



# Café Halfweg

## Bargeroosterveld

EM-beïnvloedingsstudie

Kopman

6 juli 2023

Project  
Opdrachtgever

Café Halfweg Bargerroosterveld  
Kopman

Document  
Status  
Datum  
Referentie

EM-beïnvloedingsstudie  
Definitief  
6 juli 2023  
137818/23-011.355

Projectcode  
Projectleider  
Projectdirecteur

137818  
J.G. Tams MSc  
Ir. M.C. van Breukelen

Auteur(s)  
Gecontroleerd door  
Goedgekeurd door

H. Noshahri  
J.G. Tams MSc  
J.G. Tams MSc

Paraaf



Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.  
Leeuwenbrug 8  
Postbus 233  
7400 AE Deventer  
+31 (0)570 69 79 11  
[www.witteveenbos.com](http://www.witteveenbos.com)  
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

## INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>5</b>
1.1	Achtergrond	5
1.2	Doel	6
1.3	Aanpak	6
1.4	Leeswijzer	6
<b>2</b>	<b>UITGANGSPUNTEN</b>	<b>7</b>
2.1	Gegevens hoogspanningsverbinding	7
2.2	Gegevens te realiseren objecten	8
<b>3</b>	<b>ANALYSE NEN 3654, 'WEDERZIJDSE BEÏNVLOEDING VAN BUISLEIDINGEN EN HOOGSPANNINGSSYSTEMEN'</b>	<b>9</b>
3.1	Capacitieve beïnvloeding	9
3.2	Weerstandsbeïnvloeding, stap- en aanraakspanningen	10
	3.2.1 Weerstandsbeïnvloeding conform NEN 3654	10
	3.2.2 Stap- en aanraakspanningen conform NEN-EN 50522	11
3.3	Inductieve beïnvloeding	12
3.4	Mechanische beïnvloeding	16
3.5	Thermische beïnvloeding	16
<b>4</b>	<b>MAGNEETVELDCONTOUR GRENS</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	<b>18</b>
5.1	Conclusies	18
	5.1.1 Analyse NEN 3654	18
	5.1.2 Magneetveldcontour grens	19
5.2	Aanbevelingen	19
<b>6</b>	<b>BRONVERMELDING</b>	<b>20</b>
	Laatste pagina	20

## Bijlage(n)

Aantal pagina's

I	Gegevens Tennet	1
---	-----------------	---

# 1

## INLEIDING

### 1.1 Achtergrond

Kopman is betrokken bij het bestemmingsplan Barger-Oosterveld, hoek Oosterveldsestraat/Sint Gerardusstraat om een aantal woningen te realiseren in Barger-Oosterveld op de hoek van de Oosterveldsestraat en de Sint Gerardusstraat te Emmen (afbeelding 1.1). Tevens zal hierbij de ijsbaan worden verplaatst.

Vlak bij het beoogde bestemmingsgebied bevindt zich een 110 kV hoogspanningsverbinding 'Emmen Barger Oosterveld-Bargermeer' die mogelijk nieuwe objecten binnen het bestemmingsgebied nadelig kan beïnvloeden. In een ingediende zienswijze bij het bevoegd gezag is opgenomen dat geadviseerd wordt om een beïnvloedingsstudie ten aanzien van wederzijdse beïnvloeding uit te voeren.

Deze rapportage geeft invulling aan onderdeel 4 uit de betreffende zienswijze (Voorzorgprincipe elektrische en magnetische velden). Dit rapport beschouwt een indicatieve beïnvloedingsstudie naar de wederzijdse beïnvloeding van enerzijds nieuw te plaatsen constructies als anderzijds de hoogspanningsverbinding.

Afbeelding 1.1 Bestemmingsplan Barger-Oosterveld, hoek Oosterveldsestraat/Sint Gerardusstraat



## 1.2 Doel

Het doel van dit onderzoek is het uitvoeren van een indicatieve beïnvloedingsstudie voor het bestemmingsplan Barger-Oosterveld, hoek Oosterveldsestraat/Sint Gerardusstraat met betrekking tot de nabijgelegen hoogspanningsverbinding van TenneT. Dit rapport beschrijft de uitgangspunten en beschreven werkwijze, alsmede de uitkomst van de beïnvloedingsstudie met eventuele aanbevelingen over de volgende thema's:

- elektromagnetische compatibiliteit (EMC) in of nabij te bouwen installatie(s) en/of bouwwerken;
- veilige werking van huishoudelijke apparaten;
- situeren van de ijsbaan.

## 1.3 Aanpak

In dit onderzoek naar EM-beïnvloeding worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- het onderzoek naar de EM-beïnvloeding van het bestemmingsgebied wordt uitgevoerd op basis van een quick-scan conform NEN 3654 [1] (Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen). Er wordt gekeken of er sprake is van ontoelaatbare elektromagnetische beïnvloeding (capacitieve, weerstands-, inductieve, mechanische, en thermische beïnvloeding) op de te realiseren objecten.

Tijdens de quick-scan wordt bepaald welke beïnvloedingsmechanismen van toepassing zijn binnen het bestemmingsgebied.

Voor de quick-scan worden (waar van toepassing) de volgende stappen uit de norm NEN 3654 gevolgd:

- 1 eenzijdige beoordeling aan de hand van een praktisch criterium of een grafiek;
- 2 nadere detaillering van het bovenstaande aan de hand van een 'Unity Check' (geldt alleen voor inductieve beïnvloeding);
- 3 aanvullend contact tussen betrokkenen over de waarden van parameters die zijn gebruikt in bijvoorbeeld de 'Unity Check'.

Op basis van de uitkomsten van bovenstaande stappen volgt in welke mate er sprake kan zijn van ontoelaatbare beïnvloeding en wordt beschouwd welke maatregelen nodig zijn om aan de eisen van de NEN 3654 te voldoen:

- op het gebied van stap- en aanraakspanningen (NEN-EN 50522 'Aarding van hoogspanningsinstallaties van meer dan 1 kV wisselspanning) wordt het effect van het bestemmingsplan op de potentiaaltrechter kwalitatief beschouwd. Hierbij wordt aangenomen dat in de huidige situatie wordt voldaan aan de gestelde eisen in de NEN-EN 50522[2];
- daarnaast wordt de 3 A/m magneetveldcontour grens bepaald conform de IEC 61000 serie [3]. Deze magneetveldcontour is een indicatie of eventueel huishoudelijke apparatuur nadelig beïnvloed wordt door de hoogspanningsverbinding.

