diepere luchtwegen en de longen terecht. Als de grote of kleine deeltjes toch de longen bereiken, deponeren ze vrijwel volledig. Voor fijnstofdeeltjes van deze grootte zijn er dus zeer weinig mogelijkheden om de depositie in longen of luchtwegen door extra lading op de deeltjes te verhogen. Als er al een effect van lading zou zijn, dan werkt dat verlagend op depositie in de longen, omdat de extra geladen deeltjes door het neusslijmvlies extra worden aangetrokken en meer neerslaan. Anders is de situatie voor fijnstofdeeltjes met een diameter tussen 0,1 en 1 µm. Deze deeltjes dringen gemakkelijk door in de diepere luchtwegen en in de longen en longblaasjes, maar de depositie van deeltjes met deze grootte is gering. De meeste deeltjes worden gewoon weer uitgeademd. De laagste depositie diep in de longen bedraagt 8,5% voor deeltjes van 0,4 µm [2]. Voor deeltjes tussen 0,1 en 1 µm is er daarom veel ruimte om de depositie in diepere luchtwegen en longen te verhogen. Als de lading op fijnstofdeeltjes de depositie in de longen beïnvloedt, zal het vooral om deeltjes van deze grootte gaan.

Lading en depositie
Lading kan op twee manieren de depositie van fijnstofdeeltjes beïnvloeden. Allereerst doordat deeltjes met gelijksoortige lading elkaar onderling afstoten. Hierdoor botsen meer deeltjes tegen de wand van luchtwegen en longen en zullen blijven plakken. Dit effect treedt alleen op bij hoge deeltjesconcentraties. Onder normale atmosferische omstandigheden leidt dit effect niet tot verhoogde depositie [2]. Een tweede effect ontstaat doordat een geladen deeltje bij een geleidend oppervlak, zoals de wand van de longblaasjes, een elektrostatische aantrekkingskracht ondervindt. De grootte van de aantrekkende kracht is gelijk aan de aantrekkingskracht van een even grote, tegengestelde lading die even ver achter het geleidende oppervlak ligt, de zogenaamde beeldlading. Gezien de lage depositie onder normale atmosferische omstandigheden van deeltjes tussen 0,1 en 1 µm zou extra lading op deze manier tot extra depositie in de longen kunnen leiden. Onderzoek naar het effect van lading op depositie in de luchtwegen en longen loopt al enkele decennia (zie Cohen et al. [43] voor een overzicht). Hieronder wordt ingegaan op het onderzoek dat is uitgevoerd met vrijwilligers en met proefdieren, theoretisch onderzoek en experimenteel onderzoek met een metalen mal van de bovenste luchtwegen.

Vrijwilligers
Bij een onderzoek naar depositie in de neus werd geen verandering gevonden bij een verlaging van de lading op polystyreen aerosolen (2-9 µm) van 20-50e naar 3-12e [44]. Melandri et al. [45] toonden aan dat de depositie van wasdeeltjes tussen 0,3 en 1,1 µm met een factor 15-30 toenam als de wasdeeltjes opgeladen werden met 30e tot 110e per wasdeeltje. Dit onderzoek bevestigde ook dat de verhoging van depositie vooral door elektrostatische krachten wordt bepaald en niet door de deeltjesconcentratie. Een tweede onderzoek concretiseerde de hoeveelheid extra lading die nodig is om de depositie te verhogen [46]. Voor deeltjes van 0,3 µm bleek minimaal een extra lading van 9e nodig. Voor deeltjes van 0,6 en 1 µm was dat minimaal 20e. Met dezelfde methodiek toonden Prodi en Mularoni aan dat de extra depositie alleen afhing van elektrostatische krachten en niet van de individuele vrijwilliger of van de deeltjesconcentratie [47]. In dat onderzoek bleek ook een extra lading van minimaal 9e nodig om de depositie te verhogen voor deeltjes van 0,3-1,0 µm.

Proefdieren
Proefdieronderzoek aan konijnen, ratten en muizen ondersteunt de resultaten die gevonden zijn met vrijwilligers. De onderzochte 'fijnstofdeeltjes' lopen sterk uiteen, van kobalt tot asbestvezels, maar in alle situaties werd een hogere depositie in de longen gevonden als de lading van de deeltjes hoger wordt. De in de experimenten toegepaste ladingsverhoging was substantieel, variërend van 8e tot 1000e [43].

Theoretisch onderzoek
Er zijn ook theoretische onderzoeken naar de invloed van lading van fijnstofdeeltjes op depositie in de luchtwegen uitgevoerd [48, 49, 2]. Yu berekende de minimale extra lading die nodig is om de depositie van fijnstofdeeltjes te verhogen. Voor deeltjes van 0,3 en 1 µm was er volgens zijn berekeningen tussen de 10e en 50e aan extra lading per deeltje nodig [48]. Volgens Bailey et al. [49] is de lading van fijnstofdeeltjes onder normale atmosferische omstandigheden te laag om depositie te beïnvloeden. Door de lading te verhogen kan de depositie worden verhoogd. De grootte van de ladingstoename kan worden gebruikt om de deeltjes in een bepaald gebied van de diepere luchtwegen of longen te laten deponeren. Ook in dit onderzoek zijn ladingsverhogingen met enkele tientallen keren de elementaire lading nodig.

Experimenteel onderzoek aan een metalen mal van luchtwegen
Er is experimenteel onderzoek gedaan naar depositie van geladen deeltjes in een metalen mal van de bovenste luchtwegen [50, 51, 43, 52]. Deze mal wordt gemaakt op basis van longen afkomstig van een autopsie. Een dergelijke mal bevat de luchtpijp, hoofdbronchiën en een aantal vertakkingen tot trachea met een diameter van ongeveer 3 mm. Lucht stroomt door de mal en de depositie in de 'luchtwegen' wordt bepaald uit de verschillen in fijnstofdeeltjes in de in- en uitstromende lucht. Chan [50] vond een verhoogde depositie van 2-7 µm deeltjes bij extra ladingen tussen 360e en 1100e. Deze waarden zijn waarschijnlijk zo hoog omdat de wanden van zijn mal bestaan uit niet-geleidend plastic met een oliefilm [43]. In de twee recentste onderzoeken op dit gebied gebruikten Cohen et al. een goed geleidende mal gemaakt van een metaallegering [51, 52]. Zij vonden een duidelijke verhoging van de depositie in de luchtwegmal voor de ultrafijne deeltjes met een relatief kleine extra lading van 1e. Voor 0,05 µm deeltjes bedroeg de verhoging (ten opzichte van ongeladen deeltjes) ruim een factor 5, voor 0,125 µm deeltjes een factor 6. Het model van de luchtwegen dat Cohen et al. gebruikten, vormt geen realistische benadering van het ademhalingsstelsel. Daarom kunnen deze resultaten niet zonder meer naar effecten op de mens worden vertaald. Cohen et al. merkten zelf op dat daarvoor nog een aantal cruciale verbeteringen nodig zijn. Allereerst zou zijn 'doorstroommodel' moeten worden veranderd in een model waar de lucht instroomt, tot stilstand komt en weer uitstroomt. Daarnaast zou de stroomsnelheid van de lucht tijdens in- en uitstromen hoger moeten worden. Ook zouden vochtigheid en temperatuur van de lucht beter bij de werkelijke situatie moeten aansluiten.

Schattingen voor de extra depositie
Hoe groot de extra depositie in de longen in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen zou kunnen zijn, is op dit moment niet in te schatten. De meeste onderzoeken gebruikten veel grotere ladingstoevoegingen dan op grond van corona-ontladingen verwacht mogen worden en de gegevens van Cohen kunnen niet voor het schatten van effecten op de mens worden gebruikt [52]. Ten slotte zou voor een goede schatting nauwkeurige informatie over de grootte en ladingsverdeling van de fijnstofdeeltjes nodig zijn.

Ondanks deze ontbrekende informatie leidden Henshaw en Fews uit de gegevens van Cohen toch een kwantitatieve schatting af voor effecten in de mens [33, 2]. Zij postuleerden een toename van depositie in de longen als gevolg van corona-ontladingen tussen 20% en 60%, benedenwinds van een

hoogspanningslijn vergeleken met bovenwinds. Naar oordeel van het RIVM kunnen de resultaten van Cohen niet gebruikt worden voor een realistische schatting voor effecten bij mensen (zie hierboven). De schatting van 20-60% extra depositie in de longen van omwonenden van hoogspanningslijnen heeft daarom een speculatief karakter.

De NRPB [2] belichtte de depositie nog uit een andere invalshoek. Op grond van de deeltjesgrootte waarbij depositie het laagste is, werd een theoretisch maximum voor de depositieverhoging berekend. Dit leverde een geschatte maximale depositieverhoging in de longen met een factor 12 (op grond van een minimale depositie van 8,5% bij 0,4 µm). Voor deeltjes tussen 0,1 en 1 µm gaf NRPB aan dat de potentiële verhoging een factor 3-10 bedraagt (zie bijvoorbeeld Figuur 12 in [2]). De NRPB merkte zelf op dat deze waarde moet worden gezien als een theoretisch, niet realistisch maximum. Door allerlei factoren (deeltjes met andere grootte, geen depositieverhoging door extra lading op deeltjes boven de 0,3 µm) kan een dergelijk hoge factor in de praktijk nooit worden gehaald. De theoretische beschouwing van de NRPB, die niet door metingen bij mensen worden ondersteund, is naar inschatting van het RIVM niet geschikt voor een realistische schatting van de extra depositie in longen van omwonenden van een bovengrondse hoogspanningslijn.

Inhalatiemodellen
De gebruikelijke inhalatiemodellen zoals het ICRP-model en het MPPD bieden geen mogelijkheid om de extra depositie door toevoegen van lading te schatten. De lading van de fijnstofdeeltjes is geen apart te variëren parameter in deze modellen. Uitbreiden van deze modellen met ladingseffecten op depositie van fijnstofdeeltjes is een onderzoeksproject op zich. In principe is het mogelijk de invloed van extra geladen fijnstofdeeltjes met een relatief kleine extra lading op de depositie in de longen bij vrijwilligers te meten. Dergelijke technisch en organisatorisch ingewikkelde onderzoeken zijn niet in de wetenschappelijke literatuur gepubliceerd. Keitch presenteerde in 2004 een ontwerp voor een 'mechanische long' die in staat zou zijn 'longdepositie' in de buurt van hoogspanningslijnen beneden- en bovenwinds direct te meten [53]. De mechanische long wordt nog steeds verder ontwikkeld, maar wetenschappelijke publicaties zijn nog niet verschenen [54]. Paul Keitch is in een e-mail benaderd voor extra informatie. Hij antwoordde dat de mechanische long nog steeds verder ontwikkeld wordt. Een ingestuurd artikel met depositiemetingen is afgewezen en wordt op dit moment, aan de hand van de opmerkingen van de referenten, herschreven [54].

Conclusies
Als er meer dan tien elementaire ladingen extra op de fijnstofdeeltjes van 0,3-1µm wordt gebracht, is in vrijwilligers en proefdieren aangetoond dat de longdepositie toeneemt. Bij geringere ladingstoevoegingen werd voor deeltjes van die grootte geen verhoogde depositie gemeten. Omdat de waargenomen ladingsverhoging door corona-ontladingen relatief klein is (de gemiddelde extra lading per deeltje varieert van 0,1 tot 0,9 elementaire lading), is het optreden van extra depositie van fijnstofdeeltjes (diameter rond 0,1 µm) als gevolg van corona-ontladingen in de buurt van een hoogspanningslijn op dit moment niet aannemelijk gemaakt. Een betrouwbare kwantitatieve schatting voor de verhoging van de depositie is op dit moment niet mogelijk. De depositie in de longen van grotere deeltjes (diameter boven 0,3 µm) of kleinere deeltjes (diameter onder 0,1 µm) wordt vrijwel zeker niet door corona-ontladingen beïnvloed.

rivm

4.7 Depositie van (geladen) fijnstofdeeltjes op de huid

4.7.1 Ladingseffecten dichtbij een hoogspanningslijn

Inleiding

Geladen fijnstofdeeltjes met een diameter onder 0,05 µm kunnen in het elektrische veld onder een hoogspanningslijn met een amplitude van enkele centimeters gaan oscilleren [4.4]. Dat betekent dat voor deze deeltjes, buitenshuis, extra depositie door oscillatie direct onder een bovengrondse hoogspanningslijn op theoretische gronden mogelijk is.

Ongebonden radondochters

Onderzoek naar depositie van kleine fijnstofdeeltjes richt zich vooral op (ongebonden) vervalproducten van radon omdat deze kleiner zijn dan 0,05 µm en omdat extra depositie meer radioactiviteit op de huid kan brengen. Omdat de radonconcentratie buitenshuis lager is dan binnenshuis en mensen in Noordwest Europa het overgrote deel van hun tijd binnen doorbrengen, is het de vraag of deze extra depositie gevolgen heeft voor de gezondheid [55]. Fews schatte op basis van niet gepubliceerde metingen dat voor iemand die 10% van de tijd buitenshuis direct onder een hoogspanningslijn verblijft de dosis op de basale laag van de gezichtshuid 1,2 - 2 keer zo hoog is ten gevolge van straling afkomstig van polonium-214 en polonium-218 [56]. Hij zag een mogelijk verband met huidkanker omdat de α-deeltjes afkomstig van polonium-214 de basale laag van de huid, waar bepaalde huidtumoren hun oorsprong vinden, kunnen bereiken [17]. Op grond van deze waarden schatte Henshaw een 20% hoger risico op huidkanker binnen een strook van 25 m ter weerszijden van een bovengrondse hoogspanningslijn. Dit onderzoek [56] is sterk bekritiseerd. McLaughlin and Gath hebben de activiteit van radondochters in de buurt van een 400 kV hoogspanningslijn gemeten, zowel in lucht als in depositie [57]. Zij vonden geen effect van de afstand tot de hoogspanningslijn op de totale gedeponeerde radioactiviteit van radondochters. Een opvallende bevinding van McLaughlin is dat de radioactiviteit van polonium-210 op een glazen hoogspanningsisolator van 36 jaar oud verhoogd was op het gedeelte dat in contact had gestaan met de buitenlucht. Dit wijst juist op het wegvangen van radondochters door de hoogspanningslijn. Ook Miles en Algar hebben de concentratie van radondochters direct onder een 400 kV hoogspanningslijn en op 60 m afstand gemeten [58]. Zij vonden geen verschil tussen de beide meetlocaties, maar de cruciale factor depositie is in hun onderzoek niet gemeten.

