

# Bijlage VII-K Magneetvelden zeekabel 2\*2-configuratie

**Net op zee IJmuiden Ver  
TenneT**

26 juli 2021

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Uitgangspunten</b>	<b>5</b>
2.1	2*2 – configuratie	5
2.2	Berekening magneetveld	5
2.3	Belasting	5
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>6</b>
	DMR 10% (onbalans / asymmetrie)	6
	Kabeldiameter 150 mm	6
	Kabeldiameter 185 mm	7
	DMR 100% (storing / onderhoud: monopoolbedrijf)	8
	Kabeldiameter 150 mm	8
	Kabeldiameter 185 mm	9
	<b>Bijlage 1: Magneetveldprofielen DMR 10% (onbalans / asymmetrie)</b>	<b>10</b>
	Kabeldiameter 150 mm	10
	Begraafdiepte –1 m	10
	Begraafdiepte –1,5 m	14
	Begraafdiepte –3 m	18
	Begraafdiepte –5 m	22
	Kabeldiameter 185 mm	26
	Begraafdiepte –1 m	26
	Begraafdiepte –1,5 m	30
	Begraafdiepte –3 m	34
	Begraafdiepte –5 m	38
	<b>Bijlage 2: Magneetveldprofielen DMR 100% (storing of onderhoud: monopoolbedrijf op half vermogen)</b>	<b>42</b>
	Kabeldiameter 150 mm	42
	Begraafdiepte –1 m	42
	Begraafdiepte –1,5 m	46

Begraafdiepte –3 m	50
Begraafdiepte –5 m	54
<b>Kabeldiameter 185 mm</b>	<b>58</b>
Begraafdiepte –1 m	58
Begraafdiepte –1,5 m	62
Begraafdiepte –3 m	66
Begraafdiepte –5 m	70

## **Colofon**

**74**

# 1 Inleiding

In het kader van het project IJmuiden Ver worden DC-kabelverbindingen over de zeebodem gelegd om de windmolenparken IJmuiden Ver Alpha en Beta aan te sluiten op het hoogspanningsnet op land.

Deze kabelverbindingen veroorzaken (DC-)magneetvelden. In een eerder rapport<sup>1</sup> zijn berekeningen opgenomen voor de gebundelde configuratie: De plus- en min-kabel liggen tegen elkaar aan (horizontaal) en voeren beide 100% van de stroom. De *Dedicated Metallic Return* (DMR; een meegevoerde retourkabel) voert daar geen stroom.

Het voorliggende rapport beschouwt een specifieke “2\*2-configuratie”: hierbij ligt de DMR op enige afstand (5 m) van het plus- en min-kabelcircuit en voert retourstroom. Een glasvezelkabel loopt ook met de DMR mee. Dit resulteert in twee setjes van twee kabels, hetgeen de naam “2\*2-configuratie” verklaart. De glasvezelkabel voert uiteraard geen stroom.

Twee hoofdsituaties worden beschouwd: In de eerste is sprake van een asymmetrie of onbalans in de converters. Als gevolg hiervan voert de DMR 10% van de totale retourstroom.

In de tweede is sprake van onderhoud of storing: De min-kabel voert geen stroom; de DMR voert 100% van de retourstroom.

Het voorliggende rapport berekent voor elk van deze twee hoofdsituaties verder twee kabeldiameters, vier begraafdiepten en acht meethoogten dit magnetisch veld in  $\mu\text{T}$  (totaal 128 berekeningen).

In de bijlagen zijn laterale magneetveldprofielen toegevoegd.

Dit rapport geeft alleen getalswaarden voor het magneetveld. Er vindt geen toetsing / oordeelsvorming plaats.

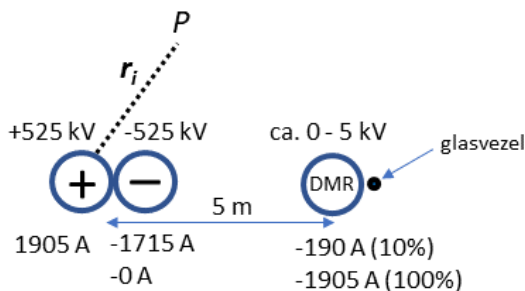
---

<sup>1</sup> Essen M.C. van, “IJmuiden Ver: magneetvelden zeekabel”, Arcadis, 30 december 2020

## 2 Uitgangspunten

### 2.1 2\*2 – configuratie

De beschouwde 2\*2 – configuratie is afgebeeld in onderstaande Figuur 1:



Figuur 1: beschouwde 2\*2 – configuratie

De plus- en min-kabels liggen tegen elkaar aan. De harten zijn 1 kabeldiameter van elkaar verwijderd. De DMR ligt op 5 m afstand van het centrum van het plus-min-kabelkoppel. Hier ligt de glasvezelkabel tegenaan, welke echter geen stroom voert.

De berekeningen worden uitgevoerd voor 2 kabeldiameters: 150 mm en 185 mm buitendiameter. Deze diameter bepaalt hoe ver de harten van de plus- en min-kabels gescheiden zijn. Een grotere buitendiameter resulteert in het algemeen in een hoger magneetveld.

Verder worden voor vier begravingdiepten (1 – 1,5 – 3 – 5 m) de velden boven de zeebodem uitgewerkt.

### 2.2 Berekening magneetveld

Het veld in het observatiepunt  $P$  (zie Figuur 1) op basis van stromen door  $n$  oneindig lange geleiders wordt berekend door:

$$\vec{B}(P) = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{i=1}^n \frac{\vec{I}_i \times \vec{r}_i}{r_i^2} \quad (1)$$

Hierin is  $I_i$  de stroom(vector) door de  $i$ -de geleider en  $r_i$  de afstandsvector tussen de  $i$ -de geleider en het observatiepunt  $P$ . Tenslotte is  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  H / m de permeabiliteit van het vacuüm. Het observatiepunt ligt op 1 – 3 – 5 – 10 – 15 – 20 – 25 – 40 m (8 varianties) boven de zeebodem

### 2.3 Belasting

#### Onbalans / asymmetrie:

De DMR voert 10% van de nominale retourstroom. Uitgaande van 2 GW vermogen (in normaal bedrijf) geldt dat de pluskabel op een spanningsniveau van +525 kV 1905 A voert en de minkabel op een spanningsniveau van -525 kV 90% van -1905 A = -1715 A. De DMR voert 10% van de retourstroom: -190 A.

#### Storing / onderhoud (monopoolbedrijf, half vermogen):

De minkabel is buiten bedrijf en voert geen retourstroom. De DMR voert 100% van de retourstroom. Het getransporteerde vermogen is hierbij de helft van normaal bedrijf, t.w. 1 GW, aangezien de retourstroom op een spanningsniveau van '0' kV<sup>2</sup> wordt gevoerd.

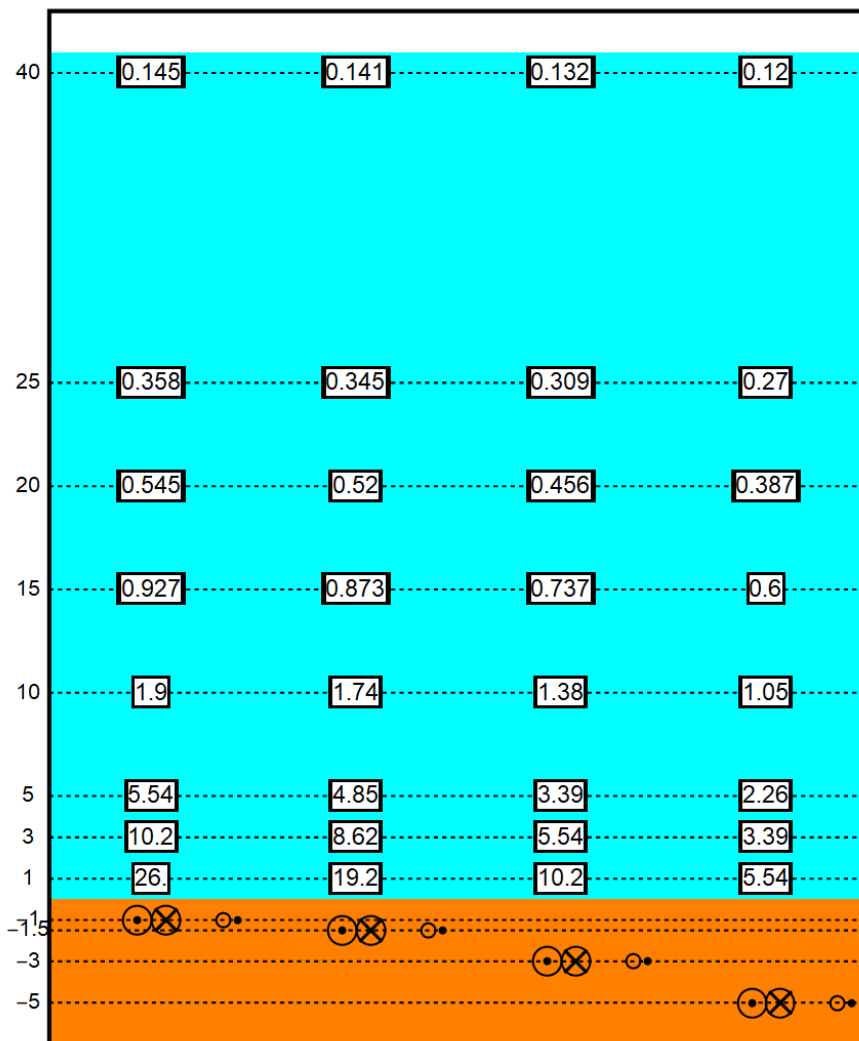
<sup>2</sup> De DMR kan een spanning van ca. 5 kV hebben

### 3 Resultaten

Dit hoofdstuk toont in navolgende vier diagrammen voor alle 128 beschouwde situaties de maxima van de magneetveldprofielen (zie Bijlagen 1 en 2). In het algemeen liggen deze maxima tot enkele meters verschoven uit het hart van het plus-minkabelkoppel richting de DMR.

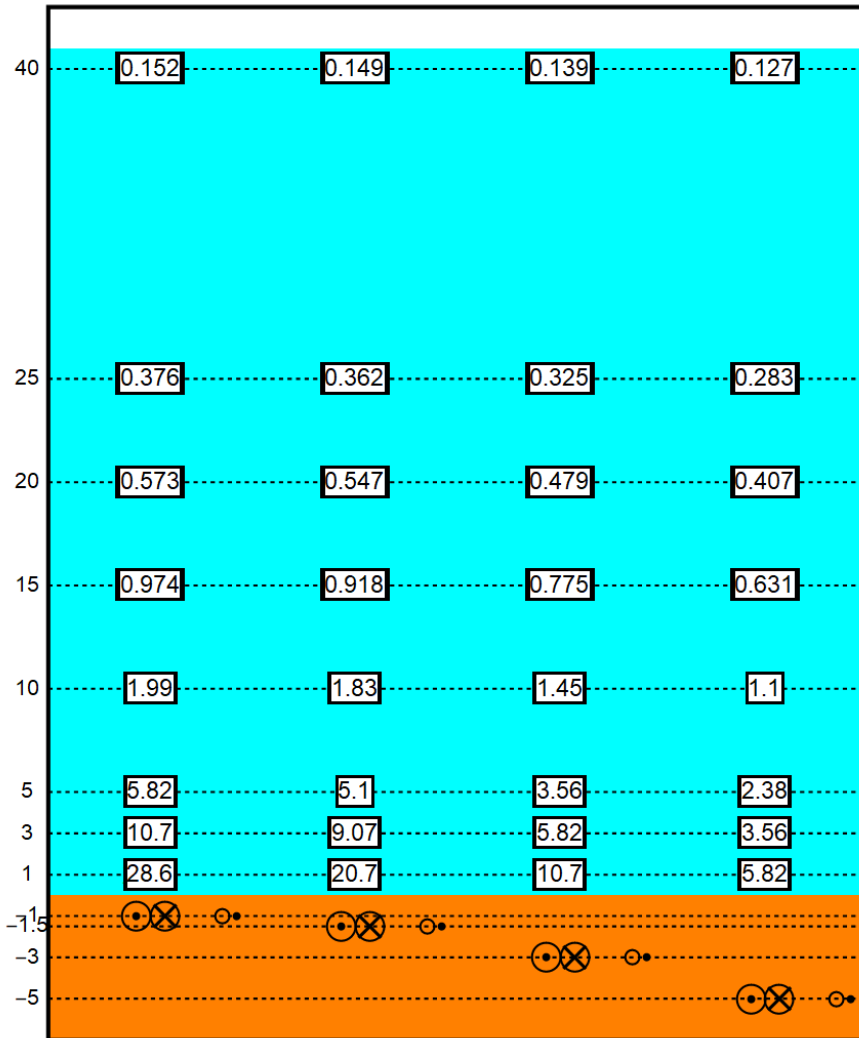
#### DMR 10% (onbalans / asymmetrie)

Kabeldiameter 150 mm



Figuur 2: Magneetvelden ( $\mu T$ ) met 10% retourstroom door DMR in de 2\*2-configuratie (5 m), kabeldiameter 150 mm; getallen langs de verticale as zijn begraafdiepten / meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in m

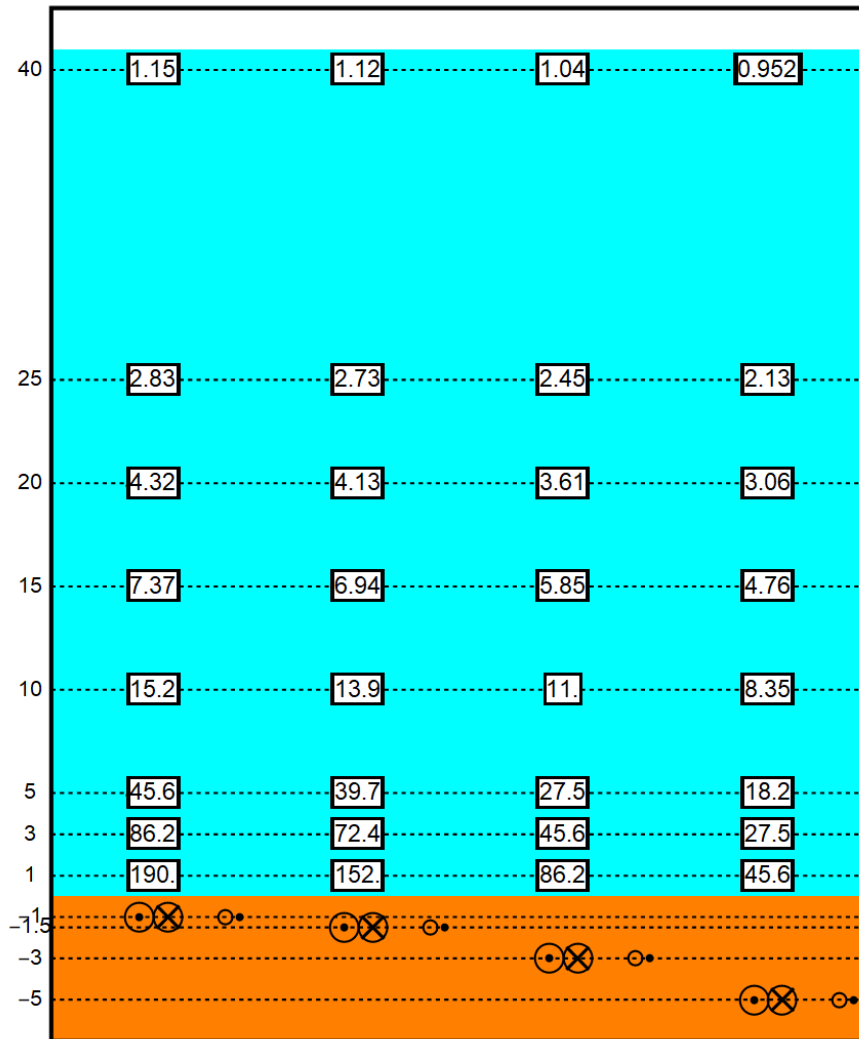
## Kabeldiameter 185 mm



Figuur 3: Magneetvelden ( $\mu\text{T}$ ) met 10% retourstroom door DMR in de 2\*2-configuratie (5 m), kabeldiameter 185 mm; getallen langs de verticale as zijn begraafdiepten / meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in m.