## 1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten opgenomen waaronder dit onderzoek is uitgevoerd. De resultaten van de diverse beschouwingen op mogelijk EM-beïnvloeding en stap- en aanraakspanningen zijn opgenomen in hoofdstuk 3. De 3 A/m magneetveldcontour grens wordt weergegeven in hoofdstuk 4. De conclusies en aanbevelingen worden beschreven in hoofdstuk 5.

# 2

## UITGANGSPUNTEN

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten beschreven voor het onderzoek naar de beïnvloeding van de te realiseren objecten binnen het bestemmingsplan Barger-Oosterveld, hoek Oosterveldsestraat/Sint Gerardusstraat rondom de hoogspanningsverbinding van TenneT.

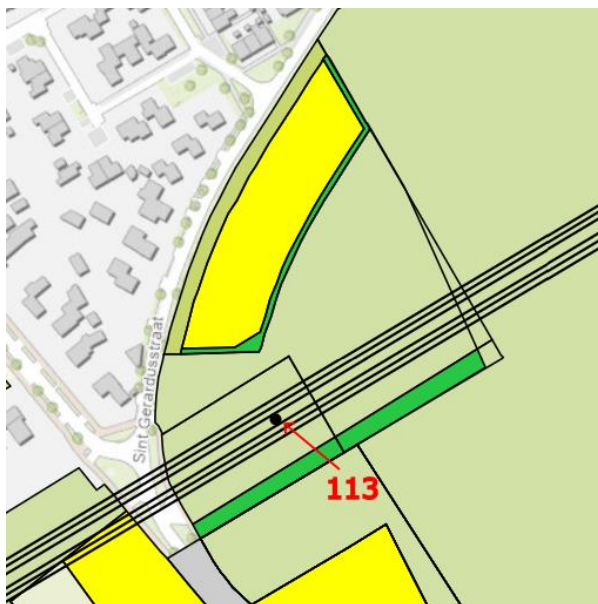
Bij het tot stand komen van dit onderzoek zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- zienswijze 4 uit 'Zienswijze ontwerpbestemmingsplan Barger-Oosterveld, hoek Oosterveldsestraat/Sint Gerardusstraat', d.d. 12 april 2023;
- norm NEN 3654 'Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen';
- norm NEN-EN 50522 'Aarding van hoogspanningsinstallaties van meer dan 1 kV wisselspanning';
- IEC 61000 series 'Electromagnetic compatibility';
- gegevens van hoogspanningssystemen van TenneT uit jaar 2021 (bijlage I);
- er wordt aangenomen dat de huidige situatie voldoet aan de gestelde eisen met betrekking tot aanvaardbare stap- en aanraakspanningen conform NEN-EN 50522 'Aarding van hoogspanningsinstallaties van meer dan 1 kV wisselspanning.

### 2.1 Gegevens hoogspanningsverbinding

Rondom het bestemmingsgebied zijn er twee hoogspanningsverbindingen (BGMR-KZV-MEE110 R en EMW-BGMR110 O) met spanning van 110kV die behoren tot het hoogspanningsnet van TenneT. De lijnverbinding betreft een horizontale lijnverbinding, waarbij de hoogspanningsmast met mastnummer 113 (EMBO-BGMR-110-113) zich dicht bij het doelgebied bevindt (weergegeven in afbeelding 2.1).

Afbeelding 2.1 De locatie van de hoogspanningsverbindingen en mast (113) dicht bij het bestemmingsgebied



## 2.2 Gegevens te realiseren objecten

Voor de realisatie van de woningen worden elektriciteits- en datakabels en water-, gas- en rioolleidingen ondergronds opgesteld. Deze kunnen uit niet-geleidende materialen bestaan, bijvoorbeeld Polyetheen (PE) of englasvezel. Er worden ook geleidende objecten onder of op de grond geplaatst, zoals stalen spanten en daken van gebouwen, metalen mantelbuizen, gewapende rioolleidingen, ijzeren hekwerken, lichtarmaturen en apparatuur.

Er zijn nog geen definitieve tekeningen over de locatie en het materiaal van de leidingen en kabels voor dit project beschikbaar. Wat bekend is, is het bestemmingsplan voor de woningen en de ijsbaan (volgens afbeelding 1.1).



# 3

## ANALYSE NEN 3654, 'WEDERZIJDSE BEÏNVOEDING VAN BUISLEIDINGEN EN HOOGSPANNINGSSYSTEMEN'

Om te bepalen of er ontoelaatbare beïnvloeding bestaat tussen de te realiseren woningen (inclusief de te leggen leidingen) wordt gekeken naar vijf verschillende soorten beïnvloeding. Het gaat om capacitieve, weerstands-, inductieve, mechanische en thermische beïnvloeding. Deze soorten beïnvloeding worden apart behandeld volgens het stappenplan zoals beschreven in de NEN 3654. Weerstandsbeïnvloeding wordt tevens beschouwd vanuit het kader van stap- en aanraakspanningen conform NEN-EN 50522.

### 3.1 Capacitieve beïnvloeding

Een object kan capacitief beïnvloed worden wanneer het wordt blootgesteld aan sterke elektrische velden als gevolg van een bovengronds opgesteld hoogspanningssysteem. Wanneer het object bovengronds en geïsoleerd opgesteld staat, ontstaat er een capacitieve spanningsdeling door de capaciteit tussen het object en het hoogspanningssysteem en de capaciteit tussen het object en de aarde. Hierdoor verzamelt zich op het object een lading, waardoor het object een spanning voert.

