Gemeente Bergen op Zoom
I23-043286
Reg. datum: 27/12/2023

Zienswijze tegen ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren.

Namens Bedrijvenvereniging TNP

Aan : Gemeenteraad Bergen op Zoom

Postbus 35
4600 AA Bergen op Zoom

Onderwerp :
zienswijze tegen ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren dd.16-11-2023
Betreft: plannummer: NL.IMRO.0748.BP0271-0201

Bergen op Zoom, 20 december 2023

Geachte heer/mevrouw,
Hierbij maken wij onze zienswijze kenbaar met betrekking tot ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren .

Wij zijn het niet eens met het voorgestelde ontwerpbestemmingsplan en dienen daarom deze zienswijze in, tegen het afwijzen van locatie de Spie.
Ingebracht door meer dan 30 ondernemers van Bedrijvenvereniging TNP, die allen vermeld zijn in de bijlage "Kopie van reacties HS station".

Nadat door de gemeenteraad in maart 2022 de voorkeurslocatie bij de Pals was gekozen, is er een totaal andere situatie ontstaan in de wereld. De oorlog tussen Rusland en Oekraïne, met daarnaast direct het stoppen van aardgas uit Groningen, heeft ervoor gezorgd dat er een totaal ander stroomvoorziening en verbruik is ontstaan met een geweldige netcongestie tot gevolg.
Hierdoor is door minister Jette een gezant, [redacted] aangesteld, die via werkgeversorganisatie VNO/NCW gevraagd heeft of er projecten zijn, die een versnelling van geplande capaciteit kunnen realiseren.
Toen is het idee ontstaan om te zien of de eerder afgevallen locatie bij de Spie, wat landbouwgrond is maar bestemming industrie heeft alsnog in aanmerking kan komen, zodat een veel langere procedure, met bestemmingsplan wijzing, MER-studie en onteigening van een melkveehouderij, wat op de gekozen locatie allemaal moet, aanzienlijk sneller gedaan kan worden.
Hierover is met enkele politieke partijen, Tennet en Sabic onder auspiciën van VNO/NCW een constructief overleg geweest. Alle partijen waren het eens dat de Spie de beste locatie zou zijn. Sabic heeft aangegeven mee te willen werken aan een keuze op de Spie, alleen Tennet blijft vasthouden aan de vorm van een rechthoek.

Uiteindelijk bleven er volgens de gemeente 3 zogenaamde No Go's over. Die in een brief door de gemeente als antwoord op de nota Herstellen en Versnellen (zie bijlage) is gekomen.

1) De windmolens die ervoor zorgen dat een groot deel van de Spie niet benut kan worden. Maar deze windmolens expireren op 1 februari 2025, dus dit argument valt weg
2) De vorm van het station zou een rechthoek moeten zijn, maar zoals uit de bijgevoegde e-mails van Hoogspanningsnet BV blijkt is dit echt niet nodig. Ook weten we dat er al veel andere voorbeelden in Nederland zijn waar afgeweken is van de vorm. Als Bedrijvenvereniging TNP hebben we nog geprobeerd om aan bureau bereid te vinden om voor ons een studie te doen met de bekende afmetingen van de spie en bereidheid van Sabic, maar helaas wordt duidelijk hoe machtig een Staatsbedrijf als Tennet is. Bedrijven als Arcadis, Witteveen&Bos, Antea Group, Movares, WSP en ook Bilfinger/Tebodin, zijn allemaal op 1 of andere manier betrokken bij Tennet en willen dan geen studie doe, omdat ze dit belangverstrengeling noemen. En engineeringbureaus, die

niet gebonden zijn hebben weer niet voldoende expertise in het ontwerpen van HS stations. Maar allemaal kennen de stelling "Als het niet past zoals het moet, dan moet het maar zoals het past"...nogmaals voorbeelden genoeg in Nederland. Zie bijlage 2.

3) Het station komt in conflict met het Natura 2000 en NNN gebied, maar als de windmolens weg zijn vervalt ook dit argument. Mocht het toch nog nodig zijn om aan de hoogspanningsmast te moeten werken in het Natura 2000 gebied, bestaat hier jurisprudentie over met een vergelijkbare casus in Borsele.

Tijdens de beslissende gemeenteraadsvergadering, kwam wethouder Pals met een nieuwe stellingname. "Zelfs als alle drie bovengenoemde No-Go's verdwijnen gaat het nog steeds niet sneller, omdat ook de locatie van de Spie een bestemmingsplanwijziging nodig heeft".
Nooit is dit argument benoemd alleen op de avond van de stemming door de gemeenteraad, over het voorgenomen bestemmingsplan. Natuurlijk heeft zo'n stelling invloed op de keuze en daardoor de uitslag van de stemming door de gemeenteraadsleden, zeker als ook nog verwezen wordt naar een brief van Tennet.
Inmiddels is duidelijk geworden dat de stelling dat er een bestemmingsplan wijziging nodig klopt, maar wat achterwege is gebleven, is dat hier slechts een verhoging van 1 categorie nodig is (van 4.2 tot 5.1) en wat via een versnelde procedure binnen maximaal een half jaar gerealiseerd kan worden. We verwijzen hier naar een rapport opgesteld door Adviesbureau BRO, waarbij e.e.a. officieel bevestigd wordt. Rapport is bijgevoegd onder bijlage 3 Milieucategorie wijziging Spie.
Deze last minute stellingname van de wethouder heeft dus een onjuist beeld gegeven op het moment dat het voorstel in stemming kwam en zal zeker politiek en juridisch consequenties tot gevolg hebben.

Deze zienswijze wordt ingediend namens Bedrijvenvereniging TNP van Bergen op Zoom, mede omdat ook de Spie onderdeel is van dit terrein.
De Dorpsraad van Lepelstraat heeft een uitgebreide zienswijze samengesteld en dat document recent (27 december 2023) bij uw gemeenteraad ingediend. Dat stuk is gedateerd 24 december 2023 In dat uitvoerige document wordt aangegeven welke bezwaren en argumenten in detail aan de orde zijn. Wij willen expliciet adhesie betuigen aan de in die zienswijze gehanteerde motiveringen en argumenten en wensen bij deze de argumentatie van de Dorpsraad van Lepelstraat tot de onze te maken. Met inbegrip van de daarbij behorende bijlagen en producties zoals in het stuk van de Dorpsraad is omschreven en derhalve de zienswijze van de Dorpsraad van Lepelstraat integraal en onvoorwaardelijk deel uit laten maken van onze zienswijze. Voor de goede orde hebben we de zienswijze van de Dorpsraad van Lepelstraat aan dit stuk gehecht.

Tevens verwijzen wij naar de uitgebreide gezamenlijke zienswijze, ingediend door vele omwonenden en Dorpsraad Lepelstraat, waar we m.b.t. relevante zaken rondom de Spie volledig achterstaan en mede ondersteunen.

Wij verzoeken u daarom om op grond van het bovenstaande om dit ontwerpbestemmingsplan in deze vorm niet te laten doorgaan.

We worden graag op de hoogte gehouden van het verdere verloop van de procedure.

Hoogachtend,

Voorzitter



Secretaris



Naam : Bedrijvenvereniging Theodorushaven, Noordland en de Poort KvK 20120378
Adres :
Postcode en plaats :
Email
Tel.nr. :

Gemeente Bergen op Zoom
I23-043291
Reg. datum: 27/12/2023

Aan het college van Burgemeester en Wethouders en alle leden van de Raad
van de Gemeente Bergen op Zoom

zondag 17 december 2023

Onderwerp

zienswijze tegen ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren dd.16-11-2023
Betreft: plannummer: NL.IMRO.0748.BP0271-0201

[redacted] &
[redacted]
[redacted] Lepelstraat

Geacht college van Burgemeester en Wethouders en raadsleden van de gemeente Bergen op Zoom,

In het gebied [redacted] aan de [redacted] wonen wij, [redacted] &
op landgoed De Brabantse Wal
Op de uitloper van de Brabantse Wal ligt het landgoed waarop ons huis staat.
Samen met Ter Wal kleinschalige woonzorg (terwalzorg.nl) leven wij op dit fraai gelegen landgoed.
Naast onze woning staat het Koetshuys waarin wij onze landelijke B&B accommodatie runnen.
Het gebied kenmerkt zich nog met authentieke elementen, waterlopen weilanden akkers boomsingels en oude boerderijen.
Het landgoed is ingericht met fraaie houtwallen, klavervelden , waterlopen en inheemse planten en bomen. Het nog jonge landgoed komt steeds voller tot wasdom en is geworden tot een ideale leef plek voor vele diersoorten.

De komst van het immens grote HS Stroomstation naar zoeklocatie de Pals, is een voor ons onbegrijpelijke keuze van de Gemeente.
Bij het gehele traject zijn wij intensief betrokken geweest, vanaf het allereerste uur, aan alle werkateliers meegewerkt.
Wat in de begin nog leek op een democratisch collectief zoekproces naar de meest aanvaarbare geschikte locatie is voor ons uitgemond op een complete deceptie.
Op een voor ons nog steeds onverklaarbaar wijze is het zoekproces gaandeweg verhard en tot een lobby project verworden richting de Pals locatie.

Daar het college steeds terug reflecteert naar het opgestelde atelierboek met al zijn locaties, uitwerkingen en matrixen, is het college vooral zelf gaan geloven dat de Pals de beste locatie is.
Maar in datzelfde werkboek staan ook heel veel aangedragen argumenten en onderbouwingen van ons Lepelstraters waarom het HS Station beter niet hier maar bij reeds bestaande industrie gebouwd dient te worden. Want geacht College, dat is echt veel beter, niet alleen voor Lepelstraat maar voor alle inwoners van de gemeente Bergen op Zoom. Het is hier een geliefd wandel/ fiets gebied, vele bewoners uit de gehele gemeente komen hier voor ontspanning en om te genieten van het natuurlijk moois wat onze polder te bieden heeft. Zie ook onze bijdrage/inzending op 13 juli 2021
voor het Tennet Projectboek

Hoe begon het ook alweer:

Arcadis had in haar voorstudie 6 locaties in kaart gebracht, waarvan 1 locatie in de noordelijke Auvergne polder aan de Heenweg. Die is bij de eerste sessies van de zoekkaart weggeveegd.
Dat luchtte enorm op want die locatie was pal hier achter het landgoed.

Bewoners die aan de werkateliers meededen mochten ook alternatieve locaties aandragen en zo kwam het dat met name vanuit de Halsterse Auvergne polder zuid / Spinolaberg / Tholenseweg voorstellen kwamen voor locaties in de Auvergne polder Noord, te weten nabij gemaal de Pals en in de Glymespolder. Onder het moto : mooi ver weg van de bewoonde Bergse wereld staat het niemand in de weg. Tegen de zin in van de Lepelstraatse bevolking is in de Auvergne Noord de Pals aangedragen door veelal Halsterse burgers als mogelijke locatie van het station.

Dat is een eigen leven gaan lijden en met vereende krachten, tot in de politiek toe, heeft men alles op alles gezet om het stroom station te weren uit de Auvergne zuid polder.
Met alles wat we aandroegen is helemaal niets gedaan, we liepen met al onze goedbedoelde ideeën tegen een muur op, het leek wel van te voren zo gepland, dat het pertinent niet zou kunnen komen op de Spie nabij de bestaande industrie. Medeburgers werden tegenstanders en het democratische samen gevoel verdampte zienderogen. Van een respectvolle dialoog was geen sprake meer.

Waar ging het toch mis, wie verzwaarde de steeds nieuwe argumenten dat bouwen op de Spie niet zou gaan, en vooral wie of wat is toch die machtige sturende hand in dit verhitte politieke spel.
Waarom bent u, College zo gebrand op locatie de Pals, en waarom zijn het juist de oppositieraadsleden die bereidheid tonen voor een nieuw gedegen onderzoek naar de Spie.
Waarom een Wethouder die, als een no go obstakel uit de weg leek geruimd, een nieuwe no go uit de hoed toverde?

Het waren wij, de meedenkende medeburgers die op zoek gingen naar mogelijkheden voor het opheffen van de 3 no go`s , te weten - weghalen van De oude windmolens - inpasbaar maken van het HS station op de spie- een tijdelijke werk ontheffing voor in het nabij gelegen natura 2000 gebied Maar niet u, het college, geen enkele medewerking van uw zijde, maar een defensieve houding dat is wat u ons leverde in het zoekproces. En dan net voor het in stemming brengen in de raad van een nieuw onderzoek naar de Spielocatie, kwam Wethouder Pals met een nieuwe no go" de bestaande milieu kwalificatie van het Spie terrein is niet toereikend voor een HS stroomstation, er is een bestemmingsplanwijziging nodig van 4.2 / 5.1"
We spreken hier van oneigenlijke beïnvloeding, zo net voor aanvang van stemming, verbijsterd waren wij meneer de Wethouder!.

Tijdens de raadsvergadering van 26 oktober 2023 stelde VVD Raadslid [redacted] met stemverheffing dat het HS Stroom station op de Noordelijke locatie komt, het Was – IS en BLIJFT bij de Pals Het klinkt allemaal stoer maar het tegendeel hiervan is waar, want mede door zijn optreden werd eens te meer duidelijk naar buiten gebracht, dat het college zich niet bewust is van wat men hier wil gaan aanrichten.

Waarom....waarom toch die standvastigheid?

Wat is voor B&W toch de beweegreden om er, juist nu, niet alles aan te doen om het station mogelijk te maken bij bestaande industriegronden nabij of op de Spie.

Onze vele omvangrijke aangedragen motivaties om <u>juist te kiezen</u> voor een locatie bij bestaande industrie liegen er niet om.
Onze gezamenlijke studies en onderbouwingen van de locatie omgevingen gaan over geluid, natuur, toerisme, industrie, milieu, fauna, akkerbouw, veeteelt, landschappelijke waarden en gaan over een menselijke waarden, en zijn opgesteld door uw bloedeigen inwoners en zijn veel uitgebreider dan de info die Tennet naar buiten brengt via media en in het project boek.

Belangen:

Zijn er soms andere belangen in het spel die ons niet ter gehore zijn komen?
Is Tennet een oppermachtige speler als staatsbedrijf die bepaalt, en niet de gemeente?
Was Wittenveen en Bos destijds wel onafhankelijk met zijn rapport als het gaat over onderzoek naar locatie 4b?
Is het geluidstechnisch bureau Peutch wel zo neutraal als men wil uitdragen?
Is de Bergse Coalitie wel zo integer en oprecht als men doet overkomen?

Nee..... wij voelen ons niet gehoord, alle 3 de no go`s kunnen weerlegd worden.
De nota Herstellen & Versnellen gaf ons eindelijk wat hoop en handvatten.
Een indrukwekkend rapport, opgesteld door enkele oppositie raadsleden, werd gekleineerd.

Kortom wij voelen ons niet gehoord in het gehele proces, het vertrouwen daarin is verdampt.
De bouw van het Stroom station nabij de Pals heeft voor ons namelijk ook **No Go s**

Te weten:

Geluid:
Het transformator geluid kan zich niet vermengen met bestaand 24/7 industriegeluid.

Maar zal in onze rustige stille polder des te hoorbaarder zijn , zeer zeker door de alsmaar aanwezige laagfrequente bromtoon. Hierbij verwijzen wij graag naar de geluidstudies *van ingenieursbureau Cauberg Huygen en de mening van [redacted], een autoriteit op het gebied van laagfrequent geluid*

Zicht:
Er is hier geen industrie zoals bij Sabic in het zuiden, de Auvergne Noord polder zal hier wreed worden gesloopt voor het realiseren van het HS stroomstation.

Kijk eens vanaf de Tholense brug richting Halsteren met in het zuiden het bestaande industrieterrein en noordelijk de Lepelstraatse polder zonder enige industrie.
Dan wordt het voor ieder weldenkend mens duidelijk waar je zo`n mega station zou moeten realiseren, namelijk bij de bestaande industrie.

Grond:

Het verkwanselen van vruchtbare landerijen en akkers met zijn actieve landbouw.
Deze polder staat al door de eeuwen heen hoog aangeschreven bij akkerbouwers door zijn hoogwaardig voedzame kleigrond voor het verbouwen van diverse gewassen.
Ook wordt een modern mooi Melkveebedrijf met bestaanszekerheid bedreigd door de komst van het Tennet HS stroomstation.

Hoe kan het college zo blind zijn voor de landschappelijke en maatschappelijke gevolgen met het realiseren van het mega HS Stroomstation nabij de Pals? Er gaat veel meer verloren dan er wordt gewonnen.

zicht vervuiling:

Zichtvervuiling bij en over het lange water heen,
waardoor zware aantasting van bestaande flora en fauna onvermijdelijk is.

De 7 tal nieuwe Masten met hun vele kabels zijn obstakels voor de vele vogels die hier leven waaronder mede de zeer zeldzame rose vleermuis.

Terp:

Het station is gepland op een terp van ruim 2 meter hoog, en 80 meter meer richting het zuiden dan eerder voorgelegd, nabij woonkernen De Kijkuit, de Waterkant en de Kladde.

De terp kwam als een volkomen verassing en is niet meegenomen in het raadsbesluit van 22maart 2022.
Heel veel insprekers tijdens de sessies hebben gevraagd een dijk om het station te ontwikkelen, zodat het station veel beter aan het zicht wordt onttrokken. Locatie de Pals blijkt de enige locatie waar de aanleg van een dijk niet mogelijk is naar nu blijkt, er is te weinig ruimte voor een dijk stelt Tennet. Kortom de locatie leent zich niet voor het grote HS Station.

Ligging:

Is gemaal de Pals wel zo afgelegen van de bewoonde wereld als men stelt in de raad?

Nee helemaal niet, de wooneenheden de Kijkuit- de Waterkant en de Kladde zijn op kleine afstand gelegen.
Direct aan de overkant op het Eiland Tholen aan het Schelde Rijn kanaal liggen de woonkernen Botshoofd en de nieuwe wijk Waterfront.

Samengevat:
Het stroomstation is industrie en behoort dus zijn aansluiting te krijgen nabij bestaande industrie en niet in de stille authentieke polder bij gemaal de Pals.

Visie:

Hoe kan dat toch allemaal, eenieder aan wie wij dit gehele zoekproces voorleggen, kan niet geloven dat een raad kiest voor een plek in de polder van Lepelstraat i.p.v. bij de bestaande industrie,
met dan ook nog eens de luxe van een panklaar liggend bedrijfsterrein in handen te hebben!
Maar men blijft maar roepen dat het daar niet kan. Zeer kortzichtig en bestuurlijk dwalen zonder enig brede visie.
Kom op College u weet wel beter!!

Conclusie:

Wat bezielt u toch zo vast te houden aan de locatie naast gemaal de Pals?

Ook wij zien zeker de noodzaak van het stroomstation, de gesprekken met de Tennet

mensen zijn veelal in goede harmonie verlopen.

Er is wederzijds begrip maar de bal ligt bij u, College, haal de angel uit dit slopend proces,

lees onze welgemeende onderbouwingen eens goed door.

Weldra zal ook u komen tot een ander inzicht, beter ten halve gekeerd dan ten hele gedwaald

Onze Ultieme vraag:

Geacht college van de gemeente Bergen op Zoom, behoud de fraaie polder hier aan de Waterkant en zet alles in het werk om het HS stroomstation nabij Sabic mogelijk te maken, het heroverwegen van uw keuze hierin zal zegevieren voor nu en in de verre toekomst en voor alle (toekomstige) burgers van de gehele gemeente Bergen op Zoom.

[redacted] &
[redacted]
[redacted] Lepelstraat
[redacted]
[redacted]
[redacted]
[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

Gemeente Bergen op Zoom
I23-043294
Reg. datum: 27/12/2023

Aan : Gemeenteraad Bergen op Zoom
Postbus 35
4600 AA Bergen op Zoom

Onderwerp :
zienswijze tegen ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren dd.16-11-2023
Betreft: plannummer: NL.IMRO.0748.BP0271-0201

Geachte heer/mevrouw,
Hierbij maak ik mijn zienswijze kenbaar met betrekking tot ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren .

Ik ben het niet eens met het voorgestelde ontwerpbestemmingsplan omdat
de locatiekeuze voor het hoogspanning station in Lepelstraat nabij gemaal de Pals niet op de goede manier tot stand is gekomen.

Tijdens het ophalen van de meningen van de bevolking hierover heeft een Raadslid woon achtend [redacted], steeds al sturend opgetreden om het Tennet station te weren uit de Auvergnepolder.

Dit raadslid heeft zich bij alle actie- bewonersgroepen die zich bezig hielden met de locatiekeuze van het Tennet station opgedrongen en daarbij altijd aangegeven dat locatie de Pals in Lepelstraat, de beste was.

Dit raadslid heeft samen met betrokken inwoners van Halsteren in april 2021, een Petitie mee opgesteld, Handen af van de Auvergnepolder en Nieuw Beijmoersepolder, waarin stelling genomen werd tegen de mogelijke komst van het hoogspanning station Tennet. De initiatiefnemers/onder schrijvers (waaronder ook het betreffende Raadslid), kwamen met het alternatief: het gebied ten Noorden van de Eendrachtsweg, nabij gemaal de Pals.

Hetzelfde raadslid ging in overleg met een bewonersgroep uit Lepelstraat waar ook één van de zoeklocaties van Tennet lag. Daarbij heeft ze een handtekeningenactie (Tennet station naar zoeklocatie 1 de Pals) opgezet, ondertekend als [redacted], alsof het leek alsof [redacted] tegen deze zoeklocatie was. Dit is belangenverstrengeling. (bijlage email + is ondertekend namens Ongebouwd)

Dit raadslid heeft er mede voor gezorgd dat het Tennet station niet in [redacted] Auvergne polder kwam.

[redacted]

Lepelstraat, 27 december 2023

Begin doorgestuurd bericht:

Van: [redacted]
Datum: 5 augustus 2021 om 20:19:17 CEST
Aan: [redacted]
Onderwerp: Doorst: handtekeningenlijst

Dag allen,

Onderstaande mail kreeg ik van [redacted]. Ik kan niet zien aan wie zij hem nog meer heeft gestuurd.
Wat zal ik hierop antwoorden?

Groetjes [redacted]

Verstuurd vanaf mijn iPad

Begin doorgestuurd bericht:

Van: [redacted]
Datum: 3 augustus 2021 om 15:10:00 CEST
Aan: [redacted]
Onderwerp: Doorst.: FSI handtekeningenlijst PDI

Dag [redacted],
zie bijlage.
Als jullie voornemens zijn om ook locatie 1 als "kansrijke locatie" onderzocht te willen hebben, verneem ik het graag.

Dan kunnen we de handtekeningenlijsten gezamenlijk indienen bij de gemeente en TenneT.

Grt [redacted]

---------- Forwarded message ---------
Van: [redacted]
Date: ma 2 aug. 2021 om 19:57
Subject: handtekeningenlijst
To: [redacted]

Zie bijlage

[redacted]

[redacted]

Met vriendelijke groet,

[redacted]

Waterschap Brabantse Delta

E: [redacted]
W: www.brabantsedelta.nl

Halsteren, 4 augustus '21.

Verzoek aan TenneT om locatie 1 WEL mee te nemen in de onderzoeken naar zogenaamde " kansrijke locaties".

Naam:	Adres:	Handtekening:

Zienswijze tegen Ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren

plannummer NL.IMRO.0748.BP0271-0201

Gemeenteraad Bergen op Zoom

Postbus 35

4600 AA Bergen op Zoom

I23-043294

Bewijs van ontvangst

Hierbij verklaart ondergetekende, op

Datum : woensdag 27 december 2023
Tijdstip : 14:29 **uur**

Een document in ontvangst te hebben genomen betreffende

Aard / onderwerp document : Zienswijze mbt ontwerpbestemmingsplan hoogspanningsstation Halsteren
Naam afzender document :
Plaatsnaam :

Het document is in het stadskantoor te Bergen op Zoom afgegeven door

De heer :

Het document is geregistreerd onder het kenmerk I23-043294
U ontvangt nog informatie over welke eenheid dit document in behandeling heeft gekregen.

Naam ontvanger:

Handtekening indiener:

Jacob Obrechtlaan 4
4611 AR Bergen op Zoom

Postbus 35
4600 AA Bergen op Zoom
I www.bergenopzoom.nl

T 140164
F (0164) 24 53 56
Kvk 20169091

B nv BNG rek. nr. 28.50.00.942
B IBAN: NL41BNGH 0285000942
B BIC: BNGHNL2G

Odura ...
Energie in transitie

Gemeente Bergen op Zoom
I23-043571
Reg. datum: **29/12/2023**

PER AANGETEKENDE POST
Gemeenteraad Bergen op Zoom
Postbus 35
4600 AA Bergen op Zoom

's-Hertogenbosch, 27 december 2023

Betreft: zienswijze tegen ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren (plannummer: NLIMRO.0748.BP0271-0201)
Kenmerk: 20231227-MSu

Geachte raad,

In het Gemeenteblad van Bergen op Zoom van 15 november 2023 is het ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren (NLIMRO.0748.BP0271-0201) bekendgemaakt.

Hierbij maak ik mijn zienswijze kenbaar over dit ontwerpbestemmingsplan.

In het ontwerpbestemmingsplan is geen rekening gehouden met de snelgroeiende maatschappelijke behoefte aan een grootschalig batterijsysteem in de nabijheid van een hoogspanningsstation als nutsvoorziening voor het in balans helpen houden van de landelijke elektriciteitsvoorziening. Aan de noordzijde van het geplande hoogspanningsstation, op kadastraal perceel HSR L 528, is in principe een goede mogelijkheid om een dergelijk batterijsysteem te plaatsen, tegen geringe maatschappelijke kosten, met grote maatschappelijke waarde, met grote potentiële voordelen voor de omgeving (door afdrachten aan lokaal omgevingsfonds) en met goede mogelijkheden voor een geschikte landschappelijke inpassing. Het zou een grote gemiste kans zijn als daar niet alsnog rekening mee gehouden zou worden.

Op basis van de bovenstaande argumenten heb ik bezwaar tegen het ontwerpbestemmingsplan.

Naar aanleiding van het voorgaande verzoek ik u bij deze om met inachtneming van mijn zienswijze het ontwerpbestemmingsplan gewijzigd vast te stellen, namelijk door op de noordelijk direct aangrenzende grond - op kadastraal perceel HSR L 528 - ongeveer twee hectare een dubbelbestemming te geven: niet alleen de voorgenomen bestemming 'Groen - Landschappelijk' maar ook de bestemming 'Bedrijf - Nutsvoorziening' (het hoogspanningsstation zelf zou volgens het ontwerp ook deze bestemming krijgen). Een batterijsysteem heeft immers in dit geval een nutsfunctie en kan op deze locatie prima op roosters worden gerealiseerd zodanig dat onder de roosters tegelijkertijd de ter plaatse beoogde waterberging, rietmoeras en/of kruidenrijk grasland kan worden ontwikkeld.

Ik ga ervan uit dat u mij van de verdere procedure op de hoogte houdt.

Met vriendelijke groet,

[redacted]

[redacted]

06

4600AA
13-Jan
35
6180

Overname: 29-Dec

Gemeenteraad Bergen op Zoom
Postbus 35
4600 AA Bergen op Zoom

R **BRIEF AANGETEKEND NL** D
NL Frankering betaald €9.25 PostNL
12 gr. 156665 28-12-2023 09:15
NL

3SRPKS678446180 4600AA 35



MOREE GELDERBLOM

ADVOCATEN

Gemeente Bergen op Zoom
I23-043379
Reg. datum: 28/12/2023

[redacted]

PER AANGETEKENDE POST
Gemeenteraad van Bergen op Zoom
Postbus 35
4600 AA BERGEN OP ZOOM

Rotterdam, 22 december 2023

Direct telefoonnr. : [redacted]
Direct faxnummer : [redacted]
E-mailadres : [redacted]

Rotterdam
Postbus 25006
3001 HA Rotterdam
Heemraadssingel 155-157
3022 CE Rotterdam
T [redacted]
F [redacted]

E algemeen@mglaw.nl
I www.mglaw.nl

Inzake : V.O.F. De Bijenhof / Gemeente Bergen op Zoom
Onze ref. : 20232461.ME
Uw ref. : NLIMRO.0748.BP0271-0201
Betreft : zienswijze ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren

Geachte gemeenteraad,

In bovenvermelde zaak behartig ik de belangen van de vennootschap onder firma V.O.F. De Bijenhof Halsteren en zijn vennoten, [redacted] te [redacted] Halsteren.

Namens mijn cliënten maak ik door middel van deze brief gebruik van de mogelijkheid een zienswijze kenbaar te maken over het ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren dat met ingang van donderdag 16 november 2023 gedurende 6 weken tot met 28 december 2023 voor een ieder ter inzage ligt.

Het bestemmingsplan biedt de juridisch-planologische basis voor de realisatie van een 380/150/20 kV-hoogspanningsstation nabij Halsteren, inclusief landschappelijke inpassingen, een deel van de nieuwe kabelverbinding naar Schouwen-Duiveland en bovengrondse aansluiting

Alle werkzaamheden worden verricht op grond van een overeenkomst van opdracht met Moree Gelderblom Advocaten, een maatschap van besloten vennootschappen.
Op de overeenkomst zijn de algemene voorwaarden van toepassing, die op 8 juni 2017 gedeponeerd zijn ter griffie van de rechtbank te Rotterdam onder nummer AL 33/2017. Daarin is een beperking van de aansprakelijkheid opgenomen.
De algemene voorwaarden worden op verzoek toegezonden en kunnen ook worden geraadpleegd op www.mglaw.nl.

(die inlussing genoemd wordt) op de bestaande 380 kV-hoogspanningsverbinding.

Cliënten kunnen zich met het ontwerpbestemmingsplan niet verenigen en zijn van mening dat dit niet op goede gronden berust.

Cliënten zijn eigenaar van het perceel met kadastraal nummer: [redacted]. Dit valt binnen het plangebied. Met het ontwerp bestemmingsplan wordt de agrarische bestemming die op het betreffende perceel rust gewijzigd. Daarmee gaat zeer goede landbouwgrond van het akkerbouwbedrijf van cliënten verloren en dit heeft grote gevolgen voor de bedrijfsvoering van cliënten. Zij kunnen immers niet zomaar ergens alternatieve grond vinden, zeker geen grond in de nabijheid van de locatie waar het bedrijf gevestigd is met voldoende beregeningsmogelijkheden zoals op onderhavige locatie. De 9 hectare grond maakt een belangrijk onderdeel uit van de bedrijfsvoering van cliënt en bevat goede kleigrond op korte afstand gelegen van de bedrijfslocatie.

Cliënten kunnen zich er dan ook niet in vinden dat deze locatie is gekozen voor de bouw van het hoogspanningsstation en zijn van mening dat deze locatiekeuze niet op redelijke gronden tot stand is gekomen.

Bovendien, maar uitsluitend indien en voor zover deze locatiekeuze in stand blijft, begrijpen cliënten niet, waarom niet volstaan wordt met enkel de beoogde bouw van een hoogspanningsstation en het bestemmingsplan uitsluitend daarvoor gewijzigd wordt, maar dat het bestemmingsplan ook voorziet in de realisatie van natuur om het hoogspanningsstation heen. Cliënten zouden hun akkerbouwactiviteiten graag op de betreffende locatie inclusief hoogspanningsstation voortzetten. Anders gezegd: waarom zo'n grote wijziging, terwijl met uitsluitend een beperkte planologische wijziging voor de bouw van het hoogspanningsstation zou kunnen worden volstaan.

Tenslotte hebben cliënten er grote moeite mee en zorg over, dat met hen niet gecommuniceerd wordt over de planologische wijziging en zij tot op heden geen voorstel hebben gekregen voor aankoop van de in het geding zijnde grond. Van hen wordt blijkbaar verwacht, dat zij akkoord gaan met een bestemmingsplanwijziging, terwijl met hen geen overleg wordt gepleegd en zij niet weten waar zij met hun grond en akkerbouwbedrijf aan toe zijn.

Namens cliënten acht ik dat onzorgvuldig en in strijd met het beginsel van behoorlijk bestuur.

Conclusie

Op grond van het vorenstaande verzoek ik u namens cliënten om van vaststelling van het ontwerp bestemmingsplan af te zien dan wel, dat geheel subsidiair, het ontwerp bestemmingsplan met inachtname van de zienswijze van cliënten te wijzigen.

Tot een nadere toelichting op deze zienswijze ben ik namens cliënten graag bereid. Voorts behoud ik mij namens cliënten nadrukkelijk het recht voor om deze zienswijze op een later moment zo nodig aan te vullen dan wel te wijzigen.

Onder dankzegging voor de door u aan deze brief bestede tijd en aandacht en in afwachting van uw berichten, teken ik,

met vriendelijke groet,



MOREE GELDERBLOM

ADVOCATEN

Postbus 25006 3001 HA Rotterdam

20232461.ME

Moree Gelderblom Advocaten
Heemraadssingel 157 3022CE ROTTERDAM The Netherlands

Frankering betaald

postnl

R Aangetekend

D-A-1

Gemeenteraad van Bergen op Zoom
Postbus 35
4600AA BERGEN OP ZOOM

3SXTRD7809546

Recommandé

NL

Gem. B.O.Z.

ector 28 DEC. 2023
id.
opie
fdoeningspar

P2202



3SXTRD7809546

4600AA 35
07-Jan 9546
Gemeenteraad van Bergen
Overname: 23-Dec

90

Gemeente Bergen op Zoom
I23-043580
Reg. datum: 29/12/2023

Veerhaven 17
3016 CJ Rotterdam

TEN HOLTER /NOORDAM advocaten

PER AANGETEKENDE POST
Gemeente Bergen op Zoom
T.a.v. de gemeenteraad
Jacob Obrechtlaan 4
4611 AR Bergen op Zoom

Tel. [redacted]
Fax [redacted]
info@thna.nl
www.thna.nl

VOORAF PER (AANGETEKENDE) E-MAIL: griffie@bergenopzoom.nl

Onderwerp	:	[redacted] / Zienswijze Hoogspanningsstation Halsteren	Datum	: Rotterdam, 28 december 2023
Referentie	:	D231589/RYA/rya	Van	: [redacted], Advocaat
Doc.nr.	:	4239550	Doorkiesnr.	: [redacted]
Uw ref.	:	*Gmb* 2023, 488172	E-mail	: [redacted]

ZIENSWIJZE

Geachte gemeenteraadsleden,

Namens [redacted], wonende aan de [redacted] ([redacted]) te Lepelstraat (hierna: cliënt), die voor deze zaak woonplaats kiest op mijn kantooradres aan de [redacted] ([redacted]) te Rotterdam, dien ik tijdig een zienswijze in tegen het ontwerpbestemmingsplan 'Hoogspanningsstation Halsteren' (hierna: het ontwerpbestemmingsplan), zoals ter inzage gelegd op 16 november 2023.[1]

Inleiding en achtergrond

1. Cliënt is eigenaar van – onder andere – de percelen kadastraal bekend Halsteren sectie L, nummers 46, 47, 59, 60, 61, 62, 514, 558, 559 en 561. De percelen tezamen omvatten 468.105 m^2 (zie **bijlage 1**).

2. Cliënt is sinds 2002 beroepsmatig melkveehouder en houdt circa 160 melkkoeien en 80 stuks jongvee. Dit melkvee graast in de zomer op bovengenoemde percelen.

3. Cliënt heeft op perceel bekend Halsteren sectie [redacted] een drietal mestbassins staan (afmeting 100m x 35m x 3m [LxBxH]).

4. Op 26 oktober 2023 heeft uw gemeenteraad besloten het ontwerpbestemmingsplan in procedure te brengen.[2] Het ontwerpbestemmingsplan

[1] *Gmb*. 2023, 488172.
[2] Raadpleegbaar via: https://bergenopzoom.bestuurlijkeinformatie.nl/Agenda/Document/4255103a-c8c6-44d3-8c4e-30dccc33c6e5?documentId=de31f797-8fae-40a8-9bf7-08fab7c1d4bc&agendaItemId=cbe394e4-e041-452f-b72f-d66fb7c558d0.

Op alle aan Ten Holter Noordam advocaten (handelsregisternummer 63040123) en individuele advocaten van het kantoor verstrekte opdrachten en alle door hen verrichte werkzaamheden zijn de Algemene Voorwaarden van Ten Holter Noordam advocaten van toepassing, die zijn gedeponeerd bij de griffie van de Rechtbank Rotterdam onder nummer 25/2015 en zijn in te zien op www.thna.nl.

SAMEN VERDER DAN JE DENKT.

is vervolgens op 15 november 2023 ter inzage gelegd en gepubliceerd in het Gemeenteblad.[3]

5. Eenieder is daarbij in de gelegenheid gesteld een zienswijze ten aanzien van het ontwerpbestemmingsplan naar voren te brengen tot en met 28 december 2023.

6. Met het ontwerpbestemmingsplan wordt een 380/150/20 kV-hoogspanningsstation van circa 13 hectare (hierna: het hoogspanningsstation) (zie **bijlage 2**) mogelijk gemaakt. Het hoogspanningsstation is gedeeltelijk voorzien op de percelen van cliënt, meer specifieke de percelen lokaal bekend Halsteren sectie L, nummers 59, 60, 62, 558, 559 en 561.

7. Gezien het vermogen van de transformator van het hoogspanningsstation (meer dan 1000 MVA) is het hoogspanningsstation aan te merken als elektriciteitsdistributiebedrijf. Dat maakt dat sprake is van milieucategorie 5.1. als bedoeld in de handreiking 'Bedrijven en milieuzonering' van de Vereniging Nederlandse Gemeenten.

8. Het hoogspanningsstation zal bestaan uit drie delen; een 380 kV-, 150 kV- en 20 kV-gedeelte. Het hoogspanningsstation kent een ruimtebeslag van 405 bij 325 meter.

9. Vaststelling van het ontwerpbestemmingsplan raakt cliënt in zijn belangen, zowel als aldaar wonend natuurlijk persoon als in het beroepsmatig houden van melkvee. Dit mede nu de binnen het vigerende bestemmingsplan 'Buitengebied Noord' (hierna: het bestemmingsplan) bestemmingen 'Agrarisch met waarden – Openheid' en 'Agrarisch met waarden – Natuur en landschap' en de dubbelbestemming ; Waarde-Archeologie' voor een aantal van zijn percelen wordt wegbestemd, de gevolgen voor zijn melkvee en de voor de uitvoerbaarheid van het ontwerpbestemmingsplan noodzakelijke verplaatsing van de mestbassins. Ten aanzien van dat laatste zij er overigens op gewezen dat daarvan ten tijde van het schrijven de onderhavige zienswijze - vrijwillig door middel van minnelijke verwerving, dan wel gedwongen door middel van een in onteigening – geenszins sprake is. Bovendien wordt niet duidelijk gemaakt waar cliënt zou moeten, kunnen en mogen voorzien in een nieuwe locatie voor de mestbassins.

10. Cliënt is in dat kader niet de enige die bezwaar heeft tegen het ontwerpbestemmingsplan, in dat kader zij verwezen naar de talloze brieven die

[3] *Gmb*. 2023, 488172.

door omwonenden zijn ingezonden, de Nota Herstellen & Versnellen[4], en bezwaren geuit door het college van burgemeester en wethouders van de gemeente Tholen.[5]

11. Met de onderhavige zienswijze reageert cliënt tijdig op het ontwerpbestemmingsplan.

Zienswijze

12. Kort en goed kan cliënt zich niet verenigen met het ontwerpbestemmingsplan, omdat:

    A. u(w) gemeenteraad bij de totstandkoming daarvan en het in procedure brengen niet, althans onvoldoende, gewaakt heeft voor het voorkomen van de schijn van vooringenomenheid;

    B. daarin de bestemmingen 'Agrarisch met waarden – Openheid' en 'Agrarisch met waarden – Natuur en landschap' uit het bestemmingsplan op een aantal percelen van cliënt wordt wegbestemd en als gevolg daarvan de mestbassins ook zijn wegbestemd, zonder de daartoe vereiste motivering op grond van een goede ruimtelijke ordening, dan wel de goede (leef)omgevingskwaliteit;
    C. daarin – gezien het wegbestemmen als genoemd onder A. – niet, althans onvoldoende (kenbaar) wordt onderbouwd dat het ontwerpbestemmingsplan (financieel) uitvoerbaar is;
    D. daarin niet, althans onvoldoende, (kenbaar) is onderbouwd dat sprake is van een goede ruimtelijke ordening, dan wel een goede (leef)omgevingskwaliteit, meer specifiek - maar daar niet toe beperkt – het ten onrechte niet, althans onvoldoende, (kenbaar):
        a. motiveren waarom aangedragen alternatieve locaties – in het bijzonder, maar niet beperkt tot de Spie – niet op z'n minst gelijkwaardig zijn en tot aanzienlijk minder bezwaren zouden leiden;
        b. meewegen wat de gevolgen van de elektromagnetische straling op het binnen het plangebied gehouden melkvee en in het verlengde daarvan de (lokale) volksgezondheid is;
        c. meewegen van de gevolgen voor de bedrijfsvoering van cliënt;

---

[4] Nota heroverweging aanwijzing voorkeurslocatie voor het nieuwe 380/150/20 kV hoogspanningsstation in de gemeente Bergen op Zoom, zoals raadpleegbaar via: https://bergenopzoom.bestuurlijkeinformatie.nl/Reports/Document/5f70a58d-49af-4d16-b812-38aa01b06642?documentId=09909b9e-1770-4bbf-b28a-36c7059b47b7.

[5] Raadpleegbaar via: https://bergenopzoom.bestuurlijkeinformatie.nl/Agenda/Document/4255103a-c8c6-44d3-8c4e-30dccc33c6e5?documentId=bfcd3c38-c9c2-4288-9c24-61143f796298&agendaItemId=cbe394e4-e041-452f-b72f-d66fb7c558d0.

d. doen van metingen in het kader van (de cumulatie van) (laag frequent) geluid en duidelijk maken op welke hoogte gemeten is in het uitgevoerde akoestisch onderzoek[6];
e. niet toelichten wat met de (dubbel)bestemmingen 'Natuur', 'Waarde - Cultuurhistorie - 1', 'Water', 'Waterstaat - Waterkering' en de functieaanduiding 'waterberging' en de gebiedsaanduiding 'vrijwaringszone - dijk' op grond van het bestemmingsplan gebeurt;
f. opnemen van voorwaardelijke verplichtingen ten behoeve van het beschermen van de aanwezige fauna;
g. verzamelen van de nodige kennis omtrent de relevante feiten en de af te wegen belangen in het kader van de verrichte Aeriusbereking.

E. cliënt ten onrechte nauwelijks is betrokken bij de totstandkoming van het ontwerpbestemmingsplan; en
F. de in het artikel 3.3.1 van de bij het ontwerpbestemmingsplan horende regels (hierna: de planregels) opgenomen voorwaardelijke verplichting onvoldoende rechtszeker, dan wel objectief is.