Andere fijnstofbestanddelen

Chemische verontreiniging bestaat vrijwel uitsluitend uit deeltjes groter dan 0,05 µm. De depositie van die deeltjes op de huid zal nauwelijks door het elektrische veld van de hoogspanningslijn worden beïnvloed. Ook in de bovenste luchtwegen zal depositie nauwelijks door oscillatie worden beïnvloed [2]. Het elektrische veld in het lichaam is daarvoor te laag, ruwweg een factor 10.000 lager dan het externe veld [36, 59] [4].

Fews [56] gaat er als enige van uit dat oscillatie ook voor grotere deeltjes belangrijk is. Hij gaf aan dat als turbulentie in de grenslaag lucht-huid en de lokale verstoring van het elektrische veld in de berekening worden meegenomen, er een significant verhoogde depositie is van fijnstofdeeltjes tussen 0,001 en 10 µm. De modelberekeningen waaruit hij dit afleidde, werden ondersteund door meting van verhoogde depositie op geaarde, gladde metalen bollen van 20 cm diameter. Voor aan aerosolen gekoppeld polonium-218 bedroeg de extra depositie onder een 400 kV lijn een factor 2-2,9. Voor

[4] Ondanks de zeer lage elektrische veldsterkte in de bovenste luchtwegen acht Henshaw extra depositie toch mogelijk.

aerosolen met polonium-214 is de extra depositie onder een 275 kV lijn 1,4 keer zo hoog. De depositie van gebonden polonium-214 onder een 132 kV lijn was niet significant verhoogd.

Het hiervoor genoemde artikel van Fews is van veel kanten bekritiseerd. Swanson en Jeffers [60, 26] vinden de waarden van de parameters die Fews in zijn modellering gebruikt onrealistisch. In hun visie is de berekening voor de ultrafijne fractie in orde, maar voor de grotere deeltjes niet. Dit komt omdat voor de grotere deeltjes de beweging ten gevolge van turbulentie belangrijker is dan de oscillaties met zeer kleine amplitude in het elektrische veld. Daarnaast hebben Swanson en Jeffers kritiek op het gladde oppervlak van de bollen dat qua textuur niet met de menselijke huid overeenkomt. Ondanks deze kritiekpunten gaat de NRPB [2] ervan uit dat de luchtstroom rond de gebruikte bollen grofweg vergelijkbaar is met die rond een hoofd.

In een recent onderzoek heeft Jeffers de berekeningen van Fews [61] nogmaals geëvalueerd. Hij toonde met modelberekeningen aan dat de door Fews gevonden extra depositie voor alle deeltjesgroottes een artefact is. Dit artefact ontstond doordat Fews uitgaat van isotherme bollen op omgevingstemperatuur. Als in het model wordt ingebouwd dat de huid meestal aanzienlijk warmer is dan de omgeving, verdwijnt de verhoogde depositie voor grotere deeltjes. Ook in dit artikel benadrukte Jeffers nog eens dat berekeningen aan gladde bollen weinig voorspellende waarde voor levende huid hebben.

Conclusie
Modelberekeningen voorspellen extra depositie van geladen fijnstofdeeltjes (< 0,05 µm) op de huid. Door een verhoogde depositie van radondochters zou meer radioactiviteit op de huid kunnen komen. Metingen van depositie spreken elkaar tegen. Fews meet verhoogde deposities op metalen bollen. Andere auteurs vinden geen verhoogde depositie van radondochters op de huid in de buurt van een hoogspanningslijn. Ook over mogelijke gezondheidseffecten bestaat geen consensus. Fews gaat uit van een verhoging van het risico op huidkanker. Andere onderzoekers niet, allereerst omdat ze geen verhoogde depositie vinden of omdat de extra dosis ten opzichte van die door blootstelling aan radonvervalproducten binnenshuis, als zeer laag wordt beoordeeld. Op dit moment is extra depositie door opladen van fijnstofdeeltjes op de huid of een verhoogd risico op huidkanker direct onder een hoogspanningslijn niet aannemelijk.

4.7.2 Ladingseffecten op grotere afstand

Op grotere afstand van een hoogspanningslijn valt de invloed van het elektrische veld weg en zullen de fijnstofdeeltjes niet oscilleren. Eventuele extra depositie op de huid kan dan alleen worden veroorzaakt door de extra lading op de fijnstofdeeltjes. Onder veel omstandigheden (voldoende vocht, geen statische oplading) kan de huid als een geaarde geleider worden beschouwd die de geladen deeltjes aantrekt. Omdat de extra lading op de fijnstofdeeltjes klein is (zie paragraaf 4.3), zal de elektrostatische aantrekkingskracht tussen huid en fijnstofdeeltje ook relatief klein zijn. Vanwege de grotere traagheid van de grote deeltjes zullen het vooral kleine fijnstofdeeltje zijn die extra zouden kunnen deponeren. In de buitenlucht moet de verplaatsing van de fijnstofdeeltjes door de elektrostatische aantrekkingskracht concurreren met de verplaatsing door de wind. Miles [62] toonde aan dat wind op zichzelf, afgezien van ladingseffecten, een sterke invloed heeft op depositie op de huid. In lucht die beweegt met een windsnelheid van 1 m/s neemt de depositie van radondochters op de huid toe met een factor twee tot acht, vergeleken met stilstaande lucht. Windsnelheden onder de 1 m/s komen slechts weinig voor. Feitelijk zal de radondepositie als gevolg van de wind buitenshuis de extra radondepositie ten gevolge van lading overheersen.

rivm

Conclusie
Op grotere afstand van een hoogspanningslijn zal een kleine extra lading op fijnstofdeeltjes (circa 1e) zeer waarschijnlijk niet tot extra depositie op de huid leiden.

4.8 Epidemiologisch onderzoek

Inleiding
Er is uitgebreid gezondheidsonderzoek gedaan naar mensen die blootgesteld worden aan elektromagnetische velden in de buurt van hoogspanningslijnen, door het gebruik van elektrische apparaten of in arbeidssituaties. In de onderzoeken bij bovengrondse hoogspanningslijnen is ontwerp en uitvoering er op gericht de invloed van magnetische of elektrische velden op de gezondheid te evalueren. Meestal wordt een groep mensen die binnen een bepaalde afstand van de hoogspanningslijn (of boven een bepaalde sterkte van het elektrische of magnetische veld) woont, vergeleken met een controlegroep ver van de hoogspanningslijn, buiten de invloed van de magnetische en elektrische velden. Deze epidemiologische onderzoeken worden hier 'algemene onderzoeken' genoemd. Met betrekking tot fijn stof zijn deze onderzoeken geschikt om uitspraken te doen over gezondheidseffecten dichtbij hoogspanningslijnen die door oscillatie van geladen deeltjes zouden kunnen ontstaan. Voor uitspraken over mogelijke effecten van extra lading op door de wind meegevoerd fijnstofdeeltjes op de gezondheid zijn deze 'algemene onderzoeken' veel minder geschikt. Daarvoor zou een groep mensen die (bij de overheersende windrichting) benedenwinds van de hoogspanningslijn woont vergeleken moeten worden met een groep die bovenwinds woont. Dit laatste type onderzoek noemen we hier 'windrichtingspecifieke onderzoeken'. Dit onderzoek is natuurlijk alleen zinvol als er in een bepaald gebied inderdaad een duidelijke voorkeursrichting voor de wind is. Op dit moment zijn er tientallen 'algemene onderzoeken' gepubliceerd, maar zijn er geen 'windrichtingspecifieke onderzoeken' gepubliceerd. Door hun ontwerp hebben de algemene onderzoeken veel minder onderscheidend vermogen om effecten van geladen fijn stof aan te tonen. Anders gezegd: eventuele gezondheidseffecten van extra geladen fijn stof kunnen door dit type onderzoek niet worden aangetoond.

Algemene onderzoeken
De epidemiologische onderzoeken op het gebied van elektromagnetische velden en gezondheid zijn in 2002 geëvalueerd door het 'International Agency For Research on Cancer' [63]. In juni 2007 is deze evaluatie door de World Health Organisation (WHO) geactualiseerd [3]. Een breed scala aan mogelijke gezondheidseffecten is beoordeeld: depressie, zelfmoord, ziekte van Alzheimer, ziekte van Parkinson, amyotrofische lateraal sclerose, cardiovasculaire aandoeningen, verstoorde embryonale ontwikkeling en kanker. Met betrekking tot kanker gaat het in de buurt van hoogspanningslijnen vooral om leukemie, borstkanker en hersentumoren, maar ook andere vormen van kanker, waaronder huidkanker worden meegenomen. De WHO bevestigt de eerder gevonden associatie tussen magnetische velden bij bovengrondse hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen. Een oorzakelijk verband is, ook in deze evaluatie, niet aangetoond. Voor de bevolking wordt voor geen van de andere ziektes en aandoeningen een verband gevonden met de aanwezigheid van bovengrondse hoogspanningslijnen. Dat betekent dat er voor ziektes die mogelijk verband houden met blootstelling aan (extra geladen) fijnstofdeeltjes zoals huidkanker, hart- en vaatziekten, luchtwegaandoeningen en longkanker geen epidemiologische onderbouwing is.

Windrichting specifieke onderzoeken
Om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen over gezondheidseffecten van door wind meegevoerd fijn stof is specifiek epidemiologisch onderzoek nodig. Een eerste aanzet is gegeven in het onderzoek van Draper [64]. Hij verdeelde de totale groep van kinderen die leukemie hebben gekregen op basis

van de overheersende zuidwestenwind in een benedenwindse en bovenwindse groep. Voor deze classificatie gebruikte hij een door Preece aangeraden methode [64]. Draper vond geen hoger risico op leukemie in de benedenwindse groep kinderen vergeleken met de bovenwindse.

Preece heeft in 2001 de voorlopige resultaten van een windrichting specifiek onderzoek gepresenteerd [65]. Van elk adres in de regio Avon waar een geval van kanker is geregistreerd, werd bepaald of het binnen 400 meter benedenwinds van een bovengrondse hoogspanningslijn ligt [5]. Als dat niet het geval was, werd het adres ingedeeld in de bovenwindse groep. Preece beschouwde in het pilot-onderzoek gevallen van kanker van de mond, luchtwegen, maag en darm. Hij vond een significant verhoogd risico op kanker van mond en luchtwegen in de benedenwindse groep. Het risico op maag en darmkanker was niet verhoogd. Door deze pilot uit te breiden tot de volledige kankerregistratie in het zuiden en westen van Engeland kan het onderscheidend vermogen van het onderzoek worden vergroot. Ook de bias tussen de benedenwindse en bovenwindse groepen met betrekking tot leeftijd en sociaaleconomische status kan op die manier worden geëlimineerd. Echter dit uitgebreide onderzoek is niet gepubliceerd. Bij navraag per e-mail antwoordde Preece dat de publicatie nog in bewerking is [66]. De belangrijkste ontwikkelingen zijn dat de methode om de meteorologische gegevens op te nemen aanzienlijk verbeterd is en dat de gegevens van het zuiden en het westen van Engeland inderdaad zijn toegevoegd (totaal 4,9 miljoen personen). In zijn e-mail geeft Preece aan dat uit deze verbeterde analyse geen verschillen meer komen in het risico op kanker van mond en luchtwegen of longen tussen de boven- en benedenwindse groep.

Een ander Brits onderzoek waarvan de resultaten nog niet bekend zijn, is het onderzoek van Toledano et al. [67]. Daarin wordt de mogelijke associatie onderzocht tussen gedeponeerde of geïnhaleerde geladen deeltjes benedenwinds van hoogspanningslijnen en het extra risico op huidkanker (niet-melanomen) en kankers aan de luchtwegen (in het bijzonder de mond) en longen.

Conclusie
De algemene epidemiologische onderzoeken geven geen indicatie dat er dichtbij hoogspanningslijnen extra gezondheidsrisico's optreden, met uitzondering van leukemie bij kinderen. Deze algemene onderzoeken zijn niet toegesneden op het aantonen van effecten van extra geladen fijn stof. Het aantal gepubliceerde onderzoeken waarin specifiek naar de invloed van door de wind verspreid extra geladen fijn stof op de gezondheid in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen wordt gekeken is op dit moment onvoldoende om conclusies over mogelijke gezondheidseffecten te kunnen trekken.