# DMR 100% (storing / onderhoud: monopoolbedrijf)

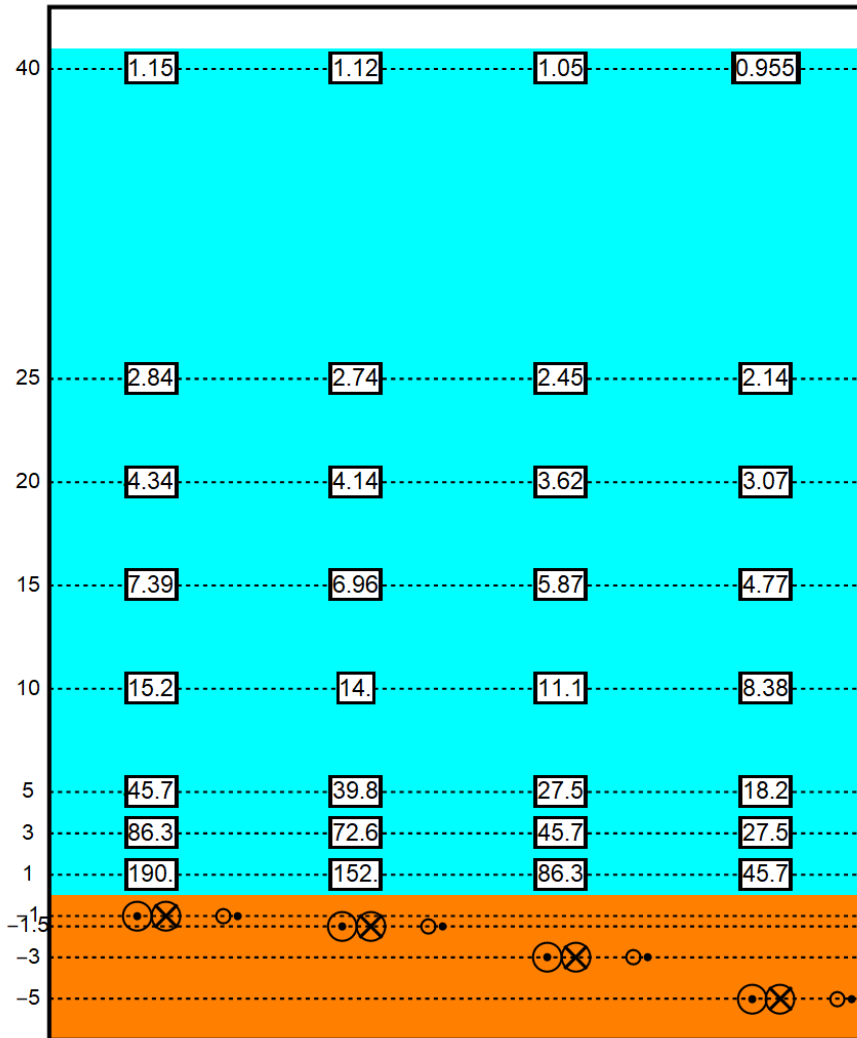
Kabeldiameter 150 mm



Figuur 4: Magneetvelden ( $\mu\text{T}$ ) met 100% retourstroom door DMR in de 2\*2-configuratie (5 m), kabeldiameter 150 mm; getallen langs de verticale as zijn begraafdiepten / meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in m.



## Kabeldiameter 185 mm



Figuur 5: Magneetvelden ( $\mu\text{T}$ ) met 100% retourstroom door DMR in de 2\*2-configuratie (5 m), kabeldiameter 185 mm; getallen langs de verticale as zijn begraafdiepten / meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in m.

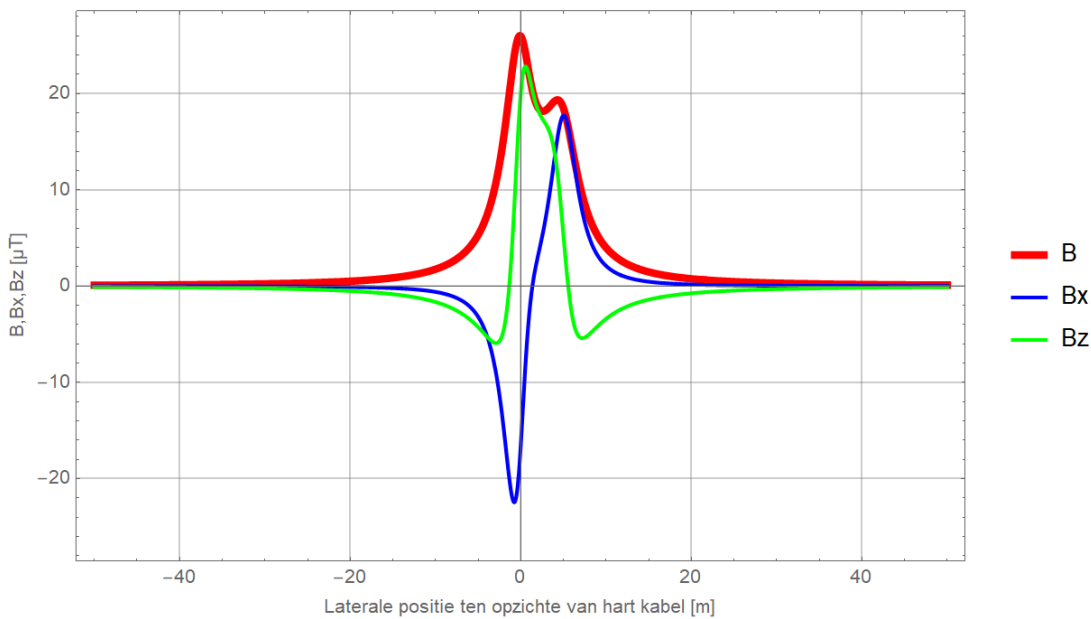
# Bijlage 1: Magneetveldprofielen DMR 10% (onbalans / asymmetrie)

In onderstaande figuren geldt  $x = 0$  voor het midden van het plus-minkabelkoppel.

## Kabeldiameter 150 mm

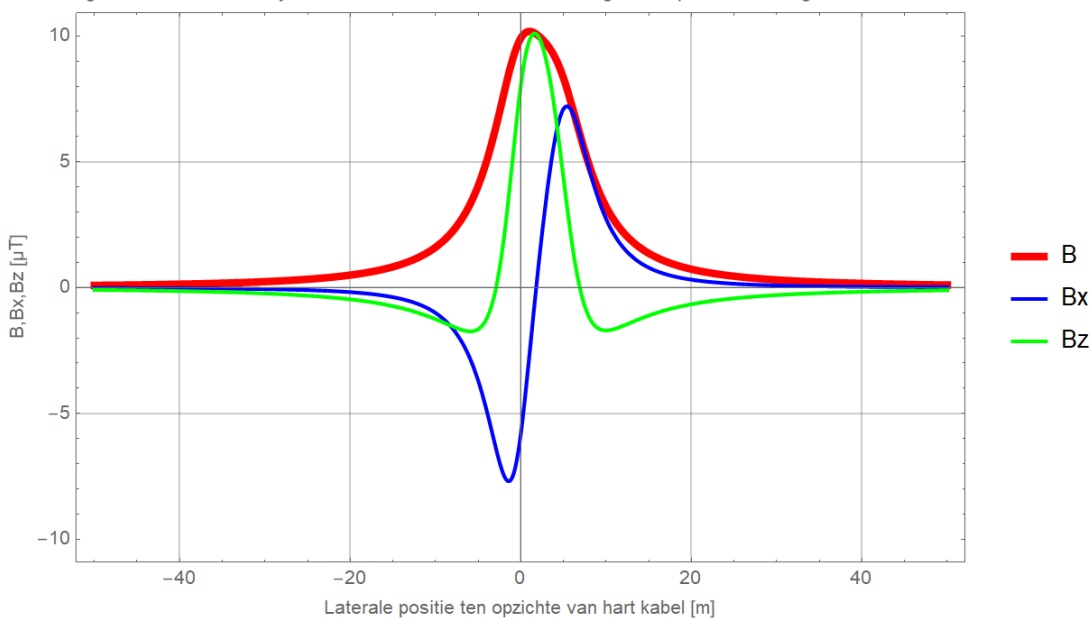
### Begraafdiepte -1 m

Magneetveld B, Bx, Bz bij  $I = 1905$  A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 1 m



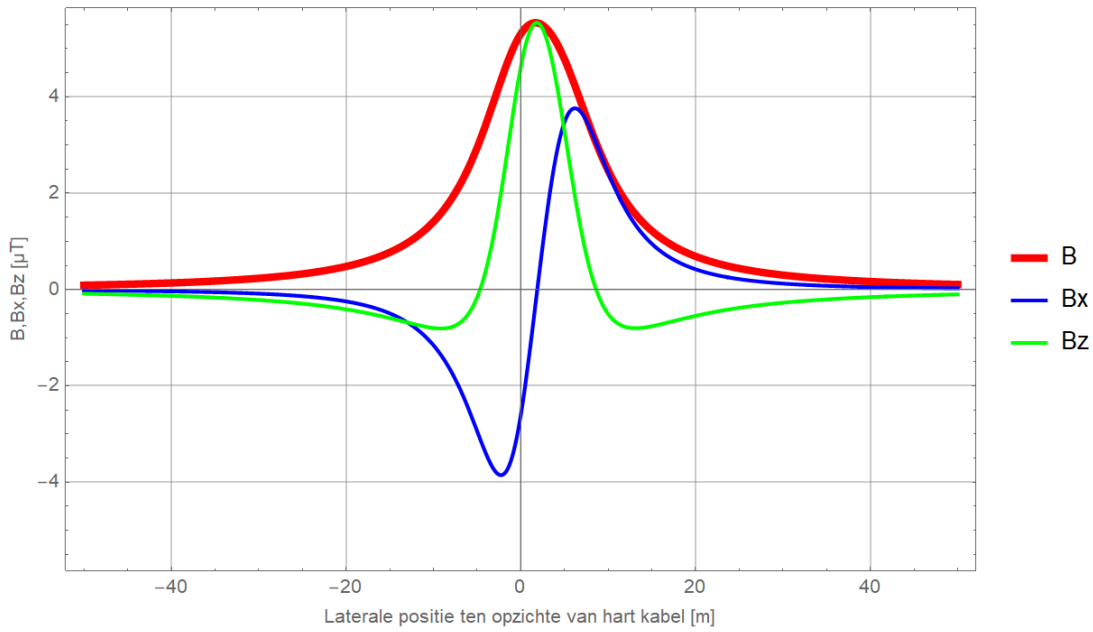
Figuur 6 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij  $I = 1905$  A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 3 m



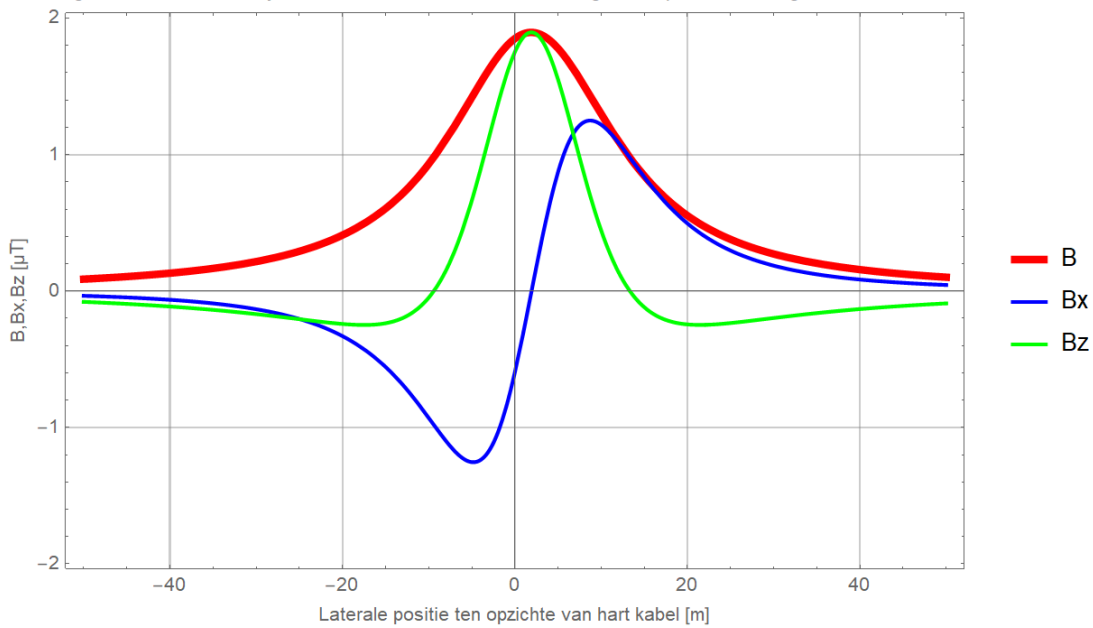
Figuur 7 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 5 m

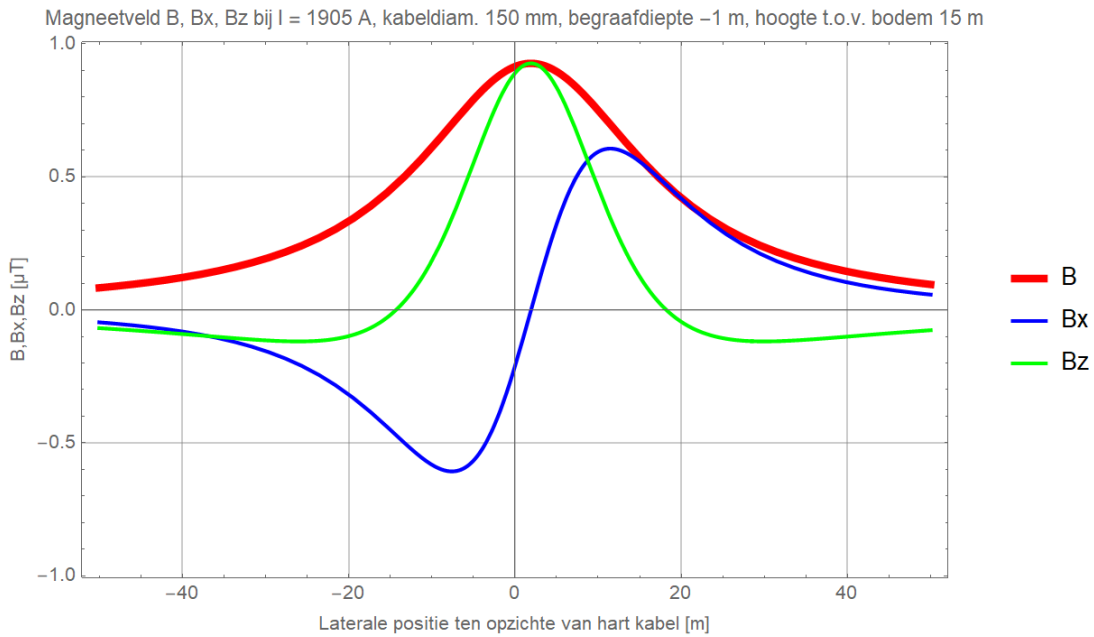


Figuur 8 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

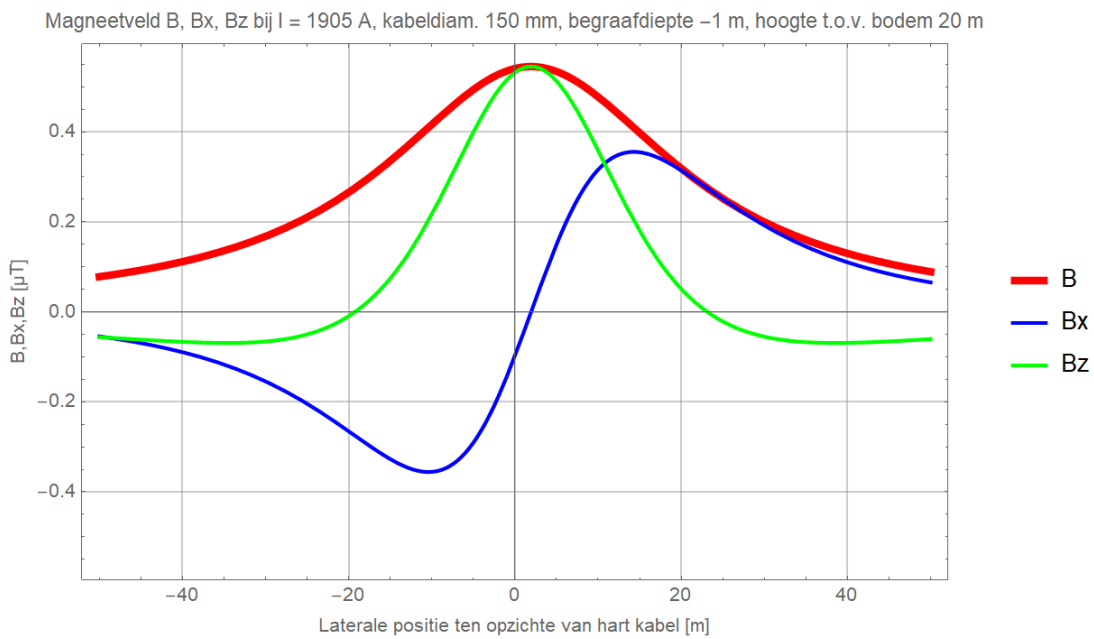
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 10 m