A. Schijn van vooringenomenheid

13. Uit rechtspraak van de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State (hierna: de Afdeling) omtrent het voorkomen van de schijn van belangenverstrengeling volgt dat artikel 2:4, tweede lid, van de Algemene wet bestuursrecht (hierna: Awb) van bestuursorganen zoals uw gemeenteraad vraagt dat al die personen die in een positie verkeren waarin zij invloed kunnen uitoefenen op de besluitvorming en tevens een persoonlijk belang hebben bij een bepaald besluit voldoende transparant en zonder vooringenomenheid handelen.[7]

14. Daarnaast legt artikel 2:4, tweede lid, van de Awb in dat kader bestuursorganen de zorgplicht op ertegen te waken dat tot het bestuursorgaan behorende of daarvoor werkzame personen die een persoonlijk belang bij een besluit hebben, de besluitvorming beïnvloeden.

15. Van een persoonlijk belang is sprake wanneer een belang aan de orde is dat niet behoort tot de belangen die het bestuursorgaan uit hoofde van de hem opgedragen taak behoort te behartigen.[8]

---

[6] Bijlage 15 bij de toelichting op het ontwerpbestemmingsplan, zoals raadpleegbaar via: https://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.0748.BP0271-0201/b_NL.IMRO.0748.BP0271-0201_tb15.pdf.
[7] Zie voor jurisprudentie van de Afdeling: ABRvS 24 maart 2010, ECLI:NL:RVS:2010:BL8723, ARRvS 16 juni 1983, ECLI:NL:RVS:1983:AM7145 en ABRvS 16 april 1997, ECLI:NL:RVS:1997:AN5537 en voor de wetsgeschiedenis: *Kamerstukken II* 1988/89, 21221, 3, p. 55.
[8] Kamerstukken II 1988/89, 21221, 3, p. 55.

16. Ingevolge artikel 3.1. van de Wet ruimtelijke ordening (hierna: Wro) is de taak van het uw gemeenteraad ten aanzien van het ontwerpbestemmingsplan het uiteindelijk vaststellen van een bestemmingsplan in het kader van een goede ruimtelijke ordening.

17. Indien een met het belang van de gemeenteraad onverenigbaar persoonlijk belang aan de orde is, maakt de eerdergenoemde zorgplicht dat het bestuursorgaan – in het kader van het waken tegen vooringenomenheid in de besluitvorming – die perso(o)n(en) moet uitsluiten van de besluitvorming.

18. In het proces van totstandkoming van het ontwerpbestemmingsplan hebben zich meerdere situaties voorgedaan die maken dat sprake is van (de schijn van) vooringenomen besluitvorming.

19. Zo heeft een niet nader te noemen lid van uw gemeenteraad zich ten onrechte niet onthouden van stemming tijdens de gemeenteraadsvergadering met betrekking tot het ontwerpbestemmingsplan.

20. Het betreffende raadslid had ingevolge artikel 28, eerste lid, van de Gemeentewet niet moeten – en ook niet mogen – deelnemen aan de beraadslaging en stemming.

21. Het voorgaande maakt dat door uw gemeenteraad onvoldoende is gewaakt tegen mogelijke beïnvloeding van tot het bestuursorgaan behoren of daarvoor werkzame personen die een persoonlijk belang bij een besluit hebben.

22. Daarmee is het ontwerpbestemmingsplan niet met de vereiste zorgvuldigheid tot stand gebracht, zodat daar een gebrek aan kleeft.

B. Wegbestemd

23. Het ontwerpbestemmingsplan treft cliënt in het hart van zijn bedrijfsvoering, omdat die bedrijfsvoering met het ontwerpbestemmingsplan – zonder nadere, dragende motivering – gedeeltelijk wordt wegbestemd. Op enkele van zijn percelen liggen nu immers nog de bestemmingen 'Agrarisch met waarden – Openheid' en 'Agrarisch met waarden – Natuur en landschap', terwijl daar met het ontwerpbestemmingsplan de bestemmingen 'Bedrijf – Nutsvoorziening' en 'Groen – Landschappelijk' op komen te liggen. Het ontwerpbestemmingsplan gaat ten onrechte niet in op deze wijziging en het daarmee (feitelijk) wegbestemmen van (een deel van) de bedrijfsvoering van cliënt. Reeds daarom is het ontwerpbestemmingsplan in strijd met artikel 3:2, dan wel artikel 3:46 van de Awb en kan het niet in zijn huidige vorm vastgesteld worden.

24. Het houden van melkvee valt niet binnen de mogelijkheden die de bestemmingen 'Bedrijf – Nutsvoorziening' en 'Groen – Landschappelijk' op grond van het ontwerpbestemmingsplan mogelijk maakt. Daarmee wordt cliënt wordt gedeeltelijk wegbestemd, maar gezien de aard van zijn bedrijf (lees: grondgebonden hoogproductieve melkveehouderij) feitelijk geheel wegbestemd. De aard van het bedrijf van cliënt is ingegeven door de huidige wetgeving, die aanstuur op een steeds meer grondgebonden (melk)veehouderij. Bovendien eisen de zuivelverwerkende industrie en hun consumenten dat melkveehouders hun vee laten grazen, extensief beweiden, natuurinclusief ondernemen en zorgdragen voor biodiversiteit.

25. Meer specifiek wordt een groot deel van die bedrijfsvoering wegbestemd nu de geplaatste mestbassins – gelegen op perceel kadastraal bekend Halsteren sectie L, nummer 59 tegen de grens van perceel sectie L, nummer 58 – niet langer onder de gewijzigde bestemming aldaar mogen blijven en bovendien benodigd zijn voor het bouwen van het hoogspanningsstation.

    Dat wordt bevestigd door artikel 3.5.3 van de als bijlage 1 aan de planregels gehechte landschappelijk inpassing Hoogspanningsstation Tennet - Halsteren (hierna: de landschappelijke inpassing).[9] volgt dat de mestbassins zullen moeten worden verplaatst.

26. In het bestemmingsplan, de planregels noch de toelichting op het ontwerpbestemmingsplan (hierna: de toelichting) wordt op enigerlei wijze duidelijk hoe die noodzakelijke verplaatsing vormgegeven zal worden en, zoals hiervoor onder Inleiding en Achtergrond al toegelicht is van die noodzakelijke verplaatsing ten tijde van het schrijven van de onderhavige zienswijze geenszins sprake.

27. In het ontwerpbestemmingsplan is echter geenszins (kenbaar) gemotiveerd waarom van verplaatsing uitgegaan kan c.q. mag worden, anders dan dat de mestbassins verplaatst worden.

28. Op grond van bovenstaande is vaststellen van het ontwerpbestemmingsplan in zijn huidige vorm daarmee in strijd met artikel 3:2, dan wel artikel 3:46 van de Awb.

C. (Financiële) uitvoerbaarheid

29. Wat betreft de (financiële) uitvoerbaarheid van het ontwerpbestemmingsplan – die met name wordt onderbouwd in hoofdstuk 6 van de toelichting – heeft te gelden

[9] Bijlage 1 van de bij het ontwerpbestemmingsplan horende regels.

dat die (financiële) uitvoerbaarheid onvoldoende geborgd is. Hierna gaat cliënt in op zowel de financiële uitvoerbaarheid als de uitvoerbaarheid in meer algemene zin.

Financiële uitvoerbaarheid

30. De financiële onderbouwing wordt in de toelichting toegelicht in § 6.1:

> *"6.1 Economische uitvoerbaarheid*
> *De kosten van de aanleg en instandhouding van de voorgenomen ontwikkeling en het risico, komen voor rekening van initiatiefnemers TenneT en Enexis. De gemeente Bergen op Zoom sluit een overeenkomst met de initiatiefnemers af, waarin afspraken worden gemaakt over de te verhalen kosten. Het voornemen is financieel haalbaar en het plan is economisch uitvoerbaar."* [onderstreping advocaat]

31. Artikel 3.1.6, eerste lid, aanhef en onder f, van het Besluit ruimtelijke ordening (hierna: Bro) bepaalt dat de toelichting op een bestemmingsplan inzichten moet bevatten inzake de financiële uitvoerbaarheid van het plan.

32. Op grond van hetgeen vermeld is in de toelichting wordt onvoldoende inzicht gegeven in de financiële haalbaarheid, dit temeer nu de gesloten overeenkomsten – voor zover al gesloten, want dat volgt niet uit § 6.1 van de toelichting – niet zijn openbaargemaakt.

33. Daarmee is het ontwerpbestemmingsplan (vooralsnog) financieel onuitvoerbaar, althans die uitvoerbaarheid is onvoldoende (kenbaar) gemotiveerd.[10]

34. Daarmee kan het ontwerpbestemmingsplan in zijn huidige vorm niet worden vastgesteld zonder in strijd te zijn met artikel 3.1.6 van het Besluit ruimtelijke ordening juncto artikel 3.1 juncto artikel 3.37 van de Wro juncto artikel 3:2 juncto artikel 3:46 van de Awb.

Uitvoerbaarheid

35. In het verlengde van hetgeen onder B. is aangevoerd ten aanzien van het (gedeeltelijk) wegbestemmen van de bedrijfsvoering van cliënt en het ontbreken van een deugdelijke motivering in het ontwerpbestemmingsplan omtrent de minnelijke verwerving, dan wel de concrete bereidheid over te gaan tot onteigening van – onder meer – de mestbassins, daar (ook) aan bijdraagt.[11]

---

[10] Zo is van een situatie als aan de orde in ABRvS 19 februari 2020, ECLI:NL:RVS:2020:527, r.o. 9 en 9.1 bijvoorbeeld geen sprake.
[11] Vergelijk bijvoorbeeld: ABRvS 24 april 2019, ECLI:NL:RVS:2019:1340, r.o. 3.2.

36. Het voorgaande maakt dat de toelichting niet, althans onvoldoende, (kenbaar) maakt dat het ontwerpbestemmingsplan uitvoerbaar is binnen de planperiode. Daarmee kan het ontwerpbestemmingsplan in zijn huidige vorm niet worden vastgesteld zonder in strijd te zijn met artikel 3.1.6 van het Bro juncto artikel 3.1 juncto artikel 3.37 van de Wro juncto artikel 3:2 juncto artikel 3:46 van de Awb.

D. Goede ruimtelijke ordening

a. Alternatieve locaties

37. Uit de rechtspraak van de Afdeling volgt dat voor de beoordeling of een bestemmingsplan, zoals dus ook het ontwerpbestemmingsplan, strekt ten behoeve van een goede ruimtelijke ordening ook de voor- en nadelen van alternatieven dienen te worden betrokken, wanneer duidelijk is dat door verwezenlijking van de alternatieven een gelijkwaardig resultaat kan worden bereikt met aanmerkelijk minder bezwaren.[12]

38. In dit kader wijst cliënt u(w gemeenteraad) op de locatie Spie, een deelgebied zoals genoemd in onder andere § 2.2.2 van de toelichting.[13] Wat betreft een te bewerkstelligen gelijkwaardig alternatief moet aangetoond worden dat een gelijkwaardig resultaat moet kunnen worden afgeleverd.

39. Allereerst is bezien of een dergelijk hoogspanningsstation fysiek op de Spie geplaats zou kunnen worden. De afmetingen van het hoogspanningsstation als onder randnummer 8. zullen leidend zijn voor het zoeken naar vergelijkbare voorbeelden elders.

40. De Spie bevat 0,2 km^2 aan oppervlakte, wat 20 hectare is (**bijlage 3**). De Spie is niet rechthoekig. Uit onderstaande foto's volgt dat hoogspanningsstations in andere (geometrische) samenstellingen kunnen worden geplaatst. Dit maakt dat voor een dergelijke andere (geometrisch) inpassen gekozen zou kunnen worden op de Spie.

41. **Bijlage 4** ziet op de Synergieweg aan de Eemshaven. Het aldaar gebouwde hoogspanning-sstation bestaat uit drie delen en verschillende vormen.

42. **Bijlage 5**– ziet op de Beneden Veensloot in Meeden. Het aldaar gebouwde hoogspannings-station heeft een V-vorm. Het is een 380/110/220 kV station van 500m x 200m en 400m x 120m (LxB).

---

[12] Zie onder heel veel meer: ABRvS 20 januari 2016, ECLI:NL:RVS:2016:125.
[13] De haalbaarheidsstudie Arcadis 2019/2020.

43. **Bijlage 6** ziet op de Berkummer-broekweg in Zwolle. Het aldaar gebouwde station bestaat uit meerdere blokken en heeft een afmeting van 350m x 380m (LxB).

44. Uit bovenstaande volgt dat aannemelijk is dat het hoogspanningsstation met afmetingen als genoemd onder randnummer 8 in huidige, dan wel andere geometrische samenstelling ingepast zou kunnen worden op de Spie.

45. Vervolgens moet worden bezien of de alternatieven naar verwachting op minder bezwaren stuiten.

46. Die vraag moet positief worden beantwoord nu de inhoudelijke bezwaren die volgens § 2.2.2. van de toelichting maken dat de Spie ongeschikt is, onjuist zijn.

47. Zo is als hierboven gezien geen sprake van beperkte ruimte, althans is voldoende ruimte voor het bouwen van het hoogspanningsstation.

48. Daarnaast verlopen de opstalrechten voor de windturbines op 1 februari 2025 – ver voordat aannemelijk is dat de bouw van het hoogspanningsstation praktisch van start zal gaan op de Pals – wat betekent dit feitelijk geen bezwaar is.

49. Daarnaast is het te kort door de bocht om te stellen dat de locatie niet kwalificeert als mogelijke voorkeurslocatie vanwege de naastgelegen Natura 2000-gebieden. Bij ontwikkelingen om en nabij Natura 2000-gebieden moet altijd een complete afweging gemaakt worden tussen alle omstandigheden van het geval. Niet kan zonder meer op voorhand gezegd worden dat dit de locatie per definitie diskwalificeert.

50. Wat betreft de primaire waterkering die bij de Spie is gelegen moet opgemerkt worden dat dit geen onderscheidend bezwaar kan zijn nu deze waterkering (waterkering/dijk 34.5) dezelfde dijk is die langs de Spie is gelegen.

51. Wat betreft de inpasbaarheid wordt door cliënt verwezen naar randnummers 39 tot en met 43.

52. Ten slotte legt cliënt in het kader van het alternatief van de Spie en daarmee het voorgaande de notitie van BRO (**bijlage 7**) over.

53. Het voorgaande maakt dat uw gemeenteraad onvoldoende heeft gekeken naar alternatieven met aanmerkelijk minder bezwaren, zodat het ontwerpbestemmingsplan in zijn huidige vorm niet vastgesteld kan worden binnen de geldende wettelijke kaders.

b. Gevolgen elektromagnetische straling

54. Cliënt wijst erop dat in de toelichting op geen enkele wijze wordt ingegaan op de gevolgen van de elektromagnetische straling op melkvee die met het ontwerpbestemmingsplan mogelijk gemaakt wordt. Dit terwijl uit onderzoek uit 2015 (**bijlage 8**) en 2023 (**bijlage 9**) al volgt:

> *"Het is echter aannemelijk dat de effecten die bij sterke velden bij mensen kunnen optreden ook kunnen voorkomen bij koeien, paarden, schapen en varkens. Er zijn geen aanwijzingen dat de aanbevelingen voor mensen onvoldoende bescherming bieden voor dieren."*

55. Het voorgaande maakt dat uw gemeenteraad bij de totstandkoming van het ontwerpbestemmingsplan ten onrechte niet ook – vergelijk § 4.12 van de toelichting ten aanzien van elektromagnetische straling en de gevolgen daarvan voor mensen – heeft bezien wat de effecten van de elektromagnetische straling zijn voor de melkrunderen van cliënt. Die grazen immers in de nabijheid van het hoogspanningsstation en onder de hoogspanningsmasten.

56. Evenmin is een nulmeting voorgeschreven voor ingebruikname van het hoogspanningsstation. Dat terwijl daarmee nu juist duidelijkheid – zij het achteraf, terwijl cliënt die vooraf prefereert – geboden kan worden over de gevolgen van de met het ontwerpbestemmingsplan mogelijk gemaakte ontwikkeling. Die nulmeting is wat cliënt betreft het minste dat gedaan kan worden in het kader van de gevolgen van elektromagnetische straling. Modelleringen rekenmodellen is altijd een versimpeling van de werkelijke situatie met aannames en benaderingen. Daarentegen is het resultaat van een *real life* meting een meer objectieve representatie van de werkelijkheid en ligt daarnaast gevoelsmatig ook dichter bij de werkelijkheid.

57. Het voorgaande maakt dat met het ontwerpbestemmingsplan geen sprake is van een goede ruimtelijke ordening.

c. Bedrijfsvoering van cliënt

58. Het moet cliënt van het hart dat het hem ten zeerste bevreemd dat zijn bedrijf op geen enkele wijze genoemd wordt in de stukken ten aanzien van het ontwerpbestemmingsplan, laat staan dat de belangen van zijn bedrijf op kenbare wijze zijn meegewogen bij de totstandkoming van het ontwerpbestemmingsplan. Dat alleen al maakt dat uw gemeenteraad niet voldaan heeft aan de norm als bedoeld in artikel 3:2 van de Awb, nu uw gemeenteraad bij de voorbereiding van

het ontwerpbestemmingsplan niet de nodige kennis omtrent de relevante feiten en de af te wegen belangen heeft vergaard. Evenmin heeft uw gemeenteraad die belangen kenbaar gewogen in het licht van artikel 3:4, tweede lid, van de Awb[14], dan wel in het licht van de goede ruimtelijke ordening als bedoeld in artikel 3.1 van de Wro.

59. Ook overigens zij erop gewezen dat niet, althans onvoldoende, duidelijk is waar de hoogspanningsmasten binnen de dubbelbestemming 'Leiding – Hoogspanning 2' geplaatst worden. Daarmee is niet (afdoende) inzichtelijk gemaakt dat de gelegde de dubbelbestemming 'Leiding – Hoogspanning 2' voldoet aan het criterium van de goede ruimtelijke ordening, dan wel is niet (voldoende) inzichtelijk gemaakt dat u(w gemeenteraad) de nodige kennis omtrent de relevante feiten en de af te wegen belangen heeft vergaard en gewogen.

60. Het voorgaande maakt dat het ontwerpbestemmingsplan in zijn huidige vorm niet vastgesteld kan worden zonder in strijd te zijn met in ieder geval artikel 3:2 juncto artikel 3:4 juncto artikel 3:46 van de Awb juncto artikel 3.1 van de Wro.

d. Onderzoek naar de gevolgen op het gebied van geluid

61. In dezen is door Peutz een akoestisch onderzoek verricht waarbij is gekeken naar de in de omgeving optredende geluidsniveaus ten gevolge van het hoogspanningsstation.[15] Gekozen is voor vaststelling door middel van modulering.

62. Het hoogspanningsstation wordt gerealiseerd op NAP +2.85m. Dit maakt dat de lokale woningen zowel hoger als lager liggen.

63. Het gebruik van rekenmodellen is altijd een versimpeling van de werkelijke situatie met aannames en benaderingen. Daarentegen is het resultaat van meting van de werkelijke situatie een meer objectieve representatie van de werkelijkheid en ligt daarnaast gevoelsmatig ook dichter bij de werkelijkheid.

64. Bovendien wordt met het akoestisch onderzoek onvoldoende ingegaan op de cumulatie van laagfrequent geluid en de gevolgen daarvan voor het melkvee van cliënt (vergelijk het niet betrekken van de bedrijfsvoering, zoals hiervoor toegelicht).

---

[14] Zie bijvoorbeeld: ABRvS 7 december 2022, ECLI:NL:RVS:2022:3614, waarbij is geoordeeld dat het evenredigheidsbeginsel ook van toepassing is bij de vaststelling van een bestemmingsplan.
[15] Zie bijlage 15 bij de toelichting.

65. Evenmin is duidelijk op welke hoogte nu gemeten wordt, gezien de voorgenomen realisatie van het hoogspanningsstation NAP +2.85m.

66. Het voorgaande maakt dat uw gemeenteraad het akoestisch onderzoek in redelijkheid niet ten grondslag heeft kunnen leggen aan het ontwerpbestemmingsplan, nu niet voldaan is aan artikel 3:9 juncto artikel 3:2 van de Awb.

e. Onduidelijkheid verdwijnen van bestemmingen in het bestemmingsplan

67. Het valt cliënt op dat in de toelichting niet wordt ingegaan op de gevolgen van het ontwerpbestemmingsplan voor de (dubbel)bestemmingen 'Natuur', 'Waarde – Cultuurhistorie – 1', 'Water', 'Waterstaat – Waterkering' en de functieaanduiding 'waterberging' en de gebiedsaanduiding 'vrijwaringszone – dijk' op grond van het bestemmingsplan.

68. Deze (dubbel)bestemmingen, functie- en gebiedsaanduiding lijken met het ontwerpbestemmingsplan te verdwijnen, zodat gaten ontstaan in de vlakken waar (dubbel)bestemmingen, functie- en gebiedsaanduiding op grond van het bestemmingsplan gevestigd zijn. Bovendien wordt, bijvoorbeeld in de landschappelijke inpassing in § 3.5.12, gewezen op de beschermingszone van de dijk bij het Schelde-Rijnkanaal. Die beschermingszone verdwijnt met het ontwerpbestemmingsplan echter gedeeltelijk.

69. Nu niet, althans onvoldoende, duidelijk wordt gemaakt hoe het ontwerpbestemmingsplan zich verhoudt tot het bestemmingsplan en de daarin opgenomen dubbel)bestemmingen 'Natuur', 'Waarde – Cultuurhistorie – 1', 'Water', 'Waterstaat – Waterkering' en de functieaanduiding 'waterberging' en de gebiedsaanduiding 'vrijwaringszone – dijk', is geen sprake van een goede ruimtelijke ordening en ontstaat bovendien een rechtsonzekere situatie.

f. Beschermen aanwezige fauna

70. Uit de toelichting, meer specifiek § 4.10, volgt dat het nodige onderzoek in het kader van ecologie is verricht. Daarbij wordt gewezen op de als bijlage 17 en 18 aan de toelichting gevoegde natuurtoets, nader onderzoek rugstreeppad, vleermuizen en bunzing.

71. Kort en goed wordt daarbij in de toelichting opgemerkt dat voor de rugstreeppad en de vleermuizen van belang is dat aan bepaalde voorwaarden voldaan wordt om in de situatie te komen dat geen ontheffing op grond van de Wet natuurbescherming

(hierna: Wnb) bij Gedeputeerde Staten van de provincie Noord-Brabant gevraagd hoeft te worden. Ten aanzien van de bunzing wordt in de toelichting opgemerkt dat een dergelijke ontheffing op grond van de Wnb wel vereist is, aangevraagd zal worden en waarschijnlijk verleend zal worden.

72. Cliënt wijst er allereerst op dat het ontwerpbestemmingsplan geenszins zeker stelt dat de in hoofdstuk 6 van het als bijlage 18 aan de toelichting gehechte nader onderzoek rugstreeppad, vleermuizen en bunzing genoemde maatregelen ten aanzien van de rugstreeppad en de vleermuizen ook daadwerkelijk getroffen worden voordat gestart wordt met bouwen. In het kader van een goede ruimtelijke ordening is dat zijns inziens echter wel noodzakelijk. Het bevreemdt derhalve dat geen voorwaardelijke verplichting is opgenomen ten aanzien van het hoogspanningsstation, waarmee nu juist die maatregelen getroffen worden.

73. Verder geldt ten aanzien van de verwachting dat een ontheffing door GS verleend zal worden, dat dat – in strijd met de rechtspraak – van de Afdeling geenszins aannemelijk is gemaakt. Daarmee is niet, althans onvoldoende, zeker dat die ontheffing verkregen zal worden, terwijl die ontheffing noodzakelijk is voor de uitvoerbaarheid van het ontwerpbestemmingsplan.

74. Het voorgaande maakt dat het ontwerpbestemmingsplan in zijn huidige vorm niet worden vastgesteld zonder in strijd te zijn met artikel 3.1.6 van het Bro juncto artikel 3.1 juncto artikel 3.37 van de Wro juncto artikel 3:2 juncto artikel 3:46 van de Awb.

g. Aerius-berekening

75. In het als bijlage 19 aan de toelichting gehechte stikstofdepositieonderzoek[16] wordt er in de modellering vanuit gegaan dat alle benodigde percelen jaarlijks 170 kg N uit dierlijke mest krijgen toegediend. Cliënt wijst erop dat dat een aanname is, die zonder daadwerkelijke onderzoek of contact met cliënt (vergelijk hiervoor onder c.) om te bezien of dat ook de daadwerkelijke situatie is.

76. Als jaarlijks minder mest wordt aangewend, bijvoorbeeld omdat cliënt ten gevolge van het ontwerpbestemmingsplan genoodzaakt is de omvang van zijn bedrijf in de nabijheid van het te realiseren hoogspanningsstation te verkleinen, is niet uitgesloten dat de nieuwe situatie helemaal niet minder stikstofdepositie heeft en kan er geen interne saldering plaatsvinden.

---

[16] Raadpleegbaar via: https://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.0748.BP0271-0201/b_NL.IMRO.0748.BP0271-0201_tb19.pdf.

77. Dat is onvoldoende onderkend in het stikstofdepositieonderzoek, zodat u(w gemeenteraad) dat niet ten grondslag kon leggen aan het ontwerpbestemmingsplan.

E. Participatie (in voortraject)

78. Hoewel in de toelichting, meer specifiek onderdelen van § 2.2, toegelicht is hoe mogelijkheden tot participatie geboden zijn en het ter inzage leggen van het ontwerpbestemmingsplan als een vorm van participatie gezien kan worden, acht cliënt het van groot belang erop te wijzen dat het hem – mede in het licht van zijn bedrijfsbelang – ten zeerste bevreemdt dat hij niet in een vroeg stadium benaderd is om te laten weten hoe hij tegen de plannen voor het hoogspanningsstation aankijkt. Dat bevreemdt te meer gezien de eerder onder randnummer 1 genoemde eigendomspositie van cliënt.

79. Het voorgaande maakt dat het ontwerpbestemmingsplan niet met de vereiste zorgvuldigheid tot stand is gekomen, nu – zoals al aangevoerd – het belang van de bedrijfsvoering van cliënt daarin onvoldoende is onderkend en verkend en vervolgens is meegewogen.

80. Het voorgaande maakt dat het ontwerpbestemmingsplan in zijn huidige vorm niet worden vastgesteld zonder in strijd te zijn met artikel 3.1.6 van het Bro juncto artikel 3.1 juncto artikel 3.37 van de Wro juncto artikel 3:2 juncto artikel 3:46 van de Awb.

F. Voorwaardelijke verplichting onvoldoende rechtszeker dan wel objectief

81. In artikel 3.3.1 van de planregels is een voorwaardelijke verplichting opgenomen ten aanzien van de landelijke inpassing van het hoogspanningsstation. Deze luidt als volgt:

> *"**3.3.1 Voorwaardelijke verplichting***
> *Tot een met de bestemming strijdig gebruik wordt in elk geval gerekend het gebruiken en in stand houden van het gebruik van gronden en bouwwerken, overeenkomstig de in artikel 3.1 opgenomen bestemmingsomschrijving, indien de aanleg, het beheer en de instandhouding van de landschapsmaatregelen (zoals opgenomen in Bijlage 1 Landschappelijk inpassingsplan) niet binnen 3 jaar na ingebruikname van het hoogspanningsstation is gerealiseerd."*

82. In de toelichting is deze voorwaardelijke verplichting als volgt toegelicht:

"Voorwaardelijke verplichting

In de regels van dit bestemmingsplan is een voorwaardelijke verplichting opgenomen. Hiermee wordt de aanleg en instandhouding van de landschappelijke inpassing geborgd. Doel is om binnen 3 jaar na in gebruikname van het station de landschappelijke inpassing te hebben gerealiseerd. De initiatiefnemers streven er naar om dit eerder te realiseren, maar zijn hierbij wel afhankelijk de het proces van de verwerving van de gronden."

83. Cliënt wijst erop dat het in bestemmingsplannen gebruikelijk is dat een voorwaardelijke verplichting als voorwaarde geldt voor het realiseren van een bepaalde ontwikkeling. De in artikel 3.3.1 van de planregels opgenomen voorwaardelijke verplichting legt echter een verplichting tot het realiseren van de landschappelijke inpassing ná de realisering van het hoogspanningsstation op. Daarmee is onvoldoende geborgd dat de landschappelijke inpassing plaats zal vinden, zodat het ontwerpbestemmingsplan in zijn huidige vorm niet vastgesteld kan worden zonder in strijd te zijn met de rechtszekerheid en zonder te voldoen aan het criterium van een goede ruimtelijke ordening.

84. Bovendien heeft te gelden dat de in artikel 3.3.1 van de planregels opgenomen voorwaardelijke verplichting onvoldoende objectief bepaalbaar is. Zo is niet, althans onvoldoende, (kenbaar) opgenomen wanneer sprake is van ingebruikname van het hoogspanningsstation als bedoeld in die voorwaardelijke verplichting. Dat maakt het voor omwonenden, zoals cliënt onnodig lastig om te bezien bij de ontwikkeling c.q. realisatie van het hoogspanningsstation voldaan wordt aan die voorwaardelijke verplichting. Van een melding ingebruikname op grond van het Activiteitenbesluit milieubeheer of het Bouwbesluit 2012 is immers niet gebleken.

85. Het voorgaande maakt dat de voorwaardelijke verplichting als opgenomen in artikel 3.3.1 van de planregels onvoldoende rechtszeker, dan wel objectief is, zodat het ontwerpbestemmingsplan in zijn huidige vorm niet vastgesteld kan worden zonder in strijd te zijn met de rechtszekerheid, dan wel de goede ruimtelijke ordening.

Conclusie

86. Op grond van voorstaande is het vaststellen van het ontwerpbestemmingsplan in zijn huidige vorm in strijd met de artikelen 3.1 en 3.37 van de Wro, artikel 3.1.1a 3.2.2 van het Bro en de artikelen 2:4, 3:2, 3:4, 3:9 en 3:46 van de Awb.

87. Cliënt verzoekt u dan ook uitdrukkelijk (nogmaals) te bezien of een beter alternatief – gewezen zij op de Spie – voorhanden is en het hoogspanningsstation daar

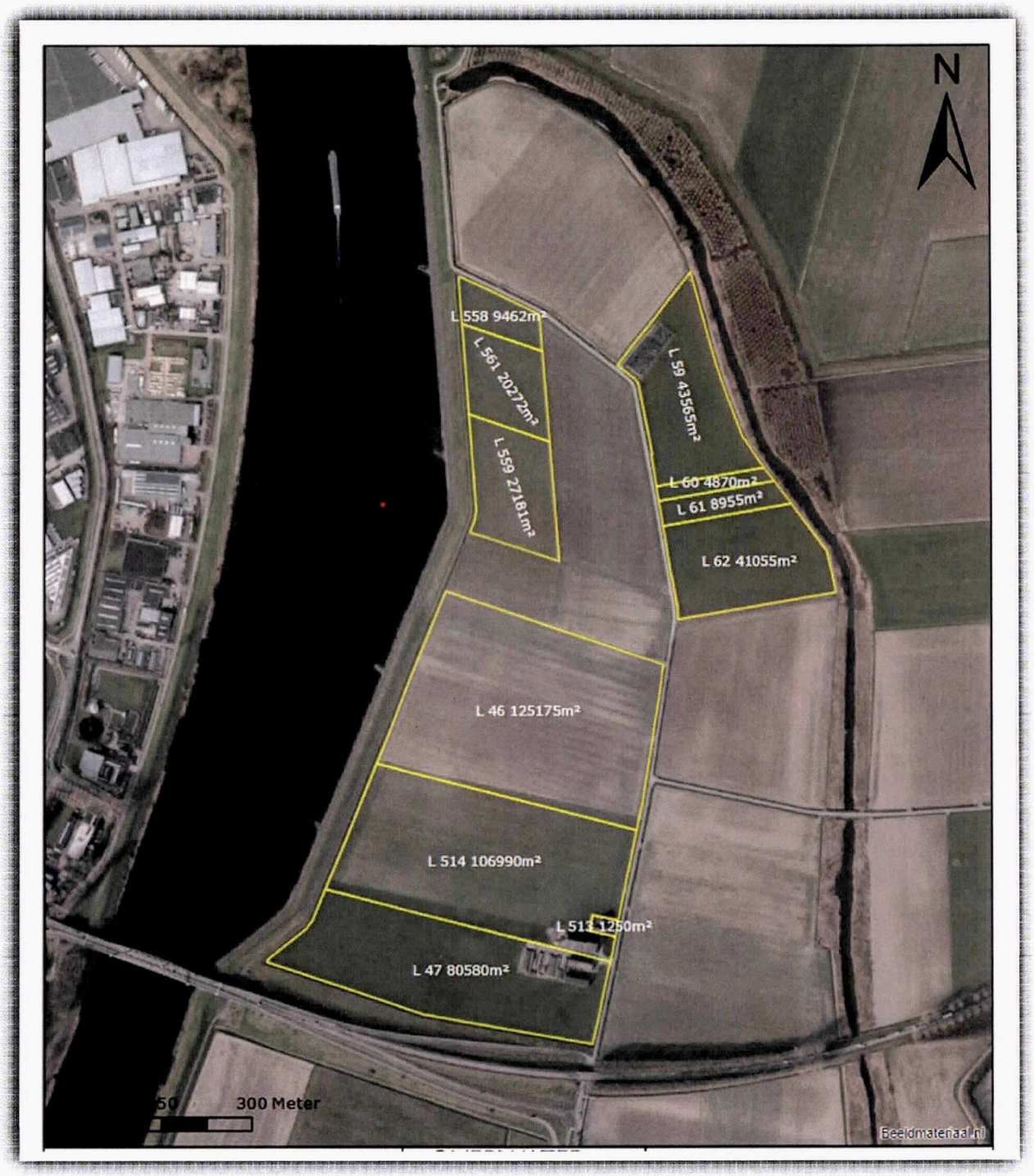
mogelijk te maken en af te zien van de vestiging van het hoogspanningsstation op de met het ontwerpbestemmingsplan voorziene locatie.

88. Indien en voor zover daartoe gelegenheid geboden wordt, spreekt cliënt graag in ten aanzien van zijn zienswijze.

Vriendelijke [redacted]

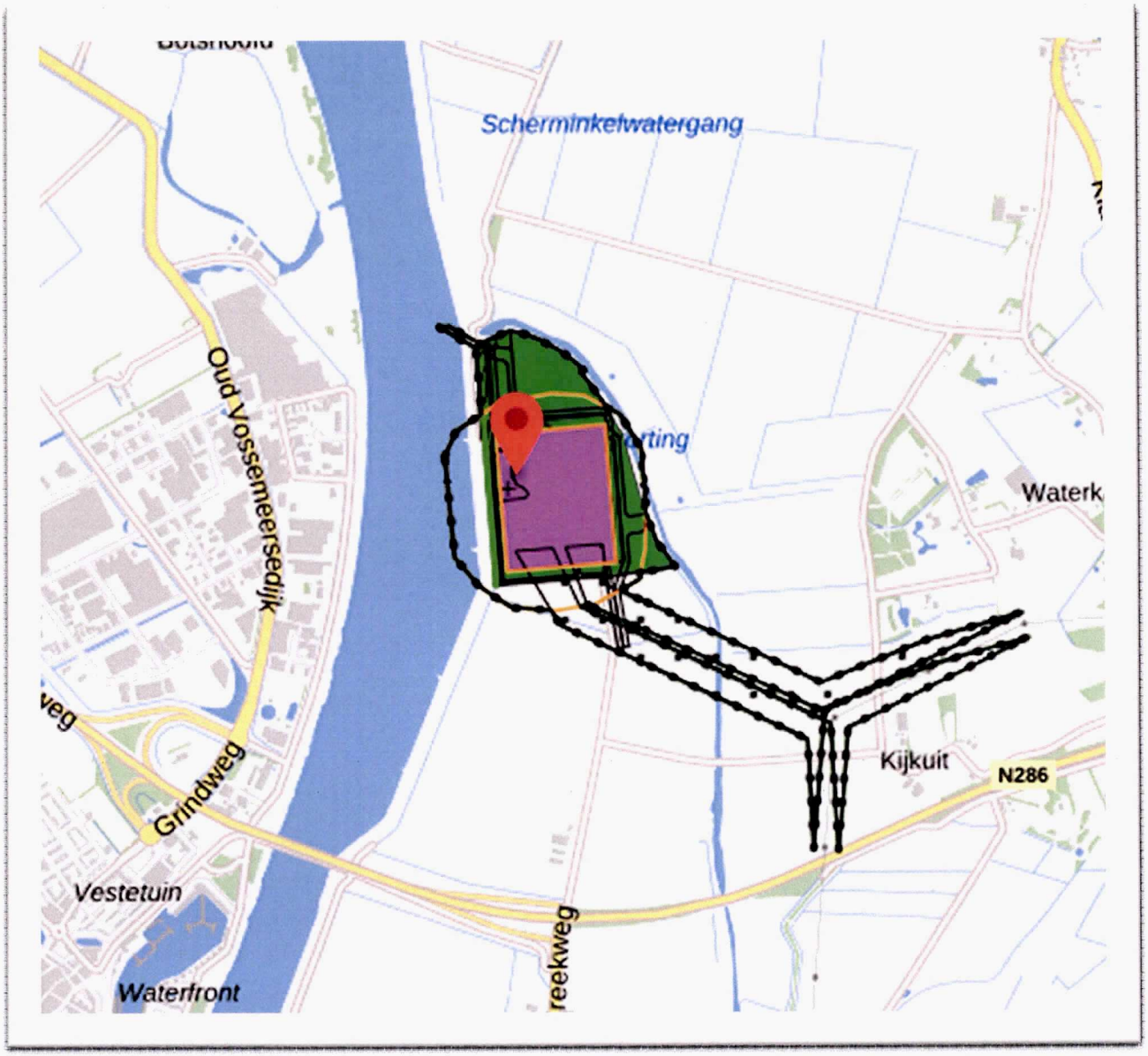
TEN HOLTER
/NOORDAM
advocaten

Bijlage 1


N
L 558 9462m²
L 561 20272m²
L 559 27181m²
L 59 43565m²
L 60 4870m²
L 61 8955m²
L 62 41055m²
L 46 125175m²
L 514 106990m²
L 513 1250m²
L 47 80580m²
300 Meter
Beeldmaten.nl

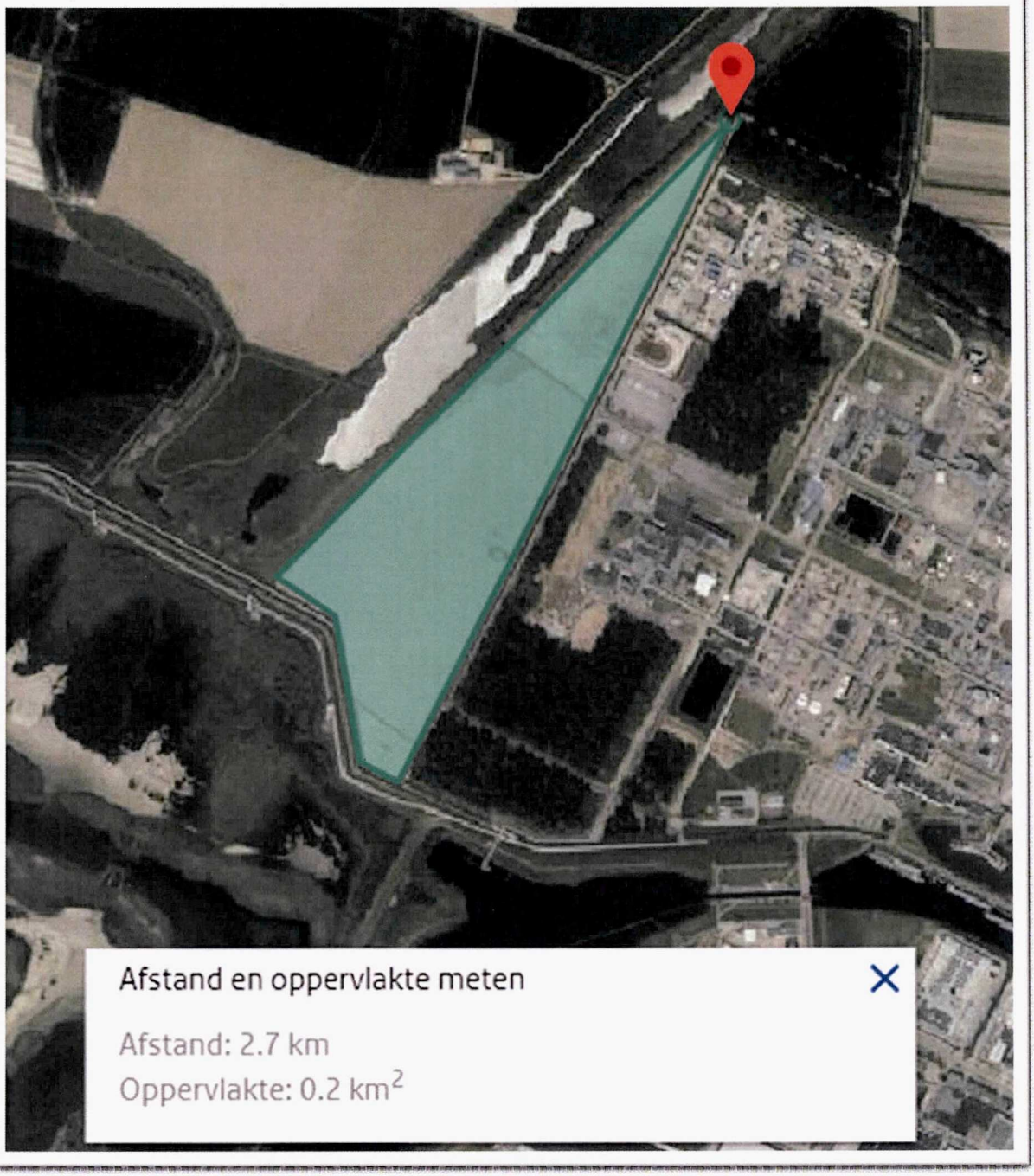
TEN HOLTER
/NOORDAM
advocaten

Bijlage 2


Botshoofd
Scherminkelwatergang
Oud Vossemeersedijk
Grindweg
Vestetuin
Waterfront
reekweg
Kijkuit
N286
Waterk

TEN HOLTER
NOORDAM
advocaten

Bijlage 3


Afstand en oppervlakte meten
Afstand: 2.7 km
Oppervlakte: 0.2 km^2

TEN HOLTER
/NOORDAM
advocaten

Bijlage 4


Gemini Eemshaven
380kV landstation windmolenpark Gemini
Westelijk- en Oostelijk Industrieterrein
RWE Eemshavencentrale
Kwelderweg
Hoogspanningsstation EOS380
OTS Datacenter
ENGIE Nederland
ENGIE Eemscentrale
COBRA Eemshaven
Binnenbemsloot
Alsema
Lagen
Afstand meten
Totale afstand: 227.53 m (746.48 ft)

TEN HOLTER
/NOORDAM
advocaten

Bijlage 5


Maatschap T. Tiggelaar
en JM Tiggelaar
Hoogspanningsstation
- Meeden
Afstand meten
Totale afstand: 517,72 m (1.698,56 ft)
517,72 m
Beneden Veensloot

TEN HOLTER
/NOORDAM
advocaten

Bijlage 6


Hoogspanninsstation
- Zwolle 380
De Hooislagen
227,58 m
Afstand meten
Totale afstand 227,58 m (746,66 ft)

TEN HOLTER
/NOORDAM
advocaten

Bijlage 7

memo

projectnaam
Theodorushaven Bergen op Zoom

datum
19 december 2023

projectnummer
P07154

opdrachtgever
[redacted]

BRO
projectleider
[redacted]

projectteam
[redacted]

review
[redacted]

Rhijnspoorplein 38
1018 TX Amsterdam
+31 (0)20 506 19 99
info@bro.nl
www.bro.nl

BRO

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

TNP is voornemens hoogspanningsstations (hierna: HS Station) van TenneT te realiseren bij Sabic op de Spie gelegen op het industrieterrein Theodorushaven te Bergen op Zoom. Het plangebied ligt aan de Plasticslaan 1 en staat kadastraal bekend als gemeente Bergen op Zoom sectie I perceelnummer 501. Het planvoornemen voorziet in de plaatsing van drie stations: Station 20kV, Station 150kV en Station 380kV. Deze drie Stations vormen samen één bedrijfsmatige inrichting. De beoogde locatie van deze stations op het plangebied is in figuur 1 globaal aangeduid met het oranje, blauwe en rode vlak. Op grond van het vigerende bestemmingsplan (zie paragraaf 1.2) zijn ter plaatse bedrijven met een milieucategorie van 4.2 toegestaan. Echter, het beoogde HS station betreft, vanwege het voorgenomen op te stellen transformatorvermogen, een milieucategorie 5.1. BRO is verzocht een advies op te stellen waarin de te volgen procedure wordt beschreven om de milieucategorie te verhogen ten behoeve van het planvoornemen. Onderliggend memo voorziet hierin.