De 110 kV hoogspanningsverbinding van TenneT is bovengronds opgesteld en kan theoretisch enkel bovengronds geïsoleerde opgestelde objecten capacitief beïnvloeden. De nieuw te bouwen woningen worden op een afstand van minder dan 50 meter tot de hartlijn van de hoogspanningslijn geplaatst. Volgens stap 1 van de NEN 3654, zie tabel 3.1, is een vervolgstap vereist. In stap 3 wordt gekeken naar de aardingsmethodiek. Indien geleidende bovengronds opgestelde objecten, zoals hekwerken en stalen spanten, goed met de aarde verbonden zijn, is er geen sprake van een geïsoleerd opgesteld object. Dit betekent dat er geen sprake is van ontoelaatbare capacitieve beïnvloeding. Het verdient daarom de aanbeveling om in het ontwerp bovengronds opgestelde geleidende delen te verbinden met de aardingsinstallatie.

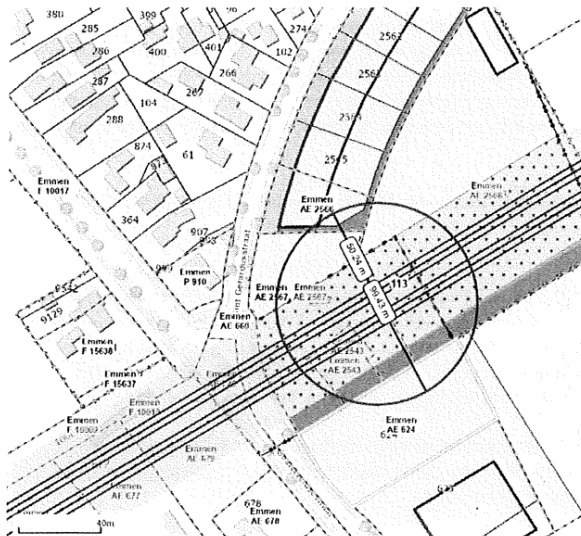
Tabel 3.1 Criteria capacitieve beïnvloeding overgenomen uit tabel 2 van NEN 3654

	Stap 1	Stap 2	Stap 3	Stap 4
HSP-lijnen	alleen in geval van bovengrondse buisleiding en afstand tot hart lijn van het tracé < 50 m dan is vervolgstap noodzakelijk	niet van toepassing (er is geen mogelijkheid om eenzijdig een verdieping te doen)	studie op hoofdlijnen rekening houdend met onder andere aardingsmethodiek bovengrondse buisleiding, spanningsniveau en geometrie	gedetailleerde berekening inclusief vaststelling maximaal optredende capacitieve spanning

## 3.2 Weerstandsbeïnvloeding, stap- en aanraakspanningen

Indien een stroom uit de hoogspanningsinstallatie wegvloeit naar de bodem ontstaat er in de bodem een potentiaalverloop door de eindige weerstand van de bodem. Rond het intredepunt in de bodem ontstaat de zogenoemde 'potentiaaltrechter', waarbij het gevaar bestaat dat er ontoelaatbare overbruggingsspanningen ontstaan wanneer een beïnvloedbaar object zich (deels) in de potentiaaltrechter bevindt. Tegelijkertijd kunnen er onveilige stap- en aanraakspanningen voor mensen ontstaan indien deze zich in de potentiaaltrechter bevinden. afbeelding 3.1 geeft de omvang van de 'potentiaaltrechter' weer rondom mast 113, welke een diameter heeft van circa 50 meter.

Afbeelding 3.1 Omvang potentiaaltrechter



### 3.2.1 Weerstandsbeïnvloeding conform NEN 3654

tabel 3.2 geeft het stappenplan conform NEN 3654 weer voor het bepalen van weerstandsbeïnvloeding in het geval van hoogspanningslijnen.

Tabel 3.2 Criteria voor weerstandsbeïnvloeding overgenomen uit tabel 3 van NEN 3654

	Stap 1	Stap 2	Stap 3	Stap 4
HSP-lijnen	alleen in geval van afstand buisleiding tot hart lijn van het tracé < 50 m dan is vervolgstap noodzakelijk	alleen in geval van afstand buisleiding tot mast < 50 m dan is vervolgstap noodzakelijk	alleen in het geval van star/effectief geaard net en bekleding leiding bitumen en afstand tot mast < 50 m of bekleding leiding PE/epoxy en afstand tot mast < 30 m dan vervolgstap noodzakelijk	gedetailleerde berekening inclusief vaststelling van de potentiaaltrechter

## Woningen

Enkele nieuwe woningen (en hun bijbehorende kabels en buisleidingen) worden gebouwd op een afstand kleiner dan 50 meter tot de hoogspanningslijnen. Daarom is volgens tabel 3.2 een vervolgstap nodig.

In Stap 3 van de criteria voor weerstandbeïnvloeding uit NEN 3654 wordt gekeken naar het isolatiemateriaal rondom de verschillende buisleidingen. Hierbij wordt voornamelijk gekeken naar bitumen, Polyetheen (PE), en epoxy leidingisolatie. Hierbij geldt dat bitumen coatings worden niet meer worden toegepast in nieuwbouwprojecten. In dit onderzoek wordt er daarom vanuit gegaan dat nieuw te plaatsen kabels en buisleidingen gemaakt zijn van ofwel niet geleidend materiaal, zoals bijvoorbeeld PVC, of van geleidend materiaal met een PE of epoxy isolatielaag. Volgens stap 3 van tabel 3.2 is er geen sprake van ontoelaatbare weerstandsbeïnvloeding in het geval dat de kabels en buisleidingen zich op een afstand groter dan 30 meter van hoogspanningsmast 113 bevinden.

Huisaansluitingen worden normaal gesproken geleverd vanaf bestaande vermogens die zijn geplaatst voor de andere nabijgelegen huizen. In dit geval worden de huisaansluitingen hoogstwaarschijnlijk langs de Sint Gerardusstraat (en dus niet onder het weiland achter de huizen) aangelegd en hebben ze een afstand van meer dan 30 meter tot de mast. Hierdoor is conform NEN 3654 geen sprake van ontoelaatbare weerstandsbeïnvloeding.

In het zeer onwaarschijnlijke geval dat met PE/epoxy beklede leidingen binnen 30 meter van de mast worden geplaatst, moeten hun coatings volgens NEN 3654 een doorslagspanning van minstens 5 kV AC hebben.