Figuur 9 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

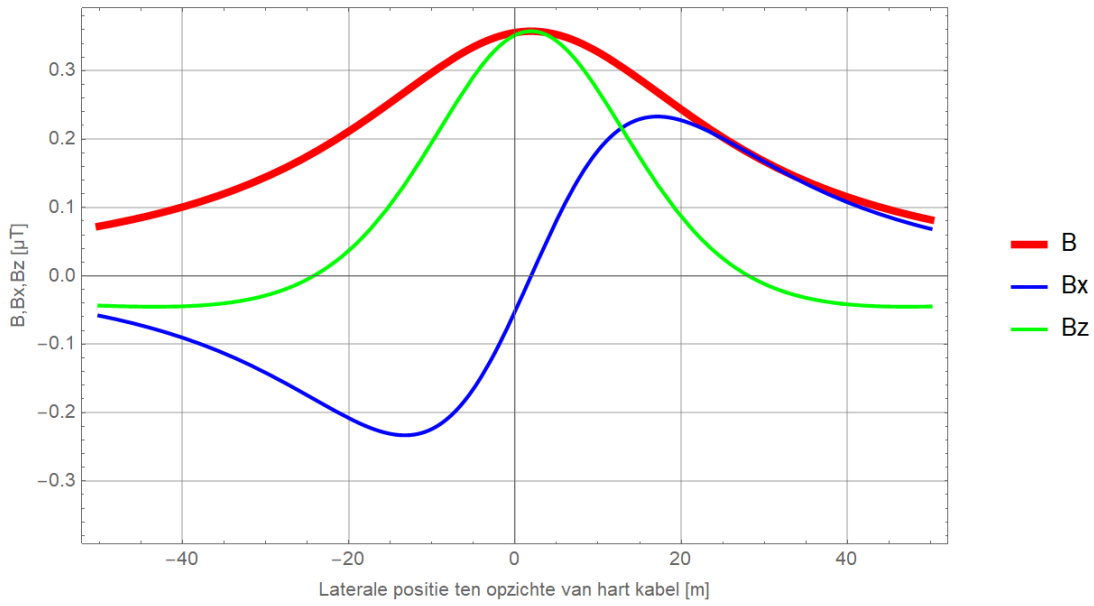


Figuur 10 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



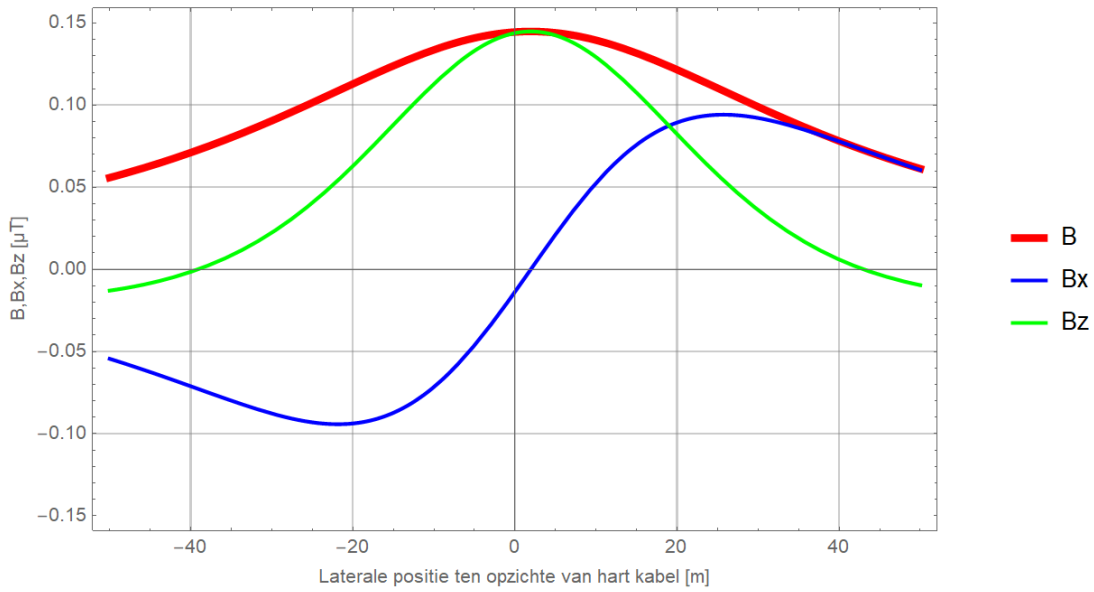
Figuur 11 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 25 m



Figuur 12 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

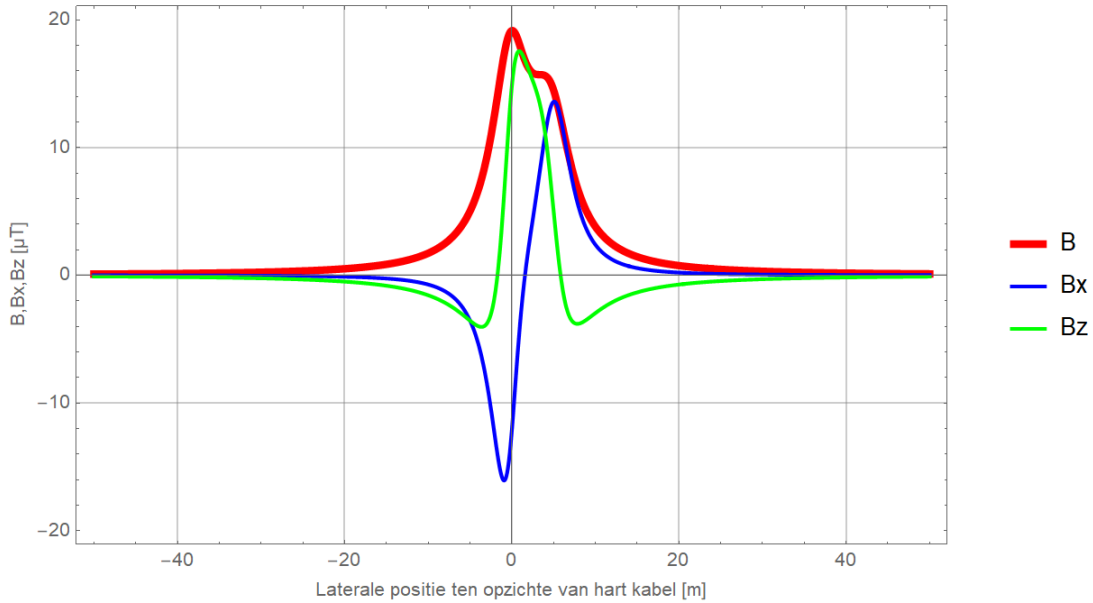
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 40 m



Figuur 13 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

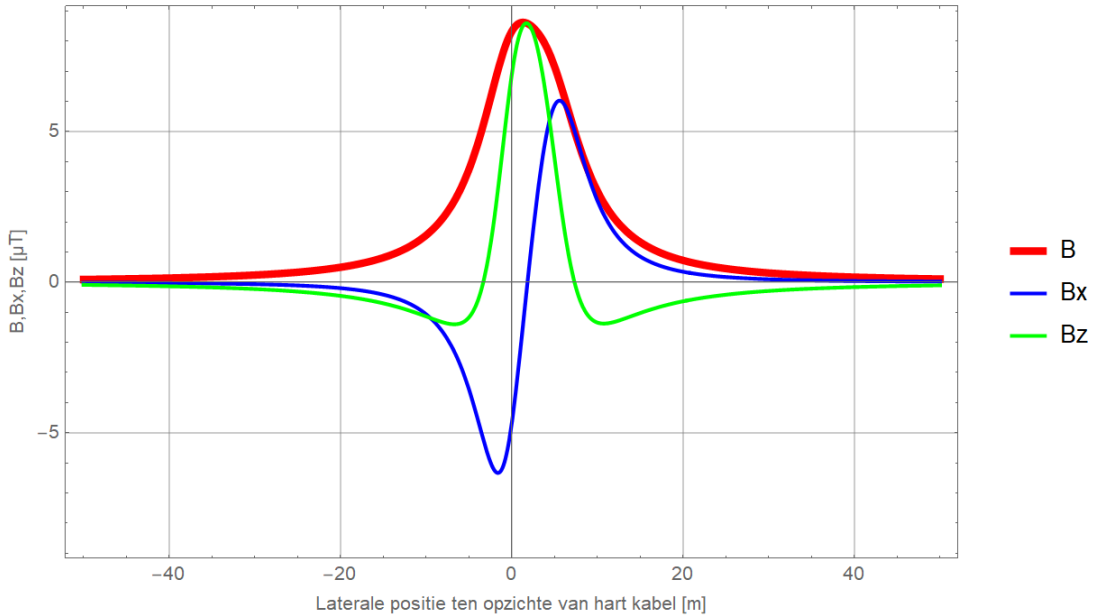
## Begraafdiepte -1,5 m

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 1 m



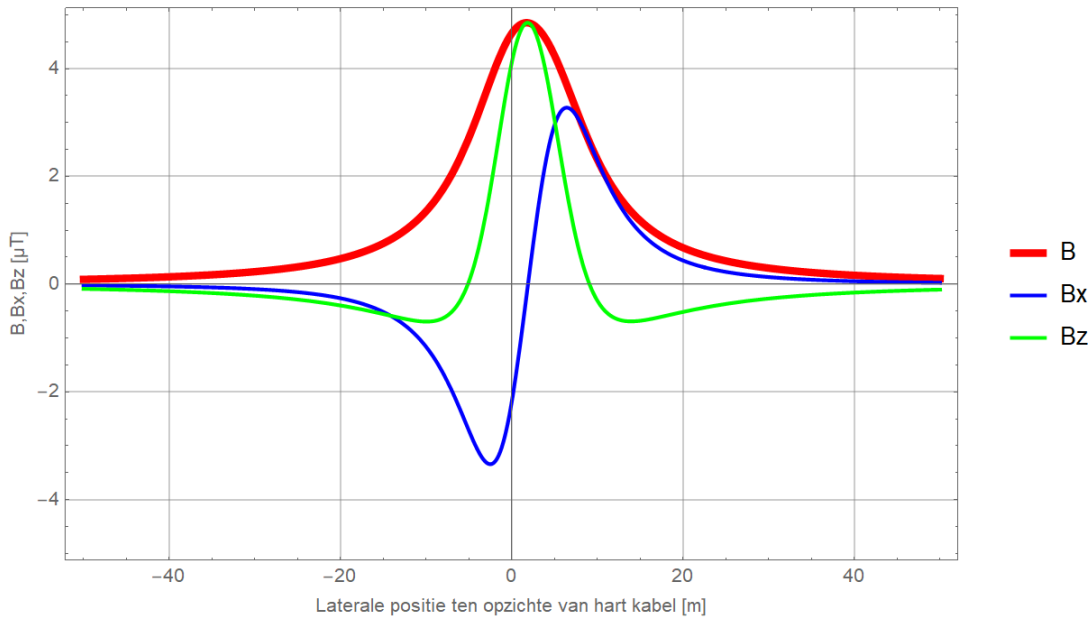
Figuur 14 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 3 m



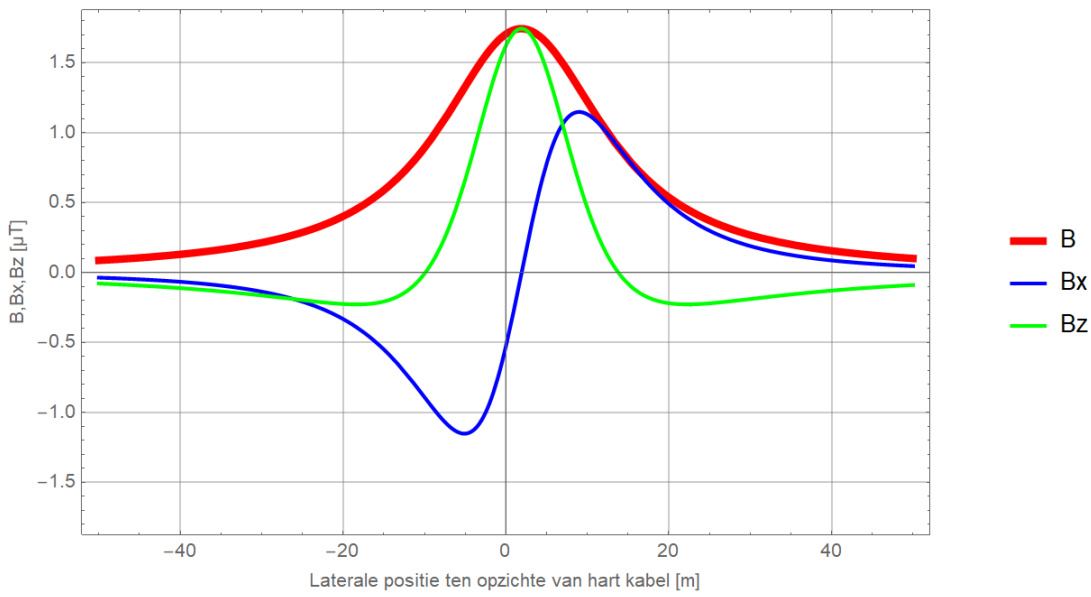
Figuur 15 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 5 m



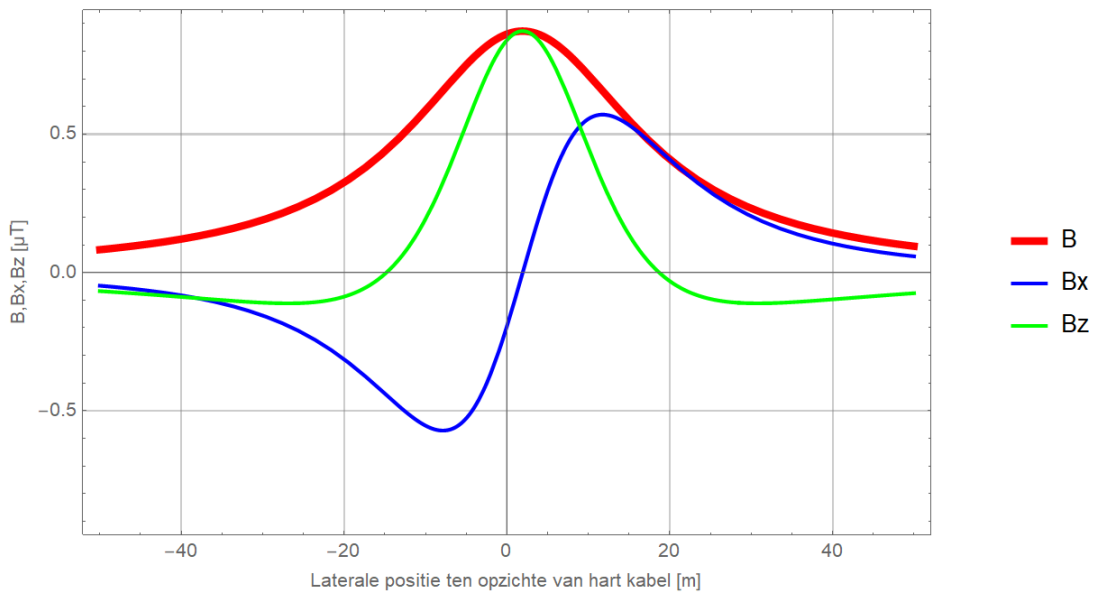
Figuur 16 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 10 m



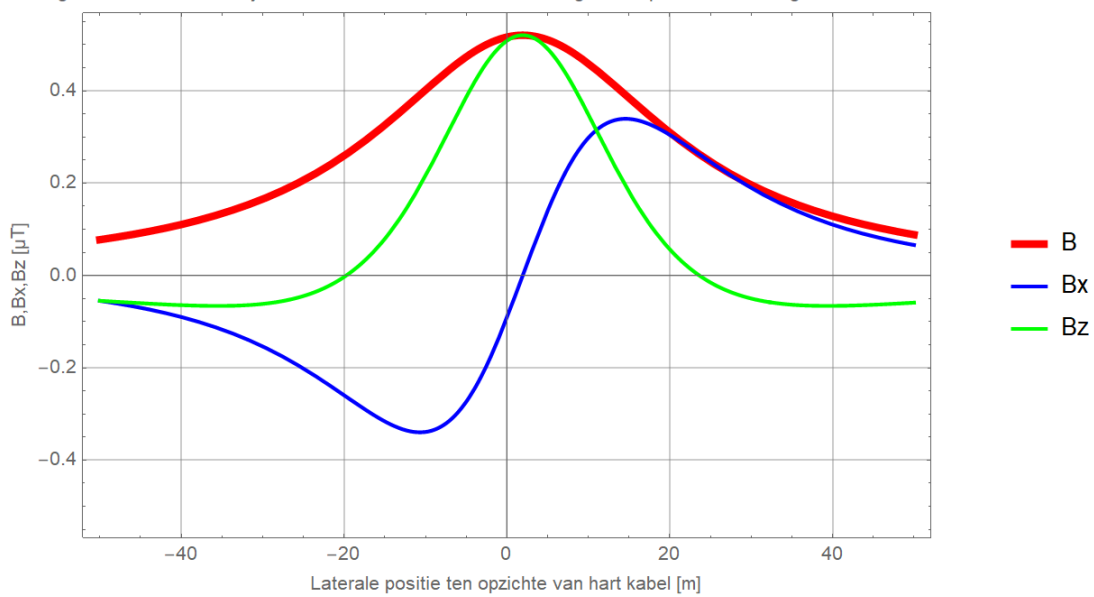
Figuur 17 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 15 m