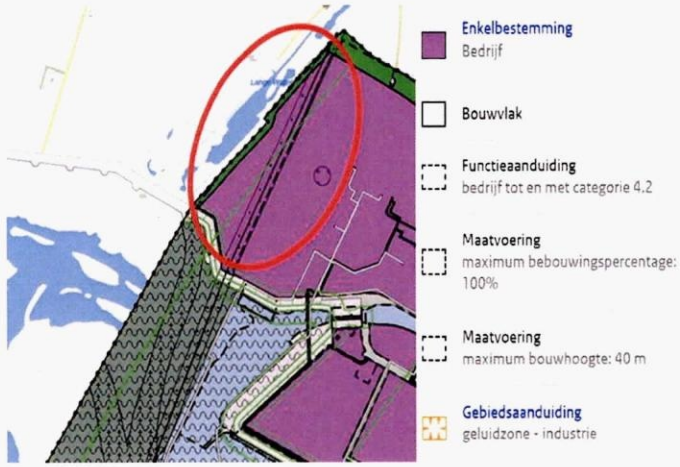


Figuur 1: Beoogde ontwikkeling

1.2 Vigerend bestemmingsplan

Ter plaatse geldt het bestemmingsplan 'BP Theodorushaven-Noordland', vastgesteld op 28 januari 2016. Het plangebied beschikt over enkelbestemming 'Bedrijf' en heeft als functieaanduiding 'bedrijf tot en met categorie 4.2'. Bovendien is voor Theodorushaven een 'geluidzone – industrie' vastgelegd. Ten aanzien van de bebouwing geldt een maximale bebouwingspercentage van 100% en een maximale bouwhoogte van 40 meter.

De functieaanduiding laat ter plaatse van het plangebied enkel bedrijven toe met functies tot en met milieucategorie 4.2. Volgens de vraagstelling van TNP is voor het HS station milieucategorie 5.1 van toepassing. Op figuur 2 is een uitsnede van het vigerend bestemmingsplan opgenomen. Om een hogere milieucategorie dan 4.2 toe te staan, is afwijken van het bestemmingsplan noodzakelijk. In het bestemmingsplan zijn afwijkingsregels opgenomen, die mogelijk uitkomst kunnen bieden.



Figuur 2: Uitsnede vigerend bestemmingsplan 'BP Theodorushaven'

Afwijkingsregels

Onder artikel 4.4 is ten aanzien van de binnenplanse afwijkingsregels het volgende opgenomen:

4.4 Afwijken van de gebruiksregels

Het bevoegd gezag kan bij omgevingsvergunning afwijken van het bepaalde in:

a. lid 4.1 teneinde bedrijven toe te laten die voorkomen één categorie hoger dan genoemd in lid 4.1, voor zover het betrokken bedrijf naar aard en invloed op de omgeving (gelet op de specifieke werkwijze of bijzondere verschijningsvorm) geacht kan worden te behoren tot de algemeen toelaatbare categorieën van de Staat van Bedrijfsactiviteiten;

b. lid 4.1 teneinde bedrijven toe te laten die niet in de Staat van Bedrijfsactiviteiten zijn genoemd, voor zover het betrokken bedrijf naar aard en invloed op de omgeving (gelet op de specifieke werkwijze of bijzondere verschijningsvorm) geacht kan worden te behoren tot de algemeen toelaatbare categorieën van de Staat van Bedrijfsactiviteiten;

met dien verstande dat:

- *geluidszoneringsplichtige en Bevi-inrichtingen niet zijn toegestaan;*
- *benzineservicestations met LPG-verkoop voor zover voorkomend in categorie 3 van de Staat van Bedrijfsactiviteiten niet zijn toegestaan.*

Met toepassing van artikel 4.4 van het vigerend bestemmingsplan kunnen ter plaatse bedrijven toegelaten worden die één categorie hoger zijn dan de ter plaatse geldende functieaanduiding, *"voor zover het betrokken bedrijf naar aard en invloed op de omgeving (gelet op de specifieke werkwijze of bijzondere verschijningsvorm) geacht kan worden te behoren tot de algemeen toelaatbare categorieën van de Staat van Bedrijfsactiviteiten".*

Overwegingen

Aan artikel 4,4 van het geldende bestemmingsplan zijn voorwaarden verbonden: Geluidszoneringsplichtige inrichtingen zijn niet toegestaan, ook niet met toepassing van deze binnenplanse afwijkingsbevoegdheid.

Van belang is dat wordt vastgesteld of een geluidszoneringsplichtige inrichting aan de orde is. Hoogspanningsstations kunnen onder de definitie van geluidszoneringsplichtige inrichting vallen:
Geluidszoneringsplichtige inrichtingen (Bor, bijlage 1, onderdeel D, voor zover van toepassing op hoogspanningsstations): Transformatorstations, met niet in een gesloten gebouw ondergebrachte transformatoren, met een maximaal gelijktijdig in te schakelen elektrisch vermogen van 200 MVA of meer

Een geluidszoneringsplichtige inrichting betreft stations waarvan de transformatoren niet zijn ondergebracht in een gesloten gebouw. Met andere woorden, een voorwaarde om van de mogelijkheid tot binnenplanse afwijking gebruik te maken is dat de transformatoren inpandig worden geplaatst.

Derhalve biedt de afwijkingsregel onder voorwaarden de mogelijkheid aan om ten behoeve van de beoogde ontwikkeling binnenplans af te kunnen wijken. Om binnenplans af te kunnen wijken dient 1) de inrichting/ontwerp van het hoogspanningstation zodanig te zijn dat er geen sprake is van een geluidszoneringsplichtige inrichting en 2) aangetoond te worden dat de beoogde activiteit inpasbaar is in het gebied, rekening houdend met de voorwaarden uit artikel 4.4. onder a van het bestemmingsplan.

In de omgeving van de beoogde locatie, aan de zuidzijde, staan windturbines. Door de relatief beperkte afstand tussen windturbines en hoogspanningstation kunnen hier beperkingen uit voortvloeien. Omdat u heeft aangegeven dat per 1 januari 2025 de windturbines expireren, is hier geen rekening mee gehouden. Ook voor het overige is er geen inhoudelijke afweging gemaakt over de inpasbaarheid van de beoogde ontwikkeling op deze locatie, alleen voor zover dit van belang is voor de te doorlopen planologische procedure wordt hier op ingegaan.

Per 1 januari 2024 zal de wetgeving rondom ruimtelijke ontwikkelingen ingrijpend veranderen. Hoofdstuk 2 gaat hier nader op in.

2 Omgevingswet

Inleiding
Per 1 januari 2024 treedt de Omgevingswet in werking. Het omgevingsplan is de opvolger van het bestemmingsplan maar met een verbrede reikwijdte. In het omgevingsplan worden door de raad regels gesteld over activiteiten die gevolgen hebben of kunnen hebben voor de fysieke leefomgeving met het oog op een evenwichtige toedeling van functies aan locaties. Het omgevingsplan moet gaan gelden als één plan voor het gehele grondgebied van de gemeente. Alle regels die betrekking hebben op de kwaliteit van de fysieke leefomgeving of op activiteiten die van invloed zijn op de fysieke leefomgeving worden bijeengebracht in één gebiedsdekkend omgevingsplan.

Het omgevingsplan heeft een integraal karakter en omvat de gehele fysieke leefomgeving. Daarom zal er een veelheid aan regels, die op allerlei niveaus hun werking hebben, in het omgevingsplan een plek moeten krijgen. Het gaat daarbij om een evenwichtige toedeling van functies aan locaties (vergelijkbaar met de huidige bestemmingen uit bestemmingsplannen) maar ook om regels over activiteiten die gevolgen (kunnen) hebben voor de fysieke leefomgeving.

Op het moment van inwerkingtreding van de Omgevingswet krijgt iedere gemeente een omgevingsplan van rechtswege. Dit betekent dat de huidige bestemmingsplannen en voormalige Rijksregels (bruidsschat) samenkomen in één omgevingsplan: het tijdelijke omgevingsplan. Deze regels (al dan niet inhoudelijk gewijzigd) moeten op termijn (voor 1 januari 2032) volgens de nieuwe systematiek en regels van de Omgevingswet naar het nieuwe deel van het omgevingsplan zijn omgezet. Daarnaast zijn er regels voor de fysieke leefomgeving die nu nog in gemeentelijke verordeningen staan, bijvoorbeeld in de APV en de Bouwverordening. Deze maken geen deel uit van het tijdelijke omgevingsplan en moeten ook in het nieuwe deel van het omgevingsplan worden opgenomen.

Afwijken onder Omgevingswet
Op grond van artikel 4.6, eerste lid, onder k, Invoeringswet Omgevingswet wordt het bestemmingsplan in de overgangsfase onderdeel van het tijdelijk deel van het omgevingsplan van een gemeente. Met andere woorden, onder de nieuwe Omgevingswet wordt niet meer verwezen naar een bestemmingsplan, maar voorlopig naar een tijdelijk omgevingsplan. Op basis van artikel 22.10 Omgevingswet gelden de in het tijdelijke deel van het omgevingsplan opgenomen regels als bedoeld in artikel 3.6, eerste lid, onder c, van de Wet ruimtelijke ordening als regels als bedoeld in artikel 5.21, tweede lid, onder a. van de Omgevingswet. Artikel 5.21, tweede lid, onder a is echter limitatief imperatief geformuleerd. Dat betekent dat de vergunning moet worden verleend als voldaan is aan de beoordelingsregels. Dat is onder het huidig recht nog een bevoegdheid. De bruidsschat biedt echter de oplossing in artikel 22.280 dat deze verplichting moet worden gelezen als een bevoegdheid (dit geldt tijdens de overgangsperiode van tijdelijk naar definitief omgevingsplan).

"Voor zover de in het tijdelijke deel van dit omgevingsplan, bedoeld in artikel 22.1, eerste lid, onder a, van de Omgevingswet gestelde regels over het voor een activiteit als bedoeld in artikel 22.280 bij omgevingsvergunning afwijken van regels in dat tijdelijke deel de verplichting bevatten om als de activiteit niet in strijd is met die regels de omgevingsvergunning te verlenen, wordt deze verplichting gelezen als een bevoegdheid."

Binnenplans afwijken
Bovengenoemde leidt ertoe dat de mogelijkheid om binnenplans met een omgevingsvergunning af te wijken van bijvoorbeeld de gebruiksregels in het bestemmingsplan wordt gezien als een vergunningplicht voor een omgevingsplanactiviteit met beoordelingsregels op basis waarvan wordt getoetst. Een binnenplanse omgevingsplanactiviteit (OPA) is een activiteit waarvoor het omgevingsplan bepaalt dat daarvoor een vergunning nodig is. Derhalve als er binnenplans afgeweken dient te worden, dan dient ten behoeve van een omgevingsvergunning een omgevingsplanactiviteit (OPA) ingediend te worden. De beoordelingsregels staan in het tijdelijke omgevingsplan.

Buitenplans afwijken
Dient er voor een ontwikkeling buitenplans afgeweken te worden, dan zijn er onder de Omgevingswet meerdere routes te nemen, namelijk door het indienen van een aanvraag om een buitenplanse omgevingsplan-activiteit (BOPA) of wijzigen van het omgevingsplan. Bij beide mogelijkheden moet sprake zijn van een evenwichtige toedeling van functies aan de locatie. Een belangrijk verschil tussen deze twee mogelijkheden is dat een BOPA niet kan worden aangewend om een toetsingskader vast te stellen voor toekomstige nog niet geconcretiseerd bouwplannen. Om de BOPA-procedure te doorlopen moet er sprake zijn van een voldoende concreet en afgebakend plan. Een plan is voldoende concreet als de aanvaardbaarheid in voldoende mate kan worden beoordeeld. Het is afhankelijk van de specifieke omstandigheden van het geval of gesproken kan worden van een voldoende concreet en afgebakend plan. Als het om de beoogde ontwikkeling mogelijk te maken noodzakelijk is om op gronden buiten de projectlocatie regels te stellen of te veranderen (bijvoorbeeld om compenserende maatregelen mogelijk te maken of beperkingen op een naburig perceel vast te leggen), dan kan dit niet met een BOPA, maar moet de route van het wijzigen van het omgevingsplan gevolgd worden.

Doorwerking projectgebied
Voor de locatie Theodorushaven is er nog geen omgevingsplan conform de Omgevingswet in procedure. Dat betekent dat het vigerende bestemmingsplan met toepassing van het overgangsrecht van kracht zal zijn. Onder de nieuwe Omgevingswet zijn er drie routes die genomen kunnen worden om van het planologisch regime af te kunnen wijken. Het komen tot de juiste procedure wordt in het volgende hoofdstuk stapsgewijs ontleed.

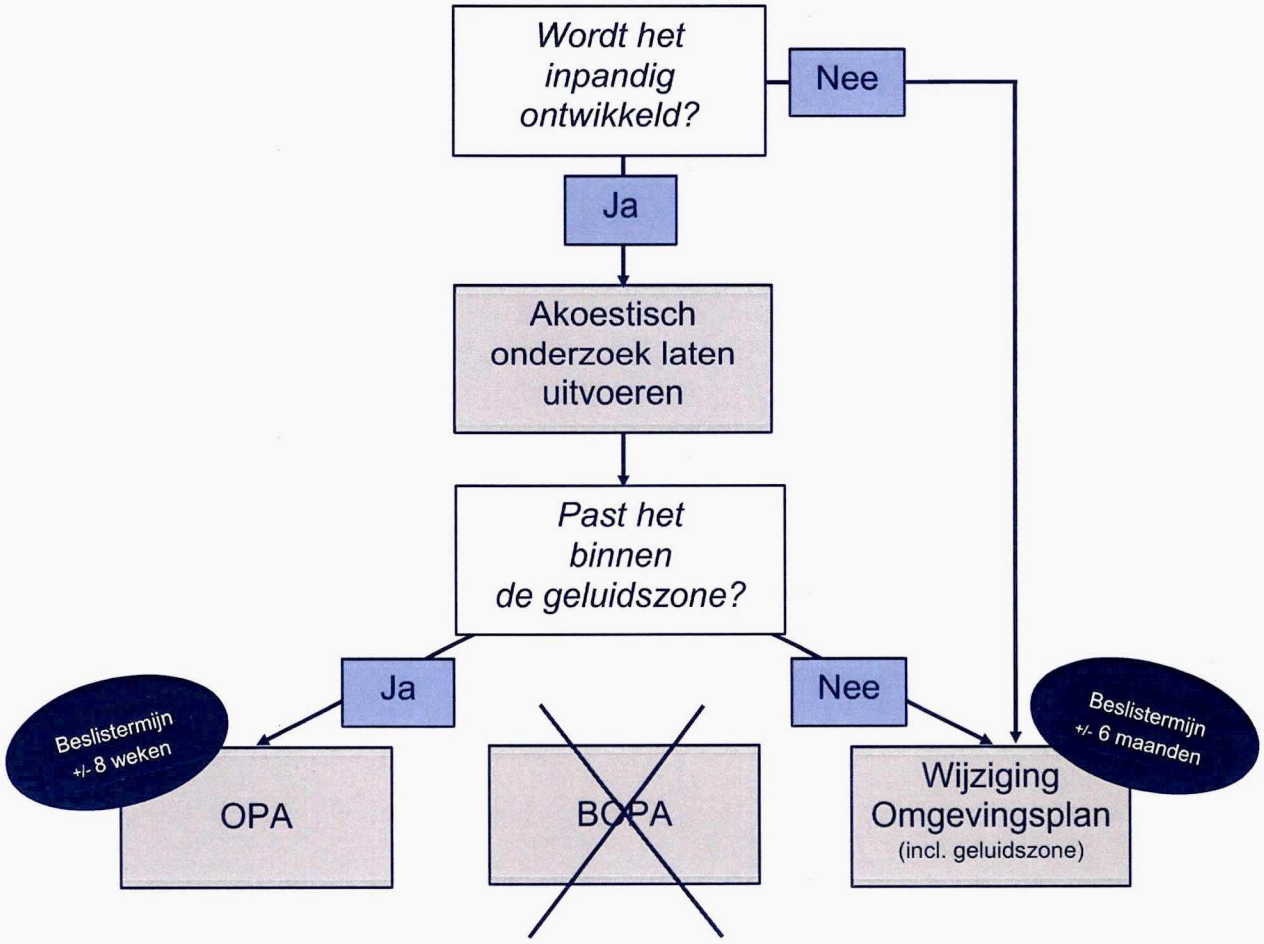
3 Procedure

TNP is voornemens HS stations te plaatsen bij Sabic op de Spie in Theodorushaven te Bergen op Zoom. Ter plaatse van het plangebied geldt een maximale milieucategorie 4.2. Het beoogde HS station valt, volgens uw opgave, onder milieucategorie 5.1. Derhalve is deze in de vigerende situatie niet toegestaan. Afwijken van het vigerend bestemmingsplan (na 1 januari 2024 tijdelijk omgevingsplan) is noodzakelijk om het HS station planologisch mogelijk te maken.

Voor het planologisch mogelijk maken van onderhavig planvoornemen dienen de volgende stappen doorlopen te worden. Figuur 3 geeft een resumerend overzicht van de betreffende stappenplan.

Stap 1: Bepalen presentie geluidszoneringsplichtige inrichting
Op basis van het (voorlopig) ontwerp van het hoogspanningsstation dient bepaald te worden of sprake is van een geluidszoneringsplichtige inrichting. Dit is afhankelijk van de vraag of de transformatoren al dan niet inpandig worden geplaatst. Wij hebben geen informatie ontvangen over de ambitie voor het inpandig of in de buitenlucht opstellen van de transformatoren op de Spie.

De mogelijkheid tot binnenplans afwijken is afhankelijk van de vraag of het gaat om een geluidszoneringsplichtige inrichting: indien de transformatoren op het buitenterrein (niet inpandig) worden opgesteld, is er sprake van een geluidzoneringsplichtige inrichting. Op grond van artikel 4.4 van het bestemmingsplan is binnenplans afwijken dan niet mogelijk. Indien de transformatoren inpandig worden gerealiseerd, zou een binnenplanse afwijking mogelijk zijn, mits aan de overige voorwaarden wordt voldaan.



Figuur 3: Stappenplan voor keuze procedure

Stap 2: Milieubelasting vaststellen
De tweede stap betreft het vaststellen van de milieubelasting, waarbij specifiek wordt ingegaan op akoestiek. Dit is zowel voor het toepassen van de binnenplanse afwijking als voor aanpassen omgevingsplan van belang.

De voorwaarde waaraan moet worden voor het toepassen van OPA is dat het bedrijf inpasbaar moet zijn in het gebied. Daarvoor dienen de verschillende milieuaspecten in beschouwing worden genomen. Voor het plaatsen van HS stations is geluid de meest bepalende factor. Andere zoneringsfactoren, onder meer stof en geur, zijn voor onderhavig plan niet van toepassing. Tevens verwachten wij niet dat andere milieuaspecten, onder meer waterhuishouding, bodem, natuur en landschap, een belemmering zullen vormen voor onderhavig plan. Opgemerkt wordt dat binnen de ruimtelijke procedure een milieuafweging over alle relevante aspecten gemaakt moet worden, maar naar verwachting zullen er geen maatregelen of voorzieningen uit voortvloeien die buiten de projectlocatie aanpassing van de regeling vergen. Derhalve adviseren wij dat allereerst de geluidsbelasting van de stations wordt vastgesteld middels een akoestisch onderzoek.

Stap 3: Inpasbaarheid geluidszone
Ter plaatse van de aangegeven aanduiding 'geluidzone – industrie', waaronder het plangebied valt, is de bouw en gebruik van nieuwe geluidgevoelige functies tevens alleen toegestaan, indien middels een akoestisch onderzoek is aangetoond dat de geluidsbelasting vanwege het industrielawaai op de gevels van de gebouwen met de geluidgevoelige functies niet hoger is dan de daarvoor geldende voorkeursgrenswaarde of de maximaal te verlenen hogere grenswaarde.

Het verrichte akoestisch onderzoek stelt de geluidsbelasting van de beoogde activiteiten vast. Op grond van de geluidsbelasting dient de inpasbaarheid van het planvoornemen bepaald te worden. Na het toetsen van de geluidsbelasting aan de geluidszone kan de passende procedure worden vastgesteld.

Binnenplanse omgevingsplanactiviteit (OPA)
Indien de geluidsbelasting van de stations inpasbaar is in de geluidszone ter plaatse, dan wordt (naar verwachting) aan alle voorwaarden voor een (binnenplans) omgevingsplanactiviteit voldaan. Er kan dan een OPA ingediend worden ten behoeve van de omgevingsvergunning (bijlage onderdeel A, Omgevingswet). De beslistermijn hiervan is acht weken en kan eenmaal worden verlengd met maximaal zes weken. Het college zal dan ook (in beginsel) binnen 14 weken beslissen op de aanvraag. Voor nader uitleg verwijzen wij u graag door naar: https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/omgevingsplanactiviteit/vergunningplicht-omgevingsplanactiviteit/.

Buitenplanse omgevingsplanactviteit (BOPA)
Indien de geluidsbelasting niet inpasbaar is in de geluidszone, zal ten behoeve van het planvoornemen de geluidszone aangepast moeten worden. Echter vereist het aanpassen van de geluidszone een wijziging buiten het eigen projectgebied en dat kan niet middels een BOPA. Een BOPA betreft namelijk een maatwerkregeling voor de projectlocatie. Derhalve als er ook aanpassingen buiten de projectlocatie nodig zijn – evenals een aanpassing van de geluidszone - dan is een wijziging omgevingsplan de te volgen procedure.

Wijziging omgevingsplan
Indien de geluidsbelasting niet inpasbaar is in de geluidszone, dan is in samenhang met het planologisch besluit over het hoogspanningsstation ook een verruiming van de geluidszone noodzakelijk. Dit verloopt via een wijziging van het omgevingsplan. Voor het wijzigen van een omgevingsplan moet een gemeente altijd de uniforme openbare voorbereidingsprocedure volgen. De aanvraag om een omgevingsplan te wijzigen valt onder de werking van artikel 16.30, lid 1, van de Omgevingswet. De gemeente moet dus de procedure uit afdeling 3.4 van de Awb toepassen. Dit houdt onder andere in dat de gemeente een ontwerpbesluit moet publiceren en maximaal 6 maanden over het nemen van dat besluit mag doen. Voor de volledige procedure verwijzen wij u graag door naar: https://iplo.nl/regelgeving/instrumenten/omgevingsplan/procedure-wijzigen-omgevingsplan/.

Wij merken op dat er onder de Omgevingswet in de regelgeving voor geluid veel veranderd. Dit is nieuw voor gemeente, omgevingsdiensten en provincie. Ook is sprake van een verschuiving van bevoegdheden, zodat (in dit geval) de gemeente mogelijk over de geluidszone regels gaat vaststellen, die eerder niet onder de verantwoordelijkheid van de gemeente vielen. In de voorbereiding van de procedure kan dit extra tijd vergen. Verder brengen wij onder de aandacht dat het verruimen van geluidszones rond bedrijventerrein vaak op weerstand stuit, waardoor een zorgvuldige voorbereiding met toepassing van participatie vanuit de omgeving ook van invloed zal zijn op de doorlooptijd.

Vervolgstappen
De juiste procedure vereist de benodigde vervolgstappen, wat per procedure verschillend is. Wel dient voor beide procedures beschreven en onderbouwd te worden dat het initiatiefplan planologisch verantwoord is. Hier kunnen wij u bij helpen.

Het Bureau BRO
BRO is een multidisciplinair adviesbureau voor omgeving, economie en milieu. Met deze brede opbouw is BRO trendsettend. BRO beschikt over expertise op het gebied van onder meer planologie, ontwerpvraagstukken, beleid, juridische vraagstukken en ecologie. Disciplines werken nauw samen en het resultaat is een integraal product. Voor zowel het indienen van een OPA alsmede het wijzigen van het omgevingsplan kunnen wij u van dienst zijn. Wij vernemen uiteraard graag of u in vervolgfases onze begeleiding wenst.

4 Conclusie

TNP is voornemens HS Station van TenneT te realiseren bij Sabic op de Spie gelegen op het industrieterrein Theodorushaven te Bergen op Zoom. Het planvoornemen voorziet in de plaatsing van drie stations: Station 20kV, Station 150kV en Station 380kV. Deze drie Stations vormen samen één bedrijfsmatige inrichting. Conform het vigerende bestemmingsplan, per 1 januari 2024 tijdelijk omgevingsplan, zijn ter plaatse bedrijven met een milieucategorie van 4.2 toegestaan. Het beoogde HS station valt, volgens uw opgave, onder milieucategorie 5.1. Het gebied valt tevens onder een geluidszone – industrie. Het planvoornemen is volgens de bovengenoemde kaders niet direct toegestaan.

Het vigerende bestemmingsplan zal met toepassing van het overgangsrecht voorlopig van kracht zal zijn. Onder de nieuwe Omgevingswet zijn er drie routes die genomen kunnen worden om van het planologisch regime af te kunnen wijken. Ons stappenplan (figuur 3) geeft een schematische weergave van de benodigde stappen. Indien de transformatoren van het HS station niet inpandig worden geplaatst, is het planvoornemen enkel via een wijziging omgevingsplan realiseerbaar. Indien de transformatoren wel inpandig worden geplaatst, zal op basis van een akoestisch onderzoek de juiste procedure gekozen kunnen worden.

Wij raden aan een akoestisch onderzoek te laten uitvoeren. Op basis van de geluidsbelasting zal nader bepaald kunnen worden welke procedure passend is. Indien de geluidsbelasting inpasbaar is in het gebied, zal een (binnenplans) omgevingsplanactiviteit volstaan. Indien de geluidsbelasting niet inpasbaar is in het gebied, zal de geluidszone verruimd moeten worden. Dit kan via een wijziging omgevingsplan verwezenlijkt worden.

Derhalve achten wij bovenal een akoestisch onderzoek nodig. Aan de hand daarvan kan de juiste procedure gekozen worden.

TEN HOLTER
/NOORDAM
advocaten

Bijlage 8

DNV·GL

ELEKTRISCHE EN MAGNETISCHE VELDEN, EFFECTEN OP DIEREN

EM-velden van hoogspanningslijnen – onderzoek naar effecten op koeien, paarden, schapen en varkens

TenneT TSO

Rapport nr.: 15-2569
Datum: 2015-10-26



Projectnaam:	Elektrische en magnetische velden, effecten op dieren	DNV GL - Energy KEMA Nederland B.V.
Rapport titel:	EM-velden van hoogspanningslijnen – onderzoek naar effecten op koeien, paarden, schapen en varkens	Postbus 9035 6800 ET ARNHEM
Klant:	TenneT TSO, Postbus 718, 6800 AS ARNHEM	
Contactpersoon:		Tel:
Datum:	2015-10-26	KvK 09080262
Project nr.:	74105773	
Unit:	PMT/POL	
Rapport nr.:	15-2569	

Taak en doelstelling: Literatuuronderzoek naar effecten van blootstelling aan elektrische en magnetische velden van hoogspanningslijnen op koeien, paarden, schapen en varkens.

Auteur:	Beoordeeld:	Goedgekeurd:

BELANGRIJKE MEDEDELING EN DISCLAIMER

Dit document is auteursrechtelijk beschermd en mag alleen aan derden beschikbaar worden gesteld in zijn geheel en voorzien van deze mededeling en disclaimer. Dit document noch een gedeelte ervan mag openbaar worden gemaakt in het kader van een openbare aanbieding of prospectus dan wel een beursnotering of een circulaire of mededeling op de beurs, zonder de uitdrukkelijke voorafgaande schriftelijke toestemming van de DNV GL entiteit die dit document heeft opgesteld ("DNV GL").

Indien en voor zover de wet dat toelaat, is noch DNV GL noch enige groepsmaatschappij ("de Groep") verantwoordelijk op grond van een contract, onrechtmatige daad, nalatigheid daarbij inbegrepen, of op enige andere wijze, jegens derden (daarvan uitgezonderd de Klant). Geen van de Groep deel uitmakende entiteit is aansprakelijk voor enig verlies of schade hoe dan ook geleden als gevolg van enig handelen, nalaten of verzuim (ontstaan door onachtzaamheid of anderszins) door DNV GL, de Groep of diens medewerkers, onderaannemers dan wel agenten. De inhoud van dit document vormt één geheel met de aannames en voorbehouden die daarin zijn opgenomen dan wel in hetzelfde verband anderszins zijn gecommuniceerd. Dit document bevat mogelijk technische detailinformatie die uitsluitend bedoeld is voor personen met de relevante expertise.

Dit document is samengesteld op basis van informatie beschikbaar ten tijde van het opstellen ervan. Het is niet uitgesloten dat dergelijke informatie daarna verandert of is veranderd. Behalve indien en voor zover een opdracht tot het verifiëren van informatie en gegevens uitdrukkelijk met de Klant is overeengekomen, is DNV GL op geen enkele wijze verantwoordelijk in verband met onjuiste informatie of gegevens die zij van haar Klant of een derde heeft ontvangen, dan wel voor de gevolgen van dergelijke onjuiste informatie of gegevens, die al dan niet in dit document is opgenomen of waarnaar in dit document wordt verwezen.

Reference to part of this report which may lead to misinterpretation is not permissible.

Rev.	Datum	Reden voor uitgave	Auteur	Beoordeeld	Goedgekeurd
0	2015-10-26	First issue			

©2015 KEMA Nederland B.V.

Inhoud

1 SAMENVATTING 1

2 INLEIDING 2

3 TYPEN ONDERZOEK NAAR EFFECTEN BIJ DIEREN 3
3.1 Inleiding 3
3.2 Observationeel onderzoek 3
3.3 Experimenteel onderzoek 3
3.4 Eerste onderzoeken: praktijkervaringen 4

4 ONDERZOEK NAAR EFFECTEN OP KOEIEN 5
4.1 Inleiding 5
4.2 Observationeel onderzoek naar koeien 5
4.3 Experimenteel onderzoek met koeien 6

5 ONDERZOEK NAAR EFFECTEN OP PAARDEN 7
5.1 Observationeel onderzoek naar paarden 7
5.2 Experimenteel onderzoek met paarden 7

6 ONDERZOEK NAAR EFFECTEN OP SCHAPEN 8
6.1 Observationeel onderzoek naar schapen 8
6.2 Experimenteel onderzoek met schapen 8

7 ONDERZOEK NAAR EFFECTEN OP VARKENS 9
7.1 Observationeel onderzoek naar varkens 9
7.2 Experimenteel onderzoek met varkens 9

8 WAARNEMING VAN VELDEN 10

9 CONCLUSIES 11

10 REFERENTIES 12

1 SAMENVATTING

TenneT krijgt regelmatig vragen over de mogelijke effecten van blootstelling aan elektrische en magnetische velden van hoogspanningslijnen op de gezondheid van dieren die grazen of verblijven onder of nabij die lijnen.

In dit rapport is een overzicht gegeven van wat er in de wetenschappelijke literatuur is gepubliceerd over onderzoek naar effecten van blootstelling op de dieren waar de meeste vragen betrekking op hebben: koeien, paarden, schapen en varkens.

Uit dit literatuuronderzoek blijkt dat er onderzoek is uitgevoerd naar (gezondheids)effecten van blootstelling aan elektrische en magnetische velden van hoogspanningslijnen bij koeien. Dit onderzoek is vrijwel allemaal uitgevoerd door dezelfde onderzoeksgroep in Canada. Uit dat onderzoek werd geconcludeerd dat er geen gezondheidseffecten bij koeien te verwachten zijn bij blootstelling aan velden van hoogspanningslijnen. Er is geen tot weinig onderzoek verricht naar (gezondheids)effecten bij paarden, schapen en varkens.

Het is niet uitgesloten dat dieren de elektrische velden van hoogspanningslijnen kunnen waarnemen. Dit waarnemen op zich leidt echter niet tot gezondheidseffecten. Overigens blijft de elektrische veldsterkte onder hoogspanningslijnen onder normale omstandigheden beperkt tot 5 kV/m, conform de aanbeveling die geldt voor de blootstelling van mensen: sommige mensen kunnen elektrische velden van 5 kV/m waarnemen.

Over het waarnemen van magnetische velden door dieren is veel minder bekend. Sommige dieren gebruiken variaties in het magnetische veld van de aarde om zich te oriënteren tijdens migratie. Echter, dit is een statisch veld en geen extreem laagfrequent wisselveld zoals bij hoogspanningslijnen.

Voor dieren zijn geen (aparte) aanbevelingen of grenswaarden opgesteld. Het is echter aannemelijk dat de aard van de effecten door sterke velden bij mensen, koeien, paarden, schapen en varkens vergelijkbaar is.

2 INLEIDING

Veel hoogspanningslijnen in Nederland doorkruisen landelijk gebied, waardoor diverse weilanden waarin dieren zich bevinden dichtbij hoogspanningslijnen liggen. Ook agrarische bedrijven bevinden zich soms dicht bij of onder hoogspanningslijnen. Met enige regelmaat krijgt TenneT, de beheerder van het hoogspanningsnet in Nederland, vragen over de effecten van blootstelling van dieren aan de extreem laagfrequente elektrische en magnetische velden (ELF-EMV) van hoogspanningslijnen.

Voor blootstelling van mensen aan EMV van hoogspanningslijnen geldt in Nederland de aanbeveling van de Europese Unie uit 1999 [1]:

- maximale elektrische veldsterkte 5 kV/m. Deze waarde is gebaseerd op het beperken van het waarnemen van elektrische velden, bijvoorbeeld door beweging van haren op de huid. De huid schermt elektrische velden in hoge mate af, zodat deze slechts zwak in het lichaam doordringen.
- maximale magnetische veldsterkte 100 microtesla. Het eerste effect dat kan optreden bij toenemende veldsterkte is het "zien" van lichtflitsen door elektrische prikkeling van het netvlies in het oog. Dit effect komt niet voor bij veldsterkten beneden 1000 microtesla [2]. Andere effecten, zoals stimulering van zenuwen en spieren, komen pas voor bij nog hogere veldsterkten. Onder hoogspanningslijnen in Nederland is de magnetische veldsterkte onder normale omstandigheden overigens vrijwel altijd lager dan 10 microtesla.

Voor blootstelling van dieren aan EMV zijn er geen aanbevelingen of grenswaarden. Er zijn echter ook geen aanwijzingen dat de bovengenoemde aanbevelingen voor mensen onvoldoende bescherming bieden voor dieren.

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van wat er in de wetenschappelijke literatuur is gepubliceerd over onderzoek naar effecten van blootstelling aan elektrische en magnetische velden van hoogspanningslijnen op de gezondheid van dieren. Het rapport blijft beperkt tot blootstelling van koeien (hoofdstuk 4), paarden (hoofdstuk 5), schapen (hoofdstuk 6) en varkens (hoofdstuk 7). In hoofdstuk 8 wordt kort ingegaan op de vraag of dieren ELF-velden kunnen waarnemen. Hoofdstuk 9 bevat de conclusies uit dit rapport.

Door elektrische velden van hoogspanningslijnen kan in objecten in de nabijheid een spanningsverschil met de omgeving ontstaan. Het is dan ook raadzaam om de aarding van dergelijke objecten te controleren, om te voorkomen dat bij aanraken of dicht benaderen van deze objecten een ontlading optreedt.

3 TYPEN ONDERZOEK NAAR EFFECTEN BIJ DIEREN

3.1 Inleiding

Wetenschappelijk onderzoek naar effecten van ELF-EMF op dieren kan worden ingedeeld in twee categorieën: observationeel onderzoek en experimenteel onderzoek. Beide typen onderzoek zijn waardevol, maar kennen ook hun beperkingen. Deze worden hieronder besproken.

3.2 Observationeel onderzoek

Bij observationeel onderzoek worden de dieren onderzocht in hun eigen omgeving, onder blootstellingsomstandigheden die normaal zijn voor deze omgeving. Dit onderzoek heeft zeggingskracht omdat uitsluitend wordt gekeken naar reële situaties.

Dit onderzoek in reële situaties brengt echter ook beperkingen met zich mee die de interpretatie van de resultaten bemoeilijken:

- De onderzoeksgegevens zijn niet afkomstig uit bronnen die als primair doel hebben om objectief systematisch en reproduceerbaar onderzoek te verrichten: meestal is de informatie afkomstig uit interviews met betrokkenen. Dit kan (bedoeld en onbedoeld) de informatie beïnvloeden
- De blootstellingsbepaling is onbetrouwbaar, de onderzoekers hebben geen controle over de mate van blootstelling. Daar komt nog bij dat dieren die zich in weilanden nabij hoogspanningslijnen bevinden mobiel zijn, gedurende de dag zal hun blootstelling variëren naargelang ze zich verplaatsen
- Er zijn ook andere factoren die invloed (kunnen) hebben op de gezondheid van de dieren. In praktijksituaties zijn deze moeilijk te inventariseren.

3.3 Experimenteel onderzoek

Bij experimenteel onderzoek worden dieren onder gecontroleerde omstandigheden blootgesteld aan een bepaald veld, terwijl een controlegroep niet wordt blootgesteld, maar verder zoveel mogelijk identiek is aan de blootgestelde groep. Dit type onderzoek kan meer direct bewijs leveren voor een mogelijke relatie tussen blootstelling en eventuele gezondheidseffecten.

Een nadeel is dat de blootstelling vrijwel altijd hoger is dan in reële omstandigheden. Als er onder deze omstandigheden een effect wordt gevonden, betekent dit nog niet dat dat in een reële situatie ook zo is. Dit is vooral van belang bij het onderzoek naar de blootstelling aan sterke elektrische velden (met een sterkte boven de in Nederland voor nieuwe lijnen gebruikelijke maximale waarde van 5 kV/m): hoe sterker het veld, des te groter de kans dat dieren het veld kunnen voelen, bijvoorbeeld door beweging van haren of tintelingen op de huid (zie ook hoofdstuk 8). Dit kan het gedrag van dieren beïnvloeden, zonder dat dit direct tot gezondheidseffecten leidt. Net als bij mensen kan deze waarneming als onaangenaam worden ervaren, wat invloed kan hebben op de concentratie van bepaalde hormonen en andere stoffen in het bloed.

Bij experimenteel onderzoek wordt vaak gekeken naar "meetbare effecten" bij de dieren, bijvoorbeeld de concentratie van een bepaald hormoon of immuunfactor. Als er een verschil wordt gemeten, wil dit nog niet direct zeggen dat de blootstelling schadelijk is voor de gezondheid van de dieren. Met andere woorden: een biologisch effect is niet automatisch ook een gezondheidseffect.

3.4 Eerste onderzoeken: praktijkervaringen

In de jaren '70 van de vorige eeuw zijn de eerste onderzoeken uitgevoerd naar de gezondheid van landbouwdieren nabij 765 kV-hoogspanningslijnen in de Verenigde Staten en Canada [3]. Deze onderzoeken bestonden uit interviews met bedrijfseigenaren, waarbij gevraagd werd naar hun praktijkervaringen met, en observaties van de dieren. De conclusie uit deze onderzoeken was dat er vanuit de ervaringen van deze bedrijfseigenaren geen bijzondere effecten zijn gesignaleerd bij dieren vlakbij hoogspanningslijnen.

Een wat uitgebreider en beter opgezet onderzoek werd uitgevoerd tussen 1977 en 1979 in de Verenigde Staten, waarbij de gezondheid van koeien, schapen, varkens en paarden op 11 bedrijven vlakbij een 765 kV-hoogspanningslijn werd gevolgd en vergeleken met alle andere bedrijven in dezelfde staat (Indiana) [4]. Uit dit onderzoek werd geconcludeerd dat de hoogspanningslijnen geen effect hadden op gezondheid, gedrag en voortplanting van de dieren.

In de volgende hoofdstukken wordt nader ingegaan op de resultaten van onderzoeken naar koeien, paarden, schapen en varkens, die na dit eerste onderzoek zijn gepubliceerd. Het betreft hier uitsluitend wetenschappelijk onderzoek, geen informatie uit forumdiscussies op internet of pleidooien.

4 ONDERZOEK NAAR EFFECTEN OP KOEIEN

4.1 Inleiding

Het meeste onderzoek naar effecten van blootstelling aan ELF-EMV is uitgevoerd aan koeien, vooral melkkoeien. Dit is niet verwonderlijk, omdat economische motieven vaak de drijfveer zijn voor dit onderzoek.

4.2 Observationeel onderzoek naar koeien

De eerste onderzoeken naar praktijkervaringen met koeien nabij hoogspanningslijnen uit de jaren '70 gaven geen invloed van de lijnen op melkproductie, voortplanting of graasgedrag aan [4].

In Zweden werd in een verkennende studie in 1982 bij melkveebedrijven een verminderde vruchtbaarheid van koeien gevonden nabij 400 kV hoogspanningslijnen. Bij een vervolgonderzoek in geheel Zweden werden bij 106 melkveebedrijven onder 400 kV-hoogspanningslijnen geen verschillen gevonden in voortplanting of melkproductie ten opzichte van vergelijkbare bedrijven die niet onder hoogspanningslijnen lagen [5].