## Ijsbaan

De toekomstige ijsbaan zal op een afstand van minder dan 30 meter van hoogspanningsmast 113 worden aangelegd. De ijsbaan wordt gevormd door een verdiept weiland, dat onderwater gezet kan worden. Er is daarom geen sprake van een fundatie of van buisleidingen die nadelig beïnvloed kunnen worden.

Enkel de lichtmasten van de ijsbaan zijn waarschijnlijk voorzien van ondergrondse energievoorziening. Indien de lichtmasten worden geplaatst op een afstand kleiner dan 30 meter van hoogspanningsmast 113 verdient het de aanbeveling om voor de energievoorziening kabelisolatie met een doorslagspanning van minstens 5 kV AC te hanteren.

## 3.2.2 Stap- en aanraakspanningen conform NEN-EN 50522

Met betrekking tot de stap- en aanrakingsspanning is het uitgangspunt dat de huidige situatie veilig is en voldoet aan de eisen van NEN-EN 50522. Met andere woorden, mensen mogen zich in de potentiaaltrechter bevinden zonder daar onveilige stap- en aanraakspanningen tegen te komen.

In de nieuwe situatie bevindt de ijsbaan zich binnen de vastgestelde potentiaaltrechter. Er dient daarom vastgesteld te worden wat het effect is van het plaatsen van de ijsbaan binnen de potentiaaltrechter op het gebied van stap- en aanraakspanningen. Indien het vermoeden bestaat dat de stap- en aanraakspanningen verslechteren in de nieuwe situatie zal een gedetailleerde berekening nodig zijn.

## Woningen

Eén van de beoogde nieuwe woonpercelen, zie afbeelding 3.1, bevindt zich gedeeltelijk binnen de vastgestelde potentiaaltrechter. In de huidige situatie bevindt zich op deze locatie een weiland. Indien op het woonperceel een tuin wordt aangelegd met bestrating of een huis wordt aangelegd met een fundering, wordt door het toevoegen van deze lagen boven op het weiland de contactweerstand tussen de bodem en eventuele mensen die zich op het woonperceel bevinden, vergroot.

Een vergrote contactweerstand heeft tot gevolg dat conform NEN-EN 50522 een grotere stap- en aanraakspanning is toegestaan dan in het geval van een lagere contactweerstand. Dit betekent dat in de toekomstige situatie de stap- en aanraakspanningen verbeteren en daarom niet leiden tot onaanvaardbare stap- en aanraakspanningen.

In het geval dat er een tuin wordt aangelegd binnen de vastgestelde potentiaaltrechter waarbij geen bestrating wordt toegepast, is de contactweerstand gelijk aan de huidige situatie. Gegeven het uitgangspunt dat de huidige situatie voldoet op het gebied van stap- en aanraakspanningen, zal de toekomstige situatie nog steeds voldoen aan de NEN-EN 50522.

#### **Ijsbaan.**

De nieuwe ijsbaan wordt (gedeeltelijk) geplaatst binnen de vastgestelde potentiaaltrechter. De nieuwe ijsbaan betreft niet een gebouwde omgeving, waarbij nieuwe fundatie of andere zaken worden gebouwd. Het betreft een verdiept weiland dat onderwater gezet kan worden. Dit betekent dat wanneer het weiland niet onderwater is gezet, de situatie niet wezenlijk verandert ten opzichte van de huidige situatie en stap- en aanraakspanningen dus conform NEN-EN 50522 zullen zijn.

In het geval dat het weiland onderwater wordt gezet zal er een laag zoet water de toplaag van de bodem vormen. Volgens bodeminformatie van het DINOloket betreft de bodem ter plaatse van de nieuwe ijsbaan voornamelijk zandgrond. Zandgrond heeft als eigenschap dat het een relatief hoge bodemweerstand heeft die vergelijkbaar is met de soortelijke weerstand van zoet water. Voor eventuele kortsluitstromen zal er daarom een verwaarloosbaar verschil optreden of het weiland wel of niet onder water wordt gezet. Daarom zal ook in de situatie dat het weiland onderwater gezet wordt, worden voldaan aan de NEN-EN 50522 op het gebied van stap- en aanraakspanningen.

In het geval dat er een ijslaag gevormd is op de bodem, kan dit worden gezien als het toevoegen van een dunne bodemlaag met een hoge elektrische weerstand. Aangezien de ijslaag een relatief dunne laag zal zijn, zal het effect op het bodempotentiaal verwaarloosbaar zijn. Echter door de verhoogde contactweerstand zijn conform NEN-EN 50522 hogere stap- en aanraakspanningen toegestaan dan in de huidige situatie. Gegeven dat de huidige situatie voldoet aan de NEN-EN 50522 zal met het verplaatsen van de ijsbaan nog steeds aan de NEN-EN 50522 worden voldaan.

#### **Lichtmasten**

Op de ijsbaan worden ook lichtmasten geplaatst welke van elektrische energie worden voorzien. Deze lichtmasten worden mogelijk binnen de vastgestelde potentiaaltrechter geplaatst. In geval van kortsluiting is het daarom mogelijk dat de lichtmasten een verhoogde spanning zien, waardoor de functionaliteit van de lichtmast wordt aangetast. Er zullen hierbij geen gevaarlijke aanraakspanningen optreden, aangezien het bodempotentiaal gelijk zal zijn als het potentiaal in de lichtmast, waardoor personen in de buurt van de lichtmast geen grote spanningsverschillen zullen meemaken.

Ofwel het risico dient geaccepteerd te worden dat de lichtmasten beschadigd kunnen raken in geval van kortsluiting ofwel de lichtmasten worden voorzien van overspanningsbeveiliging om schade te voorkomen.

### **3.3 Inductieve beïnvloeding**

Door de elektromagnetische koppeling tussen hoogspanningslijnen en metalen objecten, zoals metalenleidingen, ontstaat inductieve beïnvloeding. Door deze koppeling kunnen ontoelaatbare overbruggingsspanningen optreden op deze metalen objecten rondom de hoogspanningslijnen.