Figuur 18 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

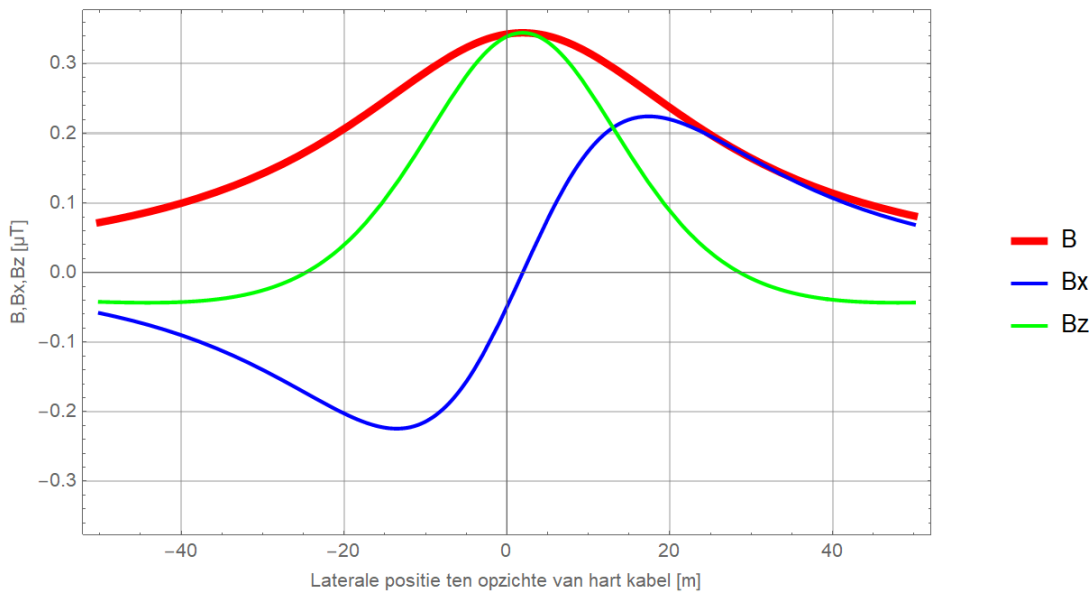
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 20 m



Figuur 19 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

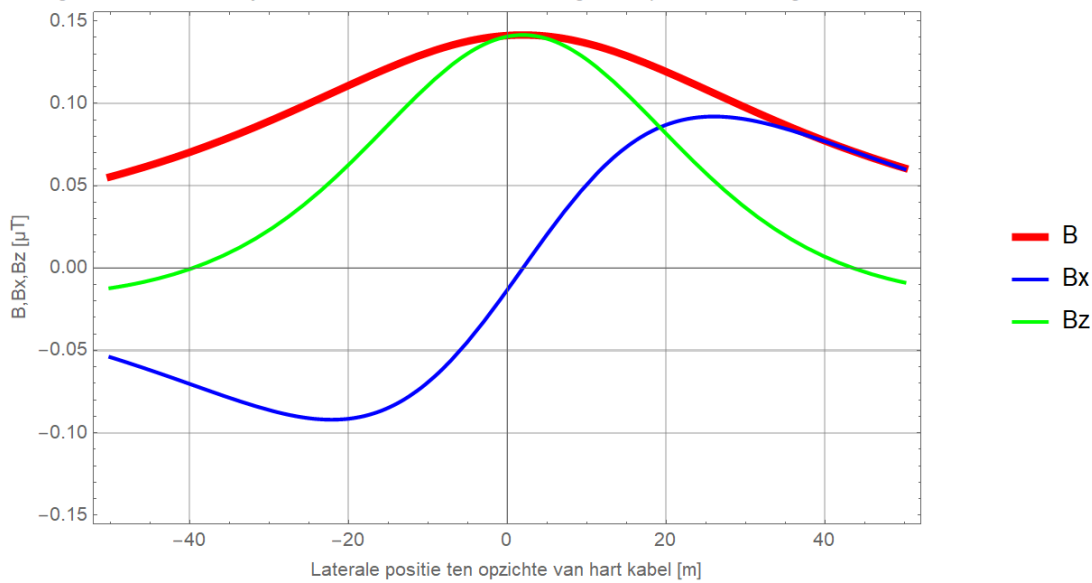


Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 25 m



Figuur 20 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

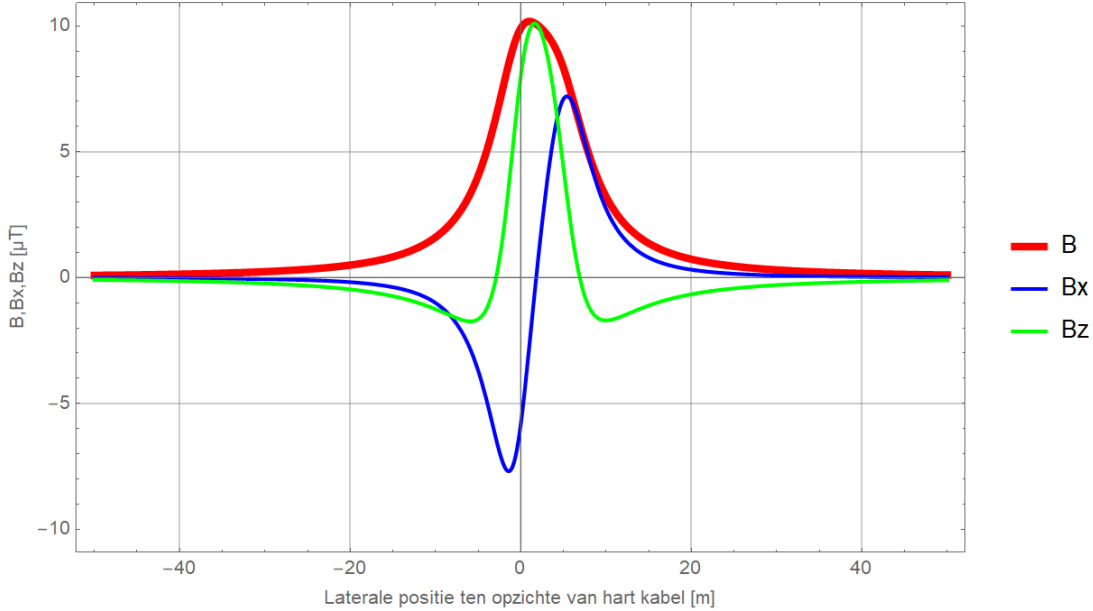
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 40 m



Figuur 21 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

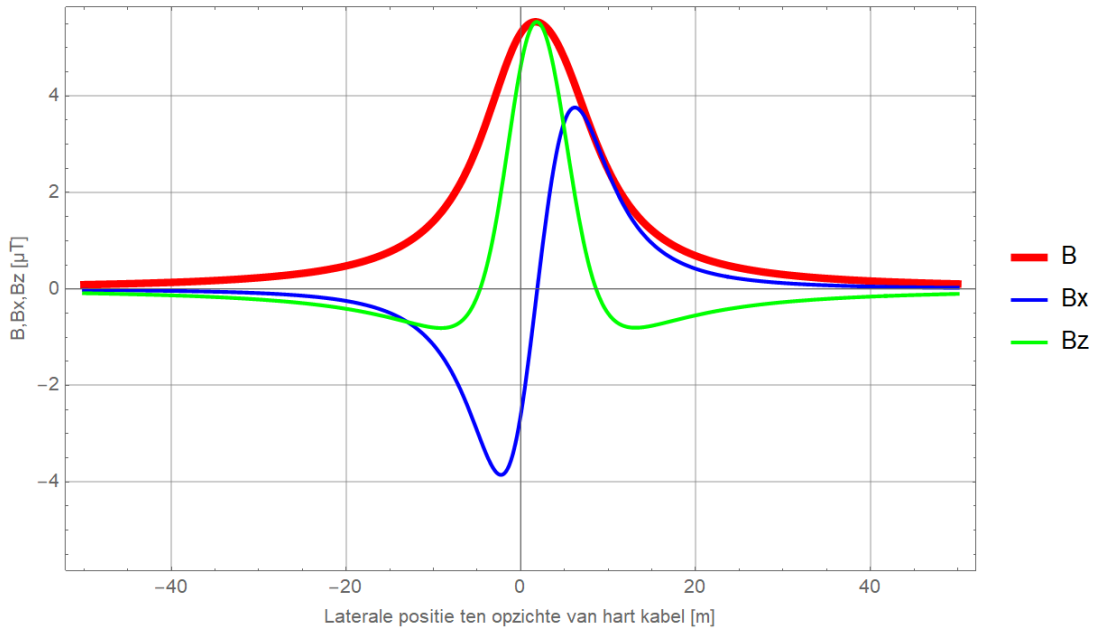
## Begraafdiepte –3 m

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte –3 m, hoogte t.o.v. bodem 1 m



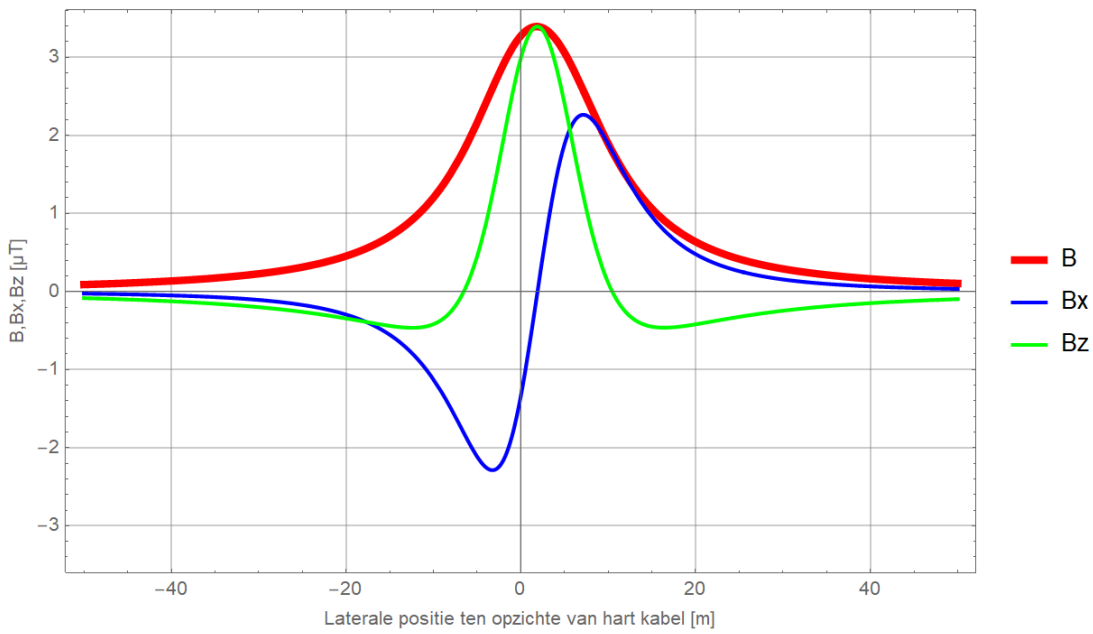
Figuur 22 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte –3 m, hoogte t.o.v. bodem 3 m



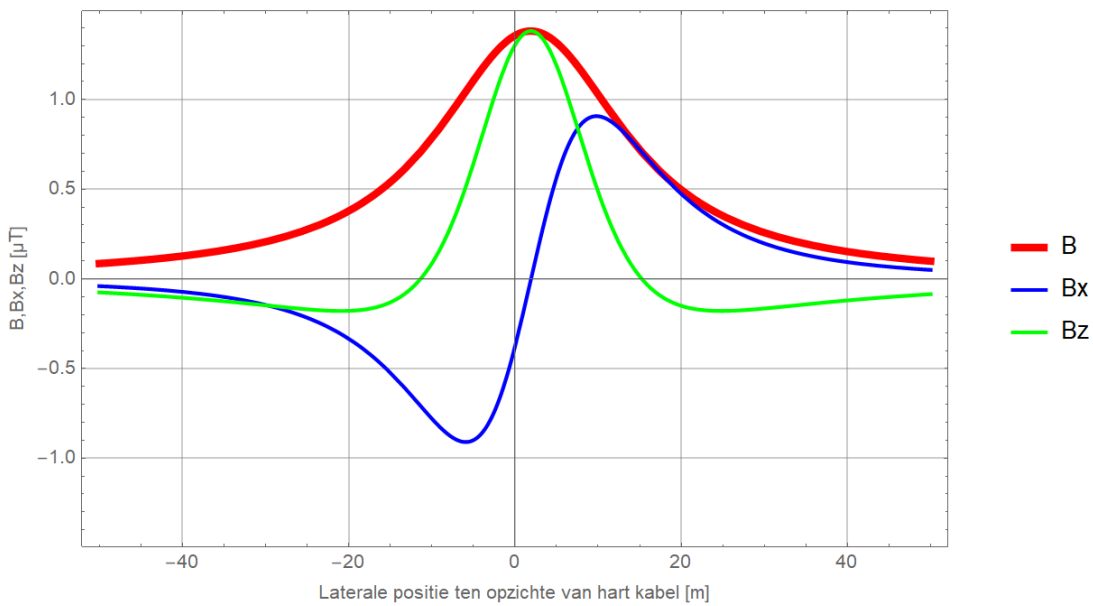
Figuur 23 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 5 m



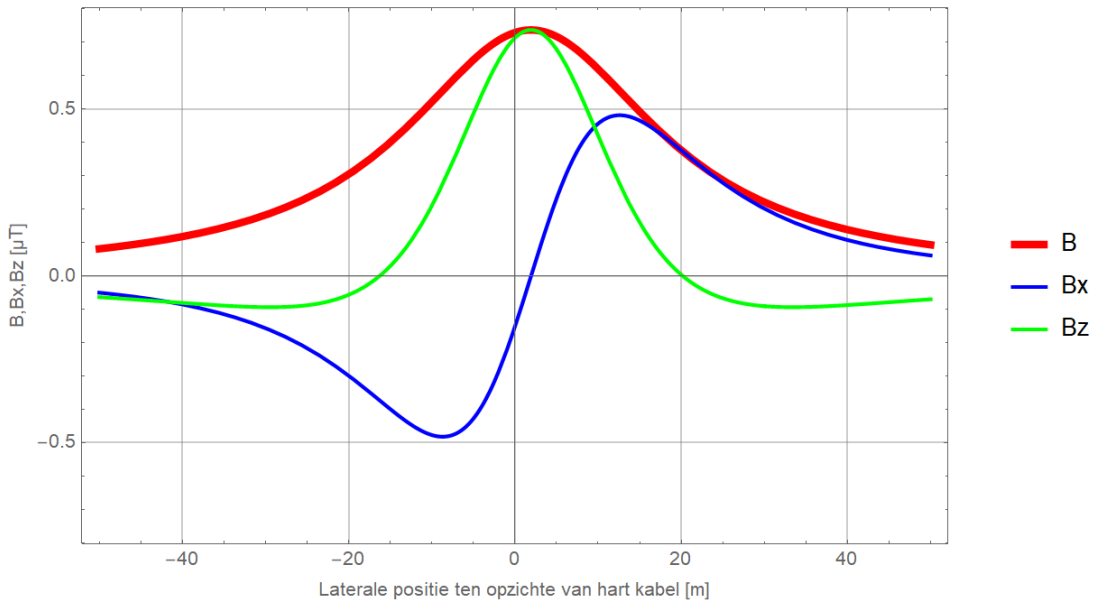
Figuur 24 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 10 m



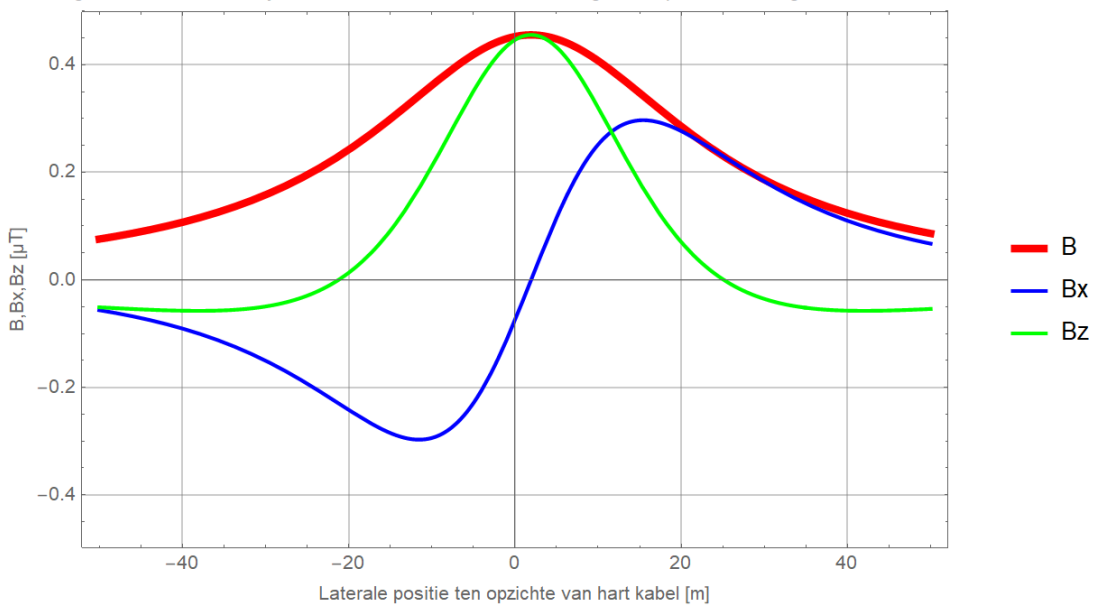
Figuur 25 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 15 m