In een ander Zweeds onderzoek is getracht om de blootstelling aan ELF-EMV beter te controleren [6]. Daarvoor werden 58 vaarzen gemiddeld 120 dagen in een wei pal onder een 400 kV hoogspanningslijn geplaatst. Ze werden gedurende deze tijd regelmatig onderzocht op diverse vruchtbaarheidsparameters (cyclus, hormoonniveaus, zwangerschap). In vergelijking met een even grote controlegroep die niet onder een hoogspanningslijn verbleef, werd er voor geen enkele van deze parameters een afwijking gevonden.

In een onderzoek in de Verenigde Staten naar graasgedrag van stieren onder een 1100 kV hoogspanningslijn (vergelijking van periodes dat de lijn in bedrijf of buiten bedrijf was) werd in de eerste drie jaar geen afwijkend graasgedrag geconstateerd. In de laatste 2 jaren werd de spanning verhoogd waardoor het elektrisch veld toenam, tot waarden tot 13 kV/m. In die periode graasden de stieren bij voorkeur op grotere afstand van de lijn [7]. Bij dergelijke sterke elektrische velden is het echter mogelijk dat de stieren het veld "voelen", bijvoorbeeld door beweging van haren op de huid, waardoor ze de lijn kunnen gaan mijden (zie ook hoofdstuk 8). Een veldsterkte van 13 kV/m is aanzienlijk hoger dan Nederland onder hoogspanningslijnen wordt gehanteerd (5 kV/m).

In een recenter onderzoek in Italië zijn vijf koeien onder een 380 kV-hoogspanningslijn vergeleken met vijf koeien die niet onder een lijn verbleven [8]. In dit onderzoek werd gekeken naar verschillende parameters van het immuunsysteem en de bloedsamenstelling. Er werden verschillen gevonden tussen de twee groepen in de concentratie van een bepaald antigeen, maar hieruit kunnen geen conclusies getrokken worden over een gezondheidseffect. Bovendien is de onderzoeksgroep zeer klein en is er een natuurlijke variatie in dergelijke parameters.

Enkele jaren geleden verschenen berichten in de media dat koeien en herten bij voorkeur een noord-zuid-gerichte positie aannemen [9]. De auteurs baseerden zich hierbij op satellietbeelden, onder andere van Google Earth. Zij veronderstelden dat de dieren de richting van het aardmagnetisch veld volgen. Op basis van de foto's constateerden zij dat dieren binnen 150 meter van hoogspanningslijnen deze voorkeursoriëntatie niet langer volgden, maar zich in willekeurige richting opstelden. De auteurs vermoedden dat dit een tot op heden onbekend "magnetisch gevoel" van koeien en herten is (magnetoreceptie). Er is in het onderzoek echter geen rekening gehouden met andere factoren, zoals positie van de zon, windrichting, type ondergrond. Ook is er bij koeien of andere grote zoogdieren geen orgaan bekend met magnetoreceptoreigenschappen. Het onderzoek wordt momenteel voortgezet met

als doel na te gaan of ook andere dieren, zoals vossen en honden, mogelijk een verandering in een magnetisch veld kunnen waarnemen.

4.3 Experimenteel onderzoek met koeien

Tussen 1996 en 2007 werden in Canada veel experimenten uitgevoerd waarbij melkkoeien gecontroleerd werden blootgesteld aan ELF-EMV, waarvan de sterkte vergelijkbaar is met posities recht onder 735 kV-hoogspanningslijnen in Canada [10]. De veldsterkten waren hoger dan onder normale omstandigheden in Nederland gebruikelijk is. De onderzoekers bouwden hiervoor speciale blootstellingsruimten die vergelijkbaar zijn met houten stallen.

De parameters die onderzocht werden zijn o.a.:

- Melkproductie: bij 2 onderzoeken werd geen effect gevonden, bij 1 onderzoek 5% afname bij blootstelling. Melksamenstelling: geen veranderingen
- Voedselconsumptie: bij 3 onderzoeken werden kleine veranderingen gevonden, die binnen de natuurlijke variatie vielen. Bij 2 andere onderzoeken was er geen verschil
- Voortplantingshormonen: in 1 onderzoek werd een toename van het progesterongehalte gevonden bij drachtige koeien, maar in 4 vervolgonderzoeken was er geen verschil
- Voortplantingscyclus: bij 2 onderzoeken werden kleine verschillen gevonden, die binnen de natuurlijke variatie vielen.
- Hormoonconcentratie:
  - Melatonine (regulerend hormoon): 1 onderzoek liet een lager melatoninegehalte overdag zien, terwijl 2 onderzoeken 's nachts geen verschillen lieten zien
  - Prolactine (melkproductie): 4 onderzoeken, waarvan 1 een toename, 1 een afname en 2 geen verschillen lieten zien
  - Insuline-groeifactor (groei): 3 onderzoeken, inconsistente resultaten
  - Thyroxine (schildklierhormoon): 1 onderzoek, geen consistent effect
- Samenstelling van cerebrospinale vloeistof (vloeistof rond hersenen en ruggenmerg): in 2 onderzoeken werden voor de meeste parameters geen veranderingen gevonden; wel werd geconstateerd dat het kinolienzuurgehalte toenam, het is onduidelijk wat hiervan de consequentie is.

De onderzoekers concludeerden in één van hun laatste publicaties over dit onderwerp, dat het aannemelijk is dat gezondheidseffecten bij blootstelling van dieren aan EMV van hoogspanningslijnen zijn uitgesloten [11]. Deze conclusie baseren zij op het uitblijven van afwijkende klinische verschijnselen tijdens de blootstelling van koeien, in combinatie met de geringe biologische effecten die zijn gevonden.

Tot op heden is het Canadese onderzoek nog niet door andere onderzoeksgroepen gereproduceerd.

5 ONDERZOEK NAAR EFFECTEN OP PAARDEN

5.1 Observationeel onderzoek naar paarden

In het eerste onderzoek naar praktijkervaringen van agrarische bedrijven, eind jaren '70, was één boerderij met paarden betrokken [4]. Er werden echter geen bevindingen specifiek over paarden vermeld. In de wetenschappelijke literatuur zijn geen andere observationele onderzoeken naar paarden gevonden.

5.2 Experimenteel onderzoek met paarden

In de wetenschappelijke literatuur zijn geen experimentele onderzoeken naar effecten van ELF-EMV op paarden bekend. Wel zijn paarden gebruikt als proefdieren voor elektromagnetische stimulatie bij botherstel, maar dit gaat om blootstelling aan sterke statische of gepulste velden.

6 ONDERZOEK NAAR EFFECTEN OP SCHAPEN

6.1 Observationeel onderzoek naar schapen

In het eerste onderzoek naar praktijkervaringen van agrarische bedrijven, eind jaren '70, was één schapenboerderij betrokken [4]. Het enige dat hierover werd gemeld was dat het gemiddelde gewicht van schapen van 4,5 jaar oud niet afweek van het gemiddelde in de staat Indiana.

6.2 Experimenteel onderzoek met schapen

Om de invloed van blootstelling aan ELF-EMV op het immuunsysteem van schapen te onderzoeken, plaatsten onderzoekers in 1993 in de Verenigde Staten jonge schapen 10 maanden in een omheining onder een 500 kV hoogspanningslijn. In deze groep werd een afname geconstateerd van een bepaalde cytokine ten opzicht van een controlegroep (niet-blootgestelde) schapen. Omdat de experimentele omstandigheden vragen opriepen werd het experiment later herhaald met een grotere groep schapen [12]. In dit vervolgonderzoek werd geen afname geconstateerd.

In een vergelijkbare onderzoeksopzet werden de melatonineconcentraties in het bloed en het begin van de puberteit bij lammeren onderzocht [13,14]. Beide onderzoeken lieten geen effect zien. Datzelfde gold voor een onderzoek naar de afscheiding van cortisol, een "stress-hormoon" [15].

7 ONDERZOEK NAAR EFFECTEN OP VARKENS

7.1 Observationeel onderzoek naar varkens

In het eerste onderzoek naar praktijkervaringen van agrarische bedrijven, eind jaren '70, waren twee boerderijen met varkens betrokken [4]. Er werden echter geen bevindingen specifiek over varkens vermeld.

7.2 Experimenteel onderzoek met varkens

In een onderzoek uit de jaren '80 werden varkens onder een 345 kV-hoogspanningslijn in de Verenigde Staten vergeleken met varkens op meer dan 800 meter van de lijn [16]. Er werden geen verschillen gevonden in vleeskwaliteit bij de slacht. Ook werden er geen verschillen gevonden tussen de twee groepen nakomelingen.

Andere experimentele onderzoeken met varkens zijn uitgevoerd bij elektrische veldsterkten van 30 kV/m, wat ongeveer zes keer zo hoog is als in Nederland onder nieuwe lijnen gebruikelijk is. Bij blootstelling aan deze veldsterkten bleek dat de varkens de velden konden voelen, zodat ze vermijdingsgedrag vertoonden. Deze onderzoeken zijn dan ook niet relevant voor gezondheidseffecten.

8 WAARNEMING VAN VELDEN

Van sterke elektrische ELF-velden is bekend dat sommige mensen ze kunnen waarnemen, waarschijnlijk door beweging van haren door de elektrische spanning op de huid. Uit onderzoek met vrijwilligers bleek dat 10% een veldsterkte tussen 2 en 5 kV/m kon waarnemen, terwijl de helft van de mensen dit kon bij een veldsterkte tussen 7 en 20 kV/m. Bij blootstelling aan een veldsterkte tussen 15 en 20 kV/m gaf 5% van de mensen aan dit "vervelend" te vinden. Deze waarneming door mensen is één van de redenen waarom in Europese landen voor blootstelling van de algemene bevolking een maximale elektrische veldsterkte van 5 kV/m wordt gehanteerd. Ook in Nederland is deze aanbeveling maatgevend.

Het onderzoek naar een vergelijkbare "waarnemingsdrempel" voor elektrische velden bij dieren is beperkt. Voor ratten ligt deze drempelwaarde tussen 3 – 13 kV/m, voor bavianen tussen 5 – 15 kV/m en voor dwergvarkens tussen 30 en 35 kV/m [17]. Hieruit valt niet af te leiden wat de waarnemingsdrempel is voor koeien, paarden, schapen en varkens.

Over het waarnemen van magnetische velden door dieren is veel minder bekend. Sommige dieren kunnen kleine variaties in het aardmagnetische veld waarnemen ten behoeve van hun oriëntatie tijdens migratie, bijvoorbeeld trekvogels en bepaalde soorten vissen. Dat zijn echter statische velden, geen wisselende ELF-velden zoals bij hoogspanningslijnen. Het recente onderzoek van [redacted] al naar de oriëntatierichting van koeien en herten geeft nog onvoldoende inzicht om conclusies te kunnen trekken over het waarnemen van deze velden door dieren en over het beïnvloeden van hun gedrag.

Voor blootstelling van mensen aan elektrische en magnetische velden worden in Nederland de aanbevelingen van de Europese Unie gehanteerd. Voor elektrische velden zijn de aanbevelingen gebaseerd op het waarnemen van sommige mensen van deze velden. Voor magnetische velden zijn de aanbevelingen gebaseerd op het voorkomen van effecten door het in het lichaam geïnduceerde elektrische veld (eerste effect: prikkeling van netvlies, treedt pas op vanaf veldsterkten die tien keer zo hoog zijn als de aanbevolen maximale veldsterkte en ongeveer honderd keer zo hoog als recht onder hoogspanningslijnen in Nederland).

Voor dieren zijn geen aanbevelingen of grenswaarden opgesteld. Het is echter aannemelijk dat de bovengenoemde effecten van sterke velden bij mensen ook kunnen optreden bij dieren zoals koeien, paarden, schapen en varkens. Er zijn geen aanwijzingen uit wetenschappelijke publicaties dat de aanbevelingen voor mensen onvoldoende bescherming bieden voor dieren.

9 CONCLUSIES

Uit dit literatuuronderzoek blijkt dat er geen tot weinig onderzoek is uitgevoerd naar (gezondheids)effecten van blootstelling aan elektrische en magnetische velden van hoogspanningslijnen op dieren als paarden, schapen en varkens. Er is wel onderzoek verricht met koeien, vrijwel allemaal uitgevoerd door dezelfde onderzoeksgroep in Canada. Uit dat onderzoek blijkt dat er geen gezondheidseffecten op koeien te verwachten zijn bij blootstelling aan velden van hoogspanningslijnen.

Het is niet uitgesloten dat deze dieren de elektrische velden van hoogspanningslijnen kunnen waarnemen, wanneer de veldsterkte hoger is dan een zekere waarnemingsdrempel. Dit waarnemen op zich leidt echter niet tot gezondheidseffecten. Overigens blijft de elektrische veldsterkte onder hoogspanningslijnen in Nederland onder normale omstandigheden beperkt tot 5 kV/m, conform de aanbeveling die geldt voor de blootstelling van mensen.

Over waarneming van magnetische velden door dieren is veel minder bekend. Ter vergelijking: mensen kunnen magnetische velden pas "waarnemen" vanaf een veldsterkte hoger dan 1000 microtesla. De magnetische veldsterkte onder hoogspanningslijnen is vrijwel altijd lager dan 10 microtesla.

Voor blootstelling van dieren aan elektrische en magnetische velden zijn geen aanbevelingen of grenswaarden opgesteld. Het is echter aannemelijk dat de effecten die bij sterke velden bij mensen kunnen optreden ook kunnen voorkomen bij koeien, paarden, schapen en varkens. Er zijn geen aanwijzingen dat de aanbevelingen voor mensen onvoldoende bescherming bieden voor dieren.

10 REFERENTIES

1. Council recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz). 1999/519/EC

2. ICNIRP, 2010 (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz – 100 kHz). In: Health Physics, vol. 99, pp. 818-836

3. Exponent, 2015. Research on extremely low frequency electric and magnetic fields from alternating current transmission lines – summary evaluation of the evidence. Rapport voor Manitoba Hydro, 15 mei 2015. Exponent Inc., Menlo Park, USA

4. en , 1980. A study of farm animals near 765 kV transmission lines. Bovine Practitioner, vol. 15, pp. 1-62

5. 1985. The effect of exposure to 400 kV transmission lines on the fertility of cows. In: Prev. Vet. Med., vol. 3, pp. 351-361

6. 1987. Effects of long-term exposure to a 400-kV, 50-Hz transmission line on estrous and fertility in cows. In: Prev. Vet. Med., vol. 5, pp. 21-36

7. al 1981. Beschrijving uit Exponent-rapport 2014, Review of research on livestock and crops in relation to electric and magnetic fields from high voltage transmission lines. Rapport voor EirGrid, 17 december 2014. Exponent Inc., Menlo Park, USA

8. , 2007. Effects of exposure to extremely low frequency electro-magnetic fields on circadian rhythms and distribution of some leukocyte differentiation antigens in dairy cows. In: Biomed Environ Sci. vol.20, pp 164-70

9. , 2009. Extremely low-frequency electromagnetic fields disrupt magnetic alignment of ruminants. In: Proc. Natl. Acad. Sci. USA, vol. 106, pp. 5708-5713

10. Diverse publicaties in de periode 1996-2007, eerste auteurs , , Publicaties vooral in Bioelectromagnetics en Research

11. , 2007. Exposure of pregnant dairy heifer to magnetic fields at 60 Hz and 30 microT. In: Bioelectromagnetics, vol. 28, pp. 471-476

12. , 2001. Long-term effects of 60-Hz electric vs. magnetic fields on Il-1 and Il-2 activity in sheep. In: Bioelectromagnetics, vol. 22, pp. 170-177

13. , 1993. Melatonin secretion and puberty in female lambs exposed to environmental electric and magnetic fields. In: Biol Reprod. Vol. 49, pp. 857-864

14. , 1995. Melatonin and puberty in female lambs exposed to EMF: A replicate study. In: Bioelectromagnetics. Vol. 16, pp. 119-123,

15. , 1995. Cortisol secretion and growth in ewe lambs chronically exposed to electric and magnetic fields of a 60- Hertz 500-Kilovolt AC transmission line. In: Vol. 73, pp. 3274-3280

16. [redacted] en [redacted], 1984. Beschrijving uit Exponent-rapport 2014, Review of research on livestock and crops in relation to electric and magnetic fields from high voltage transmission lines. Rapport voor EirGrid, 17 december 2014. Exponent Inc., Menlo Park, USA

17. WHO, 2007. Extremely low frequency fields – Environmental Health Criteria Monograph no. 238. World Health Organization

DNV GL

Vanuit haar streven leven, bezit en het milieu te beschermen stelt DNV GL organisaties in staat de veiligheid en duurzaamheid van hun activiteiten te bevorderen. DNV GL biedt classificering en technische borging, naast software en onafhankelijk, deskundig advies voor de maritieme, de olie- en gas en de energiesector. Daarnaast biedt het bedrijf certificeringsservices voor klanten in uiteenlopende sectoren. DNV GL, opgericht in 1864, is actief in meer dan 100 landen over de hele wereld en telt 16.000 medewerkers, die klanten helpen richting een veiligere, slimmere en groenere wereld.

TEN HOLTER
/NOORDAM
advocaten

Bijlage 9



Vlaanderen
is omgeving

De invloed van magnetische velden afkomstig van elektriciteitstransport op fauna en flora

DEPARTEMENT
OMGEVING

omgevingvlaanderen.be

De invloed van magnetische velden afkomstig van elektriciteitstransport op fauna en flora

Dit rapport heeft als doel om wetenschappelijke studies te inventariseren en te interpreteren, die gaan over de mogelijke effecten van extreem lage frequentie (ELF) magnetische velden (MF) op fauna en flora. De magnetische velden zijn afkomstig van het transport en de distributie van elektriciteit. Hiervoor werden in detail meer dan 250 studies over gewervelde dieren, planten en insecten gereviewd op studiekwaliteit en inhoud. De globale conclusie is dat verschillende species in staat zijn om magnetische velden en veranderingen van magnetische velden aan te voelen (magnetoreceptie). Er is echter voor de meeste van de bestudeerde eigenschappen geen consensus te vinden of antropogene straling met een frequentie van 50 Hz (of 60 Hz), zoals deze afkomstig van hoogspanningslijnen, al dan niet gevolgen heeft voor de gezondheid. Het verder opvolgen van onderzoek is daarom aanbevolen.

Dit rapport bevat de mening van externe auteur(s) en niet noodzakelijk die van de Vlaamse overheid.

COLOFON

Verantwoordelijke uitgever

[redacted]
Departement Omgeving
Koning Albert II-laan 20 bus 8, 1000 Brussel
www.omgevingvlaanderen.be

Een uitgave van het Departement Omgeving, Vlaams Planbureau voor Omgeving
vpo.omgeving@vlaanderen.be

Auteurs

[redacted] – HOGENT-UGent Proefhoeve Bottelare
[redacted] – HOGENT-UGent Proefhoeve Bottelare
[redacted] – HOGENT-UGent Proefhoeve Bottelare
[redacted] HOGENT-UGent Proefhoeve Bottelare

Publicatiedatum
09/05/2023

Depotnummer
D/2023/3241/168

Wijze van citeren

[redacted] (2023). *De invloed van magnetische velden afkomstig van elektriciteitstransport op fauna en flora. Studie in opdracht van het Departement Omgeving.*

PARTNERS

INHOUDSTAFEL

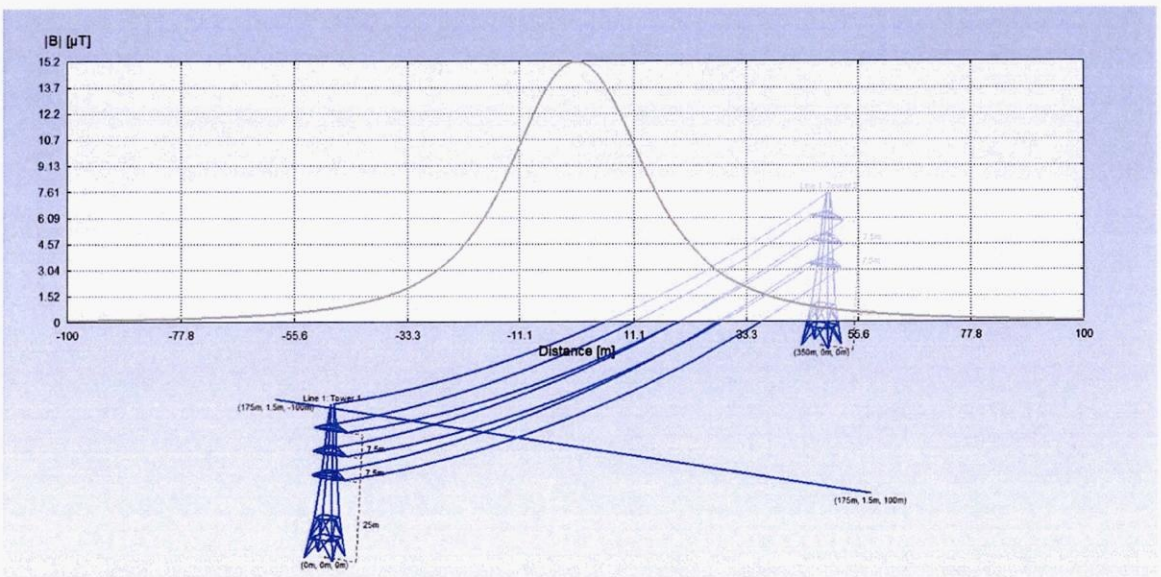
1 Doel 4
2 Inleiding 4
3 Materiaal en methoden 5
3.1 Literatuuronderzoek 5
3.2 Selectie van de studies 5
3.3 Beoordeling van de kwaliteit van de studies 5
4 Resultaten literatuur screening 6
4.1 Hoe interageren species met elektromagnetische velden (EMF)? 6
4.1.1 Magnetiet gebaseerde mechanisme 7
4.1.2 Radicaalpaarreceptor 7
4.1.3 Inductiemechanisme 8
4.2 Effect op vertebraten 9
4.2.1 Studies met artificiële bestraling 9
4.2.2 Studies onder hoogspanningslijn 23
4.3 Effect op planten 29
4.3.1 Studies met artificiële bestraling 29
4.3.2 Studies onder hoogspanningslijn 30
4.4 Effect op insecten 31
4.4.1 Studies met artificiële bestraling 32
4.4.2 Studies onder hoogspanningslijn 35
5 Topic modelling 37
6 Besluit 40
6.1 Kwaliteit van de studies 40
6.2 Aanbevelingen 40
6.2.1 Vertebraten 40
6.2.2 Planten 41
6.2.3 Insecten 41
6.3 Effect van ELF-EMF op fauna en flora 41
Referenties 42
Appendix 50

1 DOEL

Het inventariseren en interpreteren van wetenschappelijke studies naar mogelijke effecten van extreem lage frequentie (ELF) magnetische velden (MF) afkomstig van het transport en de distributie van elektriciteit op fauna en flora.

2 INLEIDING

Naast het natuurlijke elektromagnetisch veld van de aarde zijn er verschillende vormen antropogene of kunstmatig opgewekte elektromagnetische velden door vb. hoogspanningsinstallaties. Hoogspanningsinstallaties creëren elektromagnetische velden, een combinatie van elektrische en magnetische golven, met een extreem lage frequentie. Elektrische velden (Volt per meter, V/m) ontstaan als er spanning aanwezig is en magnetische velden (Ampère per m, A/m of Tesla, T) ontstaan als er stroom door de kabels loopt.
De hoogspanningsinstallaties in Europa produceren een elektrisch veld met een frequentie van 50 Hz. Het spanningsniveau van de lijnen van Elia varieert tussen de 30 en 380 kV. Dit veld verzwakt snel naarmate men zich van de lijn verwijdert. Op een afstand van 20 meter is het veld ongeveer tien keer zwakker.
Het magnetisch veld dat een hoogspanningslijn genereert is afhankelijk van de sterkte van de stroom die erdoor vloeit, de afstand tot de geleiders en de configuratie van masten en geleiders. De waarde van het magnetisch veld neemt snel af naarmate de afstand tot de geleiders toeneemt (**Figuur 1**).



Figuur 1: Simulatievoorbeeld ter illustratie van de afname van het magnetisch veld B[µT] onder een hoogspanningslijn, berekend door dOMG (Departement Omgeving) met behulp van het rekenmodel van de Université de Liège (Geuzaine and Remacle 2009; Geuzaine [redacted] al. 2012).

Eenheden en prefixen

V	Volt	Elektrisch potentiaal/spanning
A	Ampère	Stroomsterkte
Hz	Hertz	Frequentie
T	Tesla	Magnetisch inductie/veld

k	kilo	10^{3}
m	milli	10^{-3}
µ	micro	10^{-6}

3 MATERIAAL EN METHODEN

3.1 LITERATUURONDERZOEK

Vooreerst werden de voorgestelde studies (al. 2009; al. 2022; al. 2019; al. 2012; al. 2018; al. 2022; al. 2019) bestudeerd en verder werden de databanken EMF-portal, Web of Science en Scopus doorzocht met de *query ("power line*" OR power-line* OR powerline* OR "transmission line*" OR "high voltage line*" OR "transmission system*" OR "transmission- line*" or "electric field*" OR "electromagnetic field*" OR "magnetic field*") AND (biodiverse* OR plant* OR crop* OR vegetation* OR forest OR agriculture* OR maize* OR wheat OR potato OR bird* OR animal* OR cow* OR fauna OR flora OR plant*)* om zo extra wetenschappelijke bronnen te vinden. Bemerk dat deze query in de velden *Plant Sciences, Ecology, Agronomy, Horticulture, Forestry, Agricultural engineering, Water resources, Environmental studies* meer dan 2500 studies opleverde.

3.2 SELECTIE VAN DE STUDIES

Om meer inzicht te krijgen in de structuur en inhoud van de artikels werd topic modelling toegepast (Sectie 5. Topic Modelling). Op basis van een screening van titels en de uitkomst van het topic modelling algoritme bleek al snel dat het overgrote deel van de gevonden publicaties niet relevant was. Er waren vb. heel wat studies die de fysieke effecten van hoogspanningslijnen, dus de invloed van de mast en de kabels zelf, op vb. vogels bestudeerden. Andere studies maakten dan weer gebruik van magnetische pulsen in celculturen of om vruchtensap te bewaren. Deze laatste groepen van studies zijn uiteraard niet relevant voor deze opdracht.

De meest relevante studies (i.e. studies uitgevoerd onder hoogspanningslijnen, labo-studies met een magnetisch veld met een frequentie van 50/60 Hz) werden in detail nagelezen. Er werd getracht om alle studies m.b.t. wilde vogels, bestuivers, landbouwhuisdieren en planten op te nemen in dit literatuuronderzoek. Echter heel wat mogelijks relevante parameters voor landbouwhuisdieren (e.g. effect op voortplanting of tumoren) worden bestudeerd op ratten en muizen, daarom werden deze ook opgenomen in dit onderzoek.

3.3 BEOORDELING VAN DE KWALITEIT VAN DE STUDIES

Van de relevante studies, i.e. studies die de invloed van elektromagnetische velden met een frequentie 50-60 Hz op dieren en planten bestuderen, werden verschillende parameters genoteerd (Appendix). Deze parameters zijn: info omtrent de publicatie (auteur, jaar, link, tijdschrift), of het experiment uitgevoerd werd in een labo met artificiële blootstelling of onder een hoogspanningslijn in het veld, de frequentie (Hz), de sterkte van het magnetisch en elektrisch veld, de duur van blootstelling en de eigenschap die bestudeerd werd vb. effect op motoriek, oriëntatie, voortplanting, ontwikkeling, etc.
Verder werd de kwaliteit van de studies beoordeeld volgens volgende criteria:

1. Identieke experimentele omstandigheden in onderzochte groepen
2. Geldige, betrouwbare en gevoelige methoden om blootstelling te meten
3. Geldige, betrouwbare en gevoelige methoden om uitkomst te beoordelen (e.g. correcte statistiek)
4. Herhaalexperimenten

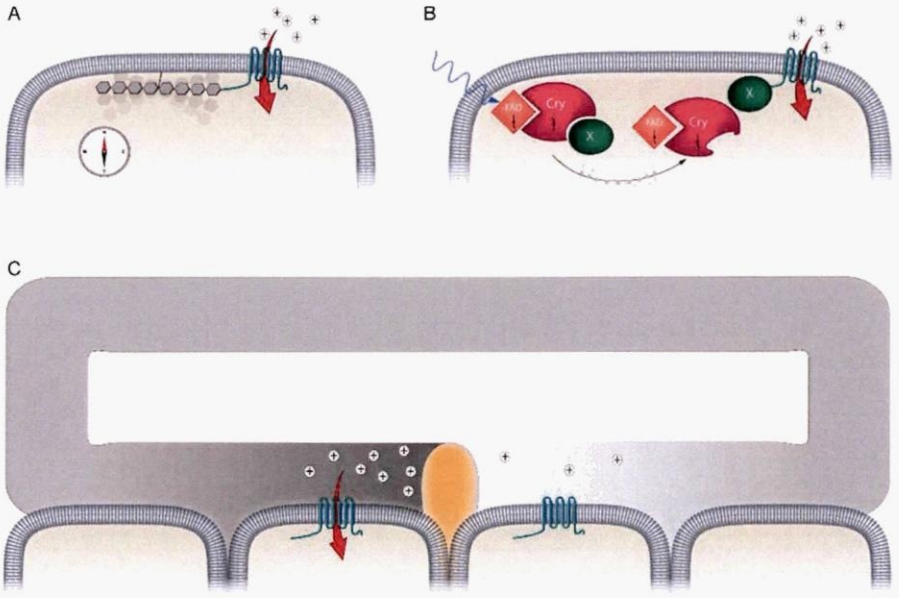
Uit deze evaluatie bleek dat voor criteria 1 en 3 de studies goed tot zeer goed scoorden, wat erop wijst dat de resultaten van de studies betrouwbaar zijn. Voor criterium 2, de methodes om blootstelling te meten, werd voor sommige studies de categorie "slecht" toegekend. Dit waren studies waarbij effecten van het EMF afkomstig van hoogspanningslijnen op fauna en flora bestudeerd werden, maar waarbij vb. enkel de afstand tot de lijn wordt gegeven en niet de effectieve blootstelling. Hoewel de studies steeds werden opgezet in herhalingen werden deze vaak niet onafhankelijk opnieuw herhaald. Echter gezien de conclusies in dit rapport gebaseerd zijn op verschillende onafhankelijk publicaties is het feit dat voor sommige studies geen herhaalexperimenten werden uitgevoerd geen probleem.

Hieronder worden de meeste studies die werden weerhouden meer in detail besproken. De studies die het effect van het ELF-EMF op de kieming van plantenzaden bestuderen werden niet in detail besproken omdat de onderzoekers daar allemaal op één lijn zitten.

4 RESULTATEN LITERATUUR SCREENING

4.1 HOE INTERAGEREN SPECIES MET ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN (EMF)?

Momenteel zijn er **drie** mogelijke mechanismen die aan de basis liggen voor magnetoreceptie nl. het magnetiet gebaseerde mechanisme, de radicaalpaarreceptor en het inductiemechanisme (al. 2016; al. 2017; al. 2022) (**Figuur 2**). Sommige species maken gebruiken van meerdere mechanismen tegelijk.



Figuur 2: Drie mogelijke mechanismen voor magnetoreceptie. (A) **Magnetiet gebaseerde mechanisme.** (B) **Radicaalpaarmechanisme**. (C) **Inductiemechanisme**. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2003234.g002.

4.1.1 Magnetiet gebaseerde mechanisme

Magnetiet is een half metallische ferromagneet. Magnetietkristallen (weergegeven als een ketting in **Figuur 2A**) zijn via een cytoskeletlinker aan het plasmamembraan bevestigd. Deze lineaire opstelling van kristallen met een enkel domein probeert zich te aligneren met het geomagnetische veld van de aarde (zoals een kompasnaald), en oefent daardoor een koppelkracht uit op een mechanisch gevoelig kanaal (weergegeven in groenblauw in **Figuur 2A**). Dit activeert tijdelijk het kanaal dat leidt tot kationinstroom (rode pijl in **Figuur 2A**) en membraandepolarisatie.

Bij vertebraten wordt magnetiet vooral teruggevonden ter hoogte van het ethmoïd (neusbijholten) (, 2005). Ferromagnetisch materiaal werd reeds bij vele organismen teruggevonden (via de SQUID magnetometer, superconducting quantum interference device SQUID). Het meest bekende voorbeeld hiervan is de magnetotactische bacterie. Deze gebruikt intracellulair magnetiet, gerangschikt als kettingen voor magnetische oriëntatie (, 2016).

Dit mechanisme werd beschreven bij onderstaande species (al. 2022):

- Vogels
- Mieren
- Monarch vlinders
- Bijen wespen
- Amfibieën
- Vleermuizen
- Zoogdieren
- Planten

4.1.2 Radicaalpaarreceptor

Dit mechanisme berust op de vorming van radicaalparen, i.e. de vorming van een paar moleculen met ongepaarde elektronen. Dit zijn zeer reactieve moleculen en hun aanwezigheid leidt snel tot een verdere reactie met vorming van radicaalpaarproducten. Onder bepaalde omstandigheden kan het magnetisch veld de snelheid of uitkomsten van deze reacties beïnvloeden. Voor magnetoreceptie is het cruciaal dat het radicaalpaar wordt gevormd in een spin geassocieerde singlet of triplet staat.

Blauw licht (weergegeven met een blauwe pijl in **Figuur 2B**) induceert de vorming van langlevende radicaalparen tussen cryptochroom en de cofactor flavine-adenine-dinucleotide (FAD). De spintoestand van deze elektronen verandert tussen een antiparallelle (↑↓) of parallelle (↓↓) toestand, afhankelijk van de lokale magnetische omgeving. Dit beïnvloedt op zijn beurt de biochemische of structurele eigenschappen van het cryptochroom, wat resulteert in de activering van een onbekende signaalmolecuul (X) dat de permeabiliteit van ionenkanalen moduleert.

Voor dit type van magnetoreceptie is ook een intacte opticus en retina (netvlies) nodig. Een fotopigment dat aan deze eigenschappen zou voldoen is het bovengenoemde cryptochroom dat bij vele dieren in de retina aanwezig is en een rol speelt in het circadiaans ritme en blauw licht absorbeert. Theoretische en experimentele studies over de modulatie van radicaalpaarreacties door het magnetisch veld van minder dan 100 μT tonen aan dat het radicaalpaarmechanisme gevoelig genoeg is om een primair sensorisch systeem te vormen voor het geomagnetisch veld. Cryptochroom eiwitten komen ook voor bij planten. Cryptochromen absorberen ultraviolet licht, dichtbij UV-licht en/of een deel van het zichtbare spectrum van blauw licht. Ze wijzigen de groei in de plant volgens de verlichting en de fotoperiode.

Dit mechanisme werd beschreven bij onderstaande species (al. 2016; al. 2022):

- Vogels
- Knaagdieren
- Bijen/insecten
- Planten

4.1.3 Inductiemechanisme

Het inductiemechanisme is gebaseerd op de wet van Faraday. Een organisme detecteert een zwak elektrisch veld gegenereerd door zijn beweging door een magnetisch veld. Hierbij worden magnetische prikkels omgezet in elektrische informatie door een "hulpstructuur", afgebeeld als een halfrond kanaal van een gewervelde, gevuld met kationrijke endolymfe, en sensorische cellen aan weerszijden van de cupula (haarcellen evenwichtsorgaan, getoond in oranje) (**Figuur 2C**). Als het dier zo beweegt dat rotatie plaatsvindt rond een as in het vlak van een halfcirkelvormig kanaal, zal er geen verplaatsing van de endolymfe zijn, maar kan er elektromagnetische inductie optreden. Afhankelijk van de intensiteit en oriëntatie van het externe magnetische veld, zal dit een elektromotorische kracht opwekken in de geleidende endolymfe. Dit resulteert in de scheiding van ladingen binnen het circuit, waardoor kationinstroom wordt veroorzaakt door zeer gevoelige spanningsafhankelijke ionenkanalen (weergegeven in groenblauw). Dit principe, gekend als elektromagnetische inductie, wordt gebruikt om magnetoreceptie bij kraakbeenvissen (haaien en roggen) uit te leggen. Bij kraakbeenvissen functioneren de ampullae van Lorenzini als geleidende staaf en het omgevende zoute water als stilstaand sterk geleidend medium.

Dit mechanisme werd beschreven bij onderstaand species (al. 2022):

- Kraakbeenvissen

Conclusie

Er zijn **drie basismechanismen** beschreven waarmee species in staat zouden zijn om **magnetische velden** te **detecteren**. Potentieel kan een verstoring van het aardmagnetisch veld, door antropogene straling van vb. hoogspanningslijnen, dus een **invloed** hebben op de **biologie** van verschillende species. Of de invloed van antropogene straling al dan niet schadelijk is hangt uiteraard af van de mate waarin deze species gebruik maken van magnetoreceptie en de mate waarin een fysiologische respons (vb. verandering in motoriek, in hormoontoestand) wordt uitgelokt. Dit zal in onderstaande secties meer in detail bestudeerd worden.

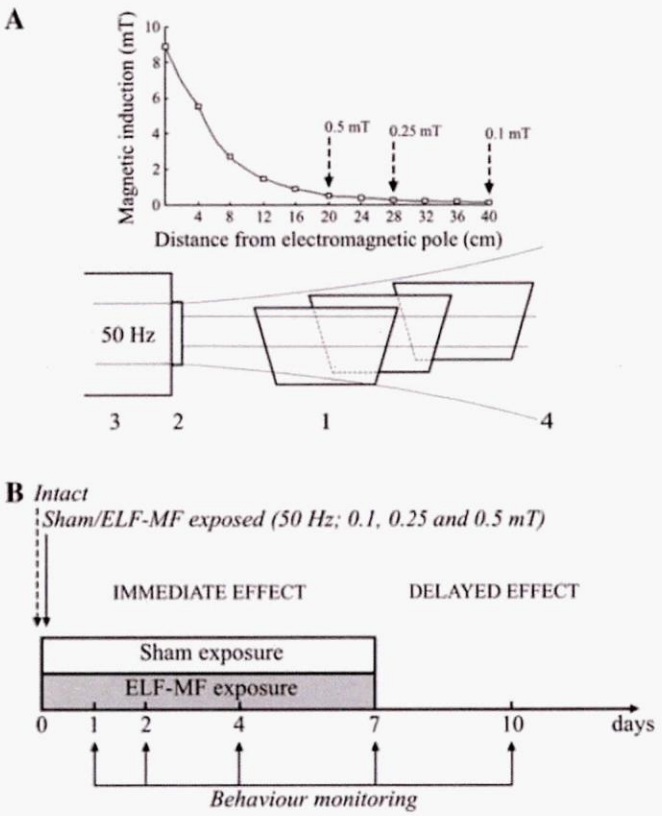
4.2 EFFECT OP VERTEBRATEN

4.2.1 Studies met artificiële bestraling

Hieronder wordt een overzicht gegeven van studies waarbij vertebraten in labo-omstandigheden werden blootgesteld aan een magnetisch veld/elektrisch veld met een frequentie van 50-60 Hz. Bij elk artikel wordt telkens eerst het doel van het onderzoek beschreven, vervolgens de methodiek (e.g. labo-opstelling) en ten slotte het resultaat van het onderzoek.

4.2.1.1 Invloed op gedrag bij knaagdieren

[redacted] al. (2012) bestudeerden het effect van ELF-MF (50 Hz; 0.1, 0.25 en 0.5 mT) op de motoriek Mongoolse renmuizen (*Meriones unguiculatus*).
De renmuizen werden in kooien (3 - 4 per kooi) geplaatst en het effect van ELF-MF werd gedurende 7 dagen per behandeling bestudeerd. De opstelling wordt gegeven in **Figuur 3**.



Figuur 3: (A) Het systeem voor blootstelling aan het magnetische veld, (1) Dierenkooien en verschillende blootstellingsniveaus (0.5, 0.25 en 0.1 mT), (2) magnetische polen van magnetisch ferriet kern, (3) spoelen en (4) magnetische krachtlijnen. (B) experimentele werkwijze (Janać [redacted] al. 2012).

Het effect van de ELF-MF blootstelling was afhankelijk van de leeftijd van de muizen (3 of 10 maand). Bij 3 maanden oude renmuizen werd de motoriek (bv. afgelegde afstand, snelheid) gestimuleerd, het effect was het duidelijkste bij 0.5 mT. Bij 10 maanden oude renmuizen werd vastgesteld dat blootstelling aan een magnetisch veld van 0.1 mT zorgde voor een daling in de motoriek terwijl blootstelling aan een magnetisch veld van 0.25 mT zorgde voor een lichte stijging. Blootstelling aan een magnetisch veld van 0.5 mT resulteerde in een uitgesproken stijging. Dit gedrag zou verklaard worden door stimulatie van neurotransmitters.

Conclusie: Deze studie toonde aan dat het effect op de motoriek afhankelijk is van de leeftijd en van het stralingsniveau. In welke mate een stijging of een daling van de motoriek schadelijk is voor de overleving is niet duidelijk. Er werd klein aantal muizen onderzocht en de blootstelling aan hoge niveaus van magnetische straling is niet vergelijkbaar met deze onder een hoogspanningslijn.

4.2.1.2 Invloed op voortplanting en ontwikkeling bij knaagdieren

[redacted] al. (1995) onderzochten het effect van langdurige blootstelling van elektromagnetische velden van 50 Hz op de groeisnelheid, de morfologie en histologie van de lever, het hart, de lymfeklieren, de teelballen en de neurotransmitters in de hersenen van ratten.
256 mannelijke ratten werden op een leeftijd van 12 weken gedurende 32 weken 22 u per dag blootgesteld aan een magnetisch veld van 5 µT bij 50 Hz.
Continue blootstelling van jonge ratten aan magnetische velden van 5 µT bij 50 Hz gedurende 32 weken had geen significante invloed op de groeisnelheid, de morfologie en histologie van de lever, het hart, de lymfeklieren, de teelballen en de neurotransmitters in de hersenen.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat er geen effect was op de morfologie en histologie van verschillende organen bij de onderzochte ratten. Er werden een groot aantal ratten blootgesteld aan magnetische velden vergelijkbaar met deze onder een hoogspanningslijn en dit gedurende een voldoende lange periode.

[redacted] al. (1994) bestudeerden de invloed van prenatale blootstelling aan magnetische velden van 50 Hz op de ontwikkeling van muizen (CD1 muizen).
Negentig muizen werden van dag 0 tot dag 17 van de dracht blootgesteld aan een magnetisch veld van 20 mT bij 50 Hz, 86 muizen dienden als controle en werden niet blootgesteld.
Prenatale blootstelling van drachtige muizen aan magnetische velden van 50 Hz resulteerde niet in een significante verhoging van het aantal spontane abortussen of aangeboren afwijkingen.
Conclusie: Deze studie toonde geen significant verhoging van het aantal abortussen of afwijkingen bij ratten. De sterkte van het magnetisch veld is niet vergelijkbaar met deze onder een hoogspanningslijn. Ook de blootstellingsduur was eerder kort. Er werd wel een voldoende groot aantal dieren onderzocht om conclusies te kunnen trekken.