[5] De bruikbaarheid van het onderzoek wordt beperkt omdat Preece niet aangeeft of en hoe bij deze indeling met de variabiliteit van windsnelheid en windrichting rekening gehouden wordt.

rivm

5 Discussie en conclusies

5.1 Inleiding

Door de hoge spanning op de draden van een bovengrondse hoogspanningslijn ontstaat een elektrisch veld dat soms lokaal zo sterk is dat er doorslag in de lucht optreedt. Bij een dergelijke corona-ontlading worden ionen gevormd die hun lading gedeeltelijk aan het fijn stof in de lucht kunnen overdragen. Deze extra geladen fijnstofdeeltjes worden door de wind in de omgeving van de hoogspanningslijn verspreid. Dit literatuuronderzoek gaat over de vraag of deze extra lading afkomstig van de corona-ontladingen het risico op gezondheidseffecten van het aanwezige fijn stof voor de omwonenden vergroot. Het gaat in dit rapport niet over de algemene effecten van fijn stof op de mens, maar specifiek over de invloed van bovengrondse hoogspanningslijnen op deze effecten.

5.2 Discussie

Bovengrondse hoogspanningslijnen als mogelijke bron van fijn stof
Geen van de geëvalueerde publicaties wijst er op dat bovengrondse hoogspanningslijnen of het optreden van corona-ontladingen bij die hoogspanningslijnen fijn stof kunnen produceren. Alle onderzoeken betreffen een mogelijke beïnvloeding van het fijn stof dat al in de buurt van de hoogspanningslijn aanwezig is. Bovengrondse hoogspanningslijnen zijn zelf geen bron van fijn stof.

Corona-ontladingen en depositie van fijnstofdeeltjes
Henshaw en Fews hebben een mechanisme voorgesteld waardoor corona-ontladingen via beïnvloeding van fijn stof tot extra gezondheidseffecten zouden kunnen leiden. Dit mechanisme valt uiteen in een aantal stappen (zie Figuur 6). Voor de stappen 'het ontstaan van corona-ontladingen', 'de overdracht van lading op fijnstofdeeltjes' en de 'verspreiding van deze extra geladen fijn stofdeeltjes door de wind' is voldoende experimentele ondersteuning. De stap 'oscillatie van geladen deeltjes onder een hoogspanningslijn' is op theoretische gronden aannemelijk, maar direct experimenteel bewijs ontbreekt. Met betrekking tot de laatste stap, of extra lading op het fijn stof ook werkelijk tot extra depositie in de longen en luchtwegen of op de huid leidt, is de situatie ingewikkelder.

<u>Luchtwegen</u>
De extra lading die door corona-ontladingen op fijnstofdeeltjes kan worden gebracht is waarschijnlijk onvoldoende om tot extra depositie in de longen te leiden. Modelberekeningen wijzen er op dat er voor extra depositie in de longen minimaal een ladingsverhoging met ongeveer 10 elementaire ladingen nodig is. Zulke grote ladingstoevoegingen ontstaan niet door corona-ontladingen bij bovengrondse hoogspanningslijnen. Uit de wetenschappelijke onderzoeken volgt dat de gemiddelde hoeveelheid extra lading die fijnstofdeeltjes door corona-ontladingen kunnen krijgen varieert van 0,1 tot 0,9 elementaire lading. Er is één onderzoek dat voor dergelijke ladingsverhoging wel extra depositie rapporteerde [43]. In een metalen mal van de luchtwegen bleek toevoegen van één elementaire lading aan fijnstofdeeltjes met diameter rond de 0,1 µm de depositie met een factor vijf te verhogen. Dit onderzoek wordt niet ondersteund door proefdier- of vrijwilligersonderzoek. Omdat het model op essentiële punten van het (menselijk) ademhalingsstelsel verschilt, is de voorspellende waarde voor effecten op de mens twijfelachtig.

Als er veel extra lading op fijnstofdeeltjes wordt gebracht, meer dan ongeveer 10 elementaire ladingen gemiddeld per deeltje, is in menselijke vrijwilligers en proefdieren aangetoond dat de longdepositie toeneemt. Dit geld vooral voor deeltjes van rond de 0,1 µm. Grotere deeltjes (> 0,3µm) en kleinere deeltjes (< 0,1µm) worden in de neus en bovenste luchtwegen gefilterd en bereiken de longen niet. Bij lagere ladingstoevoegingen wordt geen verhoogde depositie gemeten.

Huid
Direct onder de hoogspanningslijn gaan geladen fijnstofdeeltjes in het elektrische veld oscilleren. Dat kan op theoretische gronden tot extra depositie op de huid leiden. Metingen van deze extra depositie zijn tegenstrijdig. Fews mat extra depositie van radonvervalproducten op metalen bollen, maar andere onderzoekers vonden geen verhoogde depositie op de huid. Verder weg van de hoogspanningslijn zal een kleine extra lading op fijnstofdeeltjes (circa 1e) zeer waarschijnlijk niet tot extra depositie op de huid leiden.

Samenvattend
Op basis van de huidge kennis is niet aannemelijk gemaakt dat corona-ontladingen in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen tot extra depositie van fijn stof in longen, luchtwegen of op de huid leiden. Het door Henshaw en Fews voorgestelde mechanisme, hoewel theoretisch mogelijk, wordt niet door experimentele gegevens ondersteund.

Epidemiologische ondersteuning voor gezondheidseffecten van corona-ontladingen
Het algemene epidemiologische onderzoek naar de gezondheid van mensen die in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijn wonen, wijst alleen op een hoger risico voor leukemie bij kinderen. Een verband tussen wonen in de buurt van een hoogspanningslijn en het extra voorkomen van ziektes die met fijn stof worden geassocieerd, is niet waargenomen. Omdat dit type epidemiologisch onderzoek geen rekening houdt met de heersende windrichting zijn deze algemene onderzoeken niet optimaal om effecten van de combinatie van corona-ontladingen en fijn stof aan te tonen. Er is één onderzoek gepubliceerd waarin, achteraf, wel met de heersende windrichting rekening is gehouden; daarin werd geen verschil in leukemierisico gevonden tussen groepen kinderen die boven- of benedenwinds van een bovengrondse hoogspanningslijn wonen [64]. In niet-gepubliceerd onderzoek van Preece werd geen verhoogd risico benedenwinds gevonden [66]. Op dit moment loopt in het Verenigd Koninkrijk een omvangrijk onderzoek naar huidkanker en kanker van luchtwegen en longen benedenwinds van bovengrondse hoogspanningslijnen [Toledano, 67].

Samenvattend
Het bestaande epidemiologische onderzoek levert geen aanwijzing voor gezondheidsrisico's door extra geladen fijn stof. Het aantal gepubliceerde onderzoeken waarin specifiek naar de invloed van door de wind verspreid extra geladen fijn stof op de gezondheid in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen wordt gekeken, is op dit moment echter onvoldoende om conclusies over mogelijke gezondheidseffecten te kunnen trekken.

Risicoschattingen voor gezondheidseffecten van corona-ontladingen
Ondanks de leemten in kennis (zie paragraaf 5.4) maakten NRPB en WHO de stap naar een risicoschatting[6]. Hun conclusie dat het onwaarschijnlijk lijkt dat corona-ontladingen meer dan een klein effect hebben op het langetermijngezondheidsrisico geassocieerd met fijn stof, zelfs in de meest

[6] NRPB en WHO formuleren hun (kwalitatieve) risicoschatting als:
NRPB: However, it seems unlikely that corona ions would have more than a small effect on the long-term health risks associated with particulate air pollutants even in the individuals who are most affected
WHO: However, it seems unlikely that corona ions will have more than a small effect, if any, on long-term health risks even in the individuals who are most exposed

rivm

blootgestelde groep, geeft duidelijk aan hoe onzeker deze risicoschatting is. Ook zijn de gebruikte termen 'onwaarschijnlijk' en 'meer dan een klein effect' weinig specifiek.

Henshaw maakte ook de stap naar een meer kwantitatieve risicoschatting voor gezondheidseffecten in de buurt van hoogspanningslijnen door verhoogde blootstelling aan fijn stof [24]. Hij nam een oorzakelijk verband aan tussen corona-ontladingen en gezondheidseffecten. Daarbij ging hij uit van 30% extra depositie van (geladen) fijn stof in de longen en een toename met 30% van de kans op ziekte in een groep die benedenwinds, binnen 400 meter, van een hoogspanningslijn woont. Deze aanpak leidde voor het Verenigd Koninkrijk tot een schatting van 200 tot 400 extra gevallen van longkanker, 2000 tot 3000 gevallen van andere aan luchtverontreiniging gerelateerde ziekten en 17 extra gevallen van huidkanker. De aannames die Henshaw deed van een oorzakelijk verband tussen corona-ontladingen en gezondheidseffecten en van een 30% verhoogde ziektelast tot 400 m benedenwinds van de hoogspanningslijn zijn onbewezen en steunen niet op gevalideerde wetenschappelijke gegevens. Daarom is deze kwantitatieve risicoschatting onbetrouwbaar en onvoldoende onderbouwd.

Omvang van de blootgestelde groep
Er zijn grote verschillen in de manier waarop omwonenden van een bovengrondse hoogspanningslijn worden blootgesteld aan magnetische velden en aan fijn stof dat door corona-ontladingen extra lading heeft gekregen. Een aantal van die verschillen leiden bij corona-ontladingen vergeleken met magnetische velden tot een kleinere blootgestelde groep. Andere verschillen kunnen tot vergroting van de blootgestelde groep leiden.

Vergeleken met de blootstelling aan magnetische velden kan de groep die is blootgesteld aan extra geladen fijn stof als gevolg van corona-ionen kleiner uitvallen omdat:
- corona-ontladingen bij een hoogspanningslijn slechts gedurende een gedeelte van de tijd optreden. Magnetische velden zijn bij een hoogspanningslijn in bedrijf altijd aanwezig.
- een hoogspanningslijn is ontworpen om corona-ontladingen te voorkomen. Corona-ontladingen treden daardoor slechts langs een deel van het hoogspanningsnet op. Magnetische velden zijn onvermijdelijk en over de volle lengte van het hoogspanningsnet aanwezig;
- extra geladen fijnstofdeeltjes niet allemaal de woning binnendringen, omdat ze bijvoorbeeld in kieren worden geabsorbeerd. Het belang van een mogelijk effect is daarom binnenshuis kleiner dan in de buitenlucht. Voor magnetische velden is de afscherming door de woning verwaarloosbaar. Effecten van magnetische velden zijn binnenshuis en buitenshuis hetzelfde;
- als er effecten van lading op de depositie van fijn stof in de longen of op de huid zijn, alleen de depositie van een gedeelte van het fijn stof, rond de 0,1 µm, wordt beïnvloed.

Vergeleken met de blootstelling aan magnetische velden kan de groep die is blootgesteld aan extra geladen fijn stof als gevolg van corona-ionen groter uitvallen omdat:
- er in epidemiologisch onderzoek alleen een associatie is gevonden voor leukemie bij kinderen en niet bij volwassenen. Daarom bevat de relevante blootgestelde groep in het geval van leukemie en magnetische velden alleen de kinderen die in de buurt van een hoogspanningslijn wonen. Bij blootstelling aan extra geladen fijn stof behoren zowel kinderen als volwassenen mogelijk tot de groep die risico loopt.
- de reikwijdte van de magnetische velden beperkt is, namelijk ongeveer 100-200 meter. De groep die aan extra geladen fijn stof blootgesteld wordt, kan door invloed van de wind groter zijn. Mogelijk moet hier rekening worden gehouden met afstanden van 500 m tot, in uitzonderingsgevallen, enkele kilometers.

Kinderleukemie versus gezondheidseffecten van corona-ontladingen
Uitgebreid epidemiologisch onderzoek wijst er op dat kinderen die in de buurt van een bovengrondse hoogspanningslijn wonen meer leukemie krijgen. Tussen het onderzoek naar een mogelijk verhoogd risico op kinderleukemie in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen en het onderzoek naar de gezondheidseffecten die mogelijk door corona-ontladingen kunnen ontstaan, bestaan essentiële verschillen:

- De aanwijzingen voor een verband tussen kinderleukemie en wonen bij bovengrondse hoogspanningslijnen volgen uit uitgebreid epidemiologisch onderzoek van goede kwaliteit. Gericht epidemiologisch onderzoek naar een verband tussen het wonen in de buurt van een hoogspanningslijn en een mogelijke toename van de door fijn stof veroorzaakte gezondheidseffecten ontbreekt vrijwel.
- Bij kinderleukemie wijst het epidemiologisch onderzoek op een associatie met het magnetische veld in de buurt van de hoogspanningslijn al is een oorzakelijk verband niet bewezen. Bij mogelijke effecten van fijn stof is vooral het (lokale) elektrische veld van belang.
- Voor het ontstaan van kinderleukemie door magnetische velden is geen mechanisme bekend. Voor mogelijke gezondheidseffecten van extra geladen fijn stof hebben Henshaw en Fews een mechanisme voorgesteld. Volgens dit mechanisme leiden corona-ontladingen via oplading van fijn stof en verspreiding door de wind tot extra depositie in de longen of op de huid. Echter de laatste stap in dit mechanisme - of de extra lading op het fijn stof zoals die in de buurt van een bovengrondse hoogspanningslijn kan voorkomen tot hogere depositie leidt - is niet aannemelijk gemaakt.
- Het onderzoek naar kinderleukemie loopt al meer dan 25 jaar, terwijl de eerste aanzet voor de discussie over de invloed van corona-ontladingen afkomstig van bovengrondse hoogspannings-lijnen op de gezondheidseffecten van fijn stof 10 jaar geleden gegeven werd.
- Het onderzoek naar kinderleukemie is uitgevoerd in een groot aantal groepen verspreid over de Verenigde Staten, Nieuw-Zeeland, Canada, het Verenigd Koninkrijk en de Scandinavische landen. Het onderzoek naar mogelijke gezondheidseffecten van extra geladen fijn stof beperkt zich tot enkele groepen in het Verenigd Koninkrijk.