De mate van inductieve beïnvloeding wordt mede bepaald door de afstand tussen het object en de hoogspanningslijn en de lengte van de parallelloop. Tabel 3.3 geeft het stappenplan conform NEN 3654 weer voor het bepalen van ontoelaatbare inductieve beïnvloeding.

Tabel 3.3 Criteria voor inductieve beïnvloeding overgenomen uit tabel 3 van NEN 3654

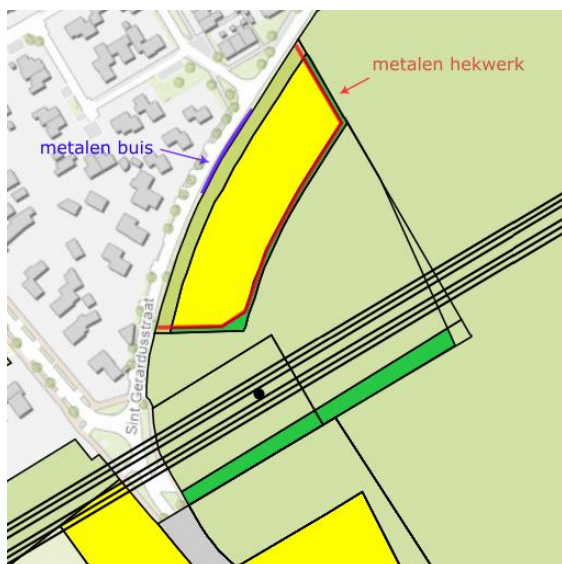
	Stap 1	Stap 2	Stap 3	Stap 4
HSP-lijnen	alleen in geval punt zich onder de lijn in de grafiek van figuur 3 bevindt dan is vervolgstap noodzakelijk	alleen in geval 'Unity Check' $\geq 1$ dan vervolgstap noodzakelijk	studie op hoofdlijnen: resultaat 'Unity Check' bijstellen indien uitgangspunten gunstiger zijn dan aannamen in stap 2	gedetailleerde berekening inclusief vaststelling te treffen maatregelen

Voor de realisatie van de woningen komen er kabels, leidingen, en huisconstructies binnen het bestemmingsplan staan. Een deel van deze objecten zijn van niet-geleidende materialen, bijvoorbeeld PE en PVC leidingen, en glasvezel datakabels. Voor niet-geleidende materialen is er geen sprake van inductieve beïnvloeding. De hoogspanningslijnen kan de onder of op de grond staande metalen objecten (zoals stalen spanten en daken van gebouwen, metalen mantelbuizen, en ijzeren hekwerken) inductief beïnvloeden.

Aangezien er nog geen definitieve tekeningen beschikbaar zijn over de ligging en het materiaal van de leidingen en kabels voor de woningen, wordt een indicatief worst-case scenario voorgesteld. Een worst-case scenario ontstaat in het scenario waar een metalen buisleiding de langste parallelloop heeft met de hoogspanningsverbinding met tegelijkertijd de kleinste afstand.

Het voorgestelde worstcasescenario bestaat uit een metalen hekwerk dat door achter alle huizen loopt. Dit scenario wordt overwogen omdat het langste parallelloop met (140 meter) en de kortste afstand (45 meter) heeft tot de hoogspanningslijn in het gebied waar de huizen zullen worden gebouwd. We beschouwen ook een metalen buis met een lengte van 40 meter die door de Sint Gerardusstraat voor de huizen loopt. Deze scenario's zijn weergegeven als afbeelding 3.2.

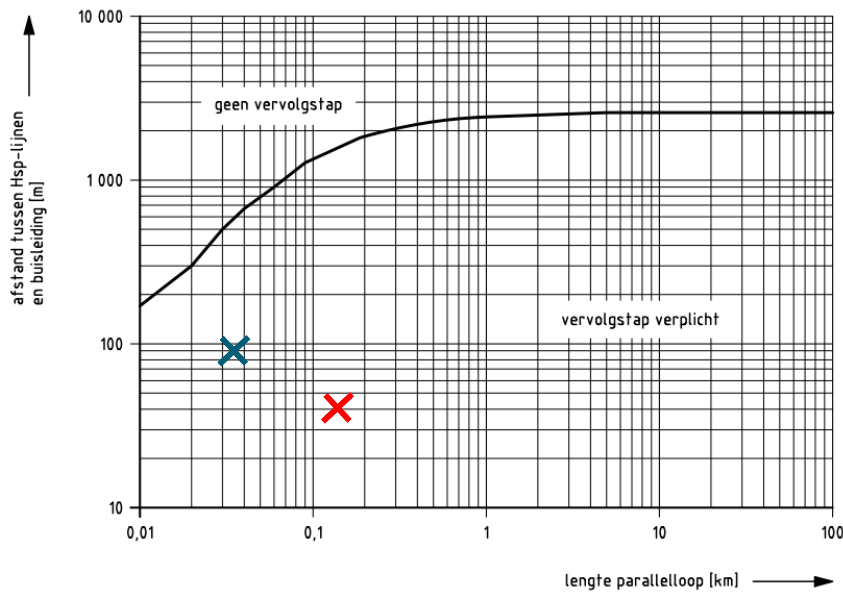
Afbeelding 3.2 Het voorgestelde scenario's met een metalen hekwerk en buisleiding



### Stap 1: Meten parallelloop en afstand

In stap 1 wordt door middel van een figuur uit de NEN 3654 bepaald of er een vervolgstap noodzakelijk is, zie afbeelding 3.3 criteria inductieve beïnvloeding door hoogspanningslijn, betreft figuur 3 overgenomen uit NEN 3654. Voor de afstand tussen hoogspanningslijnen en objecten wordt van het minst gunstige scenario (kortste afstand) uitgegaan.

Afbeelding 3.3 Criteria inductieve beïnvloeding door hoogspanningslijn, betreft figuur 3 overgenomen uit NEN 3654, rode kruis: metalen hekwerk, blauwe kruis: metalen buisleiding



Met behulp van het figuur uit NEN 3654, weergegeven in afbeelding 3.3, is vastgesteld dat als de metalen leidingen of objecten een parallelloop hebben van meer dan 10 meter lang met de hoogspanningslijn een tweede stap vereist is. Volgens tabel 3.4 en afbeelding 3.3 vallen beide voorgestelde scenario's onder het gebied dat een vervolgstap vereist.