[redacted] al. (2000) onderzochten de invloed van prenatale blootstelling aan magnetische velden van 60 Hz op de worpgrootte, het worpgewicht en de ontwikkeling van ratten (Sprague-Dawley rats).
Drie groepen van 20 ratten werden van dag 6 tot dag 19 van de dracht blootgesteld aan een magnetisch veld van 200 µT bij 60 Hz, 180 Hz of 60 + 180 Hz.
Prenatale blootstelling van drachtige ratten aan magnetische velden van 200 µT had geen significant effect op de worpgrootte, het worpgewicht en de ontwikkeling van de foetus.
Conclusie: Deze studie toonde geen significant effect op het aantal nakomelingen, het gewicht van de nakomelingen en de ontwikkeling. Er werd slechts een klein aantal ratten blootgesteld aan magnetische velden die niet vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn. Ook de blootstellingsduur was eerder kort.

[redacted] al. (2003) onderzochten de invloed van prenatale blootstelling aan magnetische velden van 60 Hz op de maternale toxiciteit en ontwikkelingstoxiciteit van ratten (Wistar rats).
Drie groepen van 24 ratten werden van dag 6 tot dag 20 van de dracht blootgesteld aan een 60 Hz magnetisch veld van 5 µT, 83.3 µT en 500 µT.
Prenatale blootstelling van drachtige ratten aan 60 Hz magnetische velden tot 500 µT had geen significante effecten op het lichaamsgewicht van de moeder, gewicht van de organen, foetale sterfte, foetaal lichaamsgewicht en foetale skeletafwijkingen.

Conclusie: Deze studie toonde geen significant effect op het gewicht van de moeder en de foetussen, foetale sterfte en foetale skeletafwijkingen. De ratten werden enerzijds blootgesteld aan een magnetisch veld van 5 µT dat vergelijkbaar is met deze onder een hoogspanningslijn. De ratten werden anderzijds blootgesteld aan magnetisch velden van 83.3 µT en 500 µT die niet vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn.

[redacted] al. (1993) bestudeerden het effect van prenatale blootstelling aan laagfrequente magnetische velden op de embryonale en foetale ontwikkeling bij ratten (Han: Wistar-strain).
Twee groepen van 72 ratten werden continu van dag 0 tot dag 20 van de dracht blootgesteld aan een 50 Hz magnetisch veld van 35.6 µT en 15 µT.
Prenatale blootstelling van drachtige ratten aan laagfrequente magnetische velden van 50 Hz had geen significante effecten op het lichaamsgewicht van de moeder, foetale sterfte, foetaal lichaamsgewicht en grote skeletafwijkingen van de foetussen. De incidentie van foetussen met kleine skeletafwijkingen was wel significant hoger in beide blootgestelde groepen. Ook waren er meer innestelingen van embryo's en meer geboortes per rat.
Conclusie: Deze studie toonde geen grote effecten op foetale afwijkingen, wel lichte skeletafwijkingen. Er wordt verondersteld dat het groter aantal innestelingen van embryo's bij MF-blootstelling komt doordat bij blootstelling aan een MF ook embryo's met afwijkingen kunnen innestelen die anders afgestoten worden. Dit werd echter niet bevestigd door een vervolgstudie, zie hieronder. De sterkte van de magnetische velden was iets hoger dan onder een hoogspanningslijn. Er werd ook een groter aantal ratten onderzocht gedurende een voldoende lange periode.

[redacted] al. (2000) bestudeerden het effect van 50 Hz MF op embryo innesteling, progesteron, testosteron en melatonine niveaus en de oestrogeen en progesteron receptoren bij ratten (Wistar rats).
Er waren drie groepen van ratten, ingedeeld op basis van de blootstelling nl. geen blootstelling, blootstelling aan 13 µT en 130 µT. De ratten werden 24 uur per dag blootgesteld tot op het moment dat de embryo's verzameld werden.
Het MF veroorzaakte geen verandering in het aantal ingenestelde embryo's. Wel waren er een aantal veranderingen in het transport van de embryo's van de oviducts naar de uterus. Dit was vroeger bij blootstelling en de ontwikkeling was iets trager (maar dit was niet significant). Er waren geen verschillen in oestrogeen/progesteron concentraties. Verder waren er kleine, maar significante verschillen in oestrogeen/progesteron receptoren densiteit. Het was niet duidelijk welke implicaties dit heeft op de hormoonhuishouding.
Conclusie: Deze studie toonde geen verschillen wat betreft innesteling van embryo's in tegenstelling tot voorgaande artikel van dezelfde onderzoeksgroep. Er waren wel lichte verschillen in aanwezigheid van hormoonreceptoren, maar het is niet duidelijk wat de gevolgen hiervan zijn. Er is geen informatie beschikbaar over de exacte blootstellingsduur (wellicht de volledige dracht) en het aantal ratten dat blootgesteld werd. De ratten werden enerzijds blootgesteld aan een magnetisch veld van 13 µT dat iets hoger is dan deze onder een hoogspanningslijn. De ratten werden anderzijds blootgesteld aan een magnetisch veld van 130 µT dat niet vergelijkbaar is met deze onder een hoogspanningslijn.

[redacted] al. (1994) bestudeerden het effect van statische en wisselende magnetische velden van 30000 µT op de reproductie en foetale ontwikkeling van ratten (Wistar rats).
12 drachtige ratten werden van dag 1 tot dag 20 van de dracht blootgesteld aan een constant magnetisch veld van 30000 µT en een 50 Hz wisselend magnetisch veld van 30000 µT. 12 ratten werden niet blootgesteld en dienen als controlegroep.

Prenatale blootstelling van drachtige ratten aan magnetische velden van 30000 µT had geen significant effect op de foetale sterfte, foetaal lichaamsgewicht en grote skeletafwijkingen van de foetussen. Het aantal levend geboren foetussen was significant lager in de groep die blootgesteld werd aan statische- en magnetische velden. De incidentie van foetussen met kleine skeletafwijkingen was wel significant hoger in de groep die blootgesteld werd aan een 50 Hz wisselend magnetisch veld.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat blootstelling aan een 50 Hz magnetisch veld geen ernstige voortplantingsgevolgen veroorzaakte, maar er was wel een effect op skeletafwijkingen bij de foetussen. De dieren werden niet verder opgevolgd, dus het is niet geweten of er blijvende schade is. Er werd een klein aantal ratten blootgesteld aan magnetische velden die niet vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn.

[redacted] al. (2002) onderzochten het effect van langdurige blootstelling van mannelijke en vrouwelijke Zwitserse muizen aan een magnetisch veld van 50 Hz op de vruchtbaarheid.
Volwassen mannelijke (15 controle en 15 blootgesteld) en vrouwelijke muizen (30 controle en 30 blootgesteld) werden, voor ze werden gepaard met niet-blootgestelde muizen, gedurende 90 dagen blootgesteld aan een magnetisch veld van 25 µT bij 50 Hz.
Blootstelling van mannelijke en vrouwelijke muizen aan een magnetisch veld van 50 Hz had geen invloed op de vruchtbaarheid. Verder werden bij de vrouwelijke muizen die bevrucht werden door blootgestelde mannelijke muizen geen significante verschillen waargenomen wat betreft het aantal implantatieplaatsen, het aantal levend geboren foetussen en het totaal aantal resorpties. Het gewicht van de testes en het lichaamsgewicht bij blootgestelde mannelijke muizen en het lichaamsgewicht en baarmoedergewicht bij blootgestelde vrouwelijke muizen waren niet significant verschillend. Het gewicht van de eierstokken was bij de blootgestelde vrouwelijke muizen wel significant hoger.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat het magnetisch veld geen effect had op de vruchtbaarheid van de muizen. Wat betreft de stijging van het gewicht van de eierstokken was er geen directe verklaring, daarvoor is verder histologisch onderzoek nodig. De muizen werd langdurig blootgesteld aan een magnetisch veld dat iets hoger was dan deze onder een hoogspanningslijn. Er werd wel een relatief klein aantal muizen onderzocht.

[redacted] al. (2015) onderzochten het effect van laagfrequente elektromagnetische velden op de vruchtbaarheid en tumorontwikkeling bij muizen (C57BL/6 muizen).
10 drachtige muizen werden gedurende 1 week (12 uur per dag) blootgesteld aan een magnetisch veld van 50 µT bij 50 Hz. 42 vrouwelijke en 24 mannelijke muizen die daaruit voortkwamen werden verder tot 15.5 maanden blootgesteld aan elektromagnetische velden. 10 drachtige muizen werden niet blootgesteld en dienden als controlegroep. Uit deze groep zijn 32 vrouwelijke en 30 mannelijke muizen voortgekomen. Deze werden niet blootgesteld gedurende dezelfde periode.
Blootstelling aan ELF-MF van vrouwelijke en mannelijke muizen resulteerde in een significant lager gemiddeld lichaamsgewicht. De grootte van de *tubuli seminiferi* was significant kleiner in de blootgestelde groepen. Verder was bij de vrouwelijke muizen de incidentie van chronische myeloïde leukemie significant hoger dan in de controlegroep. Er was geen verhoogde incidentie van lever- en longtumoren bij de blootgestelde muizen.
Conclusie: Uit de resultaten van deze studie bleek het 50 Hz MF een risicofactor te zijn voor verminderde vruchtbaarheid en het voorkomen van leukemie. Echter is er verder onderzoek nodig naar welke moleculaire veranderingen deze straling in de weefsels veroorzaakt om de oorzaak van dit effect te kunnen verklaren. Er werd een groter aantal muizen blootgesteld aan EMF en de blootstellingsduur was voldoende lang. De magnetische veldsterkte was wel iets hoger dan deze onder een hoogspanningslijn.

[redacted] al. (2004) evalueerden de effecten van blootstelling aan 60 Hz elektromagnetische velden op de testiculaire apoptose van de kiemcellen bij muizen (BALB/c muizen).
15 muizen (7 weken oud) werden verdeeld in 3 groepen van 5 dieren. Twee experimentele groepen werden gedurende 8 weken continu blootgesteld aan een 60 Hz magnetisch veld van 100 µT en 500 µT. Elke groep van 5 muizen werd in een kooi in een belichtingskamer geplaatst.
Blootstelling aan ELF-MF van mannelijke muizen resulteerde in een verhoogde incidentie van kiemcelapoptose in de testes. Er werden geen significante verschillen waargenomen tussen de blootgestelde en niet-blootgestelde groepen wat betreft het lichaamsgewicht en het gewicht van de testes van de muizen. Blootstelling aan ELF-MF leidde ook tot een afname van het aantal normale *tubuli seminiferi* bij toenemende intensiteit, dit door apoptose of celdood.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat een continue blootstelling aan het 60 Hz EMF voor meer celdood bij de voortplantingscellen zorgt en een invloed kan hebben op de vruchtbaarheid. Let wel dat de blootstellingsniveaus (100 en 500 µT) veel hoger zijn dan deze onder een hoogspanningslijn. Er werd ook een klein aantal muizen blootgesteld aan het EMF. De blootstellingsduur was wel voldoende lang.

[redacted] al. (2003) onderzochten de effecten van blootstelling aan elektromagnetische velden van 2000 µT bij 60 Hz op de mannelijke geslachtscellen bij muizen (CD-1(BALB/cxDBA2) muizen).
Er werden drie onafhankelijke experimenten uitgevoerd waarbij de mannelijke muizen telkens blootgesteld werden aan een 60 Hz magnetisch veld van 2000 µT. Bij het eerste experiment werden de mannelijke muizen 72 uur blootgesteld en bij het tweede experiment werden de muizen gedurende 10 dagen 8 uur per dag blootgesteld. Bij het derde experiment werden de muizen ook 72 uur blootgesteld, maar ze werden ook nog behandeld met 5 mg/kg mitomycine-C (een celdodend middel, remt vb. kanker).
Er werden geen significante verschillen vastgesteld tussen de MF-blootgestelde mannelijke muizen en de niet-blootgestelde muizen wat betreft meïotische chromosoomafwijkingen in spermatocyten en spermamorfologie.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat, hoewel het MF van 2000 µT hier zeer hoog was, er toch geen significant effect was op de voortplantingscellen. De magnetische veldsterkte is niet vergelijkbaar met deze onder een hoogspanningslijn en de blootstellingsduur was ook kort. Het aantal onderzochte muizen werd niet vermeld.

[redacted] al. (2014) onderzochten de effecten van blootstelling aan elektromagnetische velden van 500 µT bij 50 Hz op de spermatogenese bij ratten (SD ratten).
40 mannelijke ratten werden verdeeld in 4 groepen van 10 ratten. Twee groepen ratten werden blootgesteld aan 50 Hz elektromagnetische velden van 500 µT in een kooi in een belichtingskamer. De eerste groep werd gedurende 4 weken en de tweede groep gedurende 8 weken 4 uur per dag blootgesteld aan elektromagnetische velden. De twee overige groepen ratten werden niet blootgesteld en dienen als controle. Verschillende biologische eindpunten met de betrekking tot de testiculaire functie en de spermatogenese werden bestudeerd. Zo werden o.a. de toename van lichaamsgewicht, de testes massa, de epididymis massa, veranderingen in het totaal aantal zaadcellen, abnormale spermaverhouding, serumtestosteronniveaus en testiculaire histologie geëvalueerd.
Er werden geen significante verschillen vastgesteld tussen de MF-blootgestelde mannelijke ratten en de niet-blootgestelde ratten wat betreft de biologische eindpunten die betrekking hebben tot de spermatogenese.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat er geen significant effect was op de voortplantingscellen. De magnetische veldsterkte is niet vergelijkbaar met deze onder een hoogspanningslijn. Er werd ook een klein aantal muizen blootgesteld aan EMF maar de blootstellingsduur was wel voldoende lang.

[redacted] al. (2004) onderzochten de invloed van blootstelling aan elektromagnetische velden van 100 µT bij 50 Hz op de leydig (= testosteron producerende cellen) cellen bij muizen (CFLP muizen).
13 mannelijke muizen werden gedurende 2 weken blootgesteld aan een 50 Hz magnetisch veld van 100 µT. Aan het einde van de blootstellingsperiode werden de leydig cellen geïsoleerd uit de testis en onderzocht.
Blootstelling van mannelijke muizen aan elektromagnetische velden resulteerde in een significant hogere hCG (human chorionic gonadotropin) gestimuleerde T-respons (plasma testosteron) effect bij de leydig cellen. Er werden geen MF gerelateerde histopathologische effecten waargenomen in de testes, epididymis, bijnieren, prostaat en hypofyse. Ook de groeisnelheid van de muizen werd niet beïnvloed door de elektromagnetische velden. Dus er werd geconcludeerd dat MF de respons op steroïden stimuleerde, maar niet zorgde in histopathologische veranderingen door bepaalde feedback-mechanismen. Deze auteurs concluderen echter ook dat verder onderzoek noodzakelijk is.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat het MF voor bepaalde cellulaire veranderingen zorgde, maar dit zorgde niet voor veranderingen in de voortplantingsfuncties, echter verder onderzoek is noodzakelijk. De magnetische veldsterkte is niet vergelijkbaar met deze onder een hoogspanningslijn. Er werd ook een klein aantal muizen onderzocht, maar de blootstellingsduur was wel eerder voldoende lang.

[redacted] al. (2011) onderzochten de invloed van blootstelling aan elektromagnetische velden van 100 µT bij 50 Hz op de expressie van MT1- en MT2 (= metallothioneïne) genen in het testisweefsel bij mannelijke muizen (BALB/c mice).
Mannelijke muizen (aantal niet vermeld) werden gedurende 8 weken 4 uur per dag blootgesteld aan een 50 Hz magnetisch veld van 100 µT. Aan het einde van de blootstellingsperiode werd het testisweefsel verwijderd en geanalyseerd.
MT1- en MT2 genen waren significant neerwaarts gereguleerd in het testisweefsel van de MF-blootgestelde muizen. Neerwaartse regulatie van MT1- en MT2 genen kan negatieve gevolgen hebben die leiden tot onvruchtbaarheid. Uit deze studie bleek ook dat het aantal primaire spermatocyten significant verhoogd was bij de MF- blootgestelde muizen. Ook het aantal leydig cellen was significant verhoogd en de basaalmembraandikte was toegenomen bij de MF- blootgestelde muizen.
Conclusie: Uit de resultaten van deze studie bleek dat het MF zorgde voor een respons bij bepaalde genen en cellen gerelateerd aan de vruchtbaarheid, maar er werd geen histologisch onderzoek uitgevoerd en de vruchtbaarheid werd niet bepaald. Het is dus niet duidelijk of deze veranderingen effectief zorgen voor een verminderde vruchtbaarheid. De magnetische veldsterkte is niet vergelijkbaar met deze onder een hoogspanningslijn. De blootstellingsduur was ook niet continu (slechts 4 uur per dag) en het aantal onderzochte muizen werd niet vermeld.

4.2.1.3 Invloed op tumoren bij knaagdieren

[redacted] al. (1994) onderzochten het effect van laagfrequente magnetische velden van 50 Hz op de ontwikkeling van borsttumoren bij ratten (Sprague-Dawley rats).
36 vrouwelijke ratten werden gedurende 91 dagen blootgesteld aan een 50 Hz magnetisch veld met een gradiënt van 0.3-1 µT. Tumoren werden geïnduceerd door toepassen van dimethylbenz(a)anthracene (DMBA).
Er werden geen significante verschillen waargenomen in incidentie van borsttumoren tussen de blootgestelde- en niet-blootgestelde groepen ratten.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat er geen effect was op de incidentie van tumoren. De magnetische veldsterkte is vergelijkbaar met deze onder een hoogspanningslijn. Ook de blootstellingsduur was voldoende lang. Er werd wel een kleiner aantal ratten onderzocht.

[redacted] al. (2009) onderzochten het mogelijke effect van 60 Hz magnetische velden als promotors van genetisch geïnitieerd lymfoom bij muizen (AKR muizen). 160 vrouwelijke muizen werden verdeeld in vier gelijke groepen en werden blootgesteld aan 60 Hz magnetische velden van 0 µT, 5 µT, 83.3 µT of 500 µT vanaf een leeftijd van 4-6 weken tot een leeftijd van 44-46 weken. In deze studie werden geen verschillen in tumorincidentie waargenomen tussen de blootgestelde en niet-blootgestelde dieren. Verder waren er ook geen veranderingen in lichaamsgewicht en gemiddelde overlevingstijd.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat het EMF geen effect had op de tumorontwikkeling. De muizen werden enerzijds blootgesteld aan een magnetisch veld van 5 µT dat vergelijkbaar is met deze onder een hoogspanningslijn. De muizen werden anderzijds blootgesteld aan magnetische velden van 83.3 µT en 500 µT die niet vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn. Er werd wel een groter aantal muizen onderzocht en de blootstellingsduur was voldoende lang.

In een andere studie van [redacted] al. (2008) werd het effect van 60 Hz magnetische velden als promotors van transplacentale geïnitieerde hersentumoren bij ratten bestudeerd. 120 drachtige ratten werden verdeeld in zes gelijke groepen. Vijf groepen werden op dag 18 in utero blootgesteld aan een intraveneuze dosis van 10 mg/kg ethylnitrosourea (ENU) om tumorontwikkeling te induceren. In totaal werden 480 nakomelingen gebruikt en deze werden blootgesteld aan 60 Hz magnetische velden van 0 µT, 5 µT, 83.3 µT of 500 µT vanaf een leeftijd van 4 weken tot een leeftijd van 32 of 42 weken. Concluderend werden er geen verschillen in tumorincidentie tussen de verschillende groepen waargenomen. Er was dus geen bewijs dat blootstelling aan 60 Hz magnetische velden tot 500 µT tot een leeftijd van 32-42 weken ENU-geïnitieerde hersentumoren bij ratten bevorderde.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat het EMF geen effect had op de tumorontwikkeling. De muizen werden enerzijds blootgesteld aan een magnetisch veld van 5 µT dat vergelijkbaar is met deze onder een hoogspanningslijn. De muizen werden anderzijds blootgesteld aan magnetische velden van 83.3 µT en 500 µT die niet vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn. Er werd wel een groot aantal muizen onderzocht en de blootstellingsduur was voldoende lang.

[redacted] al. (2003) bestudeerden het effect van 60 Hz magnetische velden van 2000 µT op de incidentie van geïnduceerde huidtumoren bij muizen. Twee groepen muizen werden behandeld met een enkele dosis carcinogeen en vervolgens werden de muizen gedurende 23 weken behandeld met een chemische tumorpromotor met de bedoeling om huidtumoren te induceren. Gedurende deze periode werd één groep muizen ook blootgesteld aan een magnetisch veld van 2000 µT bij 60 Hz. De andere groep muizen dient als controlegroep. Na de periode van 23 weken werd gestopt met het toedienen van de tumorpromotor, maar werden de muizen nog eens 29 weken blootgesteld aan het magnetisch veld. Er konden geen verschillen in tumorincidentie vastgesteld worden tussen de MF blootgestelde en de niet-blootgesteld muizen.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat het EMF geen effect had op de tumorontwikkeling. Hoewel de dieren voldoende lang werden blootgesteld, was de magnetische veldsterkte niet vergelijkbaar met deze onder een hoogspanningslijn.

In een eerdere studie van [redacted] al. (1991) werd ook het effect van 60 Hz magnetische velden op de ontwikkeling van geïnduceerde huidtumoren bij muizen onderzocht. Twee groepen van 32 vrouwelijke muizen werden behandeld met een subdrempelige dosis van de tumorpromotor 7,12-dimethylbenz(a)anthraceen (DMBA). Een week na de behandeling werd de ene groep muizen gedurende 21 weken 6 uur per dag blootgesteld aan een 60 Hz magnetisch veld van 2000 µT. De andere groep muizen werd gedurende deze periode schijn blootgesteld. Bij beide groepen muizen werd geen tumorontwikkeling waargenomen.

Conclusie: Deze studie toonde aan dat het EMF geen effect had op de tumorontwikkeling. Hoewel de dieren voldoende lang werden blootgesteld, was de magnetische veldsterkte niet vergelijkbaar met deze onder een hoogspanningslijn. Er werd ook een kleiner aantal muizen onderzocht.

[redacted] al. (2001) onderzochten de invloed van 60 Hz magnetische velden op de progressie van leukemie bij mannelijke ratten ([redacted]*/344 ratten*). Aan het begin van dit onderzoek werden alle ratten geïnjecteerd met LGL-leukemiemiltcellen. De ratten werden vervolgens willekeurig verdeeld in 4 groepen met 18 dieren per groep. De eerste groep werd continu en de tweede groep werd intermitterend (aan/uit met intervallen van 3 min.) blootgesteld aan een 60 Hz magnetisch veld van 1000 µT. De derde groep dient als omgevingscontrole. Het magnetisch veld had een sterkte kleiner dan 0.1 µT. De vierde groep dient als positieve controle. De ratten werden 16 weken 20 uur per dag blootgesteld aan het magnetisch veld. Uit deze studie bleek dat er geen significante verschillen waren in de progressie van leukemie en hematologische parameters tussen de blootgestelde groepen en de omgevingscontrolegroepen.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat het EMF geen effect had op de progressie van leukemie en andere bloedparameters. Merk wel op dat de veldsterkte van 1000 µT hier zeer hoog was en niet vergelijkbaar is met deze onder een hoogspanningslijn. Er werd ook een klein aantal ratten onderzocht, maar de blootstellingsduur was wel voldoende lang.

[redacted] al. (1997) bestudeerden het effect van 60 Hz magnetische velden op de ontwikkeling van solide tumoren en leukemie bij ratten. Vijf groepen van 50 vrouwelijke ratten werden gedurende 104 weken vanaf de prenatale periode (2 dagen voor de geboorte) 20 uur per dag blootgesteld aan 60 Hz magnetische velden van <0.02 (schijncontrole), 2, 20, 200 of 2000 µT. Uit deze studie kan geconcludeerd worden dat blootstelling aan 60 Hz magnetische velden geen invloed heeft op de overleving, de ontwikkeling van solide tumoren en leukemie bij vrouwelijke ratten.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat het EMF geen effect had op de tumorontwikkeling. De ratten werden enerzijds blootgesteld aan een magnetisch veld van 2 µT dat vergelijkbaar is met deze onder een hoogspanningslijn. De ratten werden anderzijds blootgesteld aan een magnetisch veld van 20 µT dat iets hoger is dan deze onder een hoogspanningslijn. Verder werden de ratten ook blootgesteld aan magnetische velden van 200 µT en 2000 µT die niet vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn. De blootstellingsduur was zeker voldoende lang.

In de studie van [redacted] al. (1998) werd de invloed van 50 Hz magnetische velden op de overleving en kankerontwikkeling onderzocht bij ratten. Mannelijke en vrouwelijke ratten werden gedurende twee jaar 22.6 uur per dag blootgesteld aan 50 Hz magnetische velden. Mannelijke en vrouwelijke ratten werden verdeeld in 3 groepen met 48 dieren per groep. De eerste groep werd schijn blootgesteld (controle), de tweede groep werd blootgesteld aan een magnetisch veld van 500 µT en de derde groep werd blootgesteld aan een magnetisch veld van 5000 µT. Er werden geen significante verschillen in lichaamsgewicht en voedselconsumptie waargenomen gedurende de blootstellingsperiode. Aan het einde van de blootstellingsperiode waren er geen significante verschillen in overlevingspercentage bij zowel de mannelijke ratten als de vrouwelijke ratten. Verder werden er ook geen significante verschillen vastgesteld in incidentie van leukemie, incidentie van hersentumoren en intracraniale tumoren, incidentie van goedaardige en kwaadaardige neoplasmata bij zowel de mannelijke als de vrouwelijke ratten en incidentie van kwaadaardig lymfoom bij de vrouwelijke ratten.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat het EMF geen effect had op de overleving en tumorincidentie van mannelijke en vrouwelijke ratten. De ratten werden blootgesteld aan magnetische velden van 500 µT en 5000 µT, welke niet vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn. De blootstellingsduur was zeker voldoende lang.

[redacted] & [redacted] (1995) bestudeerden de eventuele relatie tussen de dosis van blootstelling aan een 50 Hz magnetisch veld en de incidentie van borsttumoren bij vrouwelijke ratten. Borsttumoren werden geïnduceerd met de chemische kankerverwekkende stof 7,12-dimethyl(a)antraceen (DMBA) die oraal werd toegediend in een dosis van 5 mg per rat. DMBA werd op de eerste dag van blootstelling toegediend en daarna met tussenposen van een week tot de ratten een totale dosis van 20 g hadden opgenomen. De ratten werden ingedeeld in 4 blootstellingsgroepen nl. 0.3-1 µT (36 ratten), 10 µT (99 ratten), 50 µT (99 ratten) en 100 µT (99 ratten). De ratten werden gedurende 91 dagen continu blootgesteld aan MF. Aan het einde van de blootstellingsperiode was de incidentie van borsttumoren significant verhoogd bij de ratten die werden blootgesteld aan magnetische velden van 50 µT en 100 µT. Er was geen significante toename van de incidentie borsttumoren bij de ratten die werden blootgesteld aan magnetische velden van 0.3-1 µT en 10 µT. In een eerdere studie van [redacted] al. (1993) werd identiek hetzelfde experiment uitgevoerd maar er was slechts één experimentele groep waarbij 99 vrouwelijke ratten werden blootgesteld aan een 50 Hz magnetisch veld van 100 µT. Uit deze studie bleek ook dat na een blootstellingsperiode van 91 dagen de incidentie van borsttumoren significant hoger was bij de ratten die werden blootgesteld aan magnetische velden van 100 µT.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat blootstelling van vrouwelijke ratten aan magnetische velden van 50 µT en 100 µT, welke niet vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn, resulteerde in een significante toename van de incidentie borsttumoren na inductie met DMBA. Blootstelling aan magnetische velden van 0.3-1 µT en 10 µT, welke vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn, resulteerde niet in een significante toename van de incidentie borsttumoren. De blootstellingsduur was voldoende lang en er werd een groter aantal ratten onderzocht.

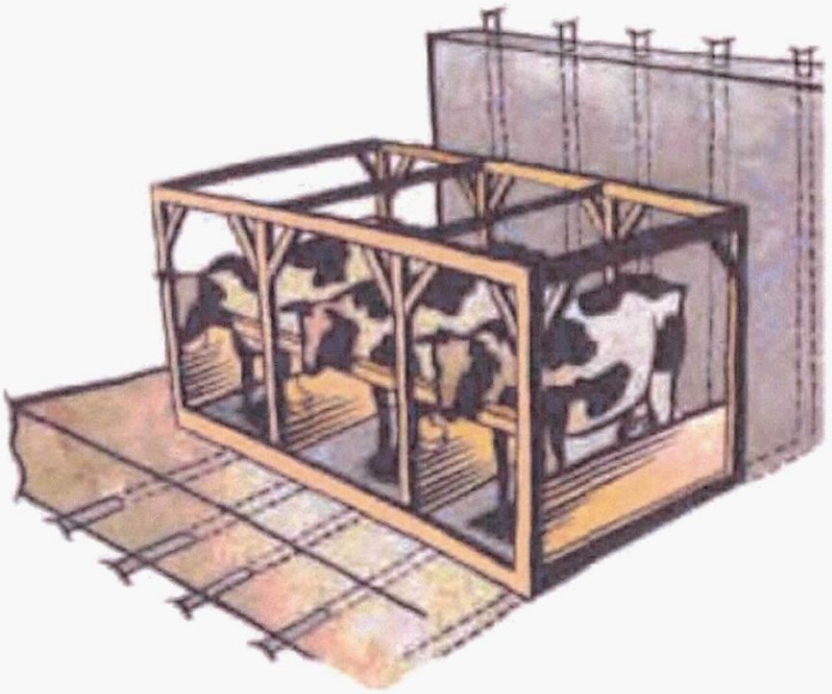
[redacted]. (2018) bestudeerden het effect van een levenslange blootstelling aan ELF-MF bij ratten. Mannelijke en vrouwelijke ratten (500 per behandeling) werden van voor de geboorte tot de dood 19 uur per dag continu blootgesteld aan 50 Hz met een veldsterkte van 2, 20, 100 of 1000 µT. Er werd ook een groep ratten afwisselend blootgesteld (30 min. on/30 min. off) aan 1000 µT (50 Hz). Verder werd ook het effect van ELF-MF gecombineerd met formaldehyde en gamma-straling (carcinogene middelen/-straling) bestudeerd.
Wanneer de dieren enkel aan het ELF-MF werden blootgesteld bleek er geen statisch significante stijging van het aantal tumoren te zijn. Echter in combinatie met formaldehyde en gamma-straling (carcinogene middelen) bleek ELF-MF het carcinogene effect van bovengenoemde stoffen te versterken. Verder onderzoek is nodig naar het effect van ELF-MF gecombineerd met chemische stoffen.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat het ELF-MF geen invloed heeft op de ontwikkeling van tumoren, maar dit kan wel mogelijks het effect van carcinogene stoffen versterken. De ratten werden enerzijds blootgesteld aan een magnetisch veld van 2 µT dat vergelijkbaar is met deze onder een hoogspanningslijn. De ratten werden anderzijds blootgesteld aan een magnetisch veld van 20 µT dat iets hoger is dan deze onder een hoogspanningslijn. Verder werden de ratten ook blootgesteld aan magnetische velden van 100 µT en 1000 µT die niet vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn. De blootstellingsduur was levenslang, dus zeer relevant, en er werd ook zeer groot aantal ratten onderzocht.

4.2.1.4 Invloed op prestaties van landbouwzoogdieren

[redacted] al. (1998) bestudeerden het effect van elektrische en magnetische velden op de progesteronconcentraties tijdens de oestrische cyclus bij melkkoeien. [redacted] al. (2003) onderzochten ook het effect van elektrische en magnetische velden op de melkproductie en voeropname bij niet-drachtige melkkoeien. [redacted] al. (2003) bestudeerden het effect van elektrische en magnetische velden op de duur van de oestrische cyclus en de

progesteronconcentraties gedurende de oestrische cyclus bij melkkoeien. [redacted] al. (2004) onderzochten in een volgende studie het effect van elektrische en magnetische velden van 60 Hz op de melatonine- en prolactineconcentraties in het bloed bij melkkoeien gedurende een korte fotoperiode (8 u/dag). De proefopzet van deze auteurs was steeds dezelfde, zoals hieronder beschreven.

Er werden 16 multipare, niet-drachtige melkkoeien verdeeld in 2 reeksen van elk 8 koeien en blootgesteld aan een elektrisch veld van 10 kV/m en een magnetisch veld van 30 µT bij 60 Hz in een belichtingskamer (22 u of 16 u bij [redacted] al.) (**Figuur 4**). De koeien werden gedurende 3 oestrische cycli alternerend blootgesteld aan het EMF. De duur van de blootstellingsperiode was afhankelijk van de lengte van de oestrische cyclus (24 tot 27 dagen).



Figuur 4: Kamer waarin de koeien werden blootgesteld.

Er werden geen verschillen gedetecteerd in de progesteronconcentraties tijdens de oestrische cyclus tussen de blootgestelde en niet-blootgestelde perioden aan het EMF. Er werd wel vastgesteld door [redacted] al. (1998) en [redacted] al. (2003) dat de duur van de oestrische cyclus langer was bij koeien die werden blootgesteld aan het EMF (3 dagen ([redacted] al. 1998) en 1.4 dagen ([redacted] 2003)). Echter vermelden [redacted] al. (1998) wel dat door de niet-normaliteit en hoge variantie in de data de kans op een type II fout (onterecht verwerpen van de nulhypothese, vrij groot is). Een oestrische cyclus die 1.4-3 dagen langer is zou geen implicaties hebben op de voortplanting. Verder is gebleken dat blootstelling aan het EMF resulteerde in lagere melkproductie en een hogere droge stof opname. Zowel bij het eerste als het tweede experiment werd een daling van de melatonine concentraties in het bloed waargenomen bij de EMF-blootgestelde koeien gedurende de lichtperiode. De melatonine concentraties in het bloed werden niet beïnvloed gedurende de donkere periode. Verder werd bij het eerste experiment een verhoging van de prolactine concentraties in het bloed waargenomen bij de EMF-blootgestelde koeien. Bij het tweede experiment werden de prolactine concentraties in het bloed niet beïnvloed. Ook halen de auteurs aan dat er interactie is tussen "week" en "behandeling" op melkproductie en droge stof opname, i.e. het effect van het EMF is afhankelijk van het tijdstip, door een aanpassing aan het MF.

Conclusie: Deze studie toonde aan dat er geen effect was op de progesteronconcentraties tijdens de oestrische cyclus. De oestrische cyclus was wel iets langer. Een langere oestrische cyclus kan eerder als negatief beschouwd. Echter de verschillen waren hier zeer klein en zouden geen effect hebben op de voortplanting. Een lagere melkproductie en een hogere droge stof opname kunnen als negatief beschouwd worden. De hogere droge stof opname zou in dit lactatiestadium gezorgd hebben voor een toename in gewicht (niet gemeten) en niet in melkproductie. Een daling van de melatonine concentraties in het bloed gedurende de lichtperiode en een verhoging van de prolactine concentraties in het bloed kunnen eerder als positief beschouwd worden. Verder dient er opgemerkt te worden dat de magnetische veldsterkte iets hoger is dan deze onder een hoogspanningslijn. De blootstellingsduur was voldoende lang maar er werd telkens wel een klein aantal koeien onderzocht.

Bij de studies van [redacted] al. en [redacted] al. dient er opgemerkt te worden dat de melkkoeien blootgesteld werden aan hoge EMF zodat de kans op een effect groter werd. De werkelijke blootstelling aan elektrische en magnetische velden zal dus afhankelijk zijn van de omstandigheden waarin de koeien gehouden worden.

4.2.1.5 Invloed op voortplanting bij landbouwzoogdieren

Naar de invloed van elektromagnetische velden op varkens is weinig onderzoek gedaan. In een studie van [redacted] al. (2010) werd het effect van EMF op de vruchtbaarheid van berensperma onderzocht. De spermatozoa werden *in vitro* onderzocht bij intensiteiten variërend van 0 tot 2000 µT bij 50 Hz. Er werd aangetoond dat blootstelling aan het EMF een negatief effect had op de vroege vruchtbaarheidsuitkomsten van sperma. Er dient wel opgemerkt te worden dat de laagste EMF-blootstelling 500 µT was. Deze is ruim 30 maal hoger dan de maximale veldsterkte midden onder een hoogspanningsmast.

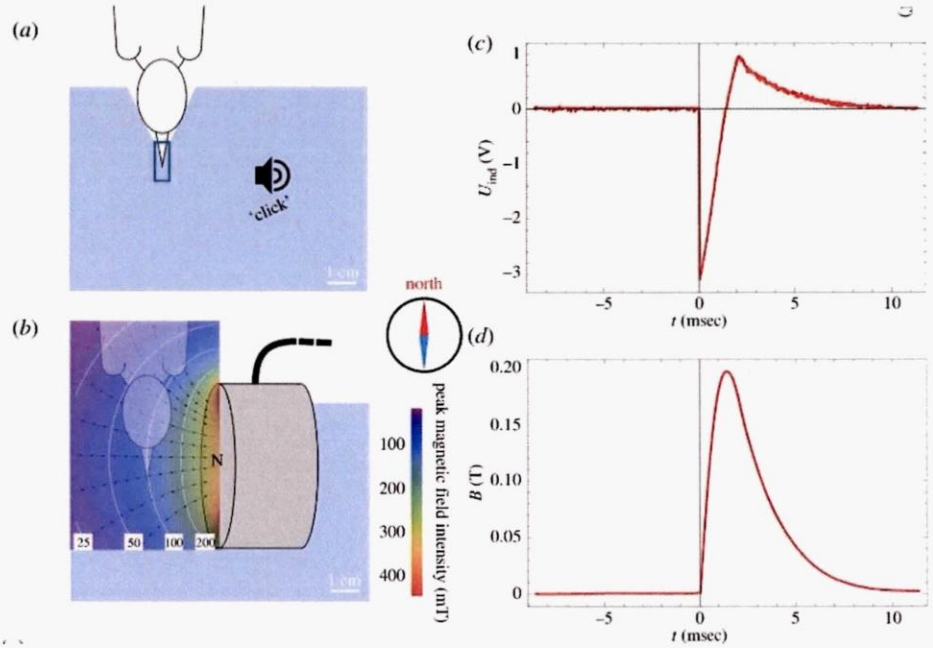
Conclusie: Deze studie toonde aan dat er een negatief effect was op de vroege vruchtbaarheidsuitkomsten van berensperma, maar de laagste EMF-blootstelling was 500 µT. Deze is veel hoger dan de maximale veldsterkte midden onder een hoogspanningsmast.

4.2.1.6 Invloed op gedrag bij vogels-gevogelte

[redacted] al. (2022) bestudeerden het effect van magnetische pulsen (0.1 T, 100 mT) op de migratie van tapuit zangvogels.

Vogels werden in de hand gehouden en de kop werd in een inkeping van een schuimblok, dat op een houten tafel was bevestigd, geplaatst. De snavel van de vogels werd geïmmobiliseerd door deze in een klein stukje plastic buis (donkerblauw) in het schuim te plaatsen. De controlegroep hoorde alleen een kort 'klik'-geluid, maar alle handelingen waren vergelijkbaar met die van de experimentele groep (**Figuur 5a**). De experimentele groep kreeg een magnetische puls van een kleine spoel (grijze cilinder; 50 mm diameter met 15 × 15 windingen van 1 mm koperdraad) met het magnetische noorden van de spoel loodrecht op de snavel. De afstand tussen de snavel en de spoel werd aangepast om een magnetisch piekveld op te leveren van ongeveer 0,1 T (100 mT). De warmtekaart toont de maximale magnetische veldintensiteit met isolijnen in wit en geselecteerde magnetische veldlijnen in zwart. Alle experimenten werden uitgevoerd met de vogels zuidwaarts gericht (**Figuur 5b**).

Daarna werden de vogels via een zender gevolgd tijdens hun migratie. De volgende parameters werden gemeten: kans van vertrekken, tijdstip van vertrek, richting van de migratie, consistentie van vliegrichting.



Figuur 5: Toepassing van de controle (a) en experimentele behandeling (b) op de vogels. (c + d) Tijdsverloop van de magnetische veldintensiteit van de magnetische puls. De meting is gedaan met een inductiespoel (5 cm diameter, zes windingen) die op de pulsspoel is geplaatst en is aangesloten op een oscilloscoop (Tektronix MDO3032, Beaverton USA). De gemeten geïnduceerde spanning (c), die evenredig is met de veranderingssnelheid van het magnetische veld ten opzichte van de tijd, werd geïntegreerd om het tijdsverloop van het magnetische veld in Tesla (d) te verkrijgen. Na het triggeren van de puls op t = 0, bereikt het magnetische veld zijn maximum bij 1,5 ms om vervolgens binnen 8 ms af te nemen.

In tegenstelling tot wat de auteurs verwacht hadden bleek er geen effect te zijn van de magnetische pulsen. De auteurs vermoeden dat de magnetoreceptor niet werd gestimuleerd door deze pulsen of niet bestaat. Ofwel werd de receptor gestimuleerd, maar was er geen respons merkbaar.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat er geen effect was op de migratie van de tapuit zangvogels. Maar de magnetische veldsterkte is niet vergelijkbaar met deze onder een hoogspanningslijn en de frequentie van het magnetisch veld is niet gekend.

4.2.1.7 Invloed op voortplanting bij vogels-gevogelte

Diverse onderzoeken werden uitgevoerd om het effect van het EMF op de ontwikkeling en morfologie van kippenembryo's te onderzoeken. Er werden voornamelijk negatieve effecten teruggevonden afhankelijk van het blootstellingsniveau. Maar het is niet echt zinvol om onderzoek op het effect van EMF-blootstelling op de ontwikkeling van kippenembryo's te doen aangezien in de huidige pluimveehouderij systemen de kippen binnen eieren leggen en niet onder hoogspanningslijnen. In de broederij worden de eieren immers in klimaatkamers uitgebroed. Er werden geen studies gevonden over de invloed van EMF op volgroeide kippen.

[redacted] al. (1997) voerden een vijfjarig experiment uit waarbij het effect van gepulseerde en 60 Hz sinusoïdale magnetische velden (1 µT) op de morfologie en ontwikkeling van kippenembryo's werd onderzocht. In totaal werden 2500 kippenembryo's onderzocht. Er werd geconcludeerd dat zwakke magnetische velden morfologische afwijkingen in de ontwikkeling van kippenembryo's kunnen induceren. Verder werd er verondersteld dat de genetische samenstelling van de kippen een belangrijke factor is die de gevoeligheid voor EMF-geïnduceerde afwijkingen bepaalt.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat er een negatief effect was op de morfologie en ontwikkeling van kippenembryo's, maar de gevoeligheid voor EMF-geïnduceerde afwijkingen was afhankelijk van

de genetica van de kippen. De magnetische veldsterkte is vergelijkbaar met deze onder een hoogspanningslijn. Er werd ook een zeer groot aantal kippenembryo's onderzocht en het experiment werd gedurende vijf jaren uitgevoerd.