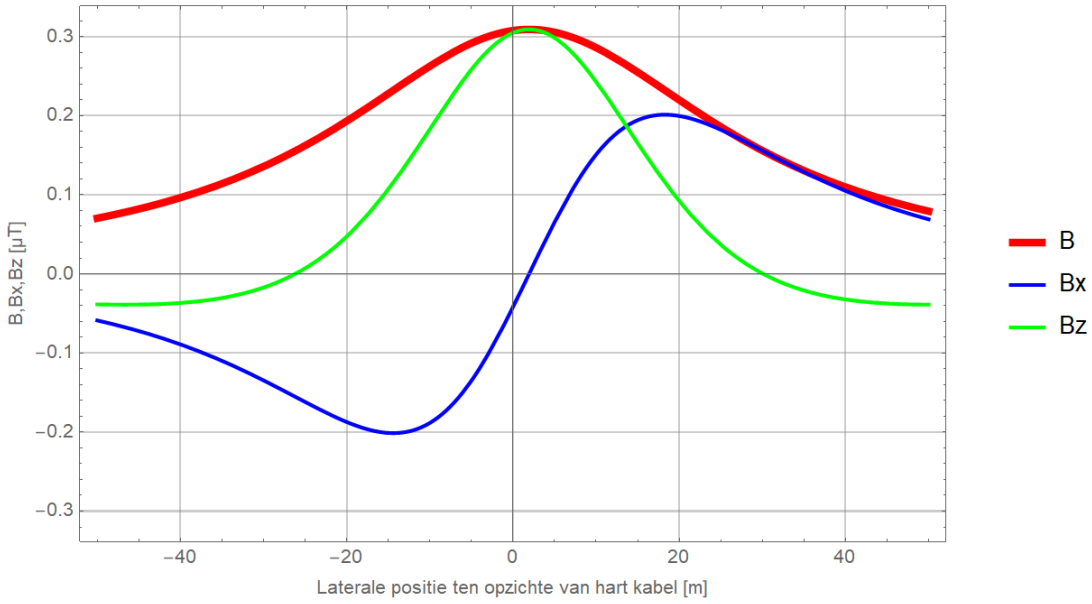
Figuur 26 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 20 m



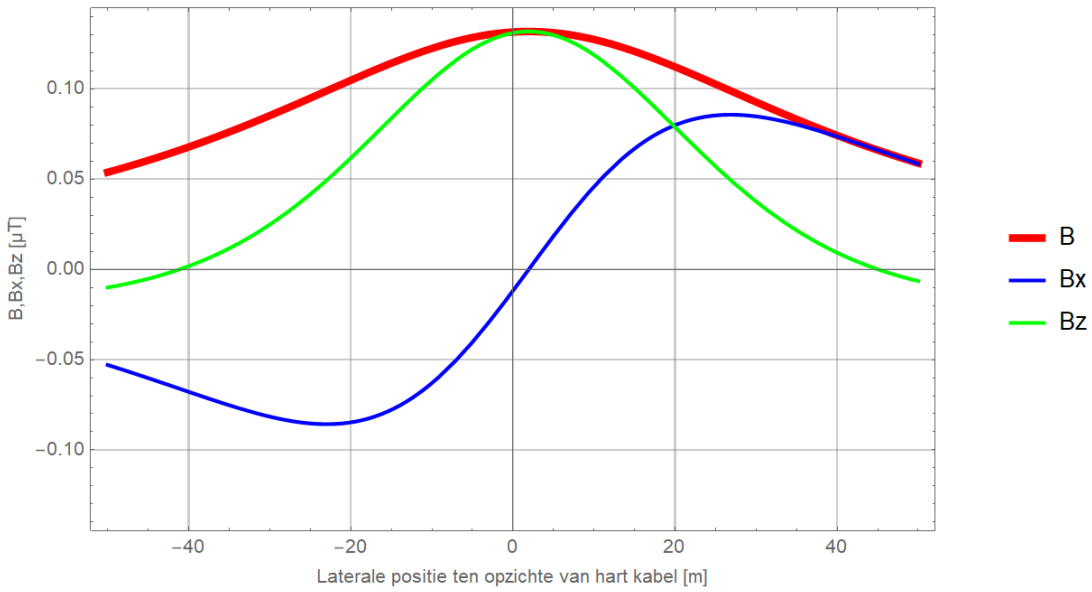
Figuur 27 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 25 m



Figuur 28 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

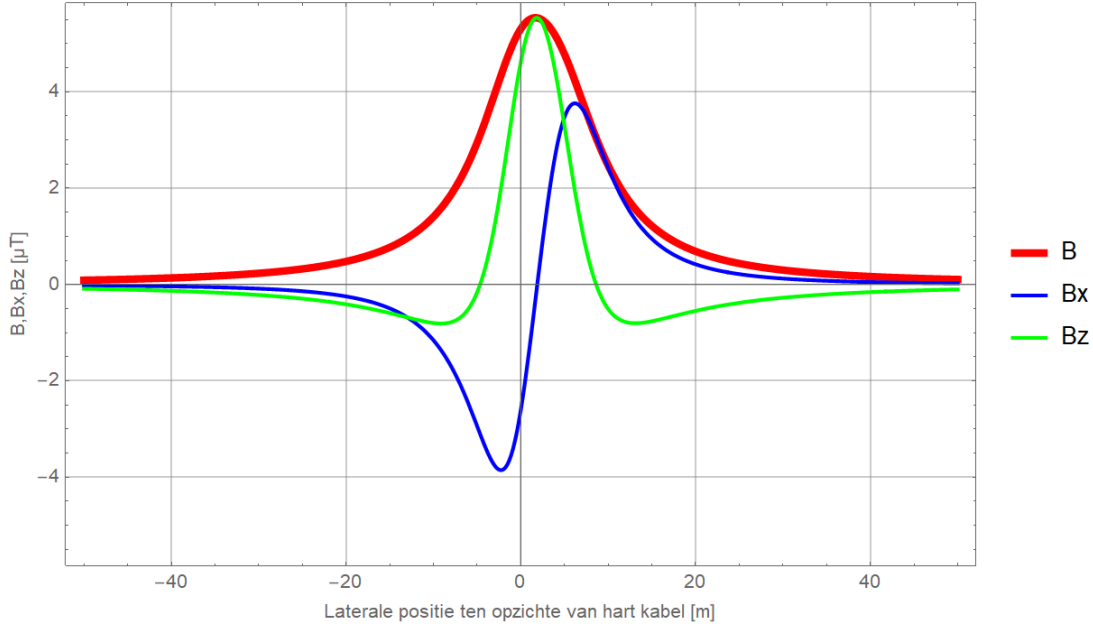
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 40 m



Figuur 29 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

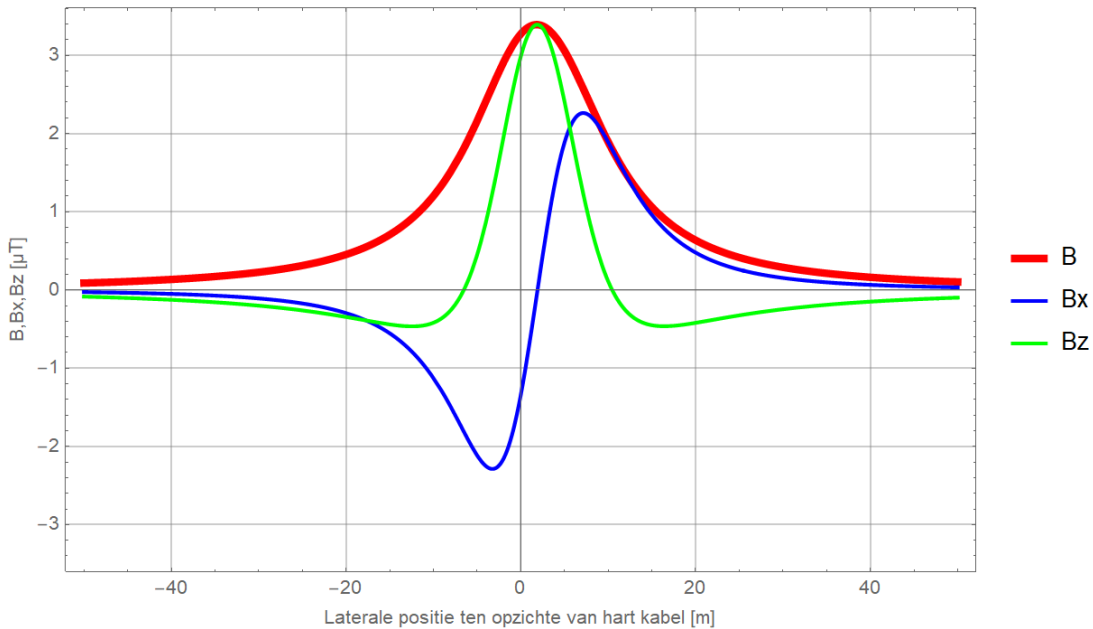
## Begraafdiepte -5 m

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 1 m



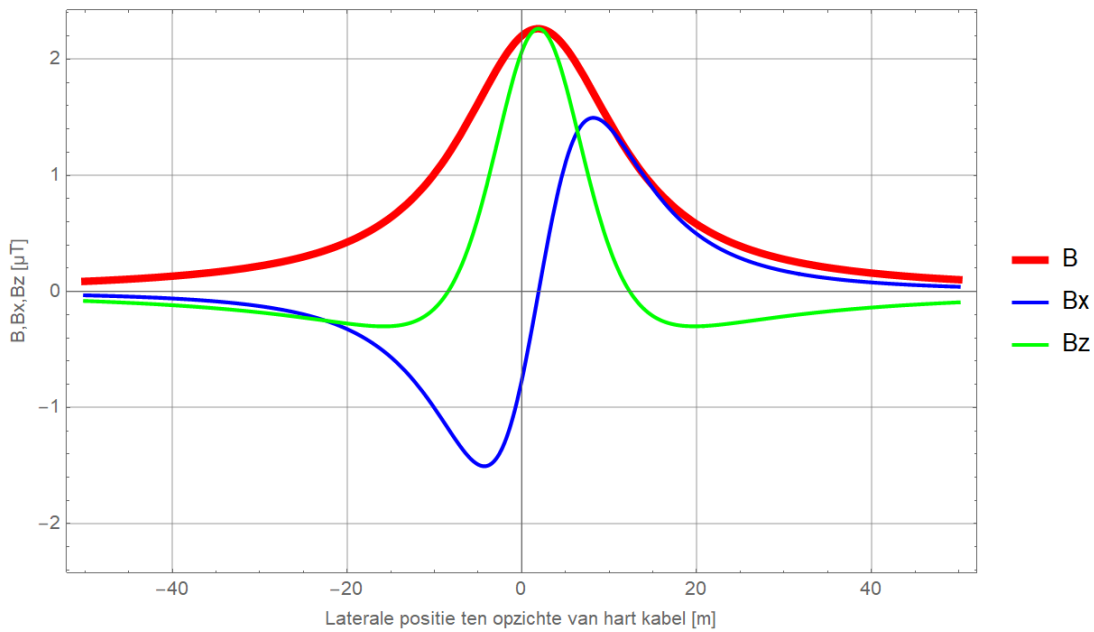
Figuur 30 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 3 m



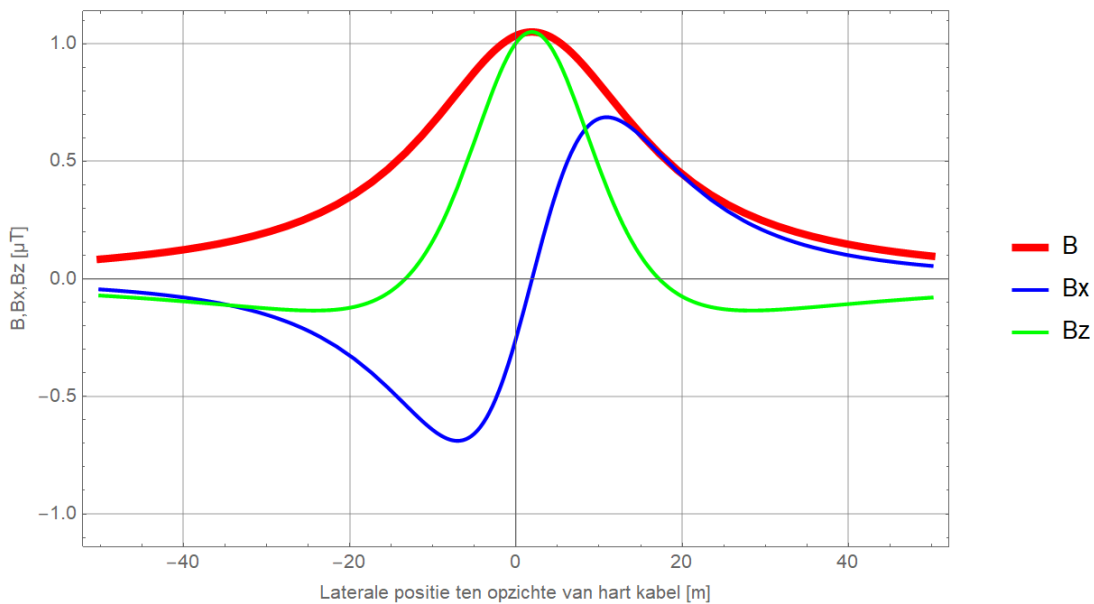
Figuur 31 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 5 m



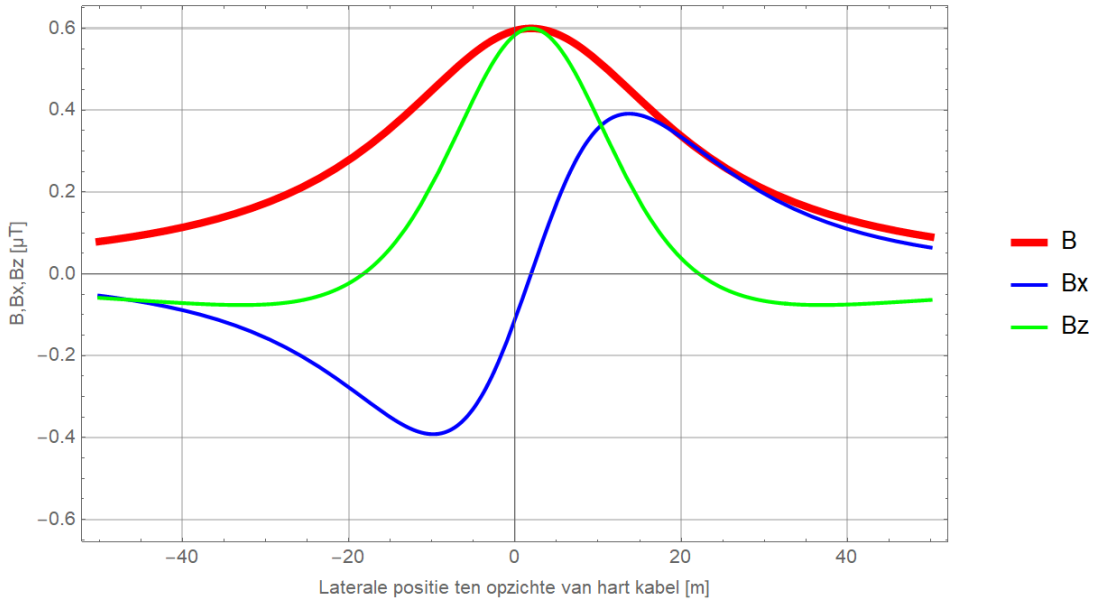
Figuur 32 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 10 m