Tabel 3.4 Meten parallelloop en afstand voor de scenario's

	Lengte parallelloop[km]	Maatgevende afstand[m]	Vervolgstap nodig?
metalen hekwerk	0,14	45	ja
metalen buisleiding	0,035	95	ja

### Stap 2 Unity Check (UC)

In stap 2 wordt op basis van de uitkomst van de zogenaamde 'Unity Check' (UC) bepaald of er een vervolgstap noodzakelijk is. Een vervolgstap is alleen nodig als de  $UC > 1$  is. Deze methode staat beschreven in bijlage C van NEN 3654 en gebruikt de volgende formule:

$$UC = l \times K_1 \times (\log_{10}(K_2) - \log_{10}(a))$$

waarbij  $l$  de lengte is van de parallelloop (in km),  $a$  de onderlinge hart-op-hart afstand tussen buisleiding en hoogspanningssysteem,  $K_1$  een constante afhankelijk van het hoogspanningssysteem en  $K_2$  het beïnvloedingsgebied van het hoogspanningssysteem (in meter).

Voor dit onderzoek worden de waarden voor  $K_1$  en  $K_2$  gehanteerd zoals verkregen uit tabel C.1 van NEN 3654, hier opgenomen in tabel 3.5.

Tabel 3.5 Karakteristieken van hoogspanningssysteem met geometrie 'Lijn horizontaal 2 circuit' en spanningsniveau 110 kV, code L02, overgenomen uit tabel C.1 van NEN 3654

Omschrijving	$K_1$ [-]	$K_2$ [m]
normaal bedrijf	3,825	427
corrosie	2,391	427
éénfasige kortsluiting	8,608	1.697
onderhoud (N-1)	5,688	550

Daar de waarden van de constanten verschilt per situatie (normaal bedrijf, corrosie, éénfasige kortsluiting of onderhoud), wordt ook de Unity Check waarde voor elk van deze situaties apart berekend. De resultaten voor elk circuit in dit onderzoek zijn hetzelfde aangezien dezelfde lengte voor de parallelloop, hart-op-hart afstand en karakteristieken worden gebruikt voor de van de Unity Check. De resultaten van de Unity Check staan weergegeven in tabel 3.6.

Tabel 3.6 Resultaten Unity Check

	Normaal bedrijf	Corrosie	Eénfasige kortsluiting	Onderhoud (N-1)	Vervolgstep nodig?
metalen hekwerk	0,6076	0,3798	<b>1,8748</b>	0,8519	ja
metalen buisleiding	0,0875	0,0547	0,3775	0,1520	nee

Voor het metalen hekwerk is de uitkomst van de Unity Check voor de situaties 'normaal bedrijf', 'corrosie' en 'onderhoud' kleiner dan 1. Voor deze situaties is daarom **geen sprake van ontoelaatbare inductieve beïnvloeding**. Voor de situatie 'éénfasige kortsluiting' is de Unity Check echter hoger dan 1. Hierdoor is wel een vervolgstap noodzakelijk.

De uitkomst van de Unity Check voor de metalen buisleiding is kleiner dan 1 voor alle situaties. Daarom is er geen vervolgstap nodig voor de metalen buisleiding.

### Stap 3 Herziene Unity Check

In stap 3 wordt gedetailleerder gekeken of de parameters van de hoogspanningslijnen zo aangepast mogen worden dat de UC-waarde lager uitkomt. The Unity Check gaat uit van het minst gunstige scenario voor alle situaties. Door de uitgangspunten van de Unity Check te vergelijken met de daadwerkelijke gegevens van de hoogspanningsverbinding kunnen de gebruikte karakteristieken worden bijgesteld. De waardes voor de karakteristieken kunnen worden bijgesteld naar gelang de ratio's.

Voor de éénfasige kortsluiting Unity Check zijn de volgende reductiefactoren van toepassing:

- in geval van kortsluiting zal een deel van de kortsluitstroom door de bliksemraden teruglopen naar de bron. Dit zorgt voor een effectief lagere magneetveld en inductiespanning, omdat de stroom in de bliksemdraad in tegengestelde richting is. TenneT hanteert hiervoor de 0,55 reductiefactor (volgens 'Asset Management Document: PVE.07.000 EMC en aarding' uit 'Standaard programma van eisen TenneT' [4]);
- indien het hekwerk in ieder geval tweezijdig wordt geard, geeft dat een verdere reductie van de inductiespanning van een factor 0,5;
- de kortsluitstroom is in NEN 3654 vastgesteld als 30 kA. Aangezien mast 113 ver verwijderd is van het voedende Hoogspanningsstation Meeden zal de kortsluitstroom ter plaatse naar alle waarschijnlijkheid kleiner zijn dan de aangenomen 30 kA, resulterende in een lagere UC-waarde.

Op basis van deze bijstellingsfactoren volgt een totale reductiefactor van ten minste  $0,55 \times 0,5 = 0,275$ .

Tabel 3.7 Resultaten herziene Unity Check voor het metalen hekwerk

Eénfasige kortsluiting (oud)	Reductiefactor	Eénfasige kortsluiting (nieuw)	Vervolgstep nodig?
1,8748	0,55 × 0,5	0,5156	nee

Het opnieuw uitvoeren van de Unity Check voor het metalen hekwerk volgens tabel 3.7 resulteert in een UC van maximaal 0,5156 voor éénfasige kortsluiting. Omdat deze waarde ruim lager dan 1 is er geen sprake van ontoelaatbare inductieve beïnvloeding.

### 3.4 Mechanische beïnvloeding

Er moet rekening worden gehouden met het omvallen van een hoogspanningsmast op de woningen en de ijsbaan. Op basis van ervaringen moet de afstand tussen de hoogspanningsmast en de objecten groter of gelijk zijn aan de hoogte van de hoogspanningsmast.

De hoogte van de hoogspanningsmast 113 is circa 35 meter. De afstand van de woningen tot de mast is groter dan 35 meter. Daarom is er geen sprake van ontoelaatbare mechanische beïnvloeding van de hoogspanningslijnen op de nieuwe woningen.