[redacted] onderzochten het effect van elektromagnetische velden van 8007 tot 10143 µT bij 50 Hz op de ontwikkeling van kippenembryo's. In totaal werden 221 bevruchte eieren geïncubeerd en blootgesteld aan 24 verschillende EMF's gedurende 24 uur. Na 9 dagen werden de embryo's beoordeeld. Het percentage afwijkingen in de ontwikkeling van de embryo's was hoger bij de blootgestelde groepen in vergelijking met de niet-blootgestelde groepen. Het eigewicht was niet significant verschillend. Wat betreft lichaamsgewicht, lichaamslengte, lengte van de snavel, hart- en levergewicht werden enkel significante verschillen gevonden tussen de 8007, 8453 en 8713 µT blootgestelde groepen.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat er een negatief effect was op het percentage afwijkingen en de ontwikkeling van de kippenembryo's. Er was geen effect op het eigewicht. Er dient wel opgemerkt te worden dat de sterkte van het magnetisch veld veel hoger is dan deze midden onder een hoogspanningsmast.

[redacted] al. (2006) bestudeerden de invloed van laagfrequente elektromagnetische velden op de veranderingen in schildklierhormonenspiegels en uitkomstparameters bij kippenembryo's. 160 broedeieren werden vanaf het begin van de incubatie tot de dag van uitkomen blootgesteld aan een magnetisch veld van 10 µT bij 50 Hz. Resultaten van deze studie toonden aan dat blootstelling aan EMF de activiteit van de schildklier bij kippenembryo's stimuleert. Verder werd ook geconcludeerd dat blootstelling aan EMF gepaard ging met een afname van kuikensterfte, sneller piepen en sneller uitkomen.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat er een positief effect was op de concentratie van schildklierhormonen en de werking van de schildklier van kippenembryo's. Ook de uitkomstparameters werden positief beïnvloed. Het is namelijk bekend dat schildklierhormonen een cruciale rol spelen tijdens de embryogenese en een invloed hebben op het moment van uitkomen en de duur van incubatie. De magnetische veldsterkte is vergelijkbaar met deze onder een hoogspanningslijn. Ook de blootstellingsduur was voldoende lang en er werd een groot aantal broedeieren blootgesteld aan EMF.

[redacted] al. (2013) onderzochten de invloed van zwak elektromagnetische velden op het hart, de concentratie van schildklierhormonen (T4 en T3) en het bloed aminotransferasegehalte bij kippenembryo's. Bij dit experiment werden 120 eieren verdeeld in 4 gelijke groepen. Bij de eerste groep eieren ontwikkelden de eieren zich in een standaard incubator (controle) van dag 1 tot 21. Bij de tweede groep ontwikkelden de eieren zich van dag 1 tot 21 in een incubator met een EMF generator die uitgeschakeld was. Bij de derde groep werden de eieren blootgesteld aan een magnetisch veld van 50 µT en een elektrisch veld van 0.173 kV/m bij 50 Hz en bij de vierde groep werden de eieren blootgesteld aan een magnetisch veld van 100 µT en een elektrisch veld van 0.180 kV/m bij 50 Hz. De embryo's in deze groepen werden blootgesteld aan een continu EMF van de eerste tot de laatste dag van incubatie. Uit deze studie kon geconcludeerd worden dat blootstelling aan EMF de hartslag versnelde, voornamelijk vanaf 17 dagen incubatie. Dit kon geassocieerd worden met de stijging van de plasma T4 en T3 concentraties gedurende het laatste stadium van de embryogenese. Verder werd aangetoond dat blootstelling aan EMF van 100 µT leidde tot een significante toename van het hartgewicht en een significante toename van de aminotransferase gehaltes in het bloed van de kippenembryo's. Dit laatste heeft een direct negatief effect op de werking van de hartspier.
Conclusie: Deze studie geeft aan dat de stijging van de concentratie schildklierhormonen (tot op een bepaald niveau) gedurende het laatste stadium van de embryogenese als positief kan beschouwd

worden. Schildklierhormonen hebben namelijk een positief effect op de uitkomstparameters. Een versnelde hartslag is een direct gevolg van de stijging van de concentratie schildklierhormonen. De significante toename van de aminotransferase gehaltes in het bloed van de kippenembryo's bij blootstelling aan een magnetisch veld van 100 µT kan als negatief beschouwd worden. Aminotransferases zijn namelijk specifieke indicators van hartspierschade na een hartinfarct. Ook de toename van het hartgewicht na blootstelling aan een magnetisch veld van 100 µT kan als negatief beschouwd worden. De toename van de aminotransferase gehaltes in het bloed en de toename van het hartgewicht van de kippenembryo's zijn indicators dat blootstelling aan een magnetisch veld van 100 µT een direct effect heeft op de fysiologische functie van de hartspier. De kippeneieren werden enerzijds blootgesteld aan een magnetisch veld van 50 µT dat iets hoger is dan deze onder een hoogspanningslijn. De kippeneieren werden anderzijds blootgesteld aan een magnetisch veld van 100 µT dat veel hoger is dan deze onder een hoogspanningslijn. De blootstellingsduur was voldoende lang, maar er werd wel een klein aantal eieren blootgesteld aan EMF.

In een studie van [redacted] (2019) werd het effect van 50 Hz magnetische velden op de ontwikkeling van kippenembryo' en het verloop van uitkomen bestudeerd. Er waren 3 experimentele groepen met telkens 360 eieren (3 herhalingen met 120 eieren). De eieren werden respectievelijk blootgesteld aan een magnetisch veld van 15 µT, 10 µT en 5 µT bij 50 Hz gedurende de volledige incubatieperiode. De resultaten van deze studie toonden aan dat blootstelling aan een magnetisch veld van 10 µT en 15 µT vroege embryosterfte kan induceren. Ook de kwaliteit van de uitgekomen kuikens was lager bij blootstelling aan 10 µT en 15 µT. Aan de andere kant werd aangetoond dat blootstelling een laagfrequente elektromagnetische velden de embryo ontwikkeling en het uitkomproces versnelden.
Conclusie: Deze studie geeft aan dat de versnelde ontwikkeling en het versneld uitkomproces van de kippenembryo's ten gevolge van blootstelling aan een magnetisch veld van 10 µT en 15 µT als positief kunnen beschouwd worden, maar aangezien dit negatieve gevolgen heeft op de vroege embryosterfte en de kwaliteit van de uitgekomen kuikens moet het resultaat als negatief beoordeeld worden. De kippeneieren werden enerzijds blootgesteld aan magnetische velden van 5 µT en 10 µT die vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn. De kippeneieren werden anderzijds blootgesteld aan een magnetisch veld van 15 µT dat iets hoger is dan deze onder een hoogspanningslijn. Er werd telkens een groot aantal eieren blootgesteld aan EMF en de blootstellingsduur was ook voldoende lang.

[redacted] al. (2017) onderzochten het effect van elektromagnetische velden op kalkoenen. Meer bepaald werd de invloed van EMF op de NE-geactiveerde β-adrenoceptor functie bestudeerd door middel van het gehalte 3'5'-cyclisch-adenosine-monofosfaat (cAMP) te meten. In deze studie werden 40 kalkoenen gedurende 3 weken in aparte kooien blootgesteld aan een magnetisch veld van 10 µT bij 50 Hz (220 V). Eén week ervoor werden de kalkoenen samen geplaatst om zich aan te passen en zo stress te vermijden. Een regeneratieperiode vond gedurende 5 weken na de blootstelling plaats. Uit de resultaten van deze studie bleek dat de NE-geactiveerde β-adrenoceptor functie gedaald was gedurende de 3 weken blootstellingsperiode. Dit werd gecompenseerd door het homeostatisch complex gedurende de 5 weken regeneratieperiode waardoor de NE-geactiveerde β-adrenoceptor functie terug steeg naar het oorspronkelijke niveau.
Conclusie: Deze studie geeft aan dat de daling van de NE-geactiveerde β-adrenoceptor functie gedurende de blootstellingsperiode als negatief kan beschouwd worden aangezien de kalkoenen een depressief gedrag (minder krabben en pikken, meer slapen, hoofd in vleugels stoppen) vertoonden. De magnetische veldsterkte is vergelijkbaar met deze onder een hoogspanningslijn. De blootstellingsduur was ook voldoende lang maar het aantal onderzochte kalkoenen was wel eerder beperkt.

4.2.2 Studies onder hoogspanningslijn

4.2.2.1 Invloed op gedrag bij landbouwzoogdieren

De voorgestelde studie van [redacted] al. (2009) bestudeert het effect van ELF MF op de "magnetische alignering" van koeien. Op basis van Google Earth satellietbeelden werden 1699 runderen op 153 plaatsen in België, Duitsland, GB en Nederland en 47 kuddes rendieren (Tsjechië) die grazen nabij een hoogspanningslijn (380 kV, 50 Hz, 15 µT onder de lijn, 1 µT op 70 m van 380 kV lijn) bestudeerd.

Volgens deze studie positioneren runderen in rust hun lichaam bij voorkeur evenwijdig met de noord-zuid as, wanneer deze meer dan 500 m van een hoogspanningslijn verwijderd zijn. Wanneer de kuddes zich in de buurt van hoogspanningslijnen bevonden (tot 150 m) was de oriëntatie meer random zonder een preferentie voor de noord-zuid as. [redacted] al. (2013) bevestigden dat kuddes zich preferentieel oriënteren volgens de noord-zuid as, maar dat ook de densiteit van de kudde van belang is. Ook Begall [redacted] al. (2008) zagen dat runderen en rendieren zich preferentieel oriënteren volgens veldlijnen van het magnetisch veld van de aarde, maar enkel wanneer er weinig wind en zon is.

Conclusie: Deze studie toonde aan dat ELF-MF van de hoogspanningslijn zelf een invloed kan hebben op de oriëntatie van runderen, maar enkel als er geen of weinig andere omgevingssignalen zijn die de oriëntatie beïnvloeden. Er werd een groot aantal runderen op verschillende locaties bestudeerd.

[redacted] al. (2018) evalueerden het effect van het magneetveld door aan 34 koeien een neodymium magneet te bevestigen. Deze auteurs vonden geen effect van de magneet op de oriëntatie van de koeien. De oriëntatie van de koeien werd gemeten met een kompas. Ook bestudeerden ze of de dichtheid van de kudde een effect had op de oriëntatie, maar dit bleek niet het geval te zijn. Volgens [redacted] & Begall, die repliceerden op deze studie, zouden er te weinig dieren bestudeerd zijn en zou de methodiek ook niet correct zijn.

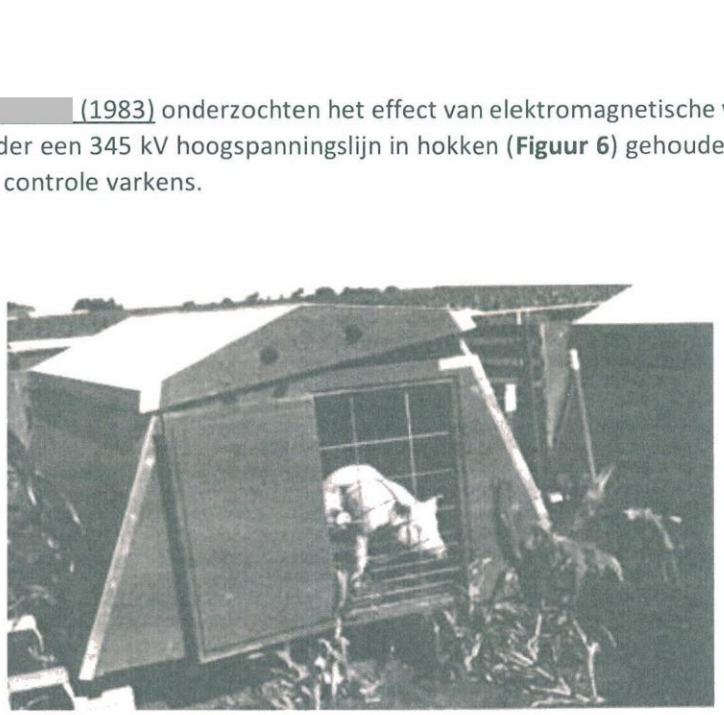
Een recente review van [redacted] al. (2022) omtrent magnetoreceptie bij dieren, haalt ook bovenstaande studies aan. Er werd geconcludeerd dat de kans dat magnetoreceptie aanwezig is meer waarschijnlijk is dan de afwezigheid hiervan. Echter gedrag dat verband houdt met perceptie van magnetische signalen kan prioriteit geven aan andere omgevingssignalen en komt alleen tot uiting als een dier nergens anders op kan vertrouwen. Dit maakt het ontwerpen van gedragsexperimenten die zowel realistisch als succesvol zijn (er worden voldoende omgevingsprikkels gecontroleerd zodat een dier reageert op magnetische signalen) een uitdagende taak.

4.2.2.2 Invloed op vruchtbaarheid/prestaties bij landbouwzoogdieren

[redacted] (1987) bestudeerden de effecten van langdurige blootstelling aan een hoogspanningslijn van 400 kV (50 Hz) op de oestrus en vruchtbaarheid bij koeien. In deze studie werden 58 vaarzen onder een hoogspanningslijn met een elektrisch veld van 4 kV/m en een magnetisch veld van gemiddeld 2 µT gehouden (variatie 0.39 µT en 4.7 µT). 58 controle vaarzen werden weg van de lijn gehouden. De koeien werden 24 dagen nadat ze op de weide werden geplaatst geïnsemineerd en nadien werden verschillende vruchtbaarheidsparameters opgevolgd. Uit deze studie is gebleken dat de lengte en regelmaat van de oestrische cyclus, het progesterongehalte tijdens de oestruscyclus, het aantal inseminaties per dracht en het aantal dieren dat drachtig werd niet werden beïnvloed door de hoogspanningslijn.

Conclusie: Deze studie toonde aan dat er geen effect was op de oestrische cyclus en de vruchtbaarheid bij de koeien. Bij deze studie moet er echter wel rekening met gehouden worden dat de blootstelling van de koeien aan het magnetisch veld varieert (tussen 0.39 en 4.7 µT), gezien de blootgestelde koeien uiteraard niet steeds onder de lijn grazen.

[redacted] (1983) onderzochten het effect van elektromagnetische velden op varkens. 30 varkens, die onder een 345 kV hoogspanningslijn in hokken (**Figuur 6**) gehouden werden, werden vergeleken met 30 controle varkens.



Figuur 7: Testopstelling varkens onder hoogspanningsmasten in het onderzoek van [redacted] en [redacted] (1983).

Er werden geen significante verschillen gevonden tussen beide groepen wat betreft het gewicht, de voederopname, de vruchtbaarheid en dracht, het aantal levend geboren biggen, het gedrag en de groei van de varkens.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat er geen effect was op het gewicht, de voederopname, de vruchtbaarheid en dracht, het aantal levend geboren biggen en het gedrag en de groei van de varkens. Merk wel op dat de varkens in hokken gehuisvest werden die niet te vergelijken zijn met de huidige varkensstallen, die beter afgeschermd zijn van de hoogspanningslijnen. Er werd ook een klein aantal varkens onderzocht.

[redacted] al. (1993) bestudeerden het effect van elektrische en magnetische velden afkomstig van een hoogspanningslijn op schapen. In deze studie werd onderzocht of blootstelling aan EMF de afscheiding van melatonine (sturende factor van voortplanting) en het normaal optreden van de puberteit bij vrouwelijke lammeren kan beïnvloeden. Hiervoor werden 20 vrouwelijke lammeren willekeurig in gelijke aantallen toegewezen aan een behandelingsgroep en een controlegroep. De behandelde lammeren werden gedurende 8 maanden in hokken onder een 500 kV hoogspanningslijn gehouden en blootgesteld aan een elektrisch veld van 6 kV/m en een magnetisch veld van 4 µT bij 60 Hz. Uit deze studie kon geconcludeerd worden dat blootstelling aan EMF geen effect had op de afscheiding van melatonine, de leeftijd van pubertijd en het aantal opeenvolgende oestrische cycli bij vrouwelijke schapen.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat er geen effect was op de afscheiding van melatonine, de leeftijd van pubertijd en het aantal opeenvolgende oestrische cycli bij vrouwelijke schapen. Het effect van EMF van de hoogspanningslijn zelf werd bestudeerd maar er werd wel een klein aantal lammeren onderzocht.

Het onderzoek van [redacted] al. (1995) was identiek aan de studie van [redacted] al. (1993), maar in deze studie werd onderzocht wat het effect is van EMF afkomstig van een hoogspanningslijn op de cortisol (=stresshormoon) concentraties, de toename van lichaamsgewicht en de wolgroei bij vrouwelijke lammeren. Opnieuw werden 20 vrouwelijke lammeren willekeurig in gelijke aantallen toegewezen aan een behandelingsgroep en een controlegroep. De behandelde lammeren werden

gedurende 8 maanden in hokken onder een 500 kV hoogspanningslijn gehouden en blootgesteld aan een elektrisch veld van 6 kV/m en een magnetisch veld van 4 µT bij 60 Hz. Uit deze studie kon geconcludeerd worden dat blootstelling aan EMF geen invloed had op de afscheiding van cortisol, de toename van lichaamsgewicht en de wolgroei bij ooilammeren.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat er geen effect was op de afscheiding van cortisol, de toename van lichaamsgewicht en de wolgroei bij ooilammeren. Het effect van EMF van de hoogspanningslijn zelf werd bestudeerd maar er werd wel een klein aantal lammeren onderzocht.

[redacted] al. (2001) onderzochten langetermijneffecten van elektrische en magnetische velden van 60 Hz op de IL-1- en IL-2-activiteit bij schapen. 45 ooilammeren werden willekeurig verdeeld in 3 groepen van 15 lammeren. Eén groep werd in een hok gehuisvest onder de hoogspanningslijn (500 kV), een tweede groep werd in een afgeschermd hok (enkel magnetisch veld) gehouden onder de hoogspanningslijn en een derde groep werd in een controle hok op enkele honderden meters van de hoogspanningslijn gehouden. Gedurende de blootstellingsperiode van 27 maanden werden maandelijks bloedstalen genomen van alle dieren. Er werden geen significante verschillen gevonden tussen de groepen in de functie van het immuunsysteem. In twee eerdere korte termijnonderzoeken (10 maanden) van dezelfde onderzoekers werden wel significante verschillen waargenomen in de werking van het immuunsysteem tussen blootgestelde en niet-blootgestelde groepen. Vrouwelijke lammeren van 8 tot 10 weken oud werden in deze studies blootgesteld aan een elektrisch veld van 5.2 tot 5.8 kV/m en een magnetisch veld van 3.5 tot 3.8 µT. Uit deze studie werd geconcludeerd dat de leeftijd van de dieren, de veldsterkte en het seizoen/weersomstandigheden belangrijke variabelen zijn om te bepalen of de EMF-blootstelling een effect heeft op de werking van het immuunsysteem bij schapen.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat, afhankelijk van de leeftijd van de schapen, de veldsterkte, het seizoen en de weersomstandigheden, EMF-blootstelling de werking van het immuunsysteem negatief kan beïnvloeden. Het effect van EMF van de hoogspanningslijn zelf werd bestudeerd. Ook de blootstellingsduur was voldoende lang, maar er werd wel een klein aantal lammeren onderzocht. Echter doordat het EMF niet werd gemeten, is er geen info over de effectieve blootstellingsniveaus wat een minpunt van deze studie is.

4.2.2.3 Invloed op vruchtbaarheid bij vogels

Het effect op vogels is ook onderwerp van verschillende studies. [redacted] al. (2012) bestudeerden de eigrootte en het aantal eieren van de koolmees nabij een hoogspanningslijn (66 kV) in Spanje. Hiervoor werden nestkastjes gehangen in bomen vlakbij en verder van de lijn. Over de verschillende jaren heen werden 112 niet blootgestelde nesten vergeleken met 51 blootgestelde. Het magnetisch veld werd gemeten met een *Triaxal Elf Magnetic field meter*. In nesten met een blootstelling > 0.1 mG (0.01 µT) steeg zowel de grootte van de eieren als het aantal significant bij blootstelling aan EMF. Verder zagen ze bij de groep blootgestelde mezen dat het aantal eieren daalde tussen 0.1 en 0.5 µT en steeg tussen de 0.5 en 0.9 µT.

Koolmezen nabij een hoogspanningslijn zouden dus meer investeren in reproductie maar de verklaring hiervoor is onduidelijk. Er zijn studies die deze bevinding bevestigen, maar ook studies ([redacted] al. 1998) die net het tegenovergestelde waarnamen. Zij zagen een niet-significante daling van het aantal eieren bij koolmezen, maar een stijging bij pimpelmezen. [redacted] al. (2012) zien verschillende mogelijke verklaringen voor deze verschillen; [redacted] al. (1998) bestudeerden het effect nabij hoogspanningslijnen van 100 en 20 kV, maar het kan eveneens te wijten zijn aan de afstand tussen de kasten en de lijn (i.e. het blootstellingsniveau en de afstandsverschillen zelf worden niet vermeld) of de omgevingsomstandigheden. *Bemerk dat we de studie van [redacted] niet gevonden hebben, maar*

we vonden het belangrijk om toch deze inconsistentie met de studie van [redacted] al. (2012) aan te halen.

Conclusie: Deze studie toonde aan dat EMF-blootstelling een invloed heeft op de grootte van de eieren en het aantal eieren bij mezen, maar dit effect kan afhankelijk zijn van de afstand tussen de kasten en de hoogspanningslijn of de omgevingsomstandigheden.

In de review van [redacted] (2005) op basis van verschillende wetenschappelijke artikels, wordt het effect van EMF van hoogspanningslijnen op vogels bestudeerd. EMF-blootstelling, hetzij in het veld of onder relevante labo-omstandigheden, heeft invloed op het gedrag, de fysiologie, het endocriene systeem en de immuun functie van vogels, wat over het algemeen resulteerde in negatieve gevolgen voor hun voortplanting of ontwikkeling. Echter de gevoeligheid zou zeer sterk afhankelijk zijn van het species. Zo zouden vb. kippen en zwaluwen zeer gevoelig zijn en vb. haviken, raven, steenarenden zouden minder gevoelig zijn.

[redacted] al. (2009) bestudeerden de invloed van elektromagnetische velden geproduceerd door hoogspanningslijnen op de groei, het melatoninegehalte, het aantal leukocyten en het vliegsucces bij wilde torenvalken. Kuikens van paren torenvalken die zich nestelen op hoogspanningslijnen werden vergeleken met kuikens van paren die zich elders nestelen in vergelijkbare habitats. Het magnetisch veld werd in elke nestkast gemeten en geanalyseerd. Kuikens die in nesten op hoogspanningslijnen zijn uitgekomen werden blootgesteld aan EMF vanaf de vroege stadia van hun embryonale ontwikkeling *in ovo* tot ze uitvliegen. Er konden geen significante verschillen waargenomen worden tussen de EMF blootgestelde en de niet-blootgestelde vogels wat betreft de groei, het melatonine gehalte, het aantal leukocyten en het vliegsucces. Er dient echter opgemerkt te worden dat het effect van elektromagnetische velden in andere situaties niet kan uitgesloten worden. Om dit te evalueren zijn er nog verdere studies in andere gebieden en bij verschillende vogelsoorten nodig.

Conclusie: Deze studie toonde aan dat blootstelling aan EMF geen significant effect heeft op de groei, het melatonine gehalte, het aantal leukocyten en het vliegsucces bij wilde torenvalken. Maar er dient opgemerkt te worden dat dit effect situatie- en dier afhankelijk is. Dus om dit effect te evalueren zijn er nog verdere studies in andere gebieden en met verschillende vogelsoorten nodig.

Conclusie

Er zijn heel wat studies, meestal m.b.t. vogels en ratten/muizen, die het effect van elektromagnetische straling op verschillende vertebraten bestuderen. De uitkomst van deze studies is zeer variabel. Er zijn ongeveer evenveel studies die aantonen dat ELF-EMF een bepaalde respons kan uitlokken t.o.v. studies die geen significant effect vinden.

Wat betreft het effect van ELF-MF op de **oriëntatie** van organismen zijn de resultaten het meest eenduidig, antropogene straling **kan** de magnetisch oriëntatie (i.e. oriëntatie op basis van natuurlijke magnetisch veld) verstoren. Echter de mate waarin organismen gebruik maken van magnetoreceptie is sterk afhankelijk van de mate waarin andere omgevingssignalen (vb. wind, schaduw, andere dieren) gebruikt worden om hun oriëntatie te bepalen. Het is dus niet duidelijk of en onder welke omstandigheden de verstoring van het "natuurlijke kompas" door antropogene straling voor de dieren ook ecologische gevolgen heeft.

Het effect van ELF-EMF op de **voortplanting** werd veelvuldig onderzocht bij **knaagdieren** (ratten en muizen). De resultaten uit de literatuur zijn hier niet eenduidig, het aantal studies die geen effect vonden, was gelijkaardig aan het aantal studies waarbij een negatief effect gerapporteerd werd. Het ELF-EMF had meestal geen effect op de vruchtbaarheid zelf, maar skeletafwijkingen bij foetussen

werden wel gerapporteerd. Het is echter niet duidelijk of deze afwijkingen tijdelijk of blijvend zijn gezien de dieren niet verder opgevolgd werden. Verder werden ook soms veranderingen in concentraties van hormoonreceptoren, cellulaire responsen of expressie van genen waargenomen, waarbij verondersteld werd dat dit mogelijks een invloed kan hebben, maar het gevolg van deze veranderingen werd niet steeds onderzocht.

Het effect van ELF-MF op **tumoren** werd vaak onderzocht bij **knaagdieren**. Bij de meeste studies bleek er geen significant effect te zijn op de ontwikkeling van tumoren. Bij sommige studies had ELF-MF een negatief effect op de ontwikkeling van tumoren. Echter dient hierbij opgemerkt te worden dat in de studies ELF-MF vaak gecombineerd werd met tumor inducerende stoffen. Echter uit . (2018) bleek dat ELF-MF alleen geen effect had op tumoren, maar wel het effect van tumor-inducerende stoffen kan versterken. Er is verder onderzoek nodig naar de mogelijks synergistische effecten van ELF-MF en andere stoffen op tumorontwikkeling, aangezien dieren (en mensen) aan verschillende stoffen/stralingen etc. worden blootgesteld.

De invloed op de **prestatie parameters** van **melkkoeien** werd onderzocht in verschillende studies (vaak van dezelfde auteurs nl. en). Hierbij bleek er geen effect te zijn op de gezondheid en het gedrag van de kalveren. Melatonine gehaltes waren lager en prolactine concentraties waren hoger bij blootstelling, dit kan als positief beschouwd worden. De oestrische cyclus was iets langer bij blootstelling. Dit zou echter geen implicaties hebben op de vruchtbaarheid en door de verdeling van de data was de nulhypothese daar mogelijks onterecht verworpen. Het effect op melkproductie bleek licht negatief te zijn. Echter vermelden de auteurs ook dat er een interactie is tussen "tijd" en "behandeling". Het negatief effect op de melkproductie was kleiner naar het einde van het experiment toe, waarbij de hypothese gesteld wordt dat de dieren zich kunnen aanpassen aan het veranderde magnetisch veld, zonder blijvende gevolgen op de productiviteit. Er zijn dus experimenten op langere termijn met veel dieren nodig om te na gaan of een continue blootstelling economische gevolgen heeft.

Een beperkt aantal studies bestudeerden het effect van hoogspanningslijnen op **schapen**. Uit deze studies bleek er geen significant effect te zijn op de groei, de ontwikkeling, de wolproductie en de oestrische cyclus. Onder bepaalde omstandigheden zou er, volgens één studie, een negatief effect kunnen zijn op het immuunsysteem, maar dit effect was sterk afhankelijk van de leeftijd en de weersomstandigheden. Verder onderzoek is dus nodig.

Heel wat studies onderzochten onder labo-omstandigheden het effect van ELF-MF op **kippenembryo's**. Sommige studies rapporteren geen effect van blootstelling, echter bij het merendeel van de studies bleek er wel een effect te zijn. Vooreerst bleken de eieren sneller uit te komen en de kuikens sneller te piepen. Dit kan als een positief effect beschouwd worden, indien er geen verdere gevolgen zijn. Sommige studies rapporteren echter een negatief effect op de morfologie en ontwikkeling van kippenembryo's. Maar de aan- of afwezigheid van dit effect zou afhankelijk zijn van de genetica van kippen. Verder dient opgemerkt te worden dat de magnetische veldsterkte bij deze labo-studies vaak veel hoger is dan deze onder een hoogspanningslijn. De kippeneieren worden ook steeds in broedstoven binnen uitgebroed. Er werden geen onderzoeken teruggevonden m.b.t. het effect van hoogspanningslijnen die boven een kippenstal lopen.

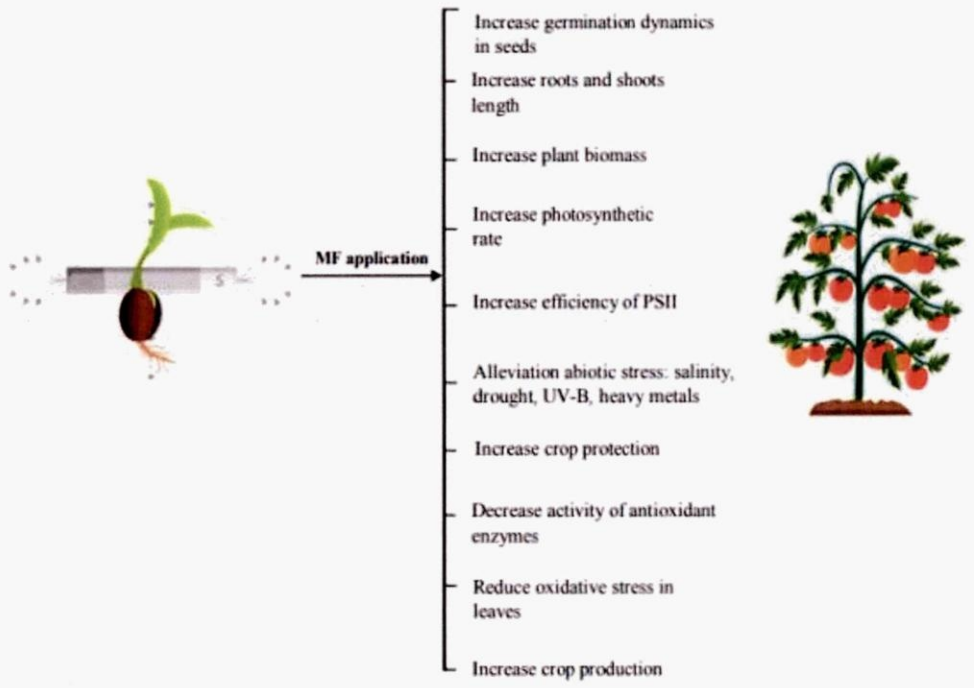
Er zijn ook een aantal studies die de **grootte** en het **aantal eieren** van **wilde vogels** nabij hoogspanningslijnen bestudeerden. Hier zijn de resultaten opnieuw tegenstrijdig. Soms wordt een stijging van het aantal eieren waargenomen en soms een daling. Dit zou te maken kunnen hebben met de proefopzet en de soort vogel die bestudeerd wordt. De genetica zou dus een invloed hebben.

Er kan dus geconcludeerd worden dat de verandering van het magnetische veld, door vb. de aanwezigheid van een hoogspanningslijn, een bepaalde respons kan uitlokken bij dieren (vb. verandering in hormoonconcentraties, genexpressie, etc.). Deze veranderingen kunnen een effect hebben op de fysiologie (groei, ontwikkeling, vruchtbaarheid) van organismen. Maar dit is niet steeds het geval. Er dient ook onderzocht te worden of deze effecten blijvend zijn of een tijdelijke reactie zijn op een veranderde toestand.

Verder dient ook opgemerkt te worden dat er bij deze studies telkens vaak een klein aantal dieren onderzocht werd onder labo-omstandigheden waarbij de stralingsniveaus vaak hoger zijn dan nabij een hoogspanningslijn. Om conclusies te kunnen trekken of ELF-EMF al dan niet negatieve gevolgen heeft op landbouwhuisdieren door verminderde prestaties of op de omgeving (door veranderde species samenstelling, zie review van (2005)) zijn er meer lange-termijn studies, over verschillende generaties van dieren heen, nodig en wordt het aanbevolen om de studies op te volgen.

4.3 EFFECT OP PLANTEN

Magnetoreceptie bij planten is voornamelijk gebaseerd op excitatie van cryptochroom. Magnetische velden worden vaak toegepast om plantaardige productie te stimuleren. Zo zou blootstelling aan een magneetveld resulteren in een toenemende gemiddelde kiemkracht en wortel- en scheutgroei, een hogere productiviteit, een toenemend fotosynthetisch pigmentgehalte, een toenemende celdeling, evenals de opname van water en voedingsstoffen. Bovendien suggereren verschillende onderzoeken dat magnetische velden verwondingen voorkomen die worden veroorzaakt/toegebracht door ziekten en plagen op landbouwgewassen en andere economisch belangrijke planten en helpen bij het verminderen van de oxidatieve schade in planten veroorzaakt door stresssituaties (al. 2020; & , 2015). Ondanks de grote verscheidenheid aan studies blijkt dat magnetische velden van 50-60 Hz over het algemeen een positief effect hebben op plantengroei (**Figuur 8**). **Echter, bemerk dat de meeste studies uitgevoerd werden onder labo-omstandigheden, waarbij de duur van de blootstelling beperkt is.**



Figuur 9: Morfologische, fysiologische en biochemische effecten van magnetische velden op planten (al. 2020).

4.3.1 Studies met artificiële bestraling

De meeste studies werden uitgevoerd onder labo-omstandigheden, waarbij planten gedurende een beperkte tijd werden blootgesteld aan een bepaalde veldsterkte. Dit is uiteraard niet steeds representatief voor veldomstandigheden met een quasi continue blootstelling. Bijna steeds is het effect op kieming bij blootstelling aan EMF positief.

Deze studies worden verder niet in detail besproken, maar worden vermeld in de Appendix. Verder worden deze studies vaak gekenmerkt door een hoge blootstelling en korte blootstellingsduur.

4.3.2 Studies onder hoogspanningslijn

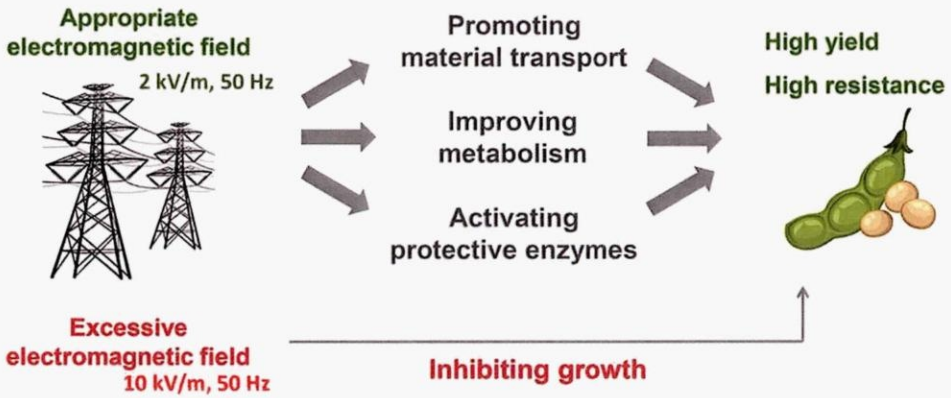
Soja [redacted] al. (2003) bestudeerden het effect van wintertarwe en maïs geteeld nabij (op 2, 8, 14 en 40 m afstand) een hoogspanningslijn (380 kV, EF: 0.2 – 0.4 kV/m, MF: 0.4 – 4.5 µT) gedurende een periode van 5 jaar. Bij tarwe werd in elke plot (1.77 m^2) geoogst en bij maïs ging het telkens over vijftien planten. Er werd geen significante en eenduidige invloed van de afstand tot de verbinding waargenomen. Bij maïs werden geen effecten waargenomen, maar bij tarwe vond men een lichte trend ($P < 0.10$) voor hogere opbrengst op een grotere afstand van de lijn, en dit bij droge jaren, tijdens natte jaren niet.

Conclusie: Deze studie toonde aan dat er geen effect was bij maïs. Er was een mogelijks licht negatief (maar niet significant bij α = 0.05) effect bij tarwe, maar enkel bij bepaalde weersomstandigheden. Het effect van EMF van de hoogspanningslijn zelf werd gedurende 5 jaar onderzocht.

[redacted] (2012) bestudeerde het effect van een hoogspanningslijn op maïs (Egypte). Er werden geen specificaties omtrent de veldsterkte vermeld, enkel de afstand tot de lijn: direct onder de lijn (hoge blootstelling), 250 m (matige blootstelling) en 500 m verder (controle, nagenoeg geen blootstelling). Op 250 m van de lijn werd de beste kieming, de beste vegetatieve groei en de hoogste opbrengst vastgesteld. Ook steeg het gehalte aan oplosbare suikers, stikstof en de inhoud aan fenolische componenten bij een matige blootstelling. Verder werd de kwaliteit en kwantiteit van de olie gestimuleerd bij een blootstelling op 250 m. Direct onder de lijn werd een hogere concentratie aan H_2O_2 en malondialdehyde gemeten (als maat voor membraanschade).

Conclusie: Deze studie toonde aan dat er direct onder de hoogspanningslijn een negatief effect was op de opbrengst en de kwaliteit van maïs. Op 250 m afstand van de hoogspanningslijn was er een positief effect t.o.v. geen invloed van het ELF-MF. Een minpunt van deze studie is dat de veldsterkte niet gemeten werd.

[redacted] al. (2019) bestudeerden het effect van een hoogspanningslijn op de groei van soja in China (frequentie 50 Hz, intensiteit van 0, 2 en 10 kV/m). Het kiemingspercentage steeg met de toenemende intensiteit. Wat betreft het aantal peulen en het drooggewicht van de planten waren er geen significante verschillen. Maar de opbrengst van de bonen was significant hoger bij een blootstelling aan 2 kV/m. Ook de totale hoeveelheid oplosbare suikers, eiwitgehalte en chlorofyl was het hoogst bij 2 kV/m. Verder bleken 2.977 genen te worden opgereguleerd en 1,462 genen te worden downgereguleerd bij blootstelling aan het EF. Dit wijst erop dat straling een bepaalde respons uitlokt. Maar welk effect (positief/negatief/neutraal) die op- en down regulatie teweegbrengt moet verder onderzocht worden.



Figuur 10: Grafisch abstract van de studie van [redacted] al. (2021).

Conclusie: Deze studie toonde aan dat blootstelling aan een elektrisch veld van 10 kV/m een negatief effect heeft op de groei en kwaliteit van soja. Een lage blootstelling (2 kV/m) stimuleert echter de groei en kwaliteit. Echter doordat het EMF van de hoogspanningslijn niet werd gemeten, is er geen info over de effectieve blootstellingsniveaus (dus de kwaliteit van de studies voor dit beoogde doel is niet goed).

Conclusie

Blootstelling van planten aan magnetische straling **kan** verschillende fysiologische reacties uitlokken. Het effect op de kiemkracht werd hierbij het meeste bestudeerd, waarbij het bestralen van zaden gedurende een korte periode een positief effect zou hebben. Wanneer men deze resultaten zou extrapoleren naar een landbouwcontext kan dit zowel positief als negatief zijn. Een betere kiemkracht van een bepaald gewas kan zorgen voor meer opbrengst, maar ook onkruidzaden zouden mogelijks beter kunnen kiemen wat resulteert in hogere onkruiddruk. Echter dit laatste kan dan eventueel weer als iets positief gezien worden voor de biodiversiteit in bepaalde (natuur)gebieden.

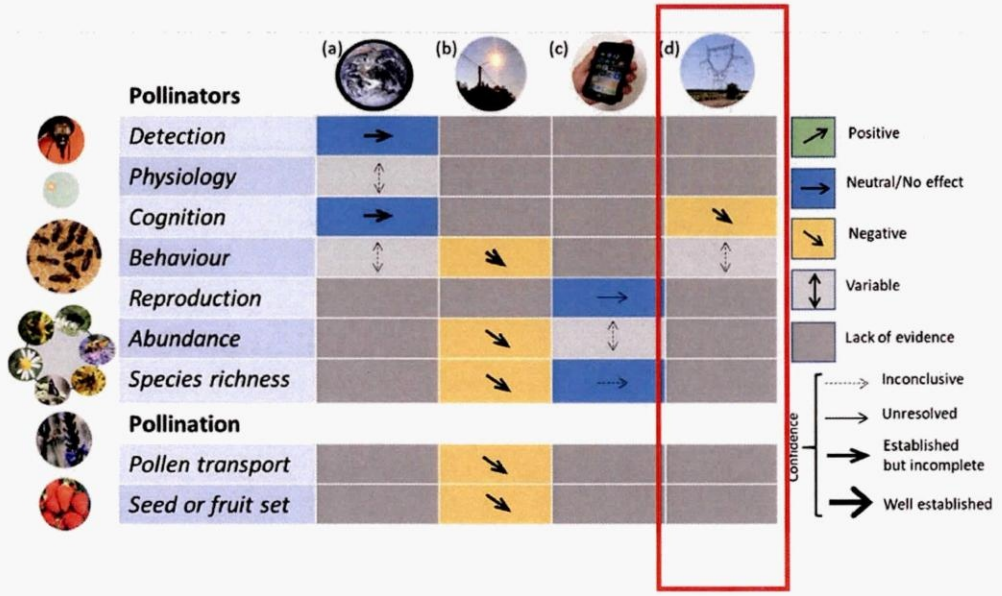
Er zijn weinig studies (zie hierboven) die de continue blootstelling van ELF-EMF als gevolg van hoogspanningslijnen bij 50 Hz op planten bestuderen. Deze studies tonen aan dat bij lage tot matige blootstelling er zeker geen negatief effect op de plantengroei zou zijn. Sommige parameters bleken zelf positief beïnvloed te worden waarbij een EMF met een lage (2 kV/m, 50 Hz) veldsterkte of op 250 m vanaf de hoogspanningslijn kan werken als een bio-stimulator, welke de groei van bepaalde gewassen kan bevorderen. Direct onder de lijn zou er mogelijks een lichte daling van de productiviteit zijn. Echter zijn de verschillen in productiviteit, gemeten als gevolg van de straling, vaak inferieur aan de verschillen als gevolg van vb. weersomstandigheden. Bemerk dat deze conclusies gebaseerd zijn op twee studies, meer onderzoek bij verschillende gewassen is dus nodig.

Ook hier weer zijn meer lange-termijn studies onder verschillende omstandigheden nodig, waarbij voldoende rekening gehouden wordt met confounding factors, zoals vb. drupschade door de lijn, moeilijker bewerken van de akker rond de mast van de hoogspanning, wat ook gevolgen kan hebben voor de productiviteit van het gewas. Het wordt aanbevolen om de studies op te volgen.