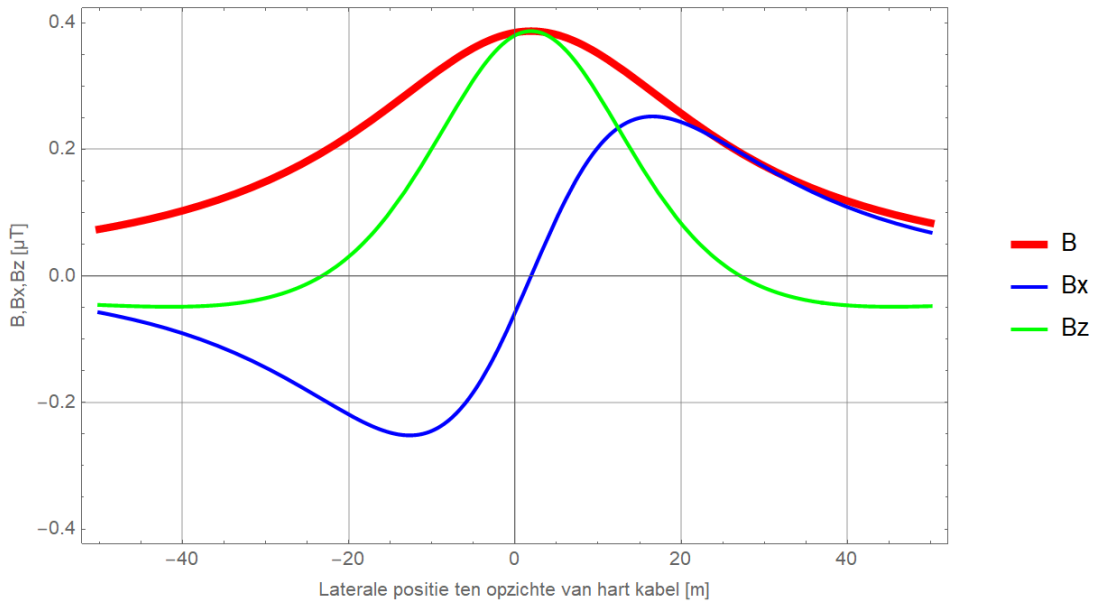
Figuur 33 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 15 m



Figuur 34 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

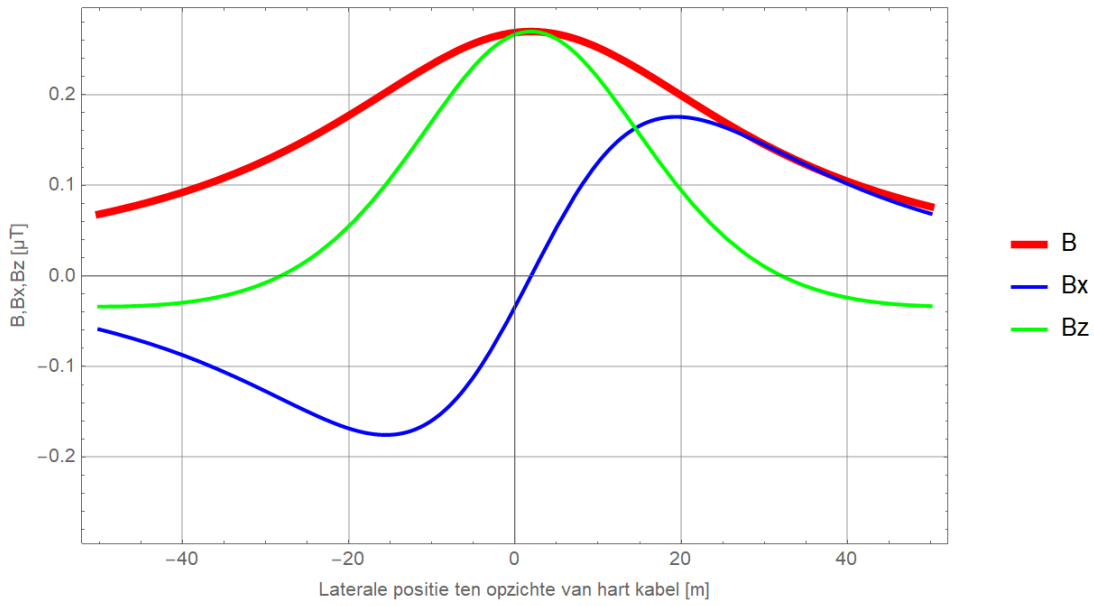
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 20 m



Figuur 35 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

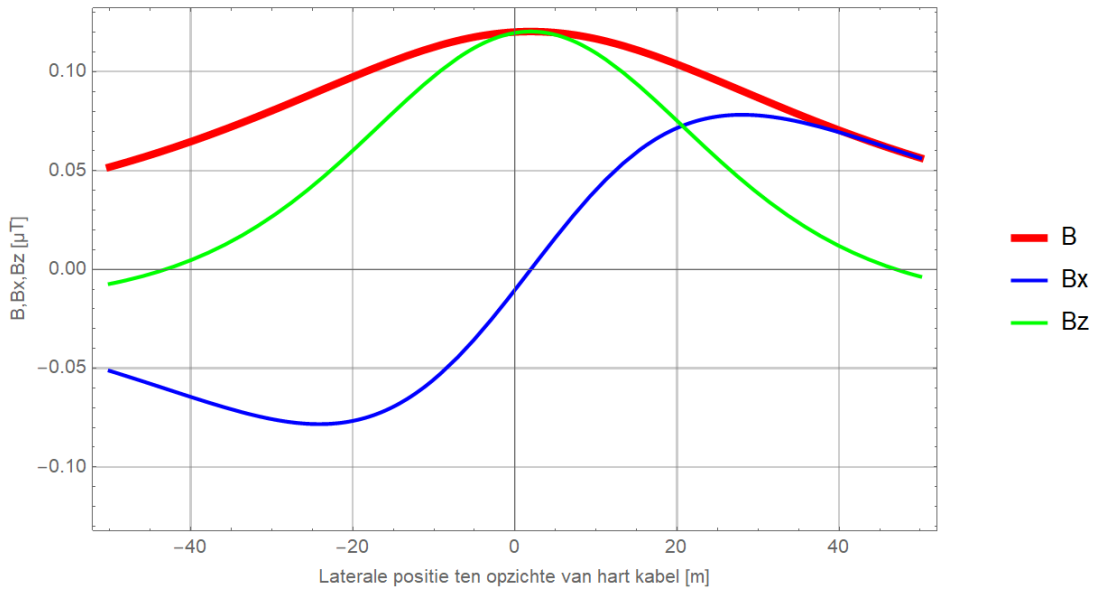


Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 25 m



Figuur 36 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

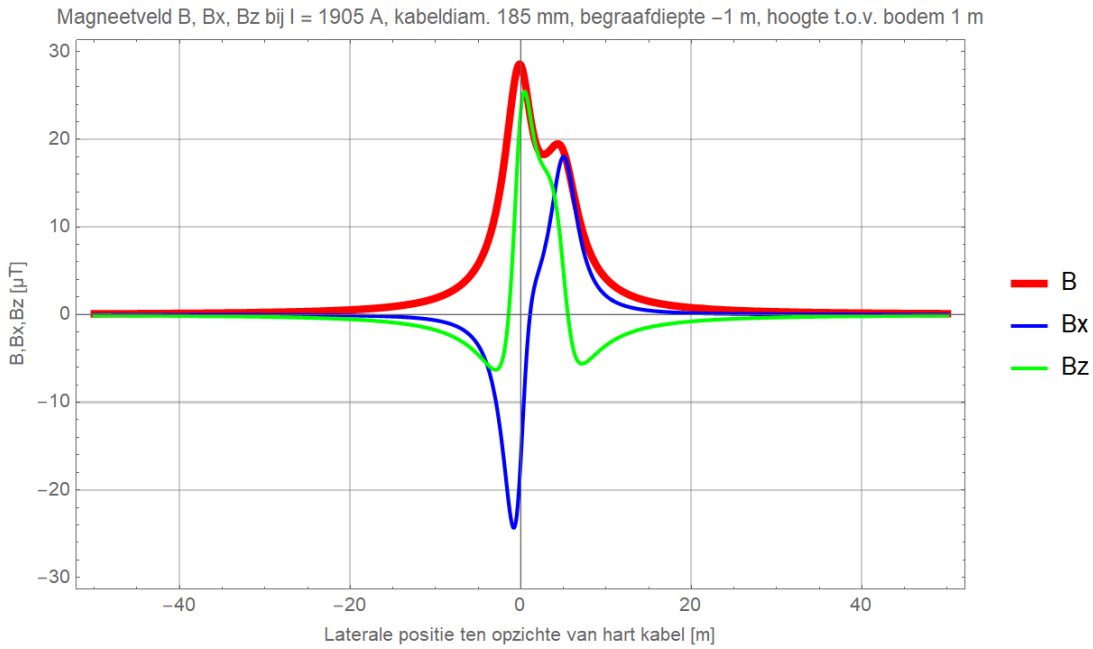
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 40 m



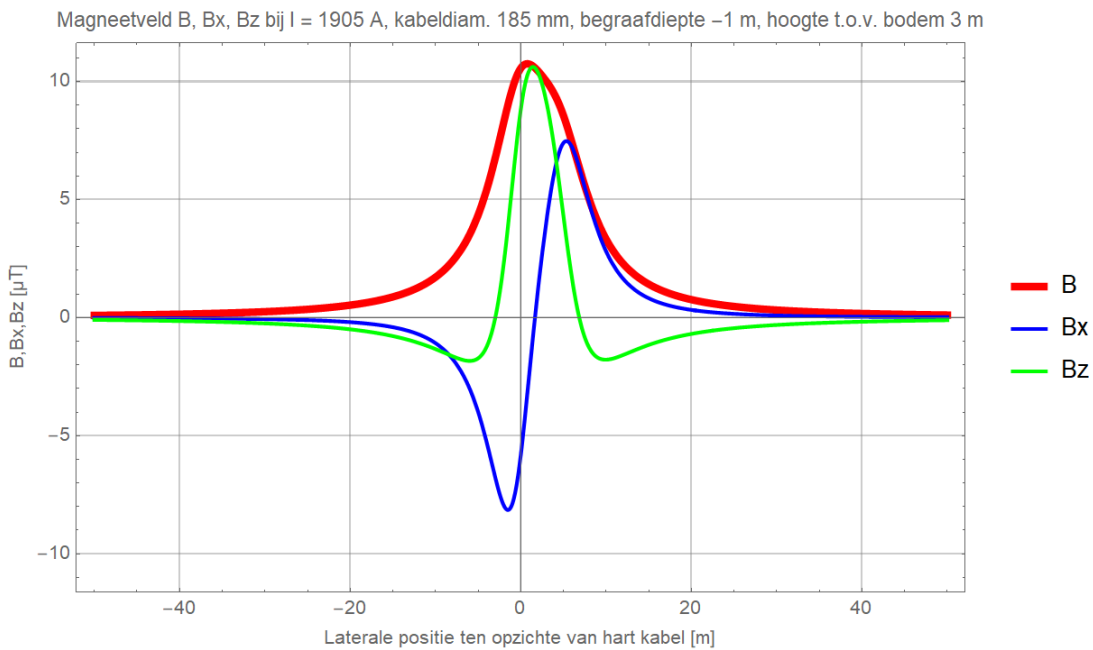
Figuur 37 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

# Kabeldiameter 185 mm

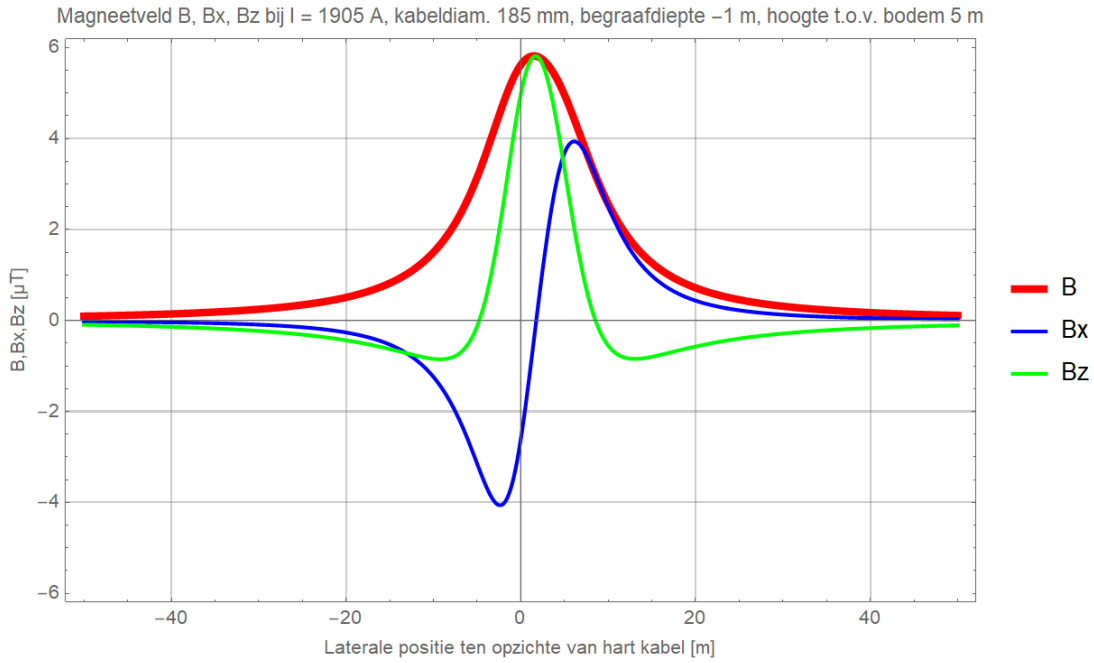
## Begraafdiepte -1 m



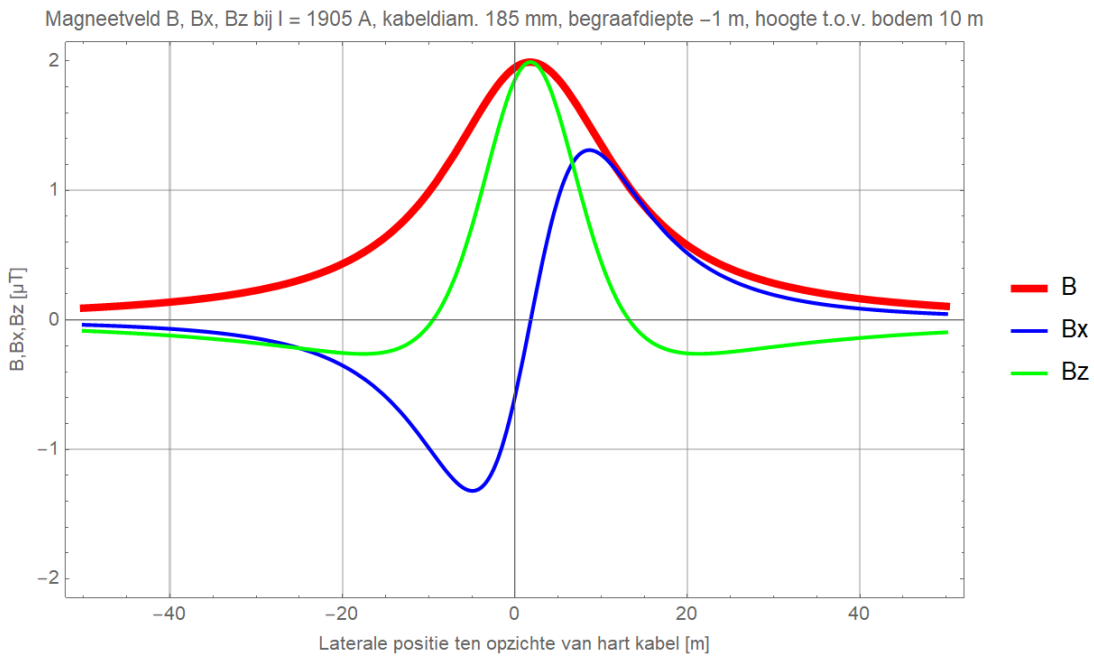
Figuur 38 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