De aanwijzingen voor een mogelijke invloed van bovengrondse hoogspanningslijnen op het ontstaan van kinderleukemie zijn hierdoor sterker dan die voor mogelijke gezondheidseffecten als gevolg van door corona-ontladingen extra geladen fijn stof.

Stakeholder Advisory Group
In het Verenigd Koninkrijk geeft de *Stakeholder Advisory Group on ELF EMFs (SAGE)* in opdracht van de netbeheerder National Grid een overzicht van zienswijzen van andere beoordelende organisaties, zoals WHO, IARC, HPA en California Department of Health Services. Het Britse ministerie van Volkgezondheid steunt dit initiatief met het oog op de uitwerking van de NRPB-aanbeveling om voorzorgsmaatregelen te overwegen. Naar aanleiding van het verschijnen van het SAGE-rapport [68] zond Henshaw in mei 2007 een open brief aan de Britse minister van Volksgezondheid [69]. In deze brief pleitte hij er voor om de aandacht niet te beperken tot leukemie bij kinderen, maar ook andere effecten te evalueren zoals leukemie bij volwassenen, hersentumoren, miskramen en amyotrofe laterale sclerose. Naar Henshaw's idee is er ook voor deze andere aandoeningen voldoende bewijs om voorzorgsmaatregelen te rechtvaardigen. De mede-opstellers van het SAGE-rapport [68] delen deze visie niet. Zij vinden de bewijzen voor de corona-hypothese zwakker dan die voor de relatie tussen magnetische velden en kinderleukemie.

Henshaw en de corona-hypothese
Henshaw presenteerde de corona-hypothese aanvankelijk als alternatief voor de magnetische velden die volgens IARC mogelijk de verklaring voor een verhoogd risico op kinderleukemie is [63]. Recent heeft

Henshaw onderzocht of verstoring van de melatonine-huishouding de mogelijke oorzaak voor kinderleukemie zou kunnen zijn [70]. Dat artikel ging alleen uit van magnetische velden. Opvallend is dat de corona-hypothese niet wordt genoemd en dat een verwijzing naar Henshaw of Fews als grondleggers van deze hypothese ontbreekt.

Meten van fijn stof
Meting van fijnstofconcentraties (PM_{10}) met het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit zijn belangrijk voor het fijnstofbeleid. Bovengrondse hoogspanningslijnen kunnen door corona-ontladingen de ladingsverdeling op de fijnstofdeeltjes beïnvloeden. Dit kan betekenen dat bij een hoogspanningslijn een andere PM_{10}-concentratie gemeten wordt dan zonder hoogspanningslijn, ook al is in beide gevallen de concentratie in de lucht hetzelfde. Iets soortgelijks geldt ook voor ambulante fijnstofmetingen. De vraag is hoe een veranderde ladingsverdeling de meting van PM_{10} beïnvloedt. Onder meer de configuratie van de monitor (bijvoorbeeld inlaatverwarming), de samenstelling van het fijn stof, de omgevingstemperatuur en de luchtvochtigheid kunnen tot onder- of overschatting van de hoeveelheid fijn stof door de automatische PM_{10}-metingen leiden [71]. Door de extra oplading van fijn stof kan het aantal deeltjes dat op het filter wordt opgevangen groter of kleiner worden, wat tot een andere PM_{10}-waarde zal leiden. Het is met de huidige gegevens niet mogelijk om een schatting te maken van de grootte van deze invloed en zelfs niet of extra lading tot over- of onderschatting van de hoeveelheid fijn stof zal leiden.

5.3 Beantwoording van de onderzoeksvragen

Beïnvloedt de aanwezigheid van een bovengrondse hoogspanningslijn de concentratie van fijn stof in de buurt van de lijn?
Nee. Bovengrondse hoogspanningslijnen produceren zelf geen fijn stof.

Beïnvloedt de aanwezigheid van een bovengrondse hoogspanningslijn de lading van fijnstofdeeltjes?
Ja. Het optreden van corona-ontladingen bij bovengrondse hoogspanningslijnen is duidelijk aangetoond, al komen dergelijke ontladingen slechts gedurende een gedeelte van de tijd langs een gedeelte van het hoogspanningsnet voor. Als gevolg van deze corona-ontladingen worden ionen in de atmosfeer gebracht die hun lading gedeeltelijk aan fijnstofdeeltjes kunnen overdragen. In kwalitatieve zin is het mechanisme waardoor corona-ontladingen ontstaan goed begrepen. Over de kwantitatieve aspecten van corona-ontladingen bij bovengrondse hoogspanningslijnen, bijvoorbeeld waar en wanneer ze optreden, is minder bekend. Hoeveel lading aan het fijn stof wordt overgedragen hangt onder meer af van de deeltjesgrootte. Voor 0,1 µm deeltjes variëren de schattingen van de gemiddelde extra lading per fijnstofdeeltje van 0,1 tot 0,9 elementaire lading. Zonder aanwezigheid van een hoogspanningslijn hebben de 0,1 µm deeltjes een gemiddelde lading van 0,67 elementaire lading.

Hoe ver kunnen deze (geladen) fijnstofdeeltjes zich verplaatsen?
Corona-ontladingen kunnen leiden tot 'wolken' geladen deeltjes die door de wind van de hoogspanningslijnen weg worden getransporteerd. Deze wolken zijn in verschillende onderzoeken aangetoond, direct door meting van het aantal geladen deeltjes of indirect door het meten van de verandering van het natuurlijke elektrische veld. De ladingswolken worden tot op enkele honderden meters afstand benedenwinds van de hoogspanningslijnen waargenomen. In uitzonderingsgevallen is de invloed van de corona-ontladingen op het elektrische veld tot op kilometers van de hoogspanningslijn meetbaar.

Wordt depositie van fijnstofdeeltjes op de huid door de lading van de fijnstofdeeltjes beïnvloed?

De depositie op de huid wordt mogelijk beïnvloed. Theoretische overwegingen en modelberekeningen laten zien dat zeer kleine geladen deeltjes in het elektrische veld onder of dichtbij een bovengrondse hoogspanningslijn kunnen gaan oscilleren. Dit geldt vooral voor fijnstofdeeltjes met een diameter van enkele nanometers. Voor deze deeltjes wordt een hogere depositie op de huid verwacht. Dit kan leiden tot extra radioactiviteit op de huid door een verhoogde depositie van radondochters. De experimentele ondersteuning van deze hypothesen is echter niet éénduidig. Alleen Fews meet een toegenomen depositie op metalen bollen. Andere onderzoekers vinden geen extra depositie op de huid in de buurt van een bovengrondse hoogspanningslijn. Binnenshuis zal er geen effect zijn, vanwege afscherming van het elektrische veld. Of de mogelijk verhoogde depositie ook werkelijk tot gezondheidseffecten, bijvoorbeeld extra huidkanker, leidt is momenteel nog een punt van discussie.

Wordt de absorptie in de luchtwegen en longen door de lading van de fijnstofdeeltjes beïnvloed?

Als er veel extra lading op de fijnstofdeeltjes wordt gebracht, meer dan ongeveer 10 elementaire ladingen gemiddeld per deeltje, is in vrijwilligers en proefdieren aangetoond dat de longdepositie toeneemt. Bij lagere ladingstoevoegingen wordt geen verhoogde depositie gemeten. De ladingstoevoegingen door corona-ontladingen bij bovengrondse hoogspanningslijnen zijn veel kleiner. De gemiddelde extra lading per deeltje varieert van 0,1 tot 0,9 elementaire lading. Er is in één modelonderzoek (Cohen) voor dergelijke ladingsverhoging extra depositie waargenomen. Dit onderzoek vond dat de depositie van ultrafijne deeltjes met een diameter tussen 0,1 en 0,3 µm in een metalen mal van de luchtwegen werd verhoogd. Onderzoek met vrijwilligers of proefdieren om deze uitspraak te ondersteunen, ontbreekt op dit moment en de voorspellende waarde van het modelonderzoek van Cohen voor effecten op de mens is twijfelachtig. Op basis van de huidge kennis is daarom niet aannemelijk gemaakt dat corona-ontladingen in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen tot verhoogde depositie in de longen kunnen leiden.

Leidt de aanwezigheid van een bovengrondse hoogspanningslijn via beïnvloeding van fijn stof tot een hoger gezondheidsrisico voor omwonenden?

Voor zover nu bekend beïnvloeden bovengrondse hoogspanningslijnen de schadelijke effecten van fijn stof niet.

5.4 Leemten in kennis

Mechanisme

Er ontbreekt kennis over een essentieel onderdeel van het mechanisme, depositie in de longen. Om aan te tonen dat extra lading op fijnstofdeeltjes met een diameter rond 0,1 µm tot extra depositie in de longen leidt, is het aan te bevelen een gericht experiment met vrijwilligers uit te voeren. De vraag is hoe de grootteverdeling en de massaverdeling (en eventueel de ladingsverdeling) van uitgeademd fijn stof verandert als er een extra lading van ongeveer 1 elementaire lading wordt toegevoegd aan fijn stof met een bekende grootte- en ladingsverdeling. Als het fijn stof in de uitgeademde lucht niet verandert door die ladingstoevoeging, lijkt extra depositie van fijn stof in de luchtwegen of de longen door deze extra lading niet aannemelijk. Worden er wel verschillen gevonden bijvoorbeeld dat er minder deeltjes met een diameter rond 0,1 µm worden uitgeademd, dan is substantiële beïnvloeding van depositie van fijn stof in de luchtwegen of de longen door deze ladingstoevoeging aannemelijk gemaakt. Dan zou ook extra depositie in de buurt van een bovengrondse hoogspanningslijn aannemelijk zijn.

rivm

Omvang van het mogelijke gezondheidsrisico van corona-ontladingen
Op dit moment zijn er geen indicaties voor gezondheidseffecten die in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen door de interactie van fijn stof en corona-ontladingen zouden kunnen ontstaan. Zelfs als nieuw wetenschappelijk onderzoek aan zou tonen dat corona-ontladingen tot extra depositie van fijn stof in de longen of op de huid leiden, zijn er onvoldoende gegevens om het mogelijke extra risico in te kunnen schatten. Daarvoor is nauwkeurigere informatie nodig over:

- de grootte van het verschil in depositie in luchtwegen en longen (of op de huid) tussen een persoon die 'dichtbij' de hoogspanningslijn woont en een persoon die 'voldoende veraf' woont;
- hoe vaak en waar corona-ontladingen precies voorkomen en hoeveel lading in de atmosfeer wordt gebracht;
- tot hoe ver van de hoogspanningslijn de invloed van het extra geladen fijn stof kan reiken;
- hoe groot de blootgestelde populatie is.

Epidemiologie
Het is aan te bevelen om de epidemiologische kennis aan te vullen door gericht epidemiologisch onderzoek uit te voeren waarin de gezondheidseffecten worden vergeleken in groepen mensen die bovenwinds en benedenwinds van een hoogspanningslijn wonen. Mogelijk kan de ontbrekende kennis op dit punt op relatief korte termijn worden ingevuld als de onderzoeken van Preece en van Toledano worden gepubliceerd.

5.5 Conclusies

Het literatuuronderzoek naar de invloed van bovengrondse hoogspanningslijnen op de gezondheidseffecten van fijn stof leidt tot de volgende conclusies:

1. Bovengrondse hoogspanningslijnen produceren zelf geen fijn stof.

2. Het optreden van corona-ontladingen bij bovengrondse hoogspanningslijnen is duidelijk aangetoond. De manier waarop corona-ontladingen ontstaan is goed begrepen. Het is moeilijk kwantitatief vast te stellen hoe vaak, onder welke omstandigheden en op welke plaatsen in het Nederlandse hoogspanningsnet deze corona-ontladingen voorkomen.

3. Als er corona-ontladingen optreden, brengen die ionen in de atmosfeer die hun lading gedeeltelijk aan fijnstofdeeltjes kunnen afgeven. Vereenvoudigde berekeningen en metingen laten zien dat de gemiddelde extra lading per deeltje varieert van 0,1 tot 0,9 elementaire lading.

4. De fijnstofdeeltjes met extra lading worden met het andere fijn stof door de wind meegevoerd tot op enkele honderden meters benedenwinds van de hoogspanningslijn.

5. Voor kleine hoeveelheden extra lading op fijnstofdeeltjes zoals die in de buurt van een bovengrondse hoogspanningslijn kunnen voorkomen, is niet aannemelijk gemaakt dat ze tot extra depositie in de longen leiden. Eén modelonderzoek geeft daar wel een indicatie voor, maar deze resultaten kunnen niet zonder meer naar effecten op de mens worden vertaald.

6. Voor relatief grote hoeveelheden extra lading (meer dan ongeveer 10 elementaire ladingen) op fijnstofdeeltjes is aangetoond dat er extra depositie in de longen plaatsvindt. Corona-ontladingen bij bovengrondse hoogspanningslijnen leiden niet tot dergelijke grote hoeveelheden extra lading.

7. Als er in de buurt van een hoogspanningslijn door corona-ontladingen extra longdepositie zou optreden, zal het vooral gaan om ultrafijne deeltjes met een diameter tussen 0,1 en 0,3 µm. De depositie in de longen van grotere deeltjes (diameter boven 0,3 µm) of kleinere deeltjes (diameter onder 0,1 µm) wordt vrijwel zeker niet door corona-ontladingen beïnvloed.