Opmerking: Binnen het kader van BBEMG zal de proefhoeve Bottelare gedurende enkele groeiseizoenen (start groeiseizoen 2023) ook de groei, de ontwikkeling en de opbrengst van tarwe en maïs op verschillende afstanden van hoogspanningslijnen opvolgen.

4.4 EFFECT OP INSECTEN

[redacted] al. (2019) reviewden het effect van verschillende soorten straling op insecten (**Figuur 11**). Er wordt aangehaald dat bijen het (natuurlijke) magnetische veld gebruiken voor oriëntatie, navigatie en het vinden van voedsel. Verder gebruiken ze elektrische velden voor intra- in interspecifieke (e.g.[2] plant – bestuiver) communicatie. In het H2020 EKLIPSE project werd onderzoek gedaan naar het effect van antropogene straling op bijen, wespen, etc. Zowel [redacted] al. (2019) als het H2020 EKLIPSE project concludeerden dat het onderzoek zeer beperkt was. In deze studies wordt o.a. verwezen naar de onderzoeken van [redacted] al. voor het effect van ELF-MF op insecten. Deze studies worden hieronder besproken.



Figuur 12: Niveau van de wetenschappelijke kennis op bestuivers en bestuiving, in het rode kader het effect van hoogspanningslijnen (al. 2019). Betrouwbaarheid (confidence) wordt onderverdeeld in verschillende niveaus. **Well established** - uitgebreide meta-analyse of andere synthese of meerdere onafhankelijke onderzoeken die het eens zijn; **Established but incomplete** - algemene overeenstemming hoewel er slechts een beperkt aantal studies bestaat, maar geen alomvattende synthese en/of de studies behandelen de vraag onnauwkeurig; **Unresolved** - er bestaan meerdere onafhankelijke onderzoeken, maar de conclusies komen niet overeen; **Inconclusive** - beperkt onderzoek en grote kennislacunes.

4.4.1 Studies met artificiële bestraling

al. (2018) bestudeerden het effect van het veld van ELF-MF van hoogspanningslijnen (50 Hz, 400 kV, 20 – 7000 µT) op bijen, maar dan nagebootst in het labo. De bijen werden gedurende 1 min blootgesteld aan het EMF en dit gedurende 5 keer. Dit had als doel om een scenario waarbij de bijen de lijn passeren na het lokaliseren van een voedselbron te simuleren. Bij bijen blootgesteld aan elektromagnetische straling daalde de geheugensterkte. Hoe sterker het magnetisch veld, hoe sterker de daling. De vleugelslagfrequentie nam toe met de veldsterkte en het aantal succesvolle vluchten (waarbij pollen gevonden werden) daalde bij blootstelling aan 100 µT.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat een kortstondige blootstelling aan ELF-EMF negatieve gevolgen zou hebben op het vinden van voedsel. Echter lange-termijn studies zijn nodig om na te gaan of deze effecten blijvend zijn, hoe lang de "herstelperiode" is en om na te gaan of de insecten in staat zijn om zich aan te passen aan de veranderende veldsterkte. De bijen werden enerzijds blootgesteld aan een magnetisch veld van 20 µT dat hoger is dan deze onder een hoogspanningslijn. Anderzijds werden de bijen blootgesteld aan magnetische velden van 100, 1000 en 7000 µT die niet vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn.

In een volgende studie van al (2019) werden bijen gedurende 17 uur blootgesteld aan een magnetische velden van 100 µT en 1000 µT. De effecten van veld-realistische ELF-MF op leer- en agressieniveaus bij bijen werden onderzocht. De resultaten van dit onderzoek tonen aan dat korte termijnblootstelling aan ELF-MF op niveaus die in bijenkorven onder hoogspanningslijnen kunnen aangetroffen worden de leerprestaties verminderde en de agressieniveaus verhoogde.
Conclusie: Ook hier werd een eerder negatief effect op het gedrag van bijen vastgesteld. Lange-termijn studies zijn nodig om deze stelling te bevestigen of te verwerpen. Er dient opgemerkt te worden dat de magnetische veldsterktes niet vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn. Ook de blootstellingsduur was beperkt.

In [redacted] al. (2021) werd aangetoond dat de vleugelslagfrequentie van sprinkhanen verandert bij blootstelling aan 50 Hz magnetische velden waarbij de verandering sterker is als de veldsterkte toeneemt (100, 1000 en 7000 µT). De blootstellingsduur in dit experiment was < 15 s. Het effect op de vleugelslagfrequentie bleek afhankelijk te zijn van de initiële frequentie, waarbij sprinkhanen die vlogen met een frequentie lager dan 20 Hz hun vleugelslagfrequentie verhoogden, terwijl sprinkhanen die vlogen met een vleugelslagfrequentie hoger dan 20 Hz hun vleugelslagfrequentie verlaagden. Tijdens de toepassing van 50 Hz EMF werd de vleugelslagfrequentie meegevoerd tot een verhouding van 2:5 (twee vleugelslagcycli tot vijf EMF-cycli) van de toegepaste EMF. Deze resultaten tonen aan dat blootstelling aan ELF-MF's leidt tot kleine, maar significante veranderingen in de frequentie van de vleugelslag bij sprinkhanen.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat de vleugelslagfrequentie van sprinkhanen werd beïnvloed door het ELF-MF, waarbij het versnellen/vertragen afhankelijk was van de initiële vleugslagfrequentie. Ook hier is meer inzicht op het gedrag op lange termijn nodig en of er mogelijks een aanpassingsvermogen is. Er dient opgemerkt te worden dat de sprinkhanen werden blootgesteld aan magnetische velden die niet vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn.

In een recente studie van [redacted] al. (2022) werd het effect op het gedragspatroon van bijen bestudeerd bij blootstelling aan magnetische velden. Bijen werden blootgesteld aan een magnetisch veld van 1000 µT en 1700 µT bij 50 Hz gedurende 10 minuten, 1 uur en 3 uren. Blootstelling aan magnetische velden bleek de gedragspatronen significant te beïnvloeden, maar het was moeilijk om de richting van de veranderingen te bepalen met toenemende tijd of intensiteit van blootstelling. Elke groep vertoonde individuele gedragspatronen maar er was één overheersend storend symptoom nl. verlies van evenwicht. Gedragsveranderingen zijn een indicatie van de reactie op het magnetisch veld.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat blootstelling aan ELF-MF zorgt voor gedragsveranderingen bij bijen. Bemerk dat de blootstellingsniveaus in deze studie zeer hoog zijn en niet vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn. Ook de blootstellingsduur was zeer kort, maar voor bijen is een korte blootstellingduur relevant gezien deze vaak slechts een kort periode in de buurt van een hoogspanningslijn zijn en dan verder vliegen.

Wyszkowska [redacted] al. (2016) onderzochten de invloed van ELF-MF op het gedrag, de neuronale en spierreacties en de niveaus van stresseiwitten bij woestijnsprinkhanen. De woestijnsprinkhanen werden gedurende 24 uur blootgesteld aan EMF van 4000 µT en 7000 µT bij 50 Hz. Uit de resultaten van deze studie is gebleken dat blootstelling aan ELF-MF de trapkracht en het normale loopgedrag van sprinkhanen verminderde en de niveaus ven stresseiwitten verhoogde.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat blootstelling aan ELF-MF negatieve gevolgen heeft op het gedrag van woestijnsprinkhanen en stress verhoogt. Merk wel op dat de onderzochte blootstellingsniveaus zeer hoog zijn en niet vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn. Ook de blootstellingsduur was kort.

In een studie van [redacted] al. (2018) werd het effect van blootstelling aan EMF op de reactie van kakkerlakken op schadelijke hitte geëvalueerd. De kakkerlakken werden 24 uur, 72 uur en 7 dagen blootgesteld aan een magnetisch veld van 7000 µT bij 50 Hz. De resultaten van dit onderzoek tonen aan dat blootstelling aan EMF de reactie van kakkerlakken op schadelijk hitte verandert. Hoe langer de blootstelling, hoe sterker het effect werd waargenomen. Waarschijnlijk heeft dit te maken met het feit dat blootstelling aan EMF de pijngevoeligheid en pijnremming beïnvloedt. Verder is ook gebleken dat blootstelling aan EMF leidde tot oxidatieve stress bij kakkerlakken.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat blootstelling aan zeer sterke magnetische velden zorgt voor oxidatieve stress en een verandering van de reactie op schadelijke hitte bij kakkerlakken. Merk op

dat de kakkerlakken gedurende een korte periode werden blootgesteld aan een magnetisch veld dat niet vergelijkbaar is met deze onder een hoogspanningslijn.

[redacted] al. (2013) onderzochten de invloed van ELF-MF op de genexpressie en het voortplantingsvermogen van mannelijke fruitvliegen (*Drosophila melanogaster*). De mannelijke fruitvliegen werden blootgesteld aan een magnetisch veld van 3000 µT bij 50 Hz. Uit dit onderzoek bleek dat langdurige blootstelling aan ELF-MF meer genexpressieveranderingen veroorzaakte dan korte termijnblootstelling. Het betreft veranderingen in expressie van genen die betrokken zijn bij metabole processen, reactie op stress, veroudering, celdood en cellulaire ademhaling. Verder werd ook aangetoond dat kortdurende blootstelling het voortplantingsvermogen van de mannelijke fruitvliegen kan verminderen.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat hoge blootstelling aan een magnetisch veld dat niet vergelijkbaar is met deze onder een hoogspanningslijn een negatief effect heeft op verschillende processen bij fruitvliegen.

In een recente studie van [redacted] al. (2022) werd het effect van ELF-MF op de ontwikkeling van bijenlarven bestudeerd. De larven werden van de tweede levensdag tot het einde van de individuele ontwikkeling blootgesteld aan een magnetisch veld van 3000 µT bij 50 Hz. De resultaten van dit onderzoek tonen aan dat blootstelling aan ELF-MF een negatieve invloed heeft op het lichaamsgewicht, de overlevingskansen, de groei, de ontwikkeling en de ontwikkelingsduur van de bijenlarven. Verder is ook gebleken dat blootstelling aan ELF-MF een negatieve invloed heeft op het nutriënten- en energiemetabolisme van de bijenlarven en de metamorfose en verpopping ernstig verstoort.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat hoge blootstelling aan een magnetisch veld dat niet vergelijkbaar is met deze onder een hoogspanningslijn een negatief effect heeft op de ontwikkeling en verpopping van bijenlarven.

[redacted] al. (2020) bestudeerden het effect van MF (72-280 µT) op het zoeken naar voedsel bij honingbijen. Hoewel geweten is dat bijen een MF gebruiken als signaal om voedsel te lokaliseren, bleek uit de experimenten van [redacted] al. (2020) dat bijen kunnen gebruik maken van het MF, maar dat andere signalen belangrijker zijn (vb. kleur van bloemen).
Conclusie: Deze studie toonde aan dat bijen andere signalen kunnen prefereren boven het MF. De bijen werden in de verschillende experimenten blootgesteld aan magnetische velden die niet vergelijkbaar zijn met deze onder een hoogspanningslijn en de frequentie van het magnetisch veld was niet gekend.

[redacted] al. (2013) onderzochten het effect van een MF op de bewegingsactiviteit van fruitvliegen (*Drosophila subobscura*). Zowel eerste stadium larven als juist ontpopte volwassen fruitvliegen werden gedurende 48 uur blootgesteld aan een extreem laag magnetisch veld van 500 µT bij 50 Hz. Uit deze studie bleek dat de bewegingsactiviteit daalde bij blootstelling aan MF onafhankelijk van het ontwikkelingsstadium van de fruitvliegen.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat blootstelling aan MF resulteerde in een dalende bewegingsactiviteit bij fruitvliegen. Dit is niet noodzakelijk negatief, dit kan ook een aanpassing zijn aan de veranderde omgeving. Merk wel op dat de fruitvliegen gedurende een korte periode werden blootgesteld aan een magnetisch veld dat niet vergelijkbaar is met deze onder een hoogspanningslijn.

[redacted] al. (2016) bestudeerden het koppelingsmechanisme van elektromagnetische velden en thermische stress bij fruitvliegen (*Drosophila melanogaster*). Hiervoor werden de vliegen blootgesteld

aan een magnetisch veld van 3000 µT bij 50 Hz. Uit deze studie kon geconcludeerd worden dat de negatieve effecten van thermische stress op de sterftecijfers, de levensduur en de voortbeweging van de fruitvliegen versterkt worden door blootstelling aan elektromagnetische velden. Thermische stress en elektromagnetische velden veroorzaken dus m.a.w. een synergetisch effect.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat EMF bepaalde stressfactoren kan versterken. Er dient wel opgemerkt te worden dat de fruitvliegen werden blootgesteld aan een magnetisch veld dat niet vergelijkbaar is met deze onder een hoogspanningslijn.

In de studie van [redacted] al. (2000) werd de invloed van laagfrequente magnetische velden op de groei en ontwikkelingsstabiliteit van fruitvliegen (*Drosophila melanogaster*) bestudeerd. De fruitvliegen werden blootgesteld aan een magnetisch veld van 1.5 µT en 80 µT bij 60 Hz. Uit de resultaten van deze studie bleek dat blootstelling aan magnetisch velden van 1.5 µT en 80 µT leidde tot een significante vermindering van het gewicht van de vliegen. Verder vertoonden de vliegen in een veld van 80 µT een lagere ontwikkelingsstabiliteit. Een groot deel van deze vliegen had gefuseerde buiksegmenten. Blootstelling aan een magnetisch veld van 1.5 µT vertoonde een hogere ontwikkelingsstabiliteit van de fruitvliegen in vergelijking met de controlevliegen.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat een lagere veldsterkte ook negatieve gevolgen zou hebben op de ontwikkeling van fruitvliegen. Meer onderzoek om na te gaan of deze effecten al dan niet blijvend zijn is nodig. In deze studie werden de fruitvliegen enerzijds blootgesteld aan een magnetisch veld van 1.5 µT dat vergelijkbaar is met deze onder een hoogspanningslijn. In deze studie werden de fruitvliegen anderzijds blootgesteld aan een magnetisch veld van 80 µT dat iets hoger is dan deze onder een hoogspanningslijn.

[redacted] al. (2015) onderzochten de invloed van wisselende magnetische velden van 60 Hz op de magnetische oriëntatie en magnetosensitiviteit van vuurmieren. De vuurmieren werden blootgesteld aan wisselende magnetische velden van 21 µT, 40 µT en 57 µT in aanwezigheid van constante magnetische velden van 10 µT, 16 µT, 26 µT en 29 µT. De parameters die gemeten werden om de magnetosensiviteit en de magnetische oriëntatie te bepalen waren de ontsnappingstijd en de oriëntatiehoek ten opzichte van de geomagnetische N-Z as. Concluderend werd vastgesteld dat de vuurmieren gevoelig zijn voor magnetische velden. Hun magnetische oriëntatie en magnetosensitiviteit veranderen afhankelijk van de relatie tussen constante en wisselende magnetische velden. In dit onderzoek werd waargenomen dat het gedrag van de mieren enkel aangepast werd bij de volgende magnetische veldintensiteiten: constant 10 µT en wisselend 57 µT, constant 26 µT en wisselend 40 µT en constant 29 µT en wisselend 40 µT.
Conclusie: Deze studie toonde aan dat de sterkte van het magnetisch veld een sterke invloed bleek te hebben op het gedrag van vuurmieren. De vuurmieren werden wel blootgesteld aan magnetische velden die iets hoger zijn dan deze onder een hoogspanningslijn.

4.4.2 Studies onder hoogspanningslijn

Studies die het effect van het EMF geproduceerd door hoogspanningslijnen op bestuivers/insecten/biodiversiteit bestuderen werden niet gevonden. Wel werden een aantal studies gevonden die het gedrag en voorkomen van bijen en vlinders nabij hoogspanningslijnen bestudeerden. [redacted] al. (2021) evalueerden het voorkomen van bosvlinders nabij hoogspanningsmasten in coniferen plantages in Japan. Hieruit bleek dat de verscheidenheid aan species en het aantal species het hoogste was nabij hoogspanningsmasten. Dit omdat rond hoogspanningsmasten open plekken zijn in het bos waar bloeiende planten kunnen groeien die een voedingsbron zijn voor de vlinders. Ook [redacted] al. (2020) onderzochten het effect van open plekken in het bos door hoogspanningsmasten in Polen. Zowel vlinders als kevers waren meer divers en

kwamen meer voor nabij masten in deze open plaatsen in het bos. [redacted] al. (2016) bestudeerden ook de impact van hoogspanningsmasten in Zweden, zowel in bossen als in landbouwgebied. Ook hier was de diversiteit en het aantal het grootst nabij de masten. [redacted] al. (2022) en [redacted] al. (2019) evalueerden het voorkomen en de soortenrijkdom van bijen nabij hoogspanningsmasten in de VS. Hieruit bleek ook dat de verscheidenheid aan species en het aantal species het hoogste was nabij hoogspanningsmasten wegens de grote diversiteit aan bloeiende planten. *Gezien in de gebieden waar de observaties gedaan werden sowieso ook straling aanwezig was, kan men zich afvragen of het positief effect door het creëren van open plekken in het bos / natuurlijke flora in landbouwgebieden een meer positief effect heeft dan de straling die vrijkomt?*

Hoewel deze studies onder hoogspanningslijnen zijn gebeurd, werd het EMF niet gemeten waardoor er geen info is over de effectieve blootstellingsniveaus (dus de kwaliteit van de studies voor dit beoogde doel is niet zeer goed). De frequentie van het magnetisch veld is ook niet gekend.

Conclusie

Net zoals vogels, zouden insecten potentieel vrij gevoelig zijn voor magnetische straling en zou antropogene magnetische straling door hoogspanningslijnen hun oriëntatie en gedrag ***kunnen*** verstoren. Echter werd recent ook aangetoond dat vb. bijen onder bepaalde omstandigheden andere signalen vb. kleurprioriteit hebben t.o.v. het magnetisch veld.

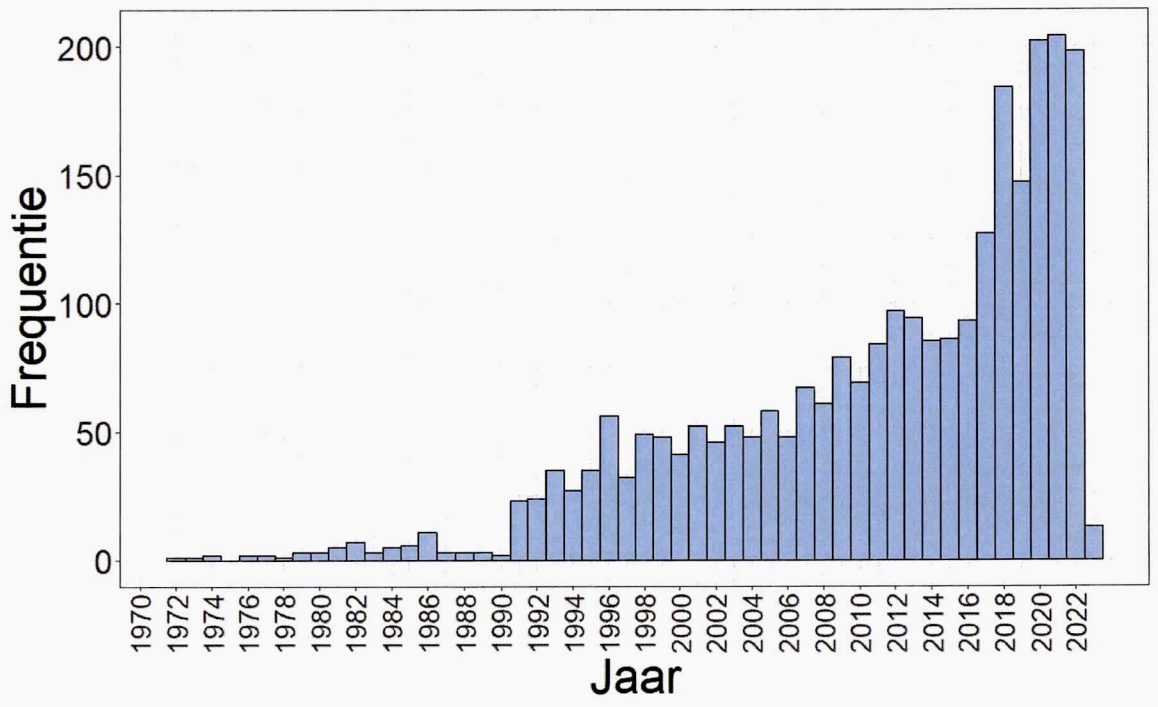
Wat betreft de invloed op de fysiologie, was de literatuur niet consistent en kan het effect zowel positief, neutraal of negatief zijn. Al lijkt de trend eerder naar negatief te gaan. Maar opnieuw moeten we opmerken dat de blootstelling onder labo-omstandigheden vaak hoger is dan onder hoogspanningslijnen en dat de blootstellingsduur kort is. Meer inzicht in mogelijke lange-termijn effecten en of de insecten kunnen gewennen aan blootstelling is nodig. Het wordt daarom aanbevolen om de studies op te volgen. Verder is het ook belangrijk om te vermelden dat er heel wat onderzoek gedaan wordt naar het effect van hoogspanningsmasten op de biodiversiteit. Hieruit blijkt dat deze steeds een indirect positief effect hebben op de diversiteit en aantal insecten. Hoogspanningsmasten creëren immers open plekken in het bos waar lage vegetatie een kans krijgt en onbewerkte plekken in de akker waar onkruiden, die insecten aantrekken, kunnen groeien. Hoewel deze studies eerder focussen op de fysieke effecten van masten, is er onvermijdelijk ook straling aanwezig. *Hypothese: Misschien zijn positieve effecten van de mast op de biodiversiteit wel groter dan de niet-bewezen negatieve effecten van de straling?*

5 TOPIC MODELLING

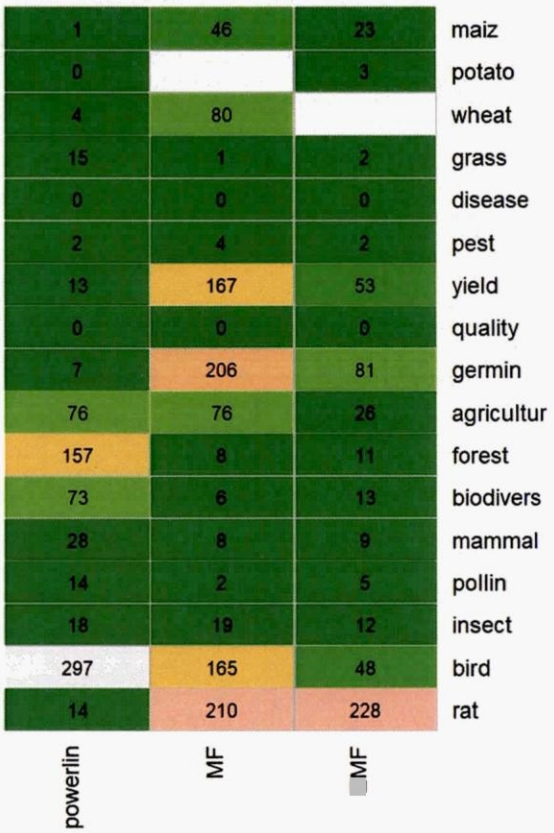
Met de zoekquery uit sectie 3.1 werden meer dan 2500 artikels gevonden in database WoS/Scopus. Het is uiteraard onmogelijk om deze studies allemaal te lezen en te beoordelen. Om een inzicht te krijgen in de structuur en het onderwerp van deze publicaties kan gebruik worden gemaakt van Topic modelling (een unsupervised machine learning technique) en Natural Language Processing (NLP) technieken. Zo kan de inhoud van de documenten omgezet worden naar "topics", lijsten met woorden die statistisch gezien vaak in de buurt van elkaar voorkomen. Zo kunnen verborgen patronen aanwezig in de corpus gevonden worden en kunnen de meest en minder voorkomende topics bestudeerd worden.

Zoals blijkt uit **Figuur 13** stijgt het aantal artikels in functie van de tijd. **Figuur 14** toont een heatmap met de frequenties van artikels waarin een bepaalde combinatie van twee termen voorkomt. E.g. er zijn 210 artikels die "magnetic field (MF)" en "rat" vermelden. 14 artikels vermelden "rat" en "powerline" etc. Uit deze heatmap blijkt duidelijk dat vogels in relatie tot hoogspanningslijnen het meeste bestudeerd werden (297 artikels). Maar "MF" of "EMF" worden niet steeds vermeld aangezien heel wat studies botsingen van vogels met hoogspanningslijnen of elektrocutie bestuderen. Het is ook duidelijk dat de impact van EMF en MF vaak bestudeerd wordt op ratten, maar powerline wordt weinig vermeld aangezien het meestal om studies op laboschaal gaat. Het valt ook op dat MF en germination (germin) zeer vaak bestudeerd worden (206). Zoals hoger vermeld kan een magnetisch veld gebruikt worden om kieming te stimuleren.

Verder zien we dat de studies rond vb. insect en bestuivers (pollinators) zeer beperkt zijn. Ook de impact van MF en EMF op biodiversiteit lijkt niet vaak in studies voor te komen.



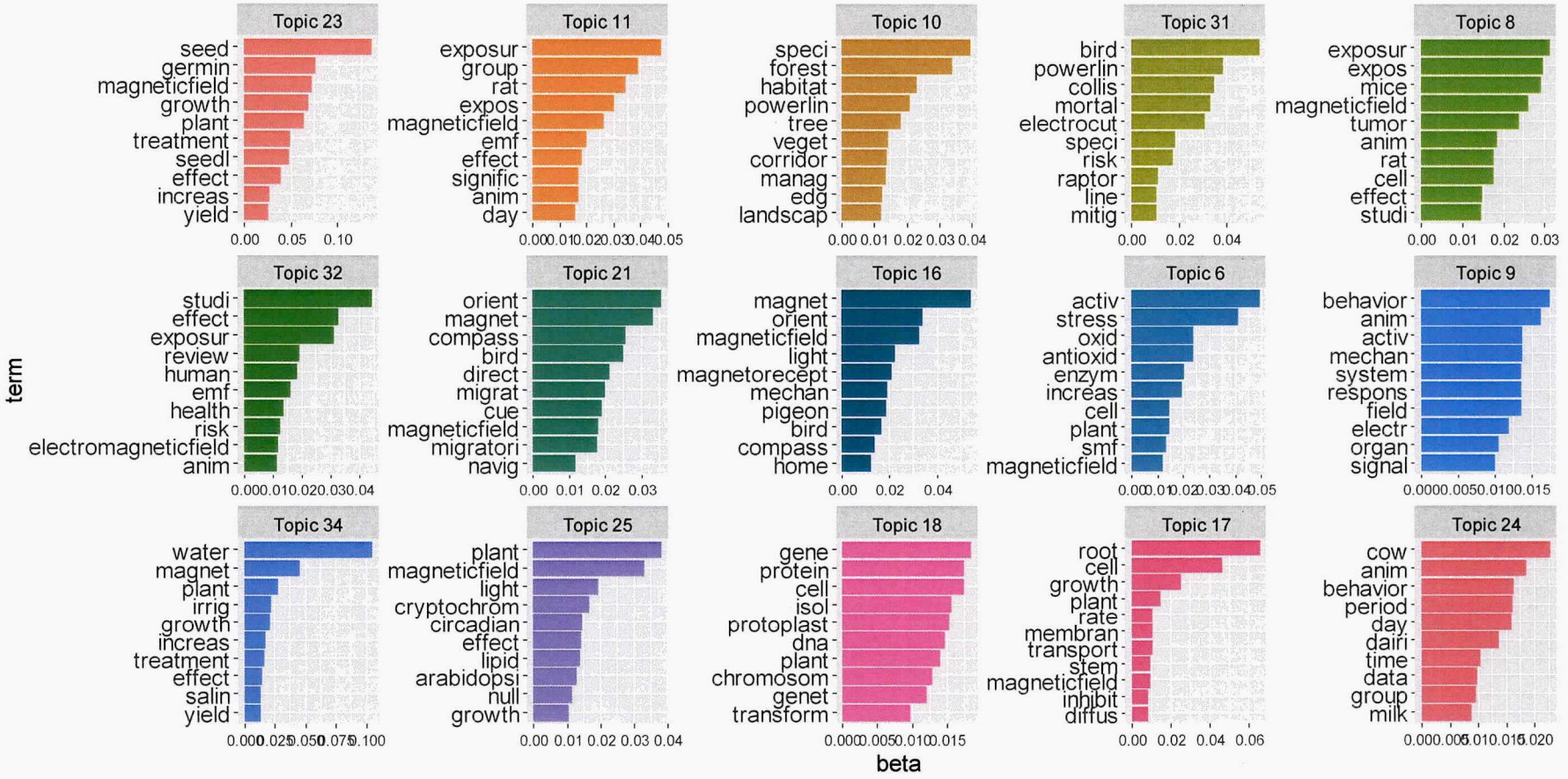
Figuur 15: Aantal artikels gevonden met de query (30/01/23) uit Sectie 3.1 in functie van de tijd.



Figuur 16: Heatmap met frequentie van artikels waarin een bepaalde combinatie van twee termen voorkomt. Bemerk dat de termen werden gereduceerd tot hun "stem" (stamwoord), vb. forest, forests, forestry => forest. De kleur van de cellen is een maat voor het aantal keer deze termen werden waargenomen, gaande van wit (frequent) tot roze – oranje – lichtgroen -dondergroen (zelden).

Figuur 17 toont de output van het *topic modelling* algoritme. De topics bestaan uit groepen van woorden die statistisch gezien vaak in de buurt van elkaar voorkomen. De topics worden in Figuur 18 op de y-as vermeld. De volgorde waarin de topics in de figuur staan is volgens belangrijkheid. Zoals blijkt uit deze figuur focussen de meeste studies die gevonden werden met de query zich op het effect van magnetische velden op kieming en opbrengst van planten (Topic 23). De tweede belangrijkste groep van studies is deze over ratten (Topic 11). Topic 10 vervolledigt de top 3 met studies over hoe hoogspanningslijnen mogelijks het landschap verstoren. Op nummer 4 staan de artikels omtrent botsingen van vogels met hoogspanningsmasten.

Deze "geautomatiseerde" screening van meer dan 2500 artikels leert ons dus dat er nog veel onderwerpen zijn waar weinig over gepubliceerd is, e.g. biodiversiteit, effect op insecten. Verder is ook het effect van hoogspanningslijnen op dierlijke productie weinig bestudeerd.



Figuur 19: Resultaat van de topic modelling.

6 BESLUIT

6.1 KWALITEIT VAN DE STUDIES

De studies werden meestal goed tot zeer goed beoordeeld wat betreft de studiekwaliteit, i.e. identieke omstandigheden controle en blootgestelde groep en dataverwerking met de correcte statistiek. Bij de labo-experimenten werd de blootstelling steeds nauwkeurig gemeten. Echter bij studies onder labo-omstandigheden is de tijd van blootstelling vaak beperkt en is de ruimte te klein. Bij de experimenten onder hoogspanningslijnen werd vaak enkel de afstand vermeld en werd het effectieve veld niet gemeten. Indien dit niet gebeurde werd dit als minpunt onder de studies weergegeven. Vooral op het criterium "herhaalexperimenten" scoorden veel studies minder. Labostudies worden vaak in herhalingen opgezet, maar deze worden meestal niet in de tijd herhaald (i.e. eenzelfde experiment opnieuw opzetten met andere dieren, op een ander tijdstip en opnieuw dezelfde metingen doen). Echter gezien de conclusies van dit rapport gebaseerd zijn op zeer veel onafhankelijke studies is het niet uitvoeren van herhaalexperimenten op zich geen probleem.
Veldexperimenten worden meestal ofwel op één locatie gedurende meerdere jaren uitgevoerd of gedurende één jaar op meerdere locaties, maar meestal nooit beide. Bij studies onder veldomstandigheden worden "confounding" factors (e.g. effect weersomstandigheden en andere omgevingsparameters) vaak niet meegenomen.

Het aantal dieren dat onderzocht werd in de dierproeven was vaak beperkt (wellicht uit praktische overwegingen). Nergens wordt vermeld of er vooraf een power analyse werd uitgevoerd om de "sample size" te bepalen. Ook werd meestal niet over verschillende generaties heen gekeken.

Bij de meeste studies dient er ook rekening gehouden te worden met een bepaalde vooringenomenheid van de auteurs die vasthangt aan een persoonlijk waardenkader. Bij de studies met ratten en muizen wordt er bijvoorbeeld vaak direct een link gelegd met de mens en geldt diezelfde conclusie voor de mens terwijl die bepaalde eigenschap niet onderzocht werd op de mens zelf. Een groep van onderzoekers houdt zich ook vaak bezig met één bepaalde thematiek zoals bijvoorbeeld de invloed op vruchtbaarheid, ontwikkeling van embryo's etc. waardoor bij het trekken van conclusies niet ruimer wordt gekeken dan die bepaalde thematiek. Als er bijvoorbeeld geconcludeerd wordt dat het effect op de bestudeerde eigenschap negatief is, dan blijven de onderzoekers vaak bij dit standpunt en gaan ze zich daarop fixeren, wat kan leiden tot een zogenaamde confirmation bias. Maar het kan even goed zijn dat er verder onderzoek op lange termijn nodig is om effectief conclusies te kunnen trekken

6.2 AANBEVELINGEN

6.2.1 Vertebraten

Bij deze studies werd vaak een klein aantal dieren onderzocht onder labo-omstandigheden waarbij de stralingsniveaus vaak hoger zijn dan nabij een hoogspanningslijn. Merk op dat er geen algemene richtlijn is voor een minimum aantal dieren dat moet gebruikt worden. De steekproefgrootte is

immers afhankelijk van o.a. de grootte van het effect dat wordt verwacht, de nauwkeurigheid waarmee een bepaalde eigenschap kan gemeten worden en de natuurlijke variatie van een bepaalde eigenschap.
Om conclusies te kunnen trekken of ELF-EMF al dan niet negatieve gevolgen heeft op landbouwhuisdieren (door verminderde presentaties) of op de biodiversiteit/omgeving (door veranderde species samenstelling) zijn er meer lange-termijn studies, over verschillende generaties van dieren heen, nodig en wordt het aanbevolen om de studies op te volgen.

6.2.2 Planten

Ook hier was het aantal veldstudies vrij beperkt en zijn er meer lange-termijn studies onder verschillende omstandigheden nodig, waarbij voldoende rekening gehouden wordt met confounding factors, zoals vb. drupschade door de lijn, moeilijker bewerken van akker rond de hoogspanningsmast, wat ook gevolgen kan hebben voor de productiviteit van het gewas. Het wordt daarom aanbevolen om de studies op te volgen.

6.2.3 Insecten

Hoewel insecten zeer kleine organismen zijn, zijn deze zeer belangrijk voor de biodiversiteit. Op basis van bovenstaande literatuurstudie blijkt dat insecten zeer gevoelig zijn voor magnetische straling en dat antropogene straling, waaronder deze afkomstig van hoogspanningsverbindingen, bepaalde processen kan beïnvloeden. Verder onderzoek is nodig omtrent de omstandigheden waaronder magnetoreceptie van belang is en welke andere stimuli onder bepaalde omstandigheden mogelijks prioriteit krijgen. Ook dient nagegaan te worden of insecten zich mogelijk kunnen aanpassen aan vb. ELF-MF gezien deze vaak voorkomen rond hoogspanningsmasten. Het wordt daarom aanbevolen om het onderzoek op te volgen.

6.3 EFFECT VAN ELF-EMF OP FAUNA EN FLORA

In de grijze kaders wordt telkens een gedetailleerd besluit gegeven omtrent de invloed van ELF-EMF op fauna en flora voor de verschillende bestudeerde eigenschappen. Het is duidelijk dat verschillende species in staat zijn om magnetische velden en veranderingen van magnetische velden aan te voelen (magnetoreceptie). In de literatuur was er voor de meeste van de bestudeerde eigenschappen geen consensus te vinden of antropogene straling met een frequentie van 50 Hz (of 60 Hz), zoals deze afkomstig van hoogspanningsverbindingen, al dan niet gevolgen heeft voor de gezondheid. Er kan geconcludeerd worden dat een verandering in het magnetische veld door e.g. hoogspanningslijnen onder bepaalde omstandigheden een "effect" (vb. cellulaire verandering, genexpressie) uitlokt. Of dit effect al dan niet resulteert in een respons (vb. verandering in vruchtbaarheid, gedrag) is opnieuw afhankelijk van verschillende randfactoren (vb. gezondheidstoestand, leeftijd, genetica, andere omgevingsstimuli). Er werden zowel positieve als negatieve responsen gevonden in de literatuur. Verder werden de mogelijke economische gevolgen van negatieve responsen niet bestudeerd. In de studies m.b.t. insecten werd ook nooit de balans gemaakt tussen de mogelijks negatieve gevolgen van straling en de mogelijks positieve gevolgen door de fysieke aanwezigheid van de mast waaronder een meer diverse vegetatie voorkomt.

Op dit ogenblik kan uit het huidig onderzoek niet afgeleid worden of antropogene straling met een frequentie van 50 Hz (of 60 Hz) al dan niet schadelijk is voor fauna en flora. Het wordt daarom aanbevolen om het onderzoek op te volgen.

REFERENTIES

[redacted] al. (2015). Alternating magnetic fields of 60 Hz affect magnetic orientation and magnetosensitivity of fire ants. Journal of Insect Behavior, 28, 664–673. (https://doi.org/10.1007/s10905-015-9534-0).

[redacted] (1986). Effects of long-term exposure to a 400-kV, 50-Hz transmission line on estrous and fertility in cows. Preventive Veterinary Medicin, 5 (1), 21-36. (https://doi.org/10.1016/0167-5877(87)90003-1).

[redacted] (2001). Large granular lymphocytic (LGL) leukemia in rats exposed to intermittent 60 Hz magnetic fields. Bioelectromagnetics, 22, 185-193. (https://doi.org/10.1002/bem.37).

[redacted] (2008). Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 105, 13451-5. 10.1073/pnas.[redacted].

[redacted] (2016). Power-line corridors as source habitat for butterflies in forest landscapes. Biological Conservation, 201, 320-326. (https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.07.034).

Bernabò N., Tettamanti E., Russo V., [redacted] A., Turriani M., Mattoli M., Barboni B. (2010). Extremely low frequency electromagnetic field exposure affects fertilization outcome in swine animal model. Theriogenoloy, 73, 1293-1305. (https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.12.010).

[redacted] (2018). Results of lifespan exposure to continuous and intermittent extremely low frequency electromagnetic fields (ELFEMF) administered alone to Sprague Dawley rats. Environmental Research, 164, 271-279. (https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.02.036).

[redacted] (2003). Effect of 10 kV, 30 μT, 60 Hz electric and magnetic fields on milk production and feed intake in nonpregnant dairy cattle. Bioelectromagnetics, 24, 557–563. (https://doi.org/10.1002/bem.10132).

[redacted] (1998). Progesterone concentrations during estrous cycle of dairy cows exposed to electric and magnetic fields. Bioelectromagnetics, 19, 438–443. (https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-186X(1998)19:7<438::AID-BEM6>3.0.CO;2-2).

[redacted] (2020). Low strength magnetic fields serve as a cue for foraging honey bees but prior experience is more indicative of choice. Bioelectromagnetics, 41, 458-470. (https://doi.org/10.1002/bem.22285).

(2003). Developmental toxicity evaluation of ELF magnetic fields in Sprague–Dawley rats. Bioelectromagnetics, 24, 231-240. (https://doi.org/10.1002/bem.10114).

(2010). Lack of a co-promotion effect of 60 Hz circularly polarized magnetic fields on spontaneous development of lymphoma in AKR mice. Bioelectromagnetics, 31, 130-139. (https://doi.org/10.1002/bem.20538).

(2008). Lack of a co-promotion effect of 60 Hz rotating magnetic fields on N-ethyl-N-nitrosourea induced neurogenic tumors in F344 rats. Bioelectromagnetics, 29, 539-548. (https://doi.org/10.1002/bem.20422).

(2009). Magnetic fields produced by power lines do not affect growth, serum melatonin, leukocytes and fledging success in wild kestrels. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 150 (3), 372-376.(https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2009.06.002).

(2013). Temporal pattern of *Drosophila subobscura* locomotor activity after exposure to extremely low frequency magnetic field (50 Hz, 0.5 mt). Drosophila Information Service, 96 (2013).

(2014). Effects of exposure to extremely low frequency magnetic fields on spermatogenesis in adult rats. Bioelectromagnetics, 35, 58-69. (https://doi.org/10.1002/bem.21816).

(2022). Effects of an early mass-flowering crop on wild bee communities and traits in power line corridors vary with blooming plants and landscape context. Landscape Ecology, 37, 2619–2634. (https://doi.org/10.1007/s10980-022-01495-9).

(2011). Down-regulation of metallothionein 1 and 2 after exposure to electromagnetic field in mouse testis. Iran Biomedical Journal, 15 (4), 151-156.

(2002). Long-term exposure of male and female mice to 50 Hz magnetic field: effects on fertility. Bioelectromagnetics, 23(2), 168-72. (doi: 10.1002/bem.109).

(2012). Effect of electric power lines stress on growth, some metabolic activities, and yield of maize (*zea mays* L.). THE EGYPTIAN JOURNAL OF EXPERIMENTAL BIOLOGY (Botany), 8(2),151-159.

(1997). The effect of pulsed and sinusoidal magnetic fields on the morphology and developing of chick embryos. Bioelectromagnetics, 18, 431-438.

(2005). The effects of electromagnetic fields from power lines on avian reproductive biology and physiology: A aeview. Journal of toxicology and environmental health. Part B, Critical reviews, 8, 127-40. (10.1080/10937400590909022).

(2004). Effects of whole-body 50 Hz magnetic field exposure on mouse Leydig cells. The Scientific World Journal, 4(S2), 83–90. (https://doi.org/10.1100/tsw.2004.182).

(2009). Gmsh, a three-dimensional finite element mesh generator with built-in pre- and post-processing facilities. International Journal for Numerical Methods in Engineering, 79(11), 1309-1331.

(2012). ONELAB: Open Numerical Engineering LABoratory, Proceedings of the 7th European Conference on Numerical Methods in Electromagnetism (NUMELEC2012), July 3-5, 2012.

(2000). Growth and developmental stability of Drosophila melanogaster in low frequency magnetic fields. Bioelectromagnetics. 2000 Sep; 21(6): 465-72. PMID: 10972950.

(1998). Mogliche Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder auf die Brutbiologie von Vögeln am Beispieleiner Population von höhlenbrütenden Singvögeln an einer Stromtrasse. Z.Vogelk. Natursch. Hessen Vogen. Umwelt 9, 215–246.