Figuur 39 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

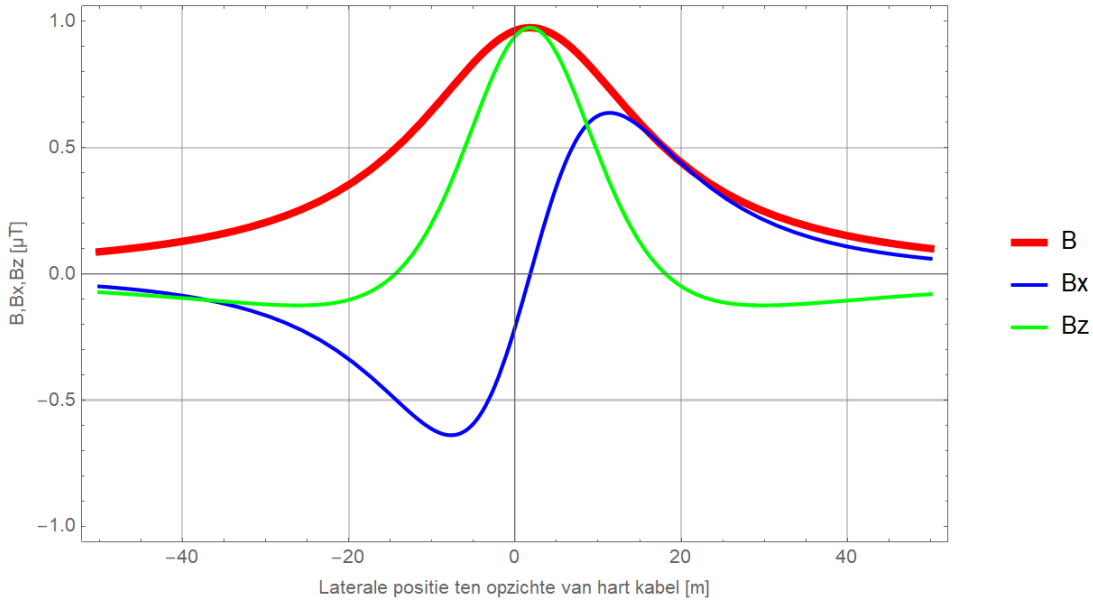


Figuur 40 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



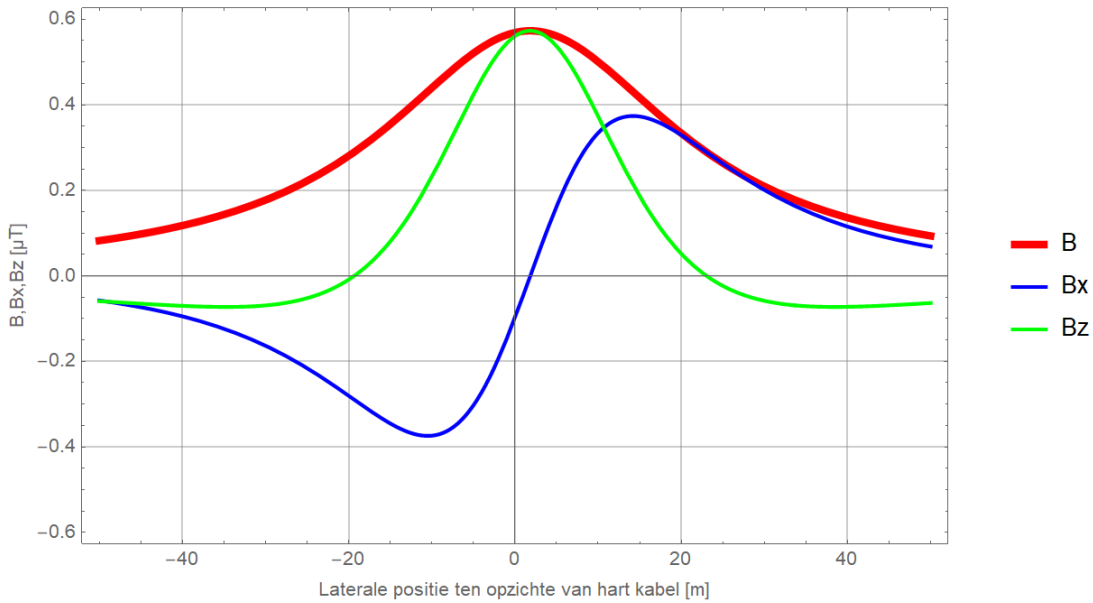
Figuur 41 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 15 m

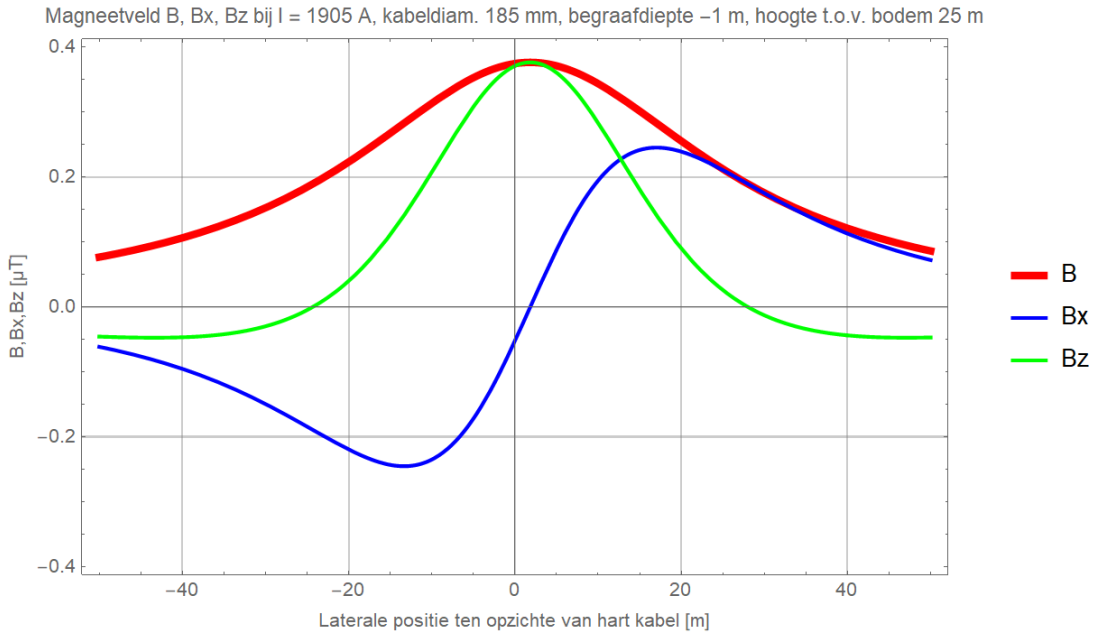


Figuur 42 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

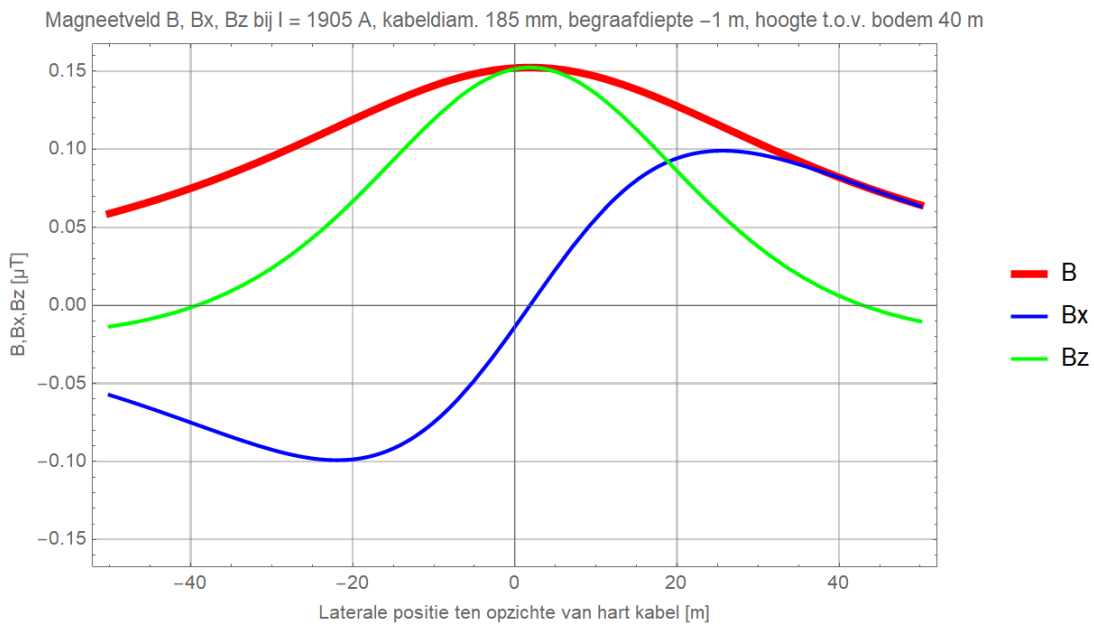
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 20 m



Figuur 43 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



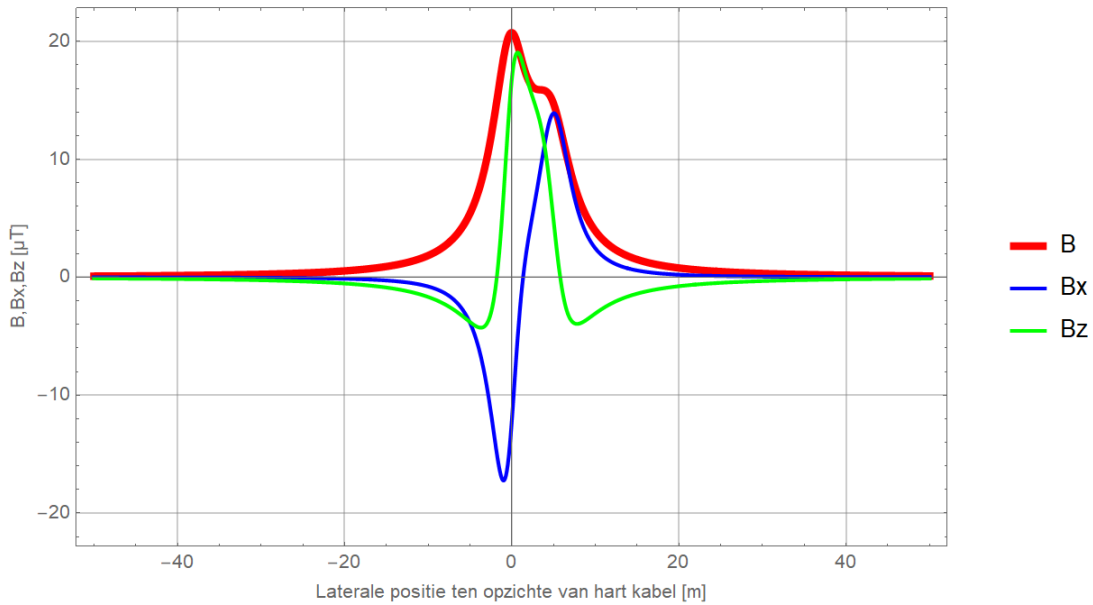
Figuur 44 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



Figuur 45 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

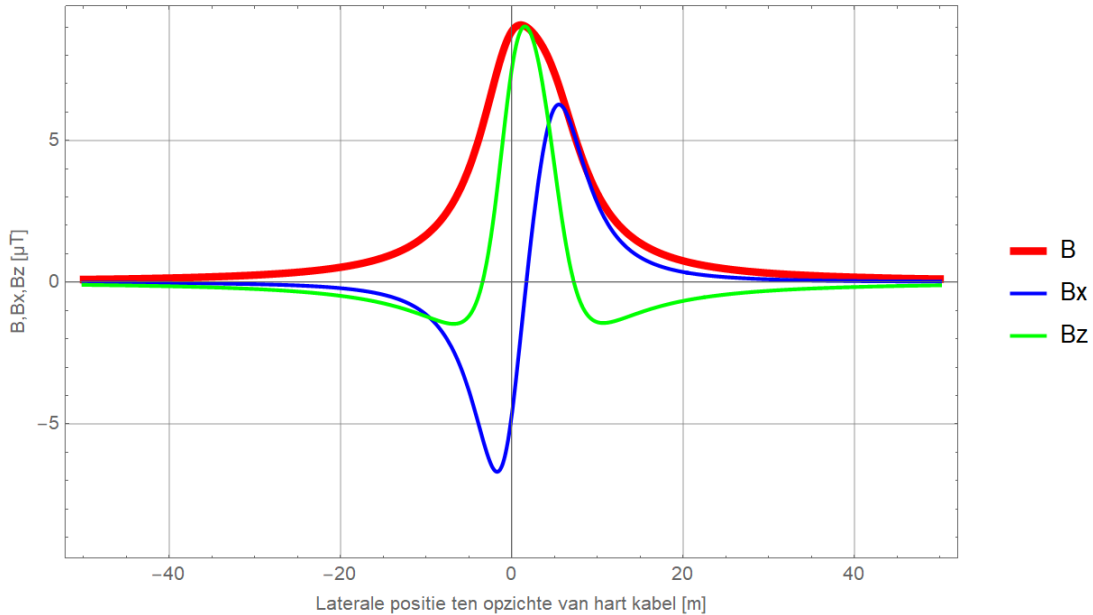
## Begraafdiepte -1,5 m

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 1 m



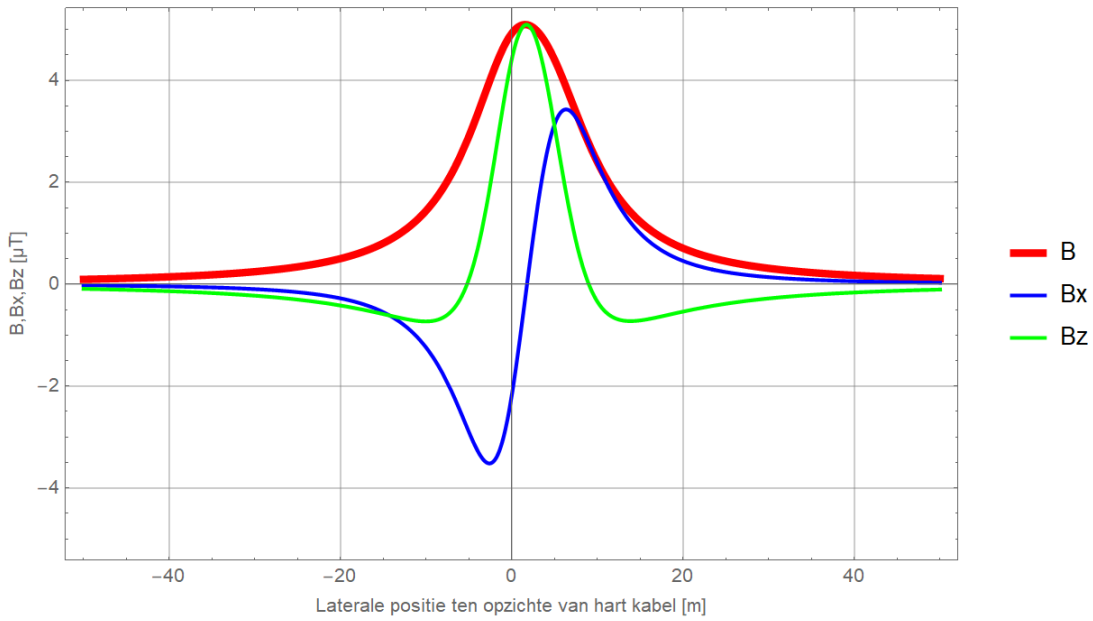
Figuur 46 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 3 m



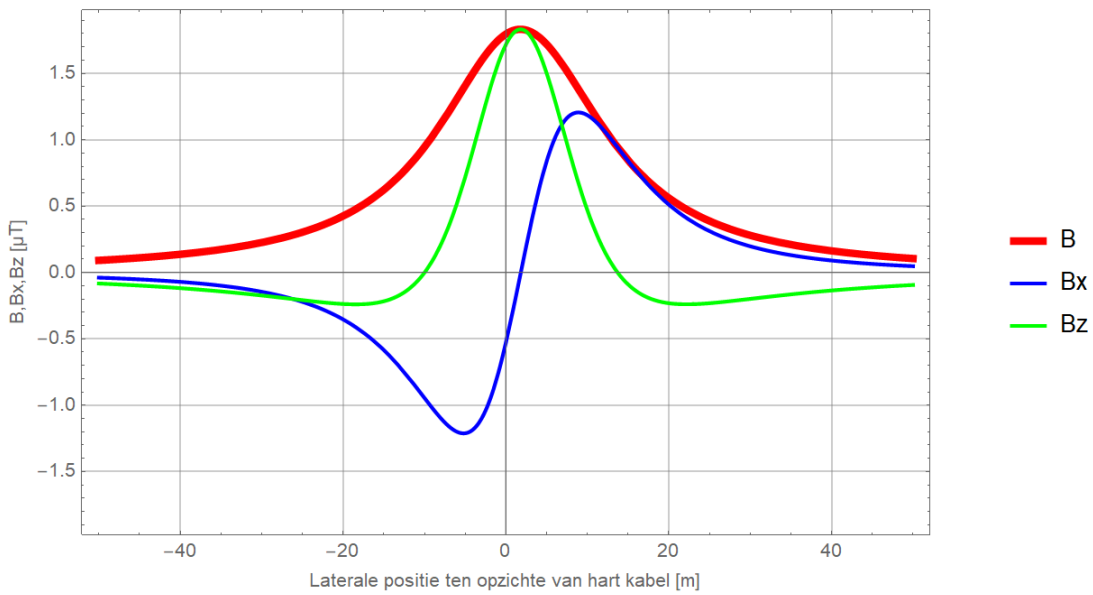
Figuur 47 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 5 m