8. Gericht epidemiologisch onderzoek naar de effecten van de combinatie van fijn stof en bovengrondse hoogspanningslijnen is nog niet gepubliceerd. Het onderzoek van Draper naar kinderleukemie en magnetische velden wijst niet op een verschil in risico tussen de beneden- en bovenwindse groep. Niet gepubliceerde resultaten van Preece wijzen ook niet op een effect. Een derde onderzoek (Toledano) is nog niet afgerond.

9. Direct onder een bovengrondse hoogspanningslijn is extra depositie van geladen, radioactieve fijn stofdeeltjes op de huid theoretisch mogelijk. Omdat metingen van die depositie tegenstrijdige resultaten opleveren, is verhoogde depositie en een mogelijk verhoogde kans op huidkanker niet aannemelijk gemaakt. Uit epidemiologisch onderzoek is geen verhoogd huidkankerrisico gebleken.

10. Voor zover nu bekend beïnvloeden bovengrondse hoogspanningslijnen de schadelijke effecten van fijn stof niet.

rivm

Bijlage 1 Zoekwoorden en deskundigen

Zoekwoorden

De actualisatie van de literatuur is met de binnen de RIVM-bibliotheek aanwezige zoeksystemen op de volgende manier uitgevoerd: in Pubmed, WinSpirs (Current Contents, 2004 - 7 februari 2007) en via de website scholar.google.nl is gezocht met de volgende zoektermen (apart en in combinaties): power line, aerosols, dust, charged particles, electric corona, wind, charged particles, ambient en pollutant.

Gezien hun betrokkenheid bij het onderzoek naar fijn stof en hoogspanningslijnen is in dezelfde zoeksystemen naar publicaties van de volgende auteurs gezocht: Cohen BS, Fews AP, Grabarczyk Z, Hautanen J, Henshaw DL, Jeffers DE, Jeffers D, Mayya YS, McKinlay A, Miles JCH, Swanson J en Tammet H.

Deskundigen

Tijdens het onderzoek heeft overleg plaatsgevonden met:

- [redacted] (KEMA, deskundige hoogspanningslijnen);
- [redacted] (UU/IRAS, hoogleraar milieu-epidemiologie);
- [redacted] (RIVM, Centrum voor Milieu-Gezondheid Onderzoek, deskundige fijn stof);
- [redacted] (Adviesbureau Petersburg, deskundige geladen deeltjes);
- [redacted] (UvA, Stichting Natuur en Milieu, hoogleraar milieukunde);
- [redacted] (Gezondheidsraad, secretaris commissie Elektromagnetische Velden);
- [redacted] (KEMA, deskundige hoogspanningslijnen).

rivm

Bijlage 2 Overige grijze literatuur

- Newi, G. e.a. Biologische wirkungen elektrischer, magnetischer und electromagnetischer felder. Grafenau : Expert-Verlag, 1983, ISBN: 3-88508-830-4, 1983.
  Beschikbaar.

- Asanova T and Rakov A. The state of health of persons working in the electric field of outdoor 400kV and 500kV switchyards. Gig Tr Prof Zabol. 10 (5) 50-2, 1966.
  Artikel in het Russisch; niet bruikbaar.

- Marino AA. Hearings on health and safety of 765kV transmission lines, New York, 1975.
  Vermoedelijk gaat het hier om de volgende publicatie: Marino AA and Ray J. The Electric Wilderness. San Francisco Press, ISBN 0-911302-55-7, 1986.
  Beschikbaar

- Steining, H. Hochspanning - Vorsicht Lebensgefahr. Wohnung und Gesundheit, 1985.
  Niet verkrijgbaar.

- Langmayr F. Electrobiologie, In : Wohnung und Gesundheit, 1982.
  Niet verkrijgbaar.

- Konig HL. Bedeutung electrischer und magnetischer felder fur den Organismus. In: Tagungsband des Oesterreischischen Instituts fur Baubiologie, 1985.
  Niet verkrijgbaar.

- Mackay A. Elektrik/Elektrobiologie In: IBR Lehrwerk des Int Instituts fur Baubiologie, 1984.
  Niet verkrijgbaar.

- Blanchi D, Cedrini F and Ceria E. Exposure of mammalians to strong 50 Hz electric fields, In: Arch. di fisiologica 70, 1973.
  Beschikbaar.

- Winters WD and Phillips JL. Enhancement of human tumour cell growth by electromagnetic and magnetic fields. Abstract. 7th Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society, Atlanta, July 1984.
  Niet verkrijgbaar.

- Varga A. Krebs und elektromagnetischer umweltfactoren. In: Krebsgeschehen 2, 1984.
  Beschikbaar.

- Marha K und Charron D. Elektromagnetisches Feld und Umwelt, 1968, 1971.
  Niet verkrijgbaar.

rivm

Bijlage 3 Lijst van afkortingen

A/m	ampère per meter (eenheid van magnetische veldsterkte); 1 mA/m = 0,001 A/m
AC	alternating current (wisselstroom/spanning)
DC	direct current (gelijkstroom/spanning)
e	elementaire lading; 1 e = $1{,}6.10^{-19}$ C (coulomb)
HPA	Health Protection Agency (omvat voormalige NRPB)
HRTM	Human Respiratory Tract Model, ook aangeduid als ICRP-model
Hz	herz (eenheid van frequentie); 1 kHz = 1000 Hz; 1 MHz = 1 miljoen Hz; 1 GHz = 1 miljard Hz
IARC	International Agency For Research on Cancer
ICRP	International Commission on Radiological Protection
KEMA	Keuring van Elektrotechnische Materialen
LSO	Laboratorium voor Stralingsonderzoek
m	meter (eenheid van afstand); 1 mm = 0,001 m; 1 µm = 0,001 mm; 1 nm = 0,001 µm
MNP	Milieu en Natuurplanbureau
MPPD	Multiple Path Particle Dosimetry model
NRPB	National Radiological Protection Board (heet nu HPA)
NRR	Nederlandse Reanimatie Raad
PAK's	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen
pC/m^3	Coulomb per kubieke meter (eenheid van ruimtelading); pC/m3 = 10^{-12} C/m^3
PM_x	Particulate Matter - fijn stof met een diameter kleiner dan x micrometer
Po	polonium (Po-210; Po-124; Po-218)
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
SAGE	Stakeholder Advisory Group on ELF EMFs
UU/IRAS	Institute for Risk Assessment Sciences, University Utrecht
UV	ultraviolette
UvA	Universiteit van Amsterdam
V	volt (eenheid van spanning); 1 kV = 1000 V; 1 MV = 1.000.000 V
V/m	volt per meter (eenheid van elektrische veldsterkte); 1 kV/m = 1000 V/m
VROM	ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu
WHO	World Health Organisation - Wereldgezondheidsorganisatie

rivm

Literatuur

1 Staatssecretaris Van Geel. Advies met betrekking tot hoogspanningslijnen. Brief aan Colleges van Burgemeester en Wethouders, Colleges van Gedeputeerde Staten, IPO, VNG, EnergieNed en Netbeheerders Elektriciteit, VROM-kenmerk SAS/2005183118, oktober 2005.

2 National Radiation Protection Board. Particle deposition in the vicinity of power lines and possible effects on health. Report of an independent Advisory Group on Non-ionising Radiation and its Ad Hoc Group on Corona Ions. Documents of NRPB 15 (1) 2004.

3 WHO, Extremely Low Frequency Fields Environmental Health Criteria Monograph No. 238, June 1, 2007. www.who.int/peh-emf/publications/elf_ehc/en/index.html, geraadpleegd 1 augustus 2007.

4 Gezondheidsraad. Deeltjesvormige luchtverontreiniging. Den Haag: Gezondheidsraad, 30 oktober 1995; 1995/14.

5 Gezondheidsraad. Elektromagnetische velden: Jaarbericht 2001. Den Haag: Gezondheidsraad, 29 mei 2001, 2001/14.

6 Actiecomité Maarssen, website: www.hoogspanningmaarssen.nl/, geraadpleegd 1 augustus 2007.

7 Buijsman E, Beck JP, Bree L van, Cassee FR, Koelemeijer RBA, Matthijsen J, Thomas R, Wieringa K Fijn stof nader bekeken. De stand van zaken in het dossier fijn stof. Milieu- en Natuurplanbureau (in samenwerking met de sector Milieu en Veiligheid van het RIVM). Rapport 500037008, ISBN 90-6960-124-9, MNP 2005.

8 WHO, Systematic review of health aspects of air pollution in Europe Factsheet EURO/04/05. Zie: www.euro.who.int/air/activities/20050512_1, Genève, 2004, geraadpleegd 1 augustus 2007.

9 EU Richtlijn 96/62/GC van de raad van 27 september 1996 inzake de beoordeling en het beheer van de luchtkwaliteit. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, No L 296/55, 1996.

10 Illustratie van het ademhalingsstelsel afkomstig van de website www.reanimatie.nl/ademhaling.html, geraadpleegd 1 augustus 2007. Deze website wordt verzorgd door de Nederlandse Reanimatie Raad, een samenwerkingsverband van de Nederlandse Hartstichting, het Nederlandse Rode Kruis, Het Oranje Kruis en de Vereniging van Artsen.

11 ICRP. Human respiratory tract model for radiological protection. ICRP publication 66, Ann ICRP, 24 (1-3), 1996.

12 Winter-Sorkina R de, Cassee FR From concentration to dose: factors influencing airborne particulate matter deposition in humans and rats RIVM rapport 650010031, RIVM Bilthoven, The Netherlands, 2002.

13 Nemmar A, Hoet PHM, and Nemery B. Translocation of Ultrafine Particles. Environ Health Perspect, 114 (4) A211, 2006.

14 Geiser M, Rothen-Rutishauser B, Kapp N, Schürch S, Kreyling W, Schulz H, et al. Ultrafine particles cross cellular membranes by nonphagocytic mechanisms in lungs and in cultured cells. Environ Health Perspect 113 (11) 1555–1560, 2005.

15 Andersson KG, Fogh CL, Byrne MA, Roed J, Goddard AJH and Hotchkiss SAM. Radiation dose implications of airborne contaminant deposition to humans. Health Physics 82 (2) 226-232, 2002.

16 Brand RM and Mueller C. Transdermal penetration of atrazine, alachlor, and trifluralin: effect of formulation. Toxicological Sciences 68 (1) 18-23, 2002.

17 Eatough JP and Henshaw DL. Radon Dose to the Skin and the Possible Induction of Skin Cancers. Radiat Prot Dosimetry 39 (1/3) 33-37, 1991.

18 Harley NM, Kolber AB, Shore RE, Albert RE Altman SE and Pasternack B. The skin dose and response for the head and neck in patients irradiated with X-ray for Tinea Capitis: implications for environmental radioactivity. In: Epidemiology Related to Health Physics, Proceedings of 16th mid year topical meeting of the Health Physics Society. CONF-83011 (Springfield VA: National Technical Information Service) pp 125-136, 1983.

19 Chalmers JA. Negative electric fields in mist and fog. J. Atmos Terrestr Phys, 1952, vol 2, 155-159.

20 Hendrickson RC. Space charge drift from a +/- 400-kV direct current transmission line. Bioelectromagnetics 7(4) 369-79, 1986.

21 Fews AP, Henshaw DL, Wilding RJ and Keitch PA. Corona ions from powerlines and increased exposure to pollutant aerosols. Int J Radiat Biol. 75(12) 1523-1531, 1999.

22 Goldman, M, Golman A and Sigmond RS. The corona discharge, its properties and specific uses. Pure & Appl. Chem. 57 (9) 1353-1362, 1985.

23 Cross, JA. Electrostatics, Principles, Problems and Applications. Bristol IOP Publishing ltd., 1987.

24 Henshaw DL. Does our electricity distribution system pose a serious risk to public health? Med. Hypotheses. 59(1) 39-51, 2002.

25 Aggarwal RK, Johns AT, Jayasinghe JASB and Su W. Overview of the condition monitoring of overhead lines, Electric Power Systems Research 53(1) 15-22, 2000.

26 Swanson J and Jeffers D. Presentation to the Ad Hoc working group of NRPB, January 10, 2002.

27 Bracken TD, Senior RS and Bailey WH. DC Electric Fields From Corona-Generated Space Charge Near AC Transmission Lines. IEEE Trans on Power Delivery 20 (2) 1692- 1702, 2005.

28 Fews AP and Henshaw DL. Letter to the editor: Reply to Comment on the papers: Increased exposure to pollutant aerosols under high voltage power lines; and Corona ions from powerlines and increased exposure to pollutant aerosols. Int J Radiat Biol. 76 (12) 1688-1699, 2000.

29 Fews AP, Wilding RJ, Keitch PA, Holden NK and Henshaw DL. Modification of atmospheric DC fields by space charge from high-voltage power lines. Atmospheric Research 63, 271-289, 2002.

30 Reischl GP, Mäkelä JM, Karch R and Necid J. Bipolar charging of ultrafine particles in the size range below 10 nm. J. Aerosol Sci. 27 (6) 931-949, 1996.

31 Nagat K and Ogawa T. Evolution of tropospheric ions observed by an ion mobility spectrometer with a drift tube. J. Geophys. Res. 103 (D12) 12917-13925, 1998.

32 Hoppel WA and Frick GM. Ion-aerosol attachment coefficients and the steady state charge distribution on aerosols in a bipolar environment. Aerosol Sci. Technol. 5, 1-21, 1986.

33 Henshaw DL and Fews AP. Presentation to the Ad Hoc working group of NRPB, December 3, 2001.

34 Jeffers DA. A Note on the Charging of Aerosols by Overhead Line Corona. Radiat Prot Dosimetry 95 (2) 181-183, 2001.

35 Jeffers D. Modeling and analyses do not support the hypothesis that charging by power-line corona increases lung deposition of airborne particles. Radiat Prot Dosimetry 123 (2) 257–261, 2007.