(2001). Long-term effects of 60 Hz electric vs. magnetic fields on IL-1 and IL-2 activity in sheep. Bioelectromagnetics, 22(3), 170-7. (DOI: 10.1002/bem.35).

and (2004). Lack of alterations on meiotic chromosomes and morphological characteristics of male germ cells in mice exposed to a 60 Hz and 2.0 mT magnetic field. Bioelectromagnetics, 25, 63-68. (https://doi.org/10.1002/bem.10184).

(2016). The radical-pair mechanism of magnetoreception. Annual Review of Biophysics, 5(45), 299-344. (10.1146/annurev-biophys-032116-094545).

(1993). Effects of low-frequency magnetic fields on fetal development in rats. Bioelectromagnetics, 14(3), 205-13. (doi: 10.1002/bem. 4).

(2000). Effects of low-frequency magnetic fields on implantation in rats. Reproductive Toxicology, 15 (1), 49-59. (https://doi.org/10.1016/S0890-6238(00)00110-6).

(2012). Temporal patterns of extremely low frequency magnetic field induced motor behavior changes in Mongolian gerbils of different age. International Journal Radiation Biology 2012 Apr;88(4):359-66. (10.3109/09553002.2012.652725).

(2020). No apparent effect of a magnetic pulse on free-flight behaviour in northern wheatears (Oenanthe) at a stopover site. Journal of The Royal Society Interface, 19, 20210805,20210805. (10.1098/rsif.2021.0805).

(1994), Effects of prenatal exposure to 50 Hz magnetic fields on development in mice: I. Implantation rate and fetal development. Bioelectromagnetics, 15, 349-361. (https://doi.org/10.1002/bem 9).

(2021). Causal theory on acceleration of seed germination in the vicinity of high voltage direct current transmission line. Journal of Theoretical Biology, 531, 110899, ISSN 0022-5193. (https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2021.110899).

(2000). Teratogenic effect of sinusoidal extremely low frequency electromagnetic fields on morphology of 24 hr chick embryos. Indian Journal of Experimental Biology, 38, 692-699.

(2017). Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on turkeys. Poultry Science, 97(2), 634-642. (doi: 10.3382/ps/pex304. PMID: 29077912).

(1993). Melatonin secretion and puberty in female lambs exposed to environmental electric and magnetic fields. Biology of Reproduction, 49(4), 857-64, 1993.

(2004). Effects of 60 Hz electromagnetic field exposure on testicular germ cell apoptosis in mice. Asian Journal Andrology, 6, 29-34. PMID: 15064831.

(2022). Effects of non-ionizing electromagnetic fields on flora and fauna, Part 2 impacts: how species interact with natural and man-made EMF. Reviews on Environmental Health, 37(3), 327-406. (https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0050).

(2022). Extremely low-frequency electromagnetic field impairs the development of honeybee (*Apis cerana*). Animals, 12(18), 2420. (DOI: 10.3390/ani12182420).

(2019). Effects of continuous exposure to power frequency electric fields on soybean Glycine max. Journal of Environmental Radioactivity, 204, 35-41, 10.1016/j.jenvrad.2019.03.026.

(2013). Gene expression and reproductive abilities of male Drosophila melanogaster subjected to ELF-EMF exposure. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 758, 1-2, 95-103. (https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2013.10.004).

(2019). Effect of 50 Hz magnetic field on chicken embryo development and course of hatching. Science, Technology and Innovation Journal, 5(2), 44-49.

(1994). Effects of Weak Alternating Magnetic Fields on Nocturnal Melatonin Production and Mammary Carcinogenesis in Rats. Oncology, 51, 288-295. (https://doi.org/10.1159/000227352).

(1995). Linear relationship between flux density and tumor co-promoting effect of prolonged magnetic field exposure in a breast cancer model. Cancer Letters, 6(2), 175-180. (https://doi.org/10.1016/0304-3835(95)03926-N).

(1993). Tumor promotion in a breast cancer model by exposure to a weak alternating magnetic field. Cancer Letters, Volume 71, Issues 1–3, Pages 75-81. (https://doi.org/10.1016/0304-3835(93)90100-N).

(1983). High Voltage Transmission and Environmental Effects. Right of Way, 15-19.

(2018). Electromagnetic field exposure (50 Hz) impairs response to noxious heat in American cockroach. Journal of Comparative Physiology A, 204, 605-611. (https://doi.org/10.1007/s00359-018-1264-2).

(2018). The impacts of artificial electromagnetic radiation on wildlife (flora and fauna). Current knowledge overview: A background document to the web conference. A Report of the EKLIPSE Project (http://www.eklipse-mechanism.eu/).

(1997). Evaluation of the potential carcinogenicity of 60 Hz linear sinusoidal continuous-wave magnetic fields in Fischer F344 rats. The FASEB Journal, 11, 1127-1136. (https://doi.org/10.1096/fasebj.11.13.9367347).

(2003). A 60 Hz magnetic field does not affect the incidence of squamous cell carcinomas in SENCAR mice. Bioelectromagnetics, 24, 75-81. (https://doi.org/10.1002/bem.10067).

(1991). Cancer promotion in a mouse-skin model by a 60-Hz magnetic field: II. Tumor development and immune response. Bioelectromagnetics, 12, 273-287. (https://doi.org/10.1002/bem.2250120503).

(1994). Effects of static and time-varying (50-Hz) magnetic fields on reproduction and fetal development in rats. Teratology 50(3), 229-37. (doi: 10.1002/tera. 8).

(2022). Exposure to magnetic fields changes the behavorial pattern in honybess under laboratory conditions. MDPI Animals, 12(7), 855. (https://doi.org/10.3390/ani12070855).

(1995), Biologic effects of prolonged exposure to ELF electromagnetic fields in rats: II. 50 Hz magnetic fields. Bioelectromagnetics, 16, 343-355. (https://doi.org/10.1002/bem.2250160602).

(2017). Magnetoreception- A sense without a receptor. PLoS Biol, 15(10), e2003234. (https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2003234).

(2021). Power line corridors in conifer plantations as important habitats for butterflies. Journal of Insect Conservation, 25, 829–840. (https://doi.org/10.1007/s10841-021-00343-6).

(1986). Impact of Powerlines on Cost of Crop Production. Arkansas farm research-Arkansas Agricultural Experiment Station (USA).

(2013). Effect of weak electromagnetic field on cardiac work, concentration of thyroid hormones and blood aminotranseferase lavel in the chick embryo. Acta Veterinaria Hungarica, 61(3), 383-91. (DOI:10.1556/AVet.2013.014).

(2015). Magnetic field as a method of improving the quality of sowing material: A review. International Agrophysics, 29 (3), 377-389.

(2020). Establishment and Maintenance of Power Lines are Important for Insect Diversity in Central Europe. Zool Stud. 4;59: e3. doi: 10.6620/ZS.2020.59-3. PMID: 32215060; PMCID: PMC7089852.

(2023). Biological Effects of Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields from 0 to 100 MHz on Fauna and Flora: Workshop Report. Health Physics, 124(1), 39-52. (DOI: 10.1097/HP.0000000000001624).

(2015). Effects of extremely low-frequency electromagnetic fields (ELF-EMF) exposure on B6C3F1 mice. Environ Health Prev Med 20(4), 287-93. (doi: 10.1007/s12199-015-0463-5).

(2002). Shedding light on vertebrate magnetoreception. Neuron, 34, 503-506.

(2004). Blood melatonin and prolactin concentrations in dairy cows exposed to 60 Hz electric and magnetic fields during 8 h photoperiods. Bioelectromagnetics, 25(7), 508-15. (doi: 10.1002/bem.20024).

(2003). Responses of the estrous cycle in dairy cows exposed to electric and magnetic fields (60 Hz) during 8-h photoperiods. Animal reproduction science, 77, 11-20. (doi: 10.1016/S0378-4320(02)00273-7).

Evaluation of the developmental toxicity of 60 Hz magnetic fields and harmonic frequencies in Sprague-Dawley rats. Radiat Res., 2000 May, 153 (5 Pt 2): 637-41. (doi: 10.1667/0033-7587).

(2020). Magnetic Field (MF) Applications in Plants: An Overview. *Plants,* 9(9), 1139. (https://doi.org/10.3390/plants9091139).

(2023). Over 50 years of behavioural evidence on the magnetic sense in animals: what has been learnt? The European Physical Journal Special Topics (https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-022-00755-8).

(2006). Changes in thyroid hormone levels in chicken embryos exposed to extremely low frequency electromagnetic field. European Poultry Science, Arch.Geflügelk., 70 (1), 41-47.

(2019). Increased aggression and reduced aversive learning in honeybees exposed to extremely low frequency electromagnetic fields. Plos One, 14(10), e0223614. (https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223614).

(2018). Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields impair the Cognitive and Motor Abilities of Honey Bees. Scientific Reports, 8, 7932. (https://doi.org/10.1038/s41598-018-26185-y).

(2021). Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields Entrain Locust Wingbeats. Bioelectromagnetics, 42(4): 296-308. (doi: 10.1002/bem.22336)

(2013). Cattle on pastures do align along the North–South axis, but the alignment depends on herd density. Journal of Comparative Physiology A, 199, 695–701. (https://doi.org/10.1007/s00359-013-0827-5).

(2003), Growth and yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and corn (*Zea mays* L.) near a high voltage transmission line. Bioelectromagnetics, 24, 91-102. (https://doi.org/10.1002/bem.10069).

(1995). Cortisol secretion and growth in ewe lambs chronically exposed to electric and magnetic fields of 60-Hertz 500-kilovolt AC transmission line. Journal of Animal Science, 73, 3274-3280. (DOI:10.2527/1995.73113274x).

(2012). Clutch size and egg volume in great tits (Parus major) increase under low intensity electromagnetic fields: A long-term field study. Environmental research, 118, 40-6. (10.1016/j.envres.2012.07.007).

(2016). Magnetosome biogenesis in magnetotactic bacteria. Nat Rev Microbiol, 14, 621-637. (https://doi.org/10.1038/nrmicro.2016.99, PMID: 27620945).

(2019). Risk to pollinators from anthropogenic electro-magnetic radiation (EMR): Evidence and knowledge gaps, Science of The Total Environment, 695, 133833. (https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133833).

(2019). Importance of transmission line corridors for conservation of native bees and other wildlife. Biological Conservation, 235, 147-156. (https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.03.042).

(2018). An experimental approach in revisiting the magnetic orientation of cattle. PLOS ONE 13(4): e0187848. (https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187848).

(2016). Exposure to extremely low frequency electromagnetic fields alters the behaviour, physiology and stress protein levels of desert locusts. Scientific Reports 6, Article number: 36413. (https://doi.org/10.1038/srep36413).

(1997). Carcinogenicity test of 50 Hz sinusoidal magnetic fields in rats. Bioelectromagnetics, 18, 531-540. (https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-186X(1997)18:8<531::AID-BEM1>3.0.CO;2-3).

(2016) Coupling Mechanism of Electromagnetic Field and Thermal Stress on *Drosophila melanogaster*. PLOS ONE, 11(9), e0162675. (https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162675).

APPENDIX

Studie	Jaar	Diersoort	# dieren	Type bestraling	Spanning (kV)	EF (kV/m)	MF (µT)	Freq (Hz)	duur (dagen)	Journal
	2009	Koe	1699	Hoogspanningslijn	380		8	50		PNAS
	2009			Hoogspanningslijn	380		8	50		PNAS
	2018	Koe	34	Artificiële bestraling						Plos one
	1998	Koe	16	Artificiële bestraling		10	30	60	3 cyclussen (24-27 dagen)	Bioelectromagnetics
	2003	Koe	16	Artificiële bestraling		10	30	60	3 cyclussen (24-27 dagen)	Animal Reproduction Science
	2003	Koe	16	Artificiële bestraling		10	30	60	3 cyclussen (24-27 dagen)	Bioelectromagnetics
	1995	Rat	256	Artificiële bestraling			5	50	224	Bioelectromagnetics
	1994	Rat	36	Artificiële bestraling			0.6	50	91	Karger
	2009	valk	250	Hoogspanningslijn	150	2,4-2,6	8.63	50		Comp. Biochem. Physiol. C Toxicol. Pharmacol.
	1987	Koe	58	Hoogspanningslijn	400	4	2	50	120	Preventive Veterinary Medicine
	2004	Koe	32	Artificiële bestraling		10	30	60	28	Bioelectromagnetics
	2010	Varken	2	Artificiële bestraling			500	50	0.04	Theriogenology
	2010	Varken	2	Artificiële bestraling			750	50	0.04	Theriogenology
	2010	Varken	2	Artificiële bestraling			1000	50	0.04	Theriogenology
	2017	Kalkoen	40	Artificiële bestraling			10	50	21	Poultry Science Association
	2019	Kip	360	Artificiële bestraling			15	50	21	Science, Technology and Innovation Journal
	2019	Kip	360	Artificiële bestraling			10	50	21	Science, Technology and Innovation Journal
	2019	Kip	360	Artificiële bestraling			5	50	21	Science, Technology and Innovation Journal
	1997	Kip	2500	Artificiële bestraling			1	60	2	Bioelectromagnetics
	2000	Kip	221	Artificiële bestraling			9075	50	1	Indian Journal of Experimental Biology
	2006	Kip	320	Artificiële bestraling			10	50	21	European Poultry Science
	2013	Kip	30	Artificiële bestraling		0.173	50	50	21	Acta Veterinaria Hungarica
	2013	Kip	30	Artificiële bestraling		0.18	100	50	21	Acta Veterinaria Hungarica
	1994	Muis	176	Artificiële bestraling			20000	50	17	Bioelectromagnetics

Studie	Jaar	Diersoort	# dieren	Type bestraling	Spanning (kV)	EF (kV/m)	MF (µT)	Freq (Hz)	duur (dagen)	Journal
	2000	Rat	20	Artificiële bestraling			200	60	14	Radiation Research
	2000	Rat	20	Artificiële bestraling			200	180	14	Radiation Research
	2000	Rat	20	Artificiële bestraling			200	60 + 180	14	Radiation Research
	2003	Rat	24	Artificiële bestraling			5	60	15	Bioelectromagnetics
	2003	Rat	24	Artificiële bestraling			83,3	60	15	Bioelectromagnetics
	2003	Rat	24	Artificiële bestraling			500	60	15	Bioelectromagnetics
	1993	Rat	72	Artificiële bestraling			35,6	50	20	Bioelectromagnetics
	1993	Rat	72	Artificiële bestraling			15	50	20	Bioelectromagnetics
	1993	Schaap	20	Hoogspanningslijn	500	6	4	60	244	Biology of Reproduction
	1995	Schaap	20	Hoogspanningslijn	500	6	4	60	244	Journal of Animal Science
	2001	Schaap	45	Hoogspanningslijn	500			60	824	Bioelectromagnetics
	1983	Varken	30	Hoogspanningslijn	345		6	50-60		
	2012	Muis	4	Artificiële bestraling			500	50	7	International Journal Radiation Biology
	2012	Muis	4	Artificiële bestraling			250	50	7	International Journal Radiation Biology
	2012	Muis	4	Artificiële bestraling			100	50	7	International Journal Radiation Biology
	1994	Rat	24	Artificiële bestraling			30000	50	20	Teratology
	2002	Muis	90	Artificiële bestraling			25	50	90	Bioelectromagnetics
	2015	Muis	20	Artificiële bestraling			50	50	7	Environ Health Prev Med
	2004	Muis	15	Artificiële bestraling			100	60	56	Asian J Androl
	2004	Muis	15	Artificiële bestraling			500	60	56	Asian J Androl
	2004	Muis	15	Artificiële bestraling			100	60	56	Asian J Androl
	2004	Muis	15	Artificiële bestraling			500	60	56	Asian J Androl
	2004	Muis		Artificiële bestraling			2000	60	10	Bioelectromagnetics
	2014	Rat	10	Artificiële bestraling			500	50	28	Bioelectromagnetics
	2014	Rat	10	Artificiële bestraling			500	50	56	Bioelectromagnetics
	2004	Muis	20	Artificiële bestraling			100	50	14	TheScientificWorldJOURNAL
	2004	Muis	20	Artificiële bestraling			100	50	14	TheScientificWorldJOURNAL
	2011	Muis		Artificiële bestraling			100	50	56	Iran. Biomed. J.
	2012	Koolmees	163	Hoogspanningslijn	66		0,1	50		Environmental research
	2012	Koolmees	163	Hoogspanningslijn	66		0,1	50		Environmental research
	2000	Rat		Artificiële bestraling			130	50	3 tot 7	Reproductive Toxicology
	2000	Rat		Artificiële bestraling			130	50	3 tot 7	Reproductive Toxicology
	2000	Rat		Artificiële bestraling			130	50	3 tot 7	Reproductive Toxicology
	2000	Rat		Artificiële bestraling			13	50	3 tot 7	Reproductive Toxicology
	2000	Rat		Artificiële bestraling			13	50	3 tot 7	Reproductive Toxicology

Studie	Jaar	Diersoort	# dieren	Type bestraling	Spanning (kV)	EF (kV/m)	MF (µT)	Freq (Hz)	duur (dagen)	Journal
	2009	Muis	40	Artificiële bestraling			5	60	280	Bioelectromagnetics
	2009	Muis	40	Artificiële bestraling			83.3	60	280	Bioelectromagnetics
	2009	Muis	40	Artificiële bestraling			500	60	280	Bioelectromagnetics
	2008	Rat	20	Artificiële bestraling			5	60	196 of 266	Bioelectromagnetics
	2008	Rat	20	Artificiële bestraling			83.3	60	196 of 266	Bioelectromagnetics
	2008	Rat	20	Artificiële bestraling			500	60	196 of 266	Bioelectromagnetics
	2003	Muis		Artificiële bestraling			2000	60	364	Bioelectromagnetics
	1991	Muis	32	Artificiële bestraling			2000	60	147	Bioelectromagnetics
	2001	Rat	72	Artificiële bestraling			1000	60	112	Bioelectromagnetics
	1997	Rat	50	Artificiële bestraling			2	60	728	The Faseb Journal
	1997	Rat	50	Artificiële bestraling			20	60	728	The Faseb Journal
	1997	Rat	50	Artificiële bestraling			200	60	728	The Faseb Journal
	1997	Rat	50	Artificiële bestraling			2000	60	728	The Faseb Journal
	1998	Rat	48	Artificiële bestraling			500	50	728	Bioelectromagnetics
	1998	Rat	48	Artificiële bestraling			5000	50	728	Bioelectromagnetics
	1995	Rat	36	Artificiële bestraling			0,3-1	50	91	Cancer Letters
	1995	Rat	99	Artificiële bestraling			10	50	91	Cancer Letters
	1995	Rat	99	Artificiële bestraling			50	50	91	Cancer Letters
	1995	Rat	99	Artificiële bestraling			100	50	91	Cancer Letters
	1993	Rat	99	Artificiële bestraling			100	50	91	Cancer Letters
	2018	Rat	1000	Artificiële bestraling			2	50	levenslang	Environmental Research
	2018	Rat	1000	Artificiële bestraling			20	50	levenslang	Environmental Research
	2018	Rat	1000	Artificiële bestraling			10	50	levenslang	Environmental Research
	2018	Rat	1000	Artificiële bestraling			1000	50	levenslang	Environmental Research

Studie	Jaar	Plantensoort	Type bestraling	Spanning (kV)	EF (kV/m)	MF (µT)	Freq (Hz)	Afstand tot de lijn	Journal
Soja [redacted] al.	2003	Tarwe	Hoogspanningslijn	380	4	4,5	50	2	Bioelectromagnetics
Soja [redacted] al.	2003	Tarwe	Hoogspanningslijn	380	2,3	3,7	50	8	Bioelectromagnetics
Soja [redacted] al.	2003	Tarwe	Hoogspanningslijn	380	1	2,6	50	14	Bioelectromagnetics
Soja [redacted] al.	2003	Tarwe	Hoogspanningslijn	380	0,2	0,8	50	40	Bioelectromagnetics
Soja [redacted] al.	2003	Maïs	Hoogspanningslijn	380	4	4,5	50	2	Bioelectromagnetics
Soja [redacted] al.	2003	Maïs	Hoogspanningslijn	380	2,3	3,7	50	8	Bioelectromagnetics
Soja [redacted] al.	2003	Maïs	Hoogspanningslijn	380	1	2,6	50	14	Bioelectromagnetics
Soja [redacted] al.	2003	Maïs	Hoogspanningslijn	380	0,2	0,8	50	40	Bioelectromagnetics
[redacted] al.	1998	Maïs	Artificiële bestraling LABO			5000	5		Bioelectrochemistry and Bioenergetics
[redacted] al.	1998	Maïs	Artificiële bestraling LABO			5000	10		Bioelectrochemistry and Bioenergetics
[redacted] al.	1998	Maïs	Artificiële bestraling LABO			5000	20		Bioelectrochemistry and Bioenergetics
[redacted] al.	1998	Maïs	Artificiële bestraling LABO			5000	40		Bioelectrochemistry and Bioenergetics
[redacted] al.	2008	Sla	Artificiële bestraling LABO			140000	60		Electromagnetic Biology and Medicine
[redacted] al.	2008	Sla	Artificiële bestraling LABO			140000	60		Electromagnetic Biology and Medicine
[redacted]	2008	Mungboon	Artificiële bestraling LABO			6,38	10		Bioelectromagnetics
[redacted]	2008	Mungboon	Artificiële bestraling LABO			6,38	10		Bioelectromagnetics
[redacted]	2008	Mungboon	Artificiële bestraling LABO			13,1	20		Bioelectromagnetics
[redacted]	2008	Mungboon	Artificiële bestraling LABO			13,1	20		Bioelectromagnetics
[redacted]	2008	Mungboon	Artificiële bestraling LABO			16,55	30		Bioelectromagnetics
[redacted]	2008	Mungboon	Artificiële bestraling LABO			16,55	30		Bioelectromagnetics
[redacted]	2008	Mungboon	Artificiële bestraling LABO			18,7	40		Bioelectromagnetics
[redacted]	2008	Mungboon	Artificiële bestraling LABO			18,7	40		Bioelectromagnetics
[redacted]	2008	Mungboon	Artificiële bestraling LABO			19,33	50		Bioelectromagnetics
[redacted]	2008	Mungboon	Artificiële bestraling LABO			19,33	50		Bioelectromagnetics
[redacted]	2008	Mungboon	Artificiële bestraling LABO			16,2	60		Bioelectromagnetics
[redacted]	2008	Mungboon	Artificiële bestraling LABO			16,2	60		Bioelectromagnetics
[redacted] al.	2014	Radijs	Artificiële bestraling LABO			500	50		Bioelectromagnetics

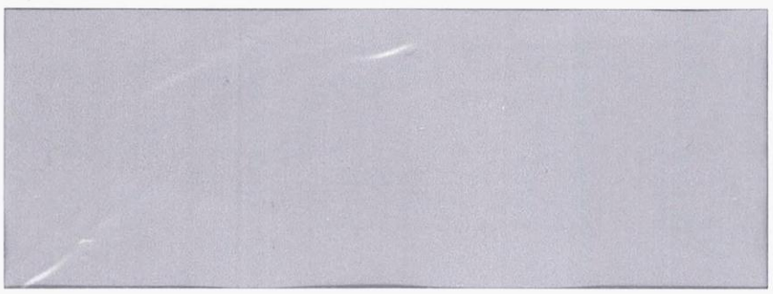
Studie	Jaar	Plantensoort	Type bestraling	Spanning (kV)	EF (kV/m)	MF (µT)	Freq (Hz)	Afstand tot de lijn	Journal
	2011	Soja	Artificiële bestraling LABO			50	50		Bioelectromagnetics
	2011	Soja	Artificiële bestraling LABO			100000	50		Bioelectromagnetics
	2011	Soja	Artificiële bestraling LABO			150000	50		Bioelectromagnetics
	2011	Soja	Artificiële bestraling LABO			200000	50		Bioelectromagnetics
	2011	Soja	Artificiële bestraling LABO			250000	50		Bioelectromagnetics
	2011	Soja	Artificiële bestraling LABO			300000	50		Bioelectromagnetics
	2004	Radijs	Artificiële bestraling LABO			50	60		Bioelectromagnetics
	2010	Japanse liguster	Hoogspanningslijn				50		AFRICAN JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY
	2010	Leylandcipres	Hoogspanningslijn				50		AFRICAN JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY
	1996	Mosterd	Artificiële bestraling LABO			57,5	50		Bioelectromagnetics
	1996	Gerst	Artificiële bestraling LABO			57,5	50		Bioelectromagnetics
	1996	Radijs	Artificiële bestraling LABO			57,5	50		Bioelectromagnetics
	1998	Kurk	Artificiële bestraling LABO			15	50		Plant Cell, Tissue and Organ Culture volume
	2000	Suikerbiet	Hoogspanningslijn			75000	50		International Agrophysics
	2000	Suikerbiet	Hoogspanningslijn			75000	50		International Agrophysics
	2005	Erwt	Artificiële bestraling VELD			30000	50		Int. Agrophysics
	2005	Erwt	Artificiële bestraling VELD			85000	50		Int. Agrophysics
	2004	Veldboon	Artificiële bestraling VELD			30000	50		Int. Agrophysics
	2004	Veldboon	Artificiële bestraling VELD			85000	50		Int. Agrophysics
	2005	Erwt	Artificiële bestraling VELD			30000	50		Int. Agrophysics
	2005	Erwt	Artificiële bestraling VELD			85000	50		Int. Agrophysics
	2004	Veldboon	Artificiële bestraling VELD			30000	50		Int. Agrophysics
	2004	Veldboon	Artificiële bestraling VELD			85000	50		Int. Agrophysics
	2009	Maïs	Artificiële bestraling LABO			20000	60		Acta Agrophysica
	2009	Maïs	Artificiële bestraling LABO			60000	60		Acta Agrophysica
	2009	Maïs	Artificiële bestraling LABO			1000000	60		Acta Agrophysica
	2009	Warkruid	Artificiële bestraling LABO			88	60		Int. Agrophysics
	2009	Warkruid	Artificiële bestraling LABO			128	60		Int. Agrophysics
	2009	Vlinderbloemigen	Artificiële bestraling LABO			88	60		Int. Agrophysics
	2009	Vlinderbloemigen	Artificiële bestraling LABO			128	60		Int. Agrophysics
	2009	Vlinderbloemigen	Artificiële bestraling LABO			88	60		Int. Agrophysics
	2009	Vlinderbloemigen	Artificiële bestraling LABO			128	60		Int. Agrophysics
	2009	Amarant	Artificiële bestraling VELD			30000	50		Int. Agrophysics
	2009	Amarant	Artificiële bestraling VELD			30000	50		Int. Agrophysics
	2010	Amarant	Artificiële bestraling VELD			30000	50		Int. Agrophysics
	2009	Tarwe	Artificiële bestraling LABO			15000	50		Polish Journal of Environmental Studies
	2009	Amarant	Artificiële bestraling LABO			30000	50		Int. Agrophysics

Studie	Jaar	Plantensoort	Type bestraling	Spanning (kV)	EF (kV/m)	MF (µT)	Freq (Hz)	Afstand tot de lijn	Journal
	2010	Maïs	Artificiële bestraling LABO			4800000	60		Int. Agrophysics
	2010	Aardappel	Artificiële bestraling VELD			20000	50		Int. Agrophysics
	2010	Aardappel	Artificiële bestraling VELD			40000	50		Int. Agrophysics
	2010	Aardappel	Artificiële bestraling VELD			80000	50		Int. Agrophysics
	2010	Aardappel	Artificiële bestraling VELD			20000	50		Int. Agrophysics
	2010	Aardappel	Artificiële bestraling VELD			40000	50		Int. Agrophysics
	2010	Aardappel	Artificiële bestraling VELD			80000	50		Int. Agrophysics
	2011	Tarwe	Artificiële bestraling LABO			5000	16		Int. Agrophysics
	2012	Zonnebloem	Artificiële bestraling LABO			30000	50		Int. Agrophysics
	2021	Erwt	Artificiële bestraling LABO			85000	50		Agronomy
	2021	Erwt	Artificiële bestraling LABO			30000	50		Agronomy
	2012	Erwt	Artificiële bestraling LABO			60000	50		Int. Agrophysics
	2012	Erwt	Artificiële bestraling LABO			120000	50		Int. Agrophysics
	2012	Erwt	Artificiële bestraling LABO			180000	50		Int. Agrophysics
	2012	Erwt	Artificiële bestraling LABO			60000	50		Int. Agrophysics
	2012	Erwt	Artificiële bestraling LABO			120000	50		Int. Agrophysics
	2012	Erwt	Artificiële bestraling LABO			180000	50		Int. Agrophysics
	2012	Erwt	Artificiële bestraling LABO			60000	50		Int. Agrophysics
	2012	Erwt	Artificiële bestraling LABO			120000	50		Int. Agrophysics
	2012	Erwt	Artificiële bestraling LABO			180000	50		Int. Agrophysics
	2020	Gras	Artificiële bestraling LABO			6	40		J. of water and land development
	2020	Ui	Artificiële bestraling LABO			6	40		J. of water and land development
	2014	Maïs	Artificiële bestraling VELD			3600	60		African J. Biotechnol.,
	1999	Linzen	Artificiële bestraling LABO			15	50		Electro and magnetobiology
	1999	Distel	Artificiële bestraling LABO			15	50		Electro and magnetobiology
	2019	Soja	Hoogspanningslijn		2		50		Journal of Environmental Radioactivity
	2019	Soja	Hoogspanningslijn		10		50		Journal of Environmental Radioactivity
	2019	Soja	Hoogspanningslijn		2		50		Journal of Environmental Radioactivity
	2019	Soja	Hoogspanningslijn		10		50		Journal of Environmental Radioactivity
	2019	Soja	Hoogspanningslijn		2		50		Journal of Environmental Radioactivity
	2019	Soja	Hoogspanningslijn		10		50		Journal of Environmental Radioactivity
	2012	Maïs	Hoogspanningslijn				50	250	Egypt. J. Exp. Biol.
	2012	Maïs	Hoogspanningslijn				50	250	Egypt. J. Exp. Biol.
	2012	Maïs	Hoogspanningslijn				50	250	Egypt. J. Exp. Biol.
	2012	Maïs	Hoogspanningslijn				50	250	Egypt. J. Exp. Biol.
	2012	Maïs	Hoogspanningslijn				50	0	Egypt. J. Exp. Biol.
	2012	Maïs	Hoogspanningslijn				50	0	Egypt. J. Exp. Biol.
	2012	Maïs	Hoogspanningslijn				50	0	Egypt. J. Exp. Biol.
	2012	Maïs	Hoogspanningslijn				50	0	Egypt. J. Exp. Biol.
	1986	katoen	Hoogspanningslijn	230			50	0	
	1986	katoen	Hoogspanningslijn	500			50	0	

Studie	Jaar	Soort	Type bestraling	Spanning (kV)	EF (kV/m)	MF (µT)	Freq (Hz)	duur (dagen)	Journal
	2022	Bij	Artificiële bestraling			1000	50	0,01	MDPI Animals
	2022	Bij	Artificiële bestraling			1000	50	0,04	MDPI Animals
	2022	Bij	Artificiële bestraling			1000	50	0,125	MDPI Animals
	2022	Bij	Artificiële bestraling			1700	50	0,01	MDPI Animals
	2022	Bij	Artificiële bestraling			1700	50	0,04	MDPI Animals
	2022	Bij	Artificiële bestraling			1700	50	0,125	MDPI Animals
	2018	Bij	Artificiële bestraling	400		20	50	0,000694444	Scientific Reports
	2018	Bij	Artificiële bestraling	400		100	50	0,000694444	Scientific Reports
	2018	Bij	Artificiële bestraling	400		1000	50	0,000694444	Scientific Reports
	2018	Bij	Artificiële bestraling	400		7000	50	0,000694444	Scientific Reports
	2019	Bij	Artificiële bestraling			100	50	0,71	Plos One
	2019	Bij	Artificiële bestraling			1000	50	0,71	Plos One
	2021	Sprinkhaan	Artificiële bestraling			1000	50	0,000173611	Bioelectromagnetics
	2021	Sprinkhaan	Artificiële bestraling			1000	50	0,000173611	BioElectromagnetics
	2016	Sprinkhaan	Artificiële bestraling			4000	50	1	Scientific Reports
	2016	Sprinkhaan	Artificiële bestraling			7000	50	1	Scientific Reports
	2018	Kakkerlak	Artificiële bestraling			7000	50	1	Journal of Comparative Physiology A
	2018	Kakkerlak	Artificiële bestraling			7000	50	3	Journal of Comparative Physiology A
	2018	Kakkerlak	Artificiële bestraling			7000	50	7	Journal of Comparative Physiology
	2013	Fruitvlieg	Artificiële bestraling			3000	50	3	Mutation Research
	2013	Fruitvlieg	Artificiële bestraling			3000	50	13	Mutation Research
	2022	Bij	Artificiële bestraling			3000	50	van dag 2 tot einde ontwikkeling	MDPI Animals
	2013	Fruitvlieg	Artificiële bestraling			500	50	2	Drosophila Information Service
	2016	Fruitvlieg	Artificiële bestraling			3000	50		Plos One
	2000	Fruitvlieg	Artificiële bestraling			1,5	60		Bioelectromagnetics
	2000	Fruitvlieg	Artificiële bestraling			80	60		Bioelectromagnetics
	2015	Vuurmier	Artificiële bestraling			21/40/57	60		Journal of Insect Behaviour
	2021	Vlinder	Hoogspanningslijn						Journal of Insect Conservation
	2020		Hoogspanningslijn						Zoological Studies
	2013	Vlinder	Hoogspanningslijn						Insect Conservation and Diversity
	2022	Bij	Hoogspanningslijn						Landscape Ecology
	2019	Bij	Hoogspanningslijn						Biological Conservation
	2021	Bij	Artificiële bestraling			90-180			Bioelectromagnetics

TEN HOLTER
/NOORDAM
advocaten

Veerhaven 17, 3016 CJ Rotterdam



Zi2XfTz1SZad0:VLpSt7J3
Afzender:
Ten Holter Noordam Advocaten
Veerhaven 17
3016CJ Rotterdam

POSTNL AVG

Gemeent Bergen op Zoom
de gemeenteraad
Jacob Obrechtlaan 4
4611AR BERGEN OP ZOOM

AD

Alleen Huisadres
Handtekening voor ontvangst

1 Collo

postnl

3SMQXY165885870

gemeente Tholen

Hof van [redacted]

Postbus 51
4690 AB Tholen

telefoon: 14 0166
e-mail: gemeente@tholen.nl
website: www.tholen.nl

[redacted]

College van Burgemeester en Wethouders
Gemeente Bergen op Zoom

Postbus 35
4600 AA BERGEN OP ZOOM

Uw brief d.d.:	-
Uw kenmerk:	-
Ons kenmerk:	432549
Bijlage:	-
Datum:	21 december 2023
Verzenddatum:	21 december 2023
Onderwerp:	Pro forma zienswijze ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren

Geacht college,

Wij hebben kennisgenomen van het ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren en bijbehorende stukken. Dit ontwerpbestemmingsplan ligt tot en met 28 december 2023 ter inzage. Tijdens de ter inzage periode is 13 december 2023 een informatieavond in onze gemeente georganiseerd waarvoor onze dank.

Naar aanleiding van het ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren willen wij bij deze een voorlopige zienswijze kenbaar maken. Onze zienswijze gaat in op de volgende aspecten:

- Landschappelijke inpassing van het hoogspanningsstation en bijbehorende masten.
- Beeldkwaliteit.
- Bouwverkeer.

Graag vernemen wij van u een termijn waarbinnen onze voorlopige zienswijze aangevuld kan worden. Wij stellen voor deze termijn te stellen tot en met 31 januari 2024.

Wij vertrouwen er op u met het bovenstaande voldoende te hebben geïnformeerd. Mocht u nog vragen hebben of informatie nodig hebben kunt u contact opnemen met [redacted] Hij is het best bereikbaar per e-mail via [redacted]

Met vriendelijke groet,

Burgemeester en wethouders van Tholen,
namens dezen,
de behandelend ambtenaar,

[redacted]

gemeente Tholen

Hof van Tholen 2
4691 DZ Tholen

Postbus 51
4690 AB Tholen

telefoon: 14 0166
e-mail: gemeente@tholen.nl
website: www.tholen.nl

College van Burgemeester en Wethouders
Gemeente Bergen op Zoom

Postbus 35
4600 AA BERGEN OP ZOOM

Uw brief d.d.:	-
Uw kenmerk:	-
Ons kenmerk:	432549
Bijlage:	1
Datum:	9 januari 2024
Verzenddatum:	12 januari 2024
Onderwerp:	Zienswijze ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren

Geacht college,

Wij hebben kennisgenomen van het ontwerpbestemmingsplan Hoogspanningsstation Halsteren en bijbehorende stukken. Eind december hebben wij naar aanleiding van het ontwerpbestemmingsplan een pro forma zienswijze toegezonden (bijlage 1). Graag willen wij, door middel van deze brief, onze zienswijze aanvullen.

Onze zienswijze gaat in op de volgende aspecten:
- Landschappelijke inpassing van het hoogspanningsstation en bijbehorende masten.
- Beeldkwaliteit.
- Bouwverkeer.

<u>Landschappelijke inpassing</u>
Ten aanzien van de landschappelijke inpassing van het hoogspanningsstation zijn in de planvorming workshops georganiseerd. Wij hebben ons ambtelijk laten vertegenwoordigen tijdens de workshops. Naar aanleiding van de workshops is vervolgens een Landschappelijk inpassingsplan opgesteld. Naar onze opvatting zijn uit de workshops verkeerde conclusies getrokken en klopt daarom het inpassingsplan niet. Vrijwel alle deelnemers aan de workshops waren het over het volgende eens:
1) Het station moet worden voorzien van een robuuste inpassing aan alle zijden van het station (zie ook pagina 29 van het inpassingsplan);
2) de landschappelijke inpassing kan niet beperkt worden tot de projectlocatie maar zal ook in de omgeving moeten worden toegepast.

Ad 1. Wij zien dat aan de noord- en oostkant voorzien is in een robuuste inpassing maar zien dat aan de zuidkant is gekozen voor een kleinere zone m.b.t. de inpassing. Ook aan die zijde dient een breder gebied toegpast te worden. Naar onze overtuiging biedt dat voor de toekomst meer zekerheid voor het feit dat bomen door kunnen groeien zonder dat deze een gevaar kunnen vormen voor het station.
Daarnaast moet naar onze opvatting bij de aanplant een grote plantmaat gehanteerd worden en bomen van verschillende grootte in volwassen stadia (1ste, 2e en 3e grootte) toegepast worden.

Ad 2. Tijdens de voornoemde workshops waren de deelnemers het erover eens dat de landschappelijke inpassing niet beperkt kan blijven tot de projectlocatie. Ook aanplant van bomen op verder weg gelegen locaties dragen bij aan de landschappelijke inpassing van hoogspanningsmasten en kabels. In de toelichting van het ontwerpbestemmingsplan en in het inpassingsplan missen wij een toelichting met betrekking tot aanplant van bomen in de verdere omgeving van het station. Wij zijn van mening dat ook op verdere afstand van het station en de nieuwe bovengrondse hoogspanningskabel en bijbehorende nieuwe masten voorzien moet worden in een landschappelijke inpassing.

Beeldkwaliteit
Uit de toelichting van het ontwerpbestemmingsplan, de projectwebsite van Tennet en de informatieavonden is ons duidelijk geworden hoe het station er uit zal zien. Graag willen we aandacht vragen voor het kleurgebruik van materialen die toegepast worden. Het heeft onze voorkeur dat bouwwerk (hekwerk, bliksemafleiders, portalen, trafo's etc.) in, niet met de omgeving contrasterende kleuren, worden uitgevoerd.

Bouwverkeer realisatiefase
Uit de toelichting van het plan en de bijbehorende bijlage 19 maken wij op dat in de realisatiefase van het station 3650 vrachtwagenbewegingen en 5475 personenauto bewegingen verwacht worden. Uit een reactie van Tennet maken wij op dat geen gebruik zal worden gemaakt van specifieke ontsluitingen voor bouwverkeer. Het bouwverkeer zal over de bestaande wegen afgewikkeld worden. Dit heeft tot gevolg dat een groot deel van het bouwverkeer een route door de gemeente Tholen zal nemen.
Wij willen nadrukkelijk opmerken dat de huidige staat van de brug over het Schelde-Rijnkanaal slecht is. Ook is er thans al sprake van een behoorlijke verkeersdrukte op deze brug en nabij de rotondes in onze gemeente. Naar onze opvatting is een (tijdelijke) ontsluiting voor bouwverkeer noodzakelijk. Dit is realiseerbaar door bijvoorbeeld, komend vanuit Halsteren, net voorbij het Langewater een afrit te maken en deze circa 400 meter parallel aan de Eendrachtweg (N286) te laten lopen tot aan de Noorder Kreekweg.

Naast het hiervoor genoemde gaan wij er van uit dat in de realisatiefase aandacht is voor de veiligheid van de schoolgaande jeugd (fietsers) en voor de bereikbaarheid van Tholen. Wij gaan er vanuit dat er in de realistatiefase een goede afstemming plaats zal vinden met de gemeente Tholen en andere belanghebbenden in het kader van de bereikbaarheid van Tholen en relevante infrastructurele projecten.

Wij vertrouwen er op u met het bovenstaande voldoende te hebben geïnformeerd. Mocht u nog vragen hebben of informatie nodig hebben kunt u contact opnemen met [redacted]. Hij is het best bereikbaar per e-mail via [redacted].

Met vriendelijke groet,

Burgemeester en wethouders van Tholen,

[redacted]

[redacted]

Gemeente Bergen op Zoom
Postbus 35
4600 AA Bergen op Zoom
Mail: Omgevingsvergunning@bergenopzoom.nl

Zienswijze n.a.v. TenneT station
NL.IMRO.0748.BP0271-0201

Steenbergen, 19 december 2023.

Geachte mevrouw, heer,

Op 16 november ji. is het ontwerpbestemmingsplan "Hoogspanningsstation Halsteren" ter inzage gegaan.

Op 14 december was ik op de informatie avond in de Wittenhorst te Halsteren. Er werd mij verteld dat de posities van de masten nog niet definitief zijn en dat ik mijn verzoek middels een zienswijze kan indienen.

Mijn zienswijze betreft de masten die ter ondersteuning van de hoogspanningsleidingen worden geplaatst en verplaatst. In een van de percelen die ik beheer, zijn er 2 grondposities gereserveerd. Mijn verzoek is om die 2 posities zodanig te positioneren, dat het mijn bedrijfsvoering zo min mogelijk belemmert. Zie bijgevoegde foto waarin duidelijk zichtbaar is hoe de gebruikslijnen zijn.
Als die masten er dan toch moeten komen, dan graag passend in de belijning.

Indien u nadere info of toelichting wenst, ben ik uiteraard telefonisch of via mail bereikbaar.

In vertrouwen u hiermee juist te hebben geïnformeerd, vertrouw ik op een gewenste afhandeling.

Hoogachtend

[redacted]

Bovengrondse inlussing op de bestaande 380 kV-verbinding