Mast 113 kan wel op de ijsbaan vallen, waarbij mogelijk de lichtmasten beschadigd kunnen raken. Het verdient daarom de voorkeur om de lichtmasten op een grotere afstand dan 35 meter van de hoogspanningsmast te plaatsen. Indien dit niet het geval is, dient het risico geaccepteerd te worden dat de lichtmasten beschadigd kunnen raken in het geval dat de hoogspanningsmast door mechanisch falen omvalt.

### 3.5 Thermische beïnvloeding

Leidingen kunnen nadelig worden beïnvloed als de bodemtemperatuur sterk afwijkt van de normaal te verwachten bodemtemperatuur. Buisleidingen en hun inhoud kunnen schade ondervinden bijvoorbeeld in de vorm van verhoogde coatingdegradatie en verhoogde corrosiesnelheid.

Op basis van norm NEN 3654 kan thermische beïnvloeding gebeuren door ondergrondse hoogspanningskabels. In deze situatie is er sprake van bovengronds opgestelde hoogspanningsverbindingen die de bodemtemperatuur niet sterk beïnvloeden. Er is daarom geen sprake van ontoelaatbare thermische beïnvloeding.



# 4

## MAGNEETVELDCONTOUR GRENS

Doordat er stromen lopen door de hoogspanningslijnen ontstaan er elektromagnetische velden rondom de lijnen. Deze magnetische velden kunnen naast de beïnvloeding van kabels en buisleidingen ook invloed hebben op huishoudelijke apparaten.

Voor huishoudelijke omgevingen mag de maximale magneetveld emissies 3 A/m zijn conform NEN-EN-IEC 61000-6-1. In dit onderzoek is het magneetveld geëvalueerd om te bepalen of de grenswaarde waar de woningen komen te staan binnen het bestemmingsplan wordt overschreden. Het magneetveld wordt bepaald op basis van de TenneT gegevens (zie bijlage I) en met PlusFields, een door Witteveen+Bos ontwikkelde tool voor het bepalen van de magneetveldsterkte rondom hoogspanningssystemen.

De grens van de 3 A/m magneetveldzone van de hoogspanningslijnen wordt weergegeven in afbeelding 4.1. Hieruit blijkt dat de te bouwen woningen buiten de grens van de 3 A/m magneetveldzone liggen. Er zijn daarom geen nadelige effecten te verwachten als gevolg van de hoogspanningslijnen op de nieuw te bouwen woningen.

Afbeelding 4.1 Het bestemmingsplan en de 3 [A/m] magneetveldgrens (Blauw)



# 5

## CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

### 5.1 Conclusies

#### 5.1.1 Analyse NEN 3654

Wanneer de hoogspanningsverbinding en de buisleidingen en objecten worden beschouwd conform de NEN 3654 kunnen de volgende conclusies worden getrokken met betrekking tot capacatieve-, weerstands-, inductieve-, mechanische- en thermische beïnvloeding en stap- en aanraakspanningen.

##### Capacatieve beïnvloeding

Als de metalen voorwerpen die binnen het bestemmingsplan los op de grond liggen, zoals een hekwerk, goed worden geaard, wordt capacatieve invloed verwaarloosbaar.

##### Weerstandsbeïnvloeding

Er is geen sprake van ontoelaatbare weerstand beïnvloeding op de huisaansluitingen als ze worden geplaatst op een afstand groter dan 30 meter van de hoogspanningsmast 113.

Er is geen sprake van ontoelaatbare weerstand beïnvloeding op de lichtmasten van de ijsbaan als ze worden geplaatst op een afstand groter dan 30 meter van de hoogspanningsmast 113.

##### Stap- en aanraakspanningen

Er is geen sprake van onveilige stap- en aanrakingsspanningen ter plaatse van de woningen onder de eis dat de fundering van de woningen goed geaard is.

Er is geen sprake van onveilige stap- en aanrakingsspanningen door de plaatsing van de ijsbaan want de ijsbaan verandert de huidige veilige situatie niet.

Daarom wordt geconcludeerd dat op het gebied van stap- en aanraakspanningen, de toekomstige situatie zal voldoen aan de NEN-EN 50522.

##### Inductieve beïnvloeding

Voor een indicatief worst case scenario bestaande uit een metalen hekwerk met een parallelloop van 140 meter met de hoogspanningslijnen en een afstand van 45 meter is geconcludeerd dat de situatie veilig is. Dit is onder de eis dat de hekwerk tweezijdig geaard is en de verwachting dat de kortsluitstroom kleiner zal zijn dan de gehanteerde 30 kA. Daarom voor leidingen en hekwerken met gunstiger situatie dan dit worstcasescenario is er geen sprake van ontoelaatbare inductieve beïnvloeding in het bestemmingsplan.

##### Mechanische beïnvloeding

Er staat geen mechanische beïnvloeding van de hoogspanningslijnen op de nieuwe woningen.

Er is geen sprake van ontoelaatbare mechanische beïnvloeding op de lichtmasten van de ijsbaan als ze op een grotere afstand dan 35 meter van de hoogspanningsmast worden geplaatst.

### Thermische beïnvloeding

Er is geen sprake van ontoelaatbare thermische beïnvloeding.

### 5.1.2 Magneetveldcontour grens

De te bouwen woningen liggen buiten de grens van de 3 A/m magneetveldzone van de hoogspanningslijnen. Er zijn daarom geen nadelige effecten te verwachten als gevolg van de hoogspanningslijnen op huishoudelijke apparaten.

## 5.2 Aanbevelingen

Aanbevelingen over de volgende zienswijzen:

#### *Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) in of nabij te bouwen installatie(s) en/of bouwwerken*

Er wordt streng aanbevolen dat metalen objecten binnen het bestemmingsplan zoals stalen spanten, fundering, en daken van gebouwen, metalen mantelbuizen, gewapende rioolleidingen, ijzeren hekwerken, lichtarmaturen en apparatuur goed geaard worden.