36 Henshaw DL, Ross AN, Fews AP and Preece W. Enhanced deposition of radon daughter nuclei in the vicinity of power frequency electromagnetic fields. Int J. Radiat Biol. 69 (1) 25-38, 1996.

37 Porstendörfer J. Properties and behaviour of radon and thoron and their decay products in the air. J. Aerosol Sci. 25, 219-263, 1994.

38 Mühleisen R. Die Luftelektrischen Elemente in Grossstadtbereich. Z. Geophys. 29, 142-160, 1953.

39 Mühleisen R. Disturbance through dispersed high voltage powerlines. J. Atmos. Terrestr Phys. 10, 485-494, 1953.

40 Jones CD and Hutchinson WCA. Plumes of electric space charge in the lower atmosphere. J. Atmos. Terrstr. Phys. 38, 485-194, 1976.

41 Swanson J and Jeffers D. Possible mechanisms by which electric fields from power lines might affect airborne particles harmful to health. J. Radiol. Protect 19 (3) 213-229, 1999.

42 Grabarczyk Z and Berlinski J. Charging of atmosphere aerosols by AC HV powerlines. Electrostatics 63, 755-759, 2005.

43 Cohen BS, Xiong JQ and Li W. The influence of charge on the deposition behavior of aerosol particles with emphasis on singly charged nanometer particles. In: Aerosol inhalation: recent research frontiers. Proceedings of the international workshop on aerosol inhalation, lung transport, deposition and the relation to the environment: recent research frontiers, Warsaw, Poland, September 14-16, 1995, Marijnissen JCM and Gradon L, Dordrecht, Kluwer, ISBN: 0792340582, 1996.

44 Fry FA. Charge distribution on polystyrene aerosols and deposition in the human nose. Aerosol Sci. 1, 135-146, 1970.

45 Melandri C, Prodi V, Tarroni G, Formignani M, De Zaiacomo T, Bompane GF and Maestri G. On the deposition of unipolarly charged particles in the human respiratory tract. In: Inhaled Particles IV (Edited by Waalton WH), Pergamon Press Oxford, 193-201, 1977.

46 Melandri C, Tarroni G, Prodi V, Zalacomo T, Formignani M and Lombardi CC. Deposition of charged particles in the human airways. J. Aerosol Sci. 14, 657-670, 1983.

47 Prodi V and Mularoni A. Electrostatic lung deposition experiments with humans and animals. Ann. Occup. Hyg. 29 (2) 229-40, 1985.
48 Yu CP. Theories of electrostatic lung deposition of inhaled aerosols. Ann. Occup. Hyg. 29 (2) 219-228, 1985.
49 Bailey AG, Hashish AH and Williams TJ. Drug delivery by inhalation of charged particles. J Electrostatics 44, 3-10, 1998.
50 Chan TL, Lippmann M, Cohen VR and Schlesinger RB. Effect of electrostatic charges on particle deposition in a hollow cast of human larynx-tracheobronchial tree. J. Aerosol Sci 9, 463-468, 1978.
51 Cohen BS, Xiong JQ, Asgharian B and Ayres L. Deposition of inhaled charged ultrafine particles in a simple tracheal model. J. Aerosol Sci. 26, 1149-1160, 1995.
52 Cohen BS, Xiong JQ, Fang CP and Li W. Deposition of Charged Particles on Lung Airways. Health Physics 74(5) 554-560, 1998.
53 Keitch PA, Fews AP and Henshaw DL. The effect of electric charge on deposition of environmental aerosols in a mechanical model lung. International Scientific Conference on Childhood Leukaemia: the incidence, causal mechanisms and possible methods of prevention, Westminster, London, 6 - 10 September 2004.
54 Keitch PA. Reply to an e-mail sent by Gert Kelfkens. Subject of the reply: 'power lines and deposition of aerosols', July 19, 2007.
55 Stather JW, Bailey MR, Birchall A and Miles JC. Comment on the paper: Enhanced deposition of radon daughter nuclei in the vicinity of power frequency electromagnetic. Int J Radiat Biol. 69 (5) 645-649, 1996.
56 Fews AP, Henshaw DL, Keitch PA, Close JJ and Wilding RJ. Increased exposure to pollutant aerosols under high voltage power lines. Int J Radiat Biol. 75 (12) 1505-1521, 1999.
57 McLaughlin JP and Gath G. Radon Progeny Activities in the Vicinity of High Voltage Power Lines. Radiat Prot Dosimetry 82 (4) 257-262, 1999.
58 Miles JCH and Algar RA. Measurement of radon decay product concentration under power lines Radiat Prot Dosimetry 74 (3) 193-194, 1997.
59 Henshaw DL, Ross AN, Fews AP and Preece W. Authors reply to letter to the editor. Int J Radiat Biol. 69 (5) 653-657, 1996.
60 Swanson J and Jeffers D. Comment on the papers: Increased exposure to pollutant aerosols under high voltage power lines; and Corona ions from powerlines and increased exposure to pollutant aerosols. Int J Radiat Biol. 76, 1685-1688, 2000.
61 Jeffers DE. AC electric fields and particle deposition on a sphere. Radiat Prot Dosimetry 118 (1) 56-60, 2006.
62 Miles JCH. Factors Affecting Skin Doses Due to Radon Daughters, UK National Radiation Protection Board (NRPB-197), ISBN 0-85951-272-X, 1986.
63 IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Static and Extremely Low-Frequency Electric and Magnetic Fields. Vol. 80, 2001.
64 Draper G, Vincent T, Kroll ME and Swanson J. Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study. Brit Med J. 330 (7503)1290, 2005.
65 Preece A, Wright MG, Iwi GR, Dunn E and Etherington DJ. Cancer and high voltage power lines with respect to wind direction. BEMS abstract book, 23rd annual meeting BEMS, St. Paul MN, USA, June 10-14, 2001.
66 Preece Alan W. Reply to an e-mail sent by Gert Kelfkens. Subject of the reply: 'power lines, wind, aerosols and health effects'. March 26, 2007.
67 Toledano MB, Briggs D, Swanson J, Shaddick G, Keshishian C, De Hoogh K, Elliott P. Adult cancers near overhead power lines. Abstract of oral presentation at the 8 th International Congress of the European BioElectromagnetics Association (EBEA), Bordeaux, France, 10 - 13 April 2007. ebea.adera.fr/upload/abstract-new-19.03.2007/120/120-POWERLINES_25102006.doc, geraadpleegd op 3 augustus 2007.

68 Stakeholder Advisory Group on ELF EMFs (SAGE). First Interim Assessment: Power Lines and Property, Wiring in Homes, and Electrical Equipment in Homes. R K Partnership Ltd, April 27, 2007. www.emfs.info/documents/SAGE first interim assessment.pdf, geraadpleegd 3 augustus 2007.
69 Henshaw DL. Open letter to Caroline Flint MP, Minister for Public Health on 'First Interim Report of the Stakeholder Advisory Group for ELF EMF (SAGE)', May 8, 2007. www.electric-fields.bris.ac.uk/Sageletter.pdf, geraadpleegd op 3 augustus 2007.
70 Henshaw DL, Reiter RJ. Do magnetic fields cause increased risk of childhood leukemia via melatonin disruption? Bioelectromagnetics, Suppl 7:S86-97, 2005.
71 Beijk R, Hoogerbrugge R, Hafkenscheid TL, Van Arkel FTh, Stefess GC, Van der Meulen A, Wesseling JP, Sauter FJ en Albers RAW. PM_{10}: Validatie en equivalentie 2006. RIVM rapport 680708001, 2007.

Fijnstof, elektromagnetisme en het corona-effect bij hoogspanningsmasten.

Een kort vergelijk van uitspraken door het RIVM; enkele tegenstellingen uit het RIVM onderzoeksrapport t.o.v. het NRPB rapport.

Maarssen, 10 april 2008; In overleg met prof. dr. [redacted];
Ir. [redacted], Actiecomité Hoogspanning Maarssen

	RIVM	**RIVM/NRPB/andere rapportages.**
1	Op 19/11/2007 werd een informatieavond gehouden voor alle bewoners van de wijken in Maarssenbroek. Doel was de bewoners 'gerust te stellen' m.b.t. de gezondheidsrisico's i.v.m. de aanwezige bovengrondse hoogspanningskabels en de 6 voudige verzwaring daarvan door de firma Eneco. Het actiecomité wil de kabels 20 meter onder de grond i.v.m. de gezondheidsrisico's. De heer Pruppers (RIVM) en mede auteur van het RIVM rapport heeft tijdens de informatieavond een aantal malen gemeld/verteld dat de elektromagnetische velden en het corona-effect in combinatie met fijnstof geen gezondheids benadelende invloeden hebben. Zijn stellingen werden door de GGD bij monde van de heer Krever bevestigd. Dit bleek ook duidelijk uit de krantenkoppen in de regiobladen na de 19e november. De heer Ockhuijsen van Eneco erkent de aanwezigheid van magnetische velden maar door toepassing van 'magneetarme ' masten bestaan er geen gezondheidsrisico's.	Volgens het RIVM-rapport en andere rapportages (o.a. NRPB) blijkt echter dat elektromagnetische velden, fijnstof en het corona effect, het tegenovergestelde aangeven. De waarschijnlijk schadelijke gezondheidseffecten zijn in genoemde rapporten wel duidelijk benoemd en vastgesteld. Elektromagnetische velden in combinatie met fijnstof en het corona-effect benadelen de gezondheid.. De vraag is vooral in welke mate (hoeveelheid schadelijke stoffen) die schadelijkheid aanwezig is en hoe zwaar de gezondheidsrisico's zijn. Daarbij is een aantal aandoeningen in het geding; leukemie, de kans op longaandoeningen (waaronder longziekten), de kans op hartvaatziekten en de kans op huidaandoeningen.. Er is nauwelijks een rapport te vinden dat de mogelijke nadelige gezondheidseffecten op mens en dier als gevolg van de combinatie van elektrische en magnetische velden met fijnstof zoals het corona-effect ontkent. Vreemd genoeg doet het RIVM rapport dit in de eindconclusie wel, maar in het rapport worden wel degelijk negatieve gezondheidseffecten genoemd: op blz. 44 (RIVM) staat: "De aanwijzingen voor een verband tussen kinderleukemie en wonen bij bovengrondse hoogspanningslijnen volgen uit uitgebreid epidemiologisch onderzoek van goede kwaliteit." Henshaw in een email aan het actiecomité: Of course the subsequent Draper et al 2005 and Lowenthal et al 2007 studies showing increased risk of leukaemia in children up to 600 m and adults up to 300 m from powerlines, support the corona ion model.
2	Blz 3. RIVM Samenvatting. **4e stap. Extra neerslag in de longen in de luchtwegen en op de huid is niet aannemelijk gemaakt.** Het RIVM schrijft (blz 9) in de Samenvatting:	Zie NRPB rapportage de punten 99 + 102 + 111 +113 + 114 +124 +158. **Het is al geruime tijd aanvaard dat door een elektrische lading de afzetting in de longen (van fijnstofdeeltjes) toeneemt.** Bij een achttal experimentele onderzoeken met menselijke vrijwilligers, proefdieren en modellen van het ademhalingssysteem is de afzetting van fijnstof in de longen gemeten. Als resultaten is het volgende naar voren gekomen.

	In het door Henshaw (NRPB rapport) voorgestelde mechanisme leiden elektrische ontladingen bij de draden van een hoogspanningslijn (corona-ontladingen) tot opladen van het aanwezige fijn stof. Dit extra geladen fijnstof wordt door de wind verspreid tot op enkele honderden meters afstand. Daar zou de extra lading tot extra depositie in longen, luchtwegen en op de huid kunnen leiden. Bovendien zou depositie op de huid direct onder de hoogspanningslijn door oscillatie van geladen fijnstofdeeltjes kunnen toenemen.	De afzetting van kleine enkel geladen deeltjes in de longen is 2 tot 6 keer hoger onder invloed van een hoogspanningslijn. Personen wonende benedenwinds van hoogspanningslijnen hebben volgens een voorzichtige schatting mede door het ontstaan van het corona-effect 20 tot 60% meer stofdeeltjes in de longen. Dit vindt al plaats bij een gering corona-effect. Het corona-effect geeft een duidelijke toename van de afzetting van vervuilingsdeeltjes (fijnstof) in de longen. **Er is geen discussie over verhoogde afzetting van geladen fijnstof op de huid**. Deze wordt zelfs genoemd in het “politieke” deel van het NRPB rapport, zij het afgezwakt tov de oorspronkelijke tekst en enigszins uit het verband gerukt: (NRPB blz 42 paragraaf 139)
	Uit het literatuuronderzoek blijkt dat: - corona-ontladingen onder bepaalde omstandigheden kunnen optreden; - corona-ontladingen tot extra lading op een fijnstofdeeltje kunnen leiden;	Coronaontladingen blijken vrijwel voortdurend plaats te vinden, al dan niet hoorbaar, en/of zichtbaar gemaakt met uv-fotografie. We kunnen dit opmaken uit een geluidsonderzoek van de KEMA in Oostzaan. Daar blijkt het corona-effect onder iedere weersomstandigheid, bij geborstelde en vuile lijnen aanwezig te zijn. (Zie onderzoek KEMA Oostzaan mei 2007 bijlage K deel 2 onderzoek)
	- de gemiddelde extra lading per deeltje varieert van 0,1 tot 0,9 elementaire lading; - het extra geladen fijn stof zich verspreidt tot op enkele honderden meters benedenwinds van een hoogspanningslijn;	De gemiddelde extra lading die varieert tussen 0,1 e en 0,9 e is wederom uit zijn verband gerukt. Deze percentages betreffen de rechtstreekse oplading van de deeltjes door het elektrisch veld en omdat het een gemiddelde is zegt het niets over de individuele ladingen, die kunnen bij voldoende deeltjesgrootte ook best 30 e bedragen. Voor de kleinste deeltjes zal de extra lading 1 e per deeltje zijn. De getallen 0,1 en 0,9 betekenen dan dat 10 tot 90% van de deeltjes een 1 e elementaire lading krijgt. Het is dan afhankelijk van het aantal aanwezige deeltjes (fijnstofconcentratie) hoe schadelijk dit is. Bij een hoge gemiddelde fijnstofconcentratie (PM10) zoals langs de snelwegen is dit dus een aanmerkelijk aantal geladen deeltjes.
	- relatief grote hoeveelheden extra lading (10 elementaire ladingen of meer) nodig zijn om tot een verhoogde depositie van fijn stof in de longen te kunnen leiden.	Dat er relatief grote hoeveelheden extra lading (10 e of meer) nodig zouden zijn voor een verhoogde depositie in de longen geldt slechts voor experimenten die gebruik maken van wasdeeltjes met een grootte van 0,3 tot 1,0 cq 1,1 µm, waarvan de hygroscopische en andere eigenschappen zeer verschillend zijn van die van het fijnstof waarmee wij langs de A2 te maken hebben. Aangezien de benodigde extra lading van 10 e voor extra depositie exclusief geldt voor wasdeeltjes met een vastgestelde grootte en opzettelijk aangebrachte extra lading kunnen hieraan geen uitspraken ontleend worden over eventuele extra depositie van de veel kleinere fijnstofdeeltjes met een enkele e lading. Cohen et. al. hebben aangetoond en ook fysisch kunnen verklaren dat deze met een enkele e geladen kleine deeltjes 5 tot 6 maal meer gedeponeerd worden in de longen. NRPB blz 31 para 99. NRPB blz 32 para 102: For submicron particles (< 1 µm) that deposit mainly by diffusion, and for which lung deposition is low, the effect of charge can be important.
	Het RIVM is van mening dat niet aannemelijk is gemaakt dat de hoeveelheid extra lading op fijnstofdeeltjes, die in de buurt van een hoogspanningslijn kan voorkomen, tot extra depositie in luchtwegen of longen leidt.	Volgens genoemde artikelen in de NRPB rapportage en tevens op diverse pagina’s in het RIVM rapport blijkt de toename van de neerslag in longen, luchtwegen en op de huid. Het is dus wel degelijk aannemelijk gemaakt.

3	Op verschillende plaatsen in het RIVM rapport worden uitspraken en conclusies uit het NRPB rapport: verkeerd geciteerd, verkeerd vertaald, verkeerd geïnterpreteerd. Als voorbeeld wordt onderstaande tekst in het RIVM rapport vergeleken met de oorspronkelijke tekst in het NRPB rapport: **RIVM blz 28 Lading per deeltje: ……. Gemiddeld komt dat neer op 0,17 elementaire lading per deeltje.** RIVM blz 19 (image charge = elektrostatische depositie): Het vochtige slijmvlies dat longen en luchtwegen bekleedt kan worden gezien als een geaarde geleider: geladen deeltjes zullen door de geleider extra worden aangetrokken. *Extra lading betekent extra depositie.*	Ook op de informatie-avond van 19 november bleek het RIVM toch wat moeite te hebben met het woord recognize dat volgens het actiecomité erkennen betekent, maar volgens de heer Pruppers van het RIVM waarschijnlijk, onzeker betekende. **NRPB blz Paragraaf 74 op blz 21: …… 17 % of uncharged particles in the size range 0,02-0,125 µm would ultimately acquire a charge. Since most of these would be singly charged, the average charge acquired would be about 0,17 e** De relatief lage lading van 1 e van de zeer kleine deeltjes zorgt ervoor dat de deeltjes in de longen blijven plakken en niet meer uitgeademd worden volgens het principe van “image” charge. NRPB blz 30 para 97,. De deeltjes van 0,1 / 0,2 / 0,3 e.v. tot 1 µm worden geladen door het corona effect waarbij de hoogte van de e waarde niet belangrijk is, omdat iedere lading (van welke omvang dan ook) er voor zorgt dat de deeltjes blijven plakken (image charge) in de longen en niet meer uitgeademd worden.
4	Blz 3 RIVM Samenvatting. Er is één publicatie van metingen in een metalen mal van de bovenste luchtwegen die wel op extra depositie op de metalen wand wijst voor ladingstoevoegingen van één elementaire lading. *Er is maar één publicatie omdat er niet meer onderzoek naar gedaan is. Het model is een zeer goed doorontwikkeld ontwerp dat wereldwijd gebruikt wordt om afzetting van deeltjes in ieder deel van de luchtwegen te bepalen.*	NRPB Zie 113. De afzetting van deeltjes in de menselijke luchtwegen is uitgebreid en langdurig bestudeerd zowel experimenteel als theoretisch. De op dit moment gebruikte (internationaal erkende) model van de ICRP (International Commission Radiological Protection) het HRTM (Human Respiratory Tract Model) maakt het mogelijk om de afzetting van de ingeademde deeltjes op iedere plaats in de luchtwegen (mond-neus-longen) te berekenen. Het door het RIVM bekritiseerde model is van de wetenschapper Cohen die het model voorzien heeft van een oppervlak met dezelfde geleidende eigenschappen als het longslijmvlies. NRPB blz 27 para 92 ev.
5	Blz 3 RIVM Samenvatting. Het RIVM is van mening dat de resultaten van dit onderzoek niet zonder meer naar gezondheidseffecten bij mensen te vertalen zijn.	NRPB blz 31 para 99 en blz 32 para 102. Cohen relativeert zijn bevindingen met de noodzaak van onderzoek in vivo wegens: “the difficulties of simulating the relevant conditions in a model system.” Geen van de onderzoekers in het NRPB rapport bestrijdt de mogelijke gezondheidseffecten. Er wordt wel aangegeven dat het moeilijk is om op basis van onderzoek met modellen een juiste schatting te maken van de mate waarin gezondheidseffecten te verwachten zijn.
6	Blz 23 RIVM Kwantitatieve schattingen voor de gezondheidseffecten van depositie van fijn stof op de huid ontbreken vrijwel.	Er is wel degelijk een risicoschatting gedaan aan de universiteit van Bristol door professor D.L. Henshaw.: Email van 21-1-2008 van professor D.L. Henshaw in antwoord op een email van Willy Hoedjes met

	Eatough en Henshaw schatten dat in het Verenigd Koninkrijk mogelijk 13% van de huidkankergevallen toe te schrijven is aan depositie van radondochters op de huid. Volgens Harley et al. zou mogelijk 20% van de basaalcelcarcinomen aan stralingsblootstelling door radondochters zijn toe te schrijven. Een recente risicoschatting en een onderbouwing van deze cijfers uit epidemiologische onderzoeken ontbreken echter.	de vraag om het RIVM rapport te evalueren. Just a quick reply. Two major epidemiological studies (published after the NRPB report) have already reported increased leukaemia near powerlines but well beyond the range of the direct magnetic fields. See attached: 1. See Henshaw 2002 from page 43/44 section on corona ions 2. Draper et al 2005 reports excess childhood leukaemia up to 600 metres from 275 & 400 kV powerlines - well beyond the range of the direct fields 3. Lowenthal et al 2007 report increased adult leukaemia up to 300 metres from powerlines in Tasmania - also well beyond the range of the direct fields Uit Does our electricity distribution system pose a serious risk to public health? D. L. Henshaw University of Bristol, HH Wills Physics Laboratory, Bristol BS8 1TL, UK 2002 …. Nevertheless, on the strength of the epidemiological data, the US National Institute of Environmental Health Sciences (NEIHS) (11) and the International Agency for Research on Cancer (IARC) (12) have both concluded that electric and magnetic fields are possible carcinogens. In fact there is far more evidence to implicate electric and magnetic fields with adverse health effects than there is evidence to implicate passive smoking. Despite this, exposure guidelines to electric and magnetic fields remain anomalously high. For example, the ICNIRP (13) and NRPB (14) guidelines for maximum public exposure to magnetic fields are 100lT and 1.6 mT, respectively, 250 and 4000 times higher than the level above which a doubling of the risk of childhood leukaemia has been observed. The situation is in sharp contrast to regulations governing human exposure to potentially carcinogenic chemicals. Hier wordt aangegeven dat zowel de magnetische als de elektrische velden kanker kunnen veroorzaken. Ook in Groot-Brittannië wordt geklaagd over de lakse houding van de overheden met betrekking tot de maatregelen die nodig zijn om de gezondheidsschade te beperken.
7	Volgend de tabel 1 RIVM zie blz 18 blijkt dat zelfs op de kleinste deeltjes een elementaire lading aanwezig is. (dus wel schadelijke effecten) (RIVM blz 28 4.3) Door corona ontladingen worden de fijnstofdeeltjes zowel negatief als positief met ionen geladen. De corona-ionen zullen zich dichtbij de hoogspanningslijn, binnen 1 microseconde, hechten aan waterdamp en gassen, met een diameter rond de 1 nm . Deze nano-ionen botsen met de fijnstofdeeltjes. Een gedeelte blijft als nanodeeltje bestaan. Een ander gedeelte hecht zich op een tijdschaal van 10-100 seconden aan de (grotere) fijnstofdeeltjes die daardoor extra lading krijgen. Hoeveel lading de fijnstofdeeltjes krijgen, hangt af van het aantal ionen dat in de corona-ontlading wordt geproduceerd, de deeltjesgrootte van de fijnstofdeeltjes, de concentratie en ladingstoestand van de al aanwezige fijnstofdeeltjes en de atmosferische omstandigheden.	Het feit dat het RIVM stelt (vanuit het NRPB rapport blz 19/66) dat 99% ongeladen is klopt mogelijk wel maar het klinkt anders dan als je zegt dat 1% daarvan geladen is en schadelijke effecten kan veroorzaken. (1% van heel veel is ook veel, m.n. omdat het hier, die 1 %, om de kleinste en meest schadelijke fijnstofdeeltjes gaat.) Volgens het rapport van Henshaw (‘Does our Electricity distribution system pose a serious risk to public health?’ blz 45) blijkt dat de schadelijke effecten juist wel duidelijk aanwezig zijn, m.n. in de dieper gelegen delen van de longen, juist met die ultrafijne fijnstofdeeltjes zoals deze voor komen bij uitlaatgassen (van b.v. de A2 langs Maarssenbroek). (zie hierboven) Het rapport vermeldt verder dat op basis van epidemiologische gegevens, volgens het US National Institute of Environmental Health Sciences (NEIHS) en het International Agency for Research on Cancer (IARC) zowel elektrische als magnetische velden kankerverwekkend zijn. Voor zover wij kunnen lezen en vaststellen beïnvloeden bovengrondse hoogspanningsleidingen de schadelijke effecten van fijnstof juist WEL.

	Vooral het effect van de deeltjesgrootte is van belang. Hoe groter het deeltje, des te groter de trefkans voor de nano-ionen en hoe gemakkelijker het fijnstofdeeltje lading opneemt.	
8	Figuur 5, zie blz 21 rapport is rechtstreeks uit de NRPB rapportage (blz 30 figuur 11) overgenomen. NRPB zegt verder: (RIVM vertaalt dat dus niet.)	De e lading kan op twee manieren de depositie van fijnstofdeeltjes beïnvloeden. Allereerst doordat deeltjes met gelijksoortige lading elkaar onderling afstoten. Hierdoor botsen meer deeltjes tegen de wand van de luchtwegen en longen en zullen daar blijven plakken. Dit effect treedt op bij hoge deeltjesconcentraties. Onder normale atmosferische omstandigheden leidt dit effect niet direct tot verhoogde depositie. Een tweede effect ontstaat doordat een geladen deeltje bij een geleidend oppervlak, zoals de wand van de longblaasjes, een elektrostatische aantrekkingskracht ondervindt. Gezien de lage depositie onder normale atmosferische omstandigheden van deeltjes tussen 0,1 en 1 µm zou extra lading op deze manier tot extra depositie in de longen kunnen leiden. (dus toch)
9	Blz 3 RIVM in het kort 1e zin. Voor zover nu bekend beïnvloeden bovengrondse hoogspanningslijnen de schadelijke effecten van fijn stof niet. Hoogspanningslijnen kunnen fijn stof soms wel elektrisch opladen, maar dat is te weinig om het meer dan normaal aan longen, luchtwegen en de huid te laten 'plakken'. Dit concludeert het RIVM uit een literatuuronderzoek in opdracht van het ministerie van VROM.	Gezien het bovenstaande is de conclusie van het RIVM onjuist of op zijn minst zeer discutabel. Het RIVM rapport kent een aantal letterlijke vertalingen en figuren direct overgenomen uit het NRPB rapport. Het NRPB rapport is, ons inziens en gezien de aangehaalde teksten en bijgevoegde figuren leidend geweest voor het gehele literatuuronderzoek. Het komt ons vreemd over dat bepaalde conclusies dan ook net 'even' anders zijn vertaald of verwoord dan het NRPB rapport vermeld. Mede gezien de laatste ontwikkelingen m.b.t. de mogelijke politieke afzwakking die met het NRPB rapport hebben plaatsgevonden, kan er nog meer twijfel bestaan over de juistheid van de rapportage en daarin vermeldde conclusies van het RIVM.
	RIVM Rapport 610790001/2007: Hoogspanningslijnen en fijn stof.	NRPB Volume 15 No.1 2004: Particle Deposition in the Vicinity of Power Lines and Possible Effects on Health

wh/ho/mrssn/04-2008

Verzonden: 11/14/2024 5:02:53 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens: (Mede ook namens zijn kleinkind [redacted])
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik ben direct betrokken en woon naast het Hoogspanningsstation Tennet dat is omringd door de wegen Collseweg, Molendijk en Daalakkersweg in Eindhoven aan de rand van natuurgebied De Collse Zegge.