Daarnaast moeten de coatings van energievoorziening kabels van de lichtmasten voor de ijsbaan en PE/epoxy beklede leidingen van de woningen een doorslagspanning hebben van minstens 5 kV AC als deze op een afstand van minder dan 30 meter van de hoogspanningsmast komen te staan.

#### *Veilige werking van huishoudelijke apparaten*

Er zijn geen nadelige effecten te verwachten als gevolg van de hoogspanningslijnen op huishoudelijke apparaten.

#### *Situering van de ijsbaan*

De plaatsing van de ijsbaan verslechtert niet de huidige veilige situatie ten opzichte van de stap- en aanraakspanningen.

Het verdient de voorkeur om de lichtmasten van de ijsbaan op een grotere afstand dan 35 meter van de hoogspanningsmast te plaatsen en de lichtmasten te voorzien van overspanningsbeveiliging om schade te voorkomen.

# 6

## BRONVERMELDING

- [1] Nederlandse norm NEN 3654, 'Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen', NEN, februari 2014.
- [2] Nederlandse norm NEN-EN 50522, 'Aarding van hoogspanningsinstallaties van meer dan 1 kV wisselspanning', NEN, juni 2022.
- [3] IEC61000 - Electromagnetic compatibility (EMC)
- [4] Asset Management Document: PVE.07.000 EMC en aarding, TenneT, 2018.

Bijlage(n)



## BIJLAGE: GEGEVENS TENNET

Circuit	aantal circuits	Ontwerp			Afstand		doorhang tov		Y		Positie		positie		X coördinaat		Y coördinaat		Positie		positie		Rekenstr	
		Spanning	belasting	vaksegment	X doorhang	mast 1	Object-id Mast 1	X coördinaat (Mast 1)	coördinaat (Mast 1)	Fase	afstand	hoogte	Mastbeeld (Mast 1)	Object-id Mast 2	X coördinaat (Mast 2)	Y coördinaat (Mast 2)	afstand	hoogte	Mastbeeld (Mast 2)	Opm oom	Masttype			
BGMR-KZV-MEE110 R	2	110	252	372,73	174,380936	11,25110947	EMBO-BGMR110 112	261587,35	532160,48	2	-10	19,11	S1-DR-21_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 113	261267,46	531969,18	-9,8	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
BGMR-KZV-MEE110 R	2	110	252	372,73	174,380936	11,22353209	EMBO-BGMR110 112	261587,35	532160,48	6	-6,8	19,11	S1-DR-21_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 113	261267,46	531969,18	-6,6	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
BGMR-KZV-MEE110 R	2	110	252	372,73	174,380936	11,20401692	EMBO-BGMR110 112	261587,35	532160,48	10	-3,6	19,11	S1-DR-21_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 113	261267,46	531969,18	-3,4	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
EMW-BGMR110 O	2	110	252	372,73	174,380936	11,20401692	EMBO-BGMR110 112	261587,35	532160,48	2	6,8	19,11	S1-DR-21_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 113	261267,46	531969,18	6,6	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
EMW-BGMR110 O	2	110	252	372,73	174,380936	11,22353209	EMBO-BGMR110 112	261587,35	532160,48	6	10	19,11	S1-DR-21_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 113	261267,46	531969,18	9,8	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
EMW-BGMR110 O	2	110	252	372,73	174,380936	11,25110947	EMBO-BGMR110 112	261587,35	532160,48	10	3,6	19,11	S1-DR-21_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 113	261267,46	531969,18	3,4	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
BGMR-KZV-MEE110 R	2	110	252	367,88	183,94	12,54012525	EMBO-BGMR110 113	261267,46	531969,18	2	-9,8	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 114	260951,8	531780,25	-9,8	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
BGMR-KZV-MEE110 R	2	110	252	367,88	183,94	12,50450083	EMBO-BGMR110 113	261267,46	531969,18	6	-6,6	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 114	260951,8	531780,25	-6,6	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
BGMR-KZV-MEE110 R	2	110	252	367,88	183,94	12,47928272	EMBO-BGMR110 113	261267,46	531969,18	10	-3,4	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 114	260951,8	531780,25	-3,4	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
EMW-BGMR110 O	2	110	252	367,88	183,94	12,47928272	EMBO-BGMR110 113	261267,46	531969,18	2	6,6	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 114	260951,8	531780,25	6,6	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
EMW-BGMR110 O	2	110	252	367,88	183,94	12,50450083	EMBO-BGMR110 113	261267,46	531969,18	6	9,8	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 114	260951,8	531780,25	9,8	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
EMW-BGMR110 O	2	110	252	367,88	183,94	12,54012525	EMBO-BGMR110 113	261267,46	531969,18	10	3,4	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 114	260951,8	531780,25	3,4	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
BGMR-KZV-MEE110 R	2	110	252	403,72	202,773554	15,20617946	EMBO-BGMR110 114	260951,8	531780,25	2	-9,8	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 115	260605,3	531573,07	-9,8	22,11	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
BGMR-KZV-MEE110 R	2	110	252	403,72	202,773554	15,17048568	EMBO-BGMR110 114	260951,8	531780,25	6	-6,6	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 115	260605,3	531573,07	-6,6	22,11	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
BGMR-KZV-MEE110 R	2	110	252	403,72	202,773554	15,14522917	EMBO-BGMR110 114	260951,8	531780,25	10	-3,4	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 115	260605,3	531573,07	-3,4	22,11	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
EMW-BGMR110 O	2	110	252	403,72	202,773554	15,14522917	EMBO-BGMR110 114	260951,8	531780,25	2	6,6	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 115	260605,3	531573,07	6,6	22,11	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
EMW-BGMR110 O	2	110	252	403,72	202,773554	15,17048568	EMBO-BGMR110 114	260951,8	531780,25	6	9,8	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 115	260605,3	531573,07	9,8	22,11	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			
EMW-BGMR110 O	2	110	252	403,72	202,773554	15,20617946	EMBO-BGMR110 114	260951,8	531780,25	10	3,4	22,38	S1-DR-24_EMV-EMBO110	EMBO-BGMR110 115	260605,3	531573,07	3,4	22,11	S1-DR-24_EMV-EMBO110	661,3285	Steenmast			