Ik hoor nergens iets van maar mag uw plannen vernemen uit de krant. Enkel van u mogen vernemen toen u onderzoek wilde doen dit voorjaar 24. Vervolgens werd het radiostil ondanks belofte...

Ik maak bezwaar i.v.m. stikstofuitstoot, inductiespanning, ontladen van condensators, geluidsoverlast (brommen van transformators vooral wanneer het vochtig is waardoor je niet buiten kunt zitten of met open raam kunt slapen), horizonvervuiling, lichtvervuiling in de directe omgeving van mijn huis. aantasting grond i.v.m. biodiversiteit en vermindering van de waarde van mijn huis.

Mvg [redacted]

Verzonden: 11/14/2024 7:57:08 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: [redacted]
Als: Bedrijf
(Mede) namens: Maatschap [redacted]
Organisatie: Mts [redacted]

Uw zienswijze/reactie:

Zou graag betrokken blijven dat we zeker geen overlast van hoogspannings traject krijgen op info avond in meijel geen geruststelling gekregen .

Slapen en ons woon en werkgever is al slecht door de windmolens op minder dan 500 meter van hoek huis .hoek perceel van bedrijf waar ons werk is ligt op200 meter echt niet te doen .zou graag eerlijke

Uitleg hebben nu en geen zwamverhalen dat we later weer met

Overlast zitten en niemand zich er nog iets van aan trekt

Gr [redacted]

Verzonden: 11/14/2024 9:02:30 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s): [redacted]
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Betreft: Zorg over Hoogspanningsmast VK380

Geachte [ontvanger],

Ik maak me zorgen over de geplande hoogspanningsmast VK380. Er is nog onduidelijkheid over de precieze route, maar wij maken ons ernstig zorgen over dat de mast mogelijk door het groene gebied tussen onze wijk Gijzenrooi en de A67 zal komen te lopen. Dit zou een ingrijpende impact hebben op dit natuurgebied.

Daarnaast wil ik ook de huidige druk die momenteel al rust op dit gebied onder de aandacht brengen. Er vindt op dit moment namelijk een grote boomkapactie plaats in verband met de aanleg van het nieuwe hoofdriool, wat de ecologische balans enorm beïnvloedt. De toevoeging van een hoogspanningsmast in dit kwetsbare gebied zou de situatie nog verergeren.

Ik verzoek u vriendelijk om bij de verdere planning en besluitvorming hiermee rekening te houden en met de gevolgen voor de natuur en de leefomgeving in dit gebied.

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Verzonden: 11/14/2024 9:11:33 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: België
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens:
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Beste,

Ik ben eigenaar van [redacted] een maatschappelijk rustoord met stiltegebied. Er komen kinderen met kanker.

Ik ga ervanuit dat men deze hoogspanning niet in de buurt zet van [redacted] De windturbines en drukker wordende baan hebben al voor voldoende miserie gezorgd.

[redacted]

Eigenaar

[redacted]

Verzonden: 11/14/2024 9:17:25 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Maatschappelijke organisatie
(Mede) namens: Biozentrische geloofsgemeenschap Nederland
Organisatie: Stichting InnEssence Stokershorst

Uw zienswijze/reactie:

Beste,

Meer ongezonde leefomgeving bij ons kan niet. Gelieve het zoekgebied te herzien. Deze regio en onze stichting is gebaseerd op gezondheid en welzijn. Windturbines en een drukke baan hebben dit al voldoende negatief beïnvloedt.

Mvg,

Stichting innessence srokershorst

Biozentrische geloofsgemeenschap Nederland

Verzonden: 11/14/2024 11:16:32 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: [redacted]
Huisnummer: [redacted]
Postcode: [redacted]
Woonplaats: [redacted]
Land: Nederland
Telefoonnummer:
E-mailadres: [redacted]
Als: Particulier
(Mede) namens: [redacted]
Organisatie:

Uw zienswijze/reactie:

Ik werd pas vandaag op de hoogte gebracht van dit project, graag zou ik vanaf nu persoonlijk via mail geïnformeerd willen worden daar wij in het zoekgebied wonen en werken

Verzonden: 11/16/2024 2:32:58 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: Postbus
Huisnummer: 3
Postcode: 5750 AA
Woonplaats: Deurne
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres: info@deurne.nl
Als: Overheid
(Mede) namens:
Organisatie: Gemeente Deurne

Uw zienswijze/reactie:

Zie bijlage

Gemeente Deurne

Bureau Energieprojecten
Inspraakpunt Hoogspanningsverbinding 380 kV Maasbracht-Eindhoven
Postbus 111
9200 AC Drachten

VERZONDEN 1 1 NOV. 2024

Deurne, 11 november 2024
Kenmerk: 3048016/3214670 (bij evt. correspondentie s.v.p. dit nummer vermelden)
Betreft: Reactie op voornemen en participatie netuitbreiding Eindhoven-Maasbracht
Bijlage(n): -

Geachte heer/mevrouw,

Op 2 oktober 2024 heeft u de kennisgeving voornemen en voorstel voor participatie voor de netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven gepubliceerd. Deze ligt van 4 oktober tot 14 november 2024 ter inzage met de mogelijkheid om een reactie in te dienen bij het ministerie van Klimaat en Groene Groei. Wij willen namens de gemeente Deurne gebruik maken van deze gelegenheid.

Zoekgebied en uitgangspunten
Het zoekgebied voor de hoogspanningsverbinding ligt voor een klein gedeelte in de gemeente Deurne. In het document worden ook een aantal uitgangspunten voor het tracé aangegeven. Wij onderschrijven hierbij dat het tracé gevoelige gebouwen en natuur zo veel als mogelijk worden vermeden en dat het tracé niet door dorps- en stadskernen zal gaan.

Ontwikkelingen Deurne
Met deze reactie willen we u verzoeken om rekening te houden met toekomstige ontwikkelingen in de gemeente Deurne, zoals:

- Gebiedsgerichte aanpak Vitale Peel;
- Klimaatcorridor A67
- Opgave (kleine) kernen Ontwikkelperspectief Zuidoost-Brabant.

Vragen
Mocht u vragen hebben naar aanleiding van deze brief kunt u contact opnemen met de heer [redacted]).

Hoogachtend,
burgemeester en wethouders van Deurne

[redacted]

[redacted]
G. Bute
burgemeester

[redacted]

Postbus 3
5750 AA Deurne
Bezoekadres:
Markt 1
T 0493 - 38 77 11
E info@deurne.nl
www.deurne.nl

Verzonden: 11/16/2024 2:44:05 PM
Onderwerp:
Project: 380 kV Netuitbreiding Maasbracht-Eindhoven - V&P
Achternaam: [redacted]
Tussenvoegsel(s):
Voorletters: [redacted]
Straat: Postbus
Huisnummer: 7000
Postcode: 6050 AA
Woonplaats: Maasbracht
Land: Nederland
Telefoonnummer: [redacted]
E-mailadres:
Als: Overheid
(Mede) namens:
Organisatie: Gemeente MaasGouw

Uw zienswijze/reactie:

Zie bijlage

GEMEENTE
MAASGOUW.

Uw brief van:
Uw kenmerk:
Ons kenmerk: Z/23/033170
Documentnr: D/24/175956
Inlichtingen: [redacted]
Telefoonnr: [redacted]
Onderwerp: reactie op het VenP nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding Maasbracht - Eindhoven.
Datum: 7 november 2024
Verzenddatum:
Bijlage:

Bureau Energieprojecten - Inspraakpunt 380 kV Netuitbreidin
Maasbracht-Eindhoven
Postbus 111
9200 AC Drachten

Beste heer/mevrouw,

TenneT heeft het plan een nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding aan te leggen tussen de hoogspanningsstations Maasbracht en Eindhoven. Het project start met de bekendmaking van het Voornemen en het Participatieplan. Het Voornemen en Participatieplan (VenP) ligt van vrijdag 4 oktober tot en met donderdag 14 november 2024 ter inzage. Gedurende deze termijn is het mogelijk om een reactie op het Voornemen en het Participatieplan in te dienen. Hierbij ontvangt u de reactie van de gemeente Maasgouw op het Voornemen en het Participatieplan nieuwe 380 kV hoogspanningsverbinding Maasbracht - Eindhoven.

Cumulatie.
Ten aanzien van het aspect cumulatie wordt in de reactie van het Rijk op de eerdere opmerking van de gemeente aangegeven dat cumulatieve effecten in dit project omschrijven suggereert een soort integraal MER terwijl de projecten verschillende tijdslijnen kennen, dat wordt dus niet voorzien. Dat wil overigens niet zeggen dat de projecten geïsoleerd van elkaar worden onderzocht en uitgewerkt, dat zou immers niet tot goede en (haalbare) besluitvorming leiden.

Dit is te vrijblijvend. Ons inziens dient dit onderwerp zeker in het VenP terug te komen. Hierbij verwijzen wij naar de uitspraak van de Raad van State 202101244/1/R2 (ECLI:NL:RVS:2023:4240, Datum uitspraak 15 november 2023). In het kader van deze zaak heeft de STAB een deskundigenbericht uitgebracht. In de betreffende uitspraak is onder overweging 4.5 het volgende opgenomen:

In het deskundigenbericht van de STAB staat dat in het landelijk beleid geen goedgekeurde rekenmethode voor de gecumuleerde effecten van bovengrondse en ondergrondse hoogspanningsverbindingen is beschreven en dat daarom door de raad en Tennet geen onderzoek naar cumulatieve effecten is gedaan. Omdat de woning van [appellante] is gelegen binnen de 0,4 µT magneetveldzone van de al bestaande bovengrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding, zou de beïnvloeding van de ondergrondse hoogspanningsverbinding volgens de deskundige van de STAB echter een (geringe) bijdrage kunnen leveren aan de gezamenlijke magneetveldsterkte en had deze bijdrage wel moeten worden berekend. In beginsel zou de berekeningsmethode voor cumulatieve

effecten bij bovengrondse hoogspanningsverbindingen ook kunnen worden toegepast bij ondergrondse verbindingen. De Afdeling ziet geen aanleiding om aan de juistheid van de bevindingen van de STAB te twijfelen. Naar het oordeel van de Afdeling had het uit oogpunt van een goede ruimtelijke ordening op de weg van de raad gelegen om naar de cumulatieve effecten op dit perceel nader locatie-specifiek onderzoek te (laten) doen. Dat een goedgekeurde rekenmethode (nog) niet beschikbaar is voor de cumulatie van magneetveldsterktes van bovengrondse en ondergrondse hoogspanningslijnen, is in het licht van het STAB-advies onvoldoende voor de conclusie dat een goede ruimtelijke ordening zich daarom niet tegen de aanleg van de ondergrondse 150 kV-verbinding op dit perceel verzet.

Uit deze uitspraak blijkt dat beïnvloeding van meerdere verbindingen een bijdrage kan leveren aan een gezamenlijke magneetveldsterke.

Zeker gezien de aanwezigheid van verschillende verbindingen in Maasgouw kan een gezamenlijke (hogere) magneetveldsterkte mogelijk bijdragen aan extra gezondheidsrisico's. Het onderwerp cumulatie dient dan ook nader beschouwd te worden.

Zeer beperkt zoekgebied in Maasgouw.
Het rijk erkent in de reactie op het concept VenP dat het huidige zoekgebied rond Maasbracht niet goed leesbaar is weergegeven. Gezien de beperkte ruimte voor een nieuwe verbinding die in de gemeente Maasgouw aanwezig is, dient de situatie in Maasgouw voor iedereen duidelijk zichtbaar te zijn. Een aparte afbeelding waar de situatie in Maasgouw is weergegeven dient dan ook te worden toegevoegd.

Verkenning van alternatieven
In hoofdstuk 3.2 is aangegeven dat de Notitie Onderzoeksalternatieven (NOA) onderbouwt welke tracéalternatieven worden onderzocht en welke aangedragen tracéalternatieven niet verder worden onderzocht. De NOA is een bijlage van de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD).

Wij zijn van mening dat in de NRD alle aangedragen alternatieven in de volle breedte onderzocht dienen te worden,

Ondergrondse bekabeling.
In de reactie op het concept VenP stelt het rijk dat in dit vroege stadium van het project, mede vanuit het uitgangspunt 'bovengronds tenzij', niet al worden voorgesorteerd op technische invullingen/oplossingen. Onduidelijk is wat wordt verstaan onder "Tenzij". Dit dient in het VenP verduidelijkt te worden waarbij de beperkte ruimte in Maasgouw beschouwd dient te worden.

Stakeholders
Ten aanzien van bijlage 1 "Overzicht te betrekken organisaties" stellen wij de volgende wijzigingen/aanvullingen voor:

- buurtschap Brachterbeek wijzigen in Bewonersplatform Brachterbeek.
- Bij de landbouworganisaties de LLTB toevoegen.
- Bij de natuurorganisaties Natuurmonumenten toevoegen.

Met vriendelijke groet,

Burgemeester en wethouders
Namens dezen,

[redacted]