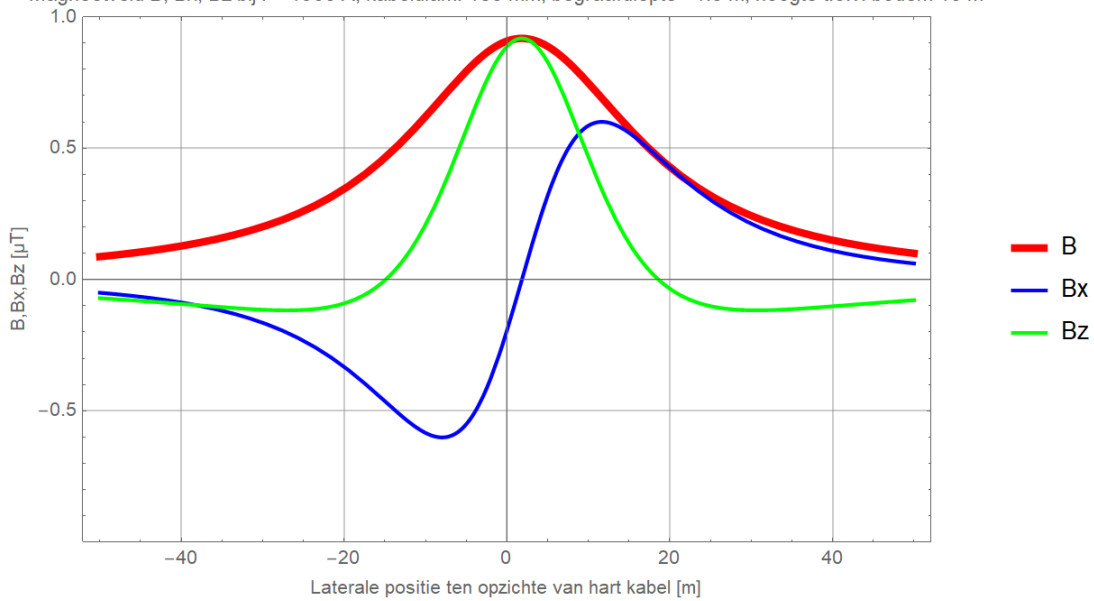
Figuur 48 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 10 m



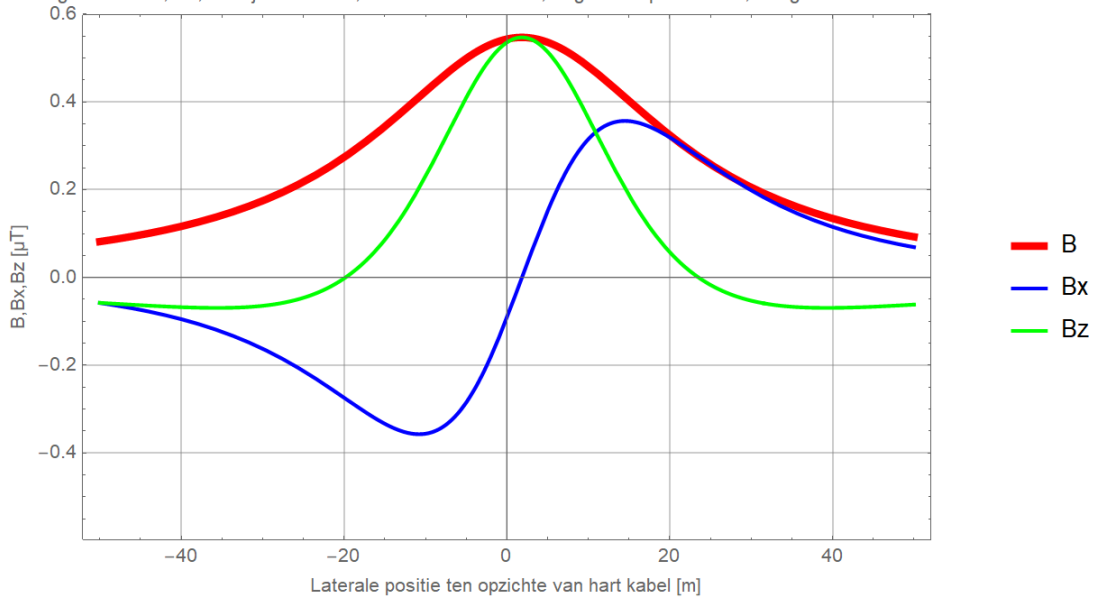
Figuur 49 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 15 m



Figuur 50 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

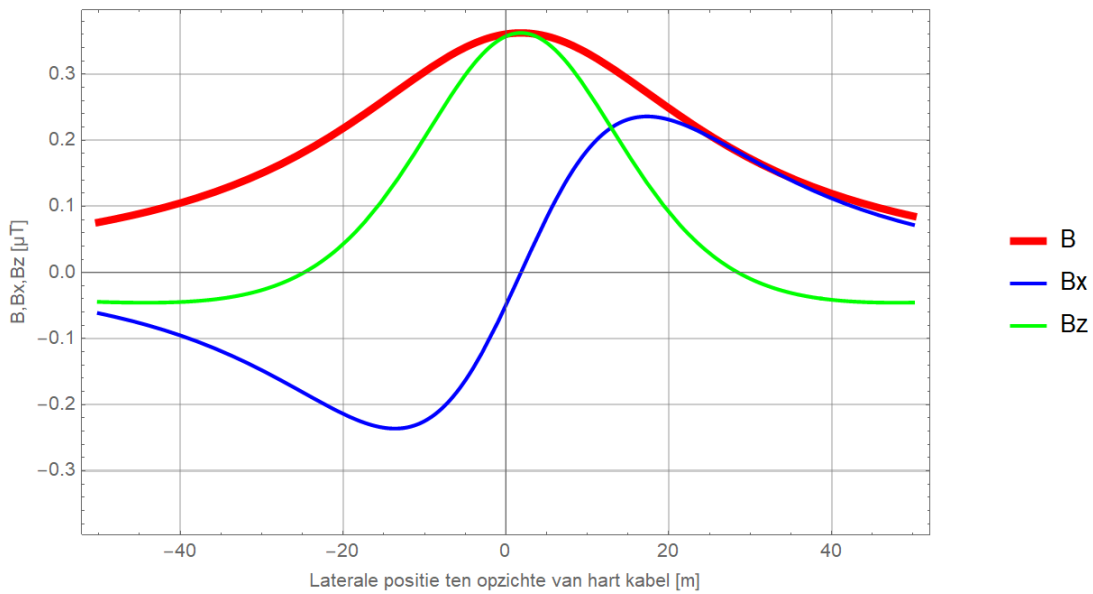
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 20 m



Figuur 51 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

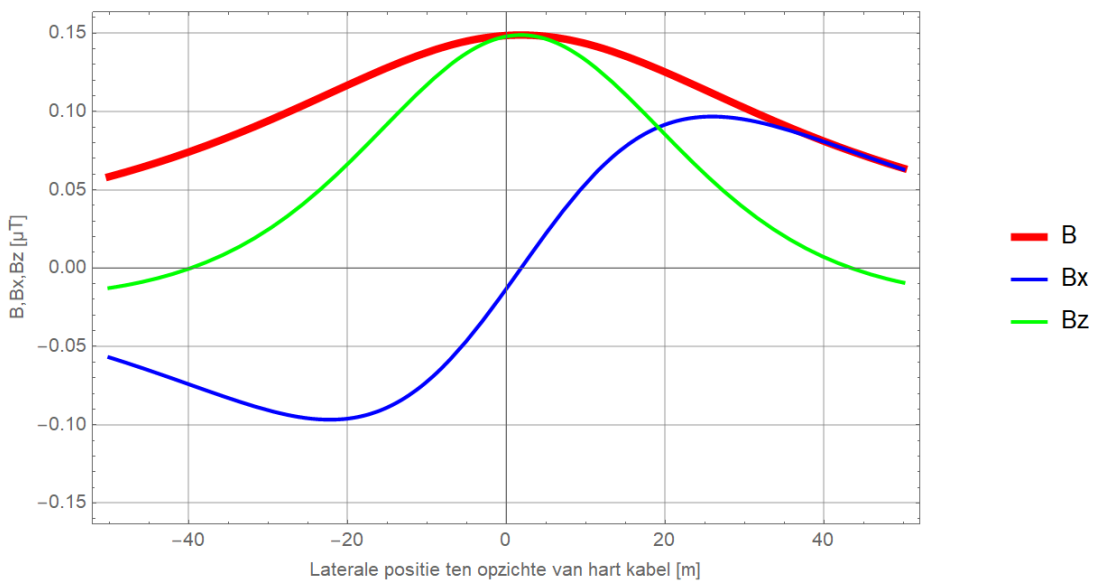


Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 25 m



Figuur 52 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

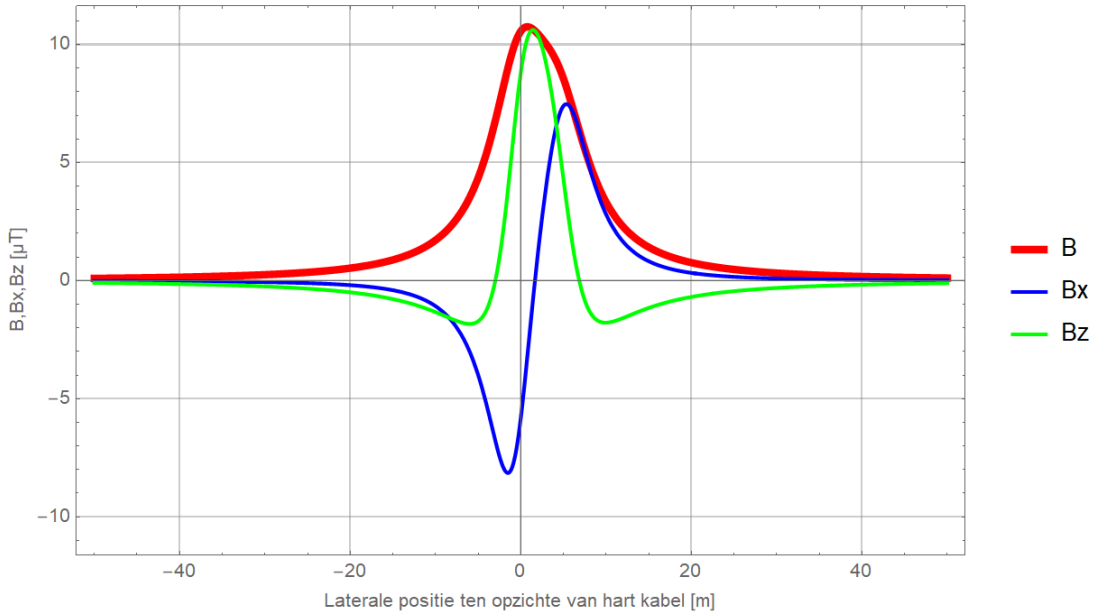
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 40 m



Figuur 53 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

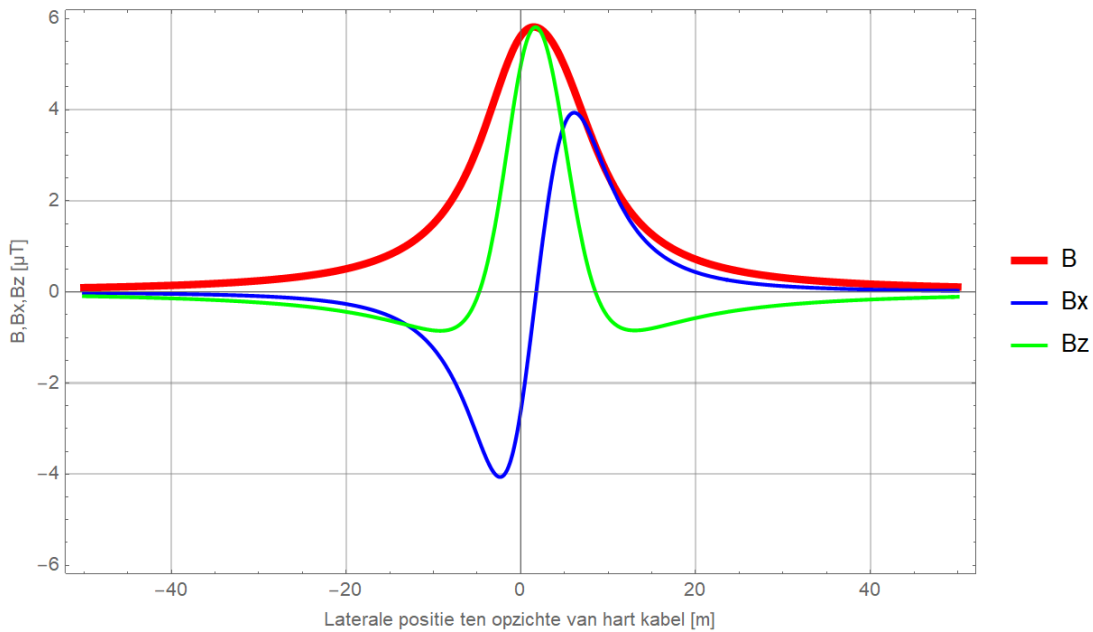
## Begraafdiepte –3 m

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte –3 m, hoogte t.o.v. bodem 1 m



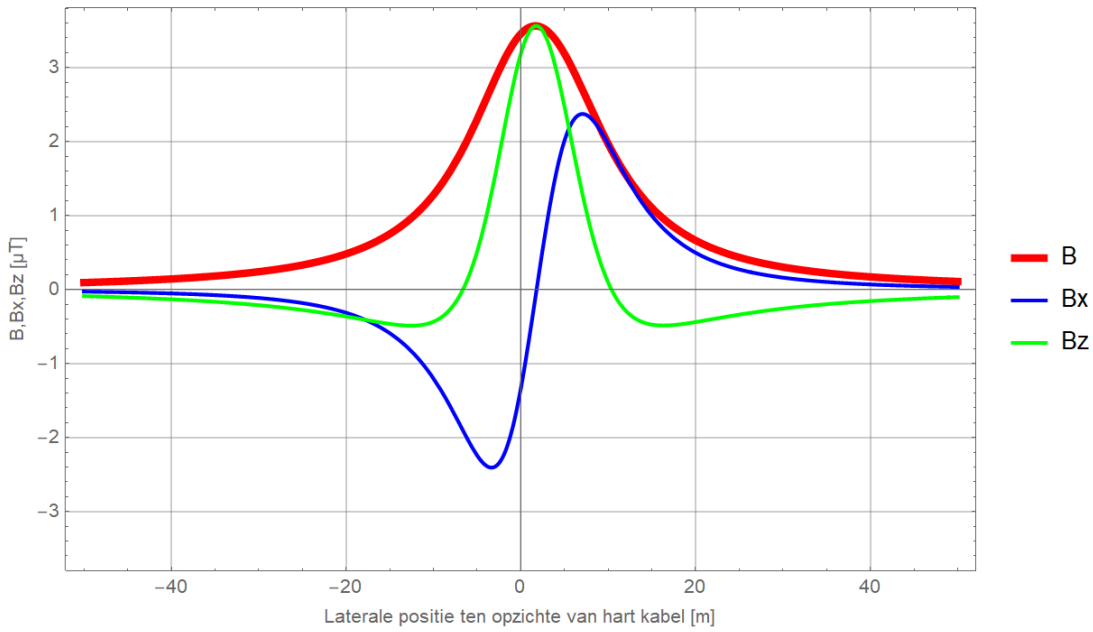
Figuur 54 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte –3 m, hoogte t.o.v. bodem 3 m



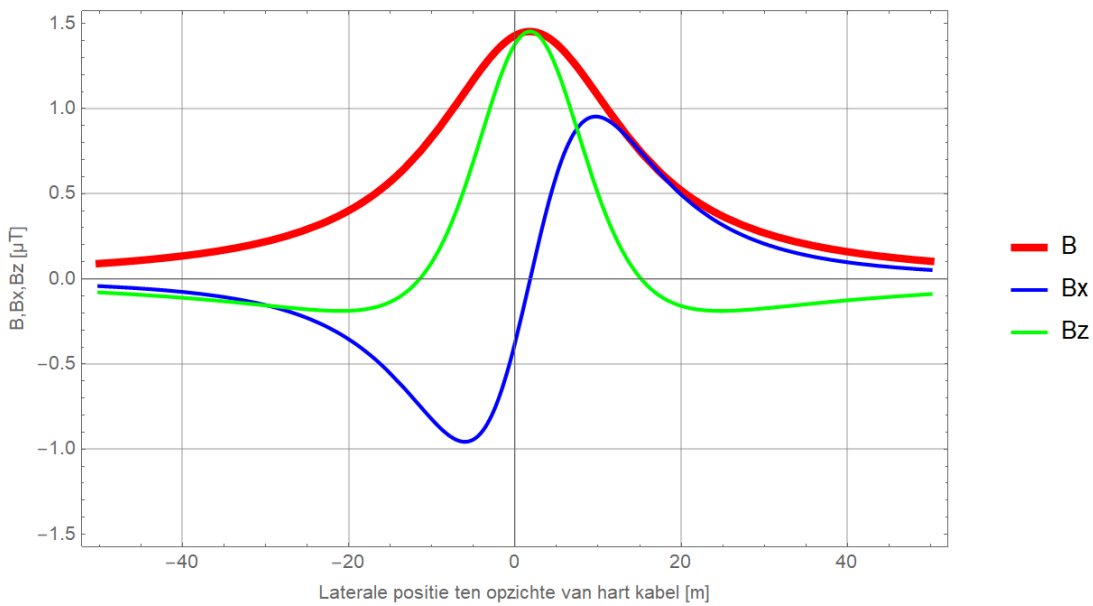
Figuur 55 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 5 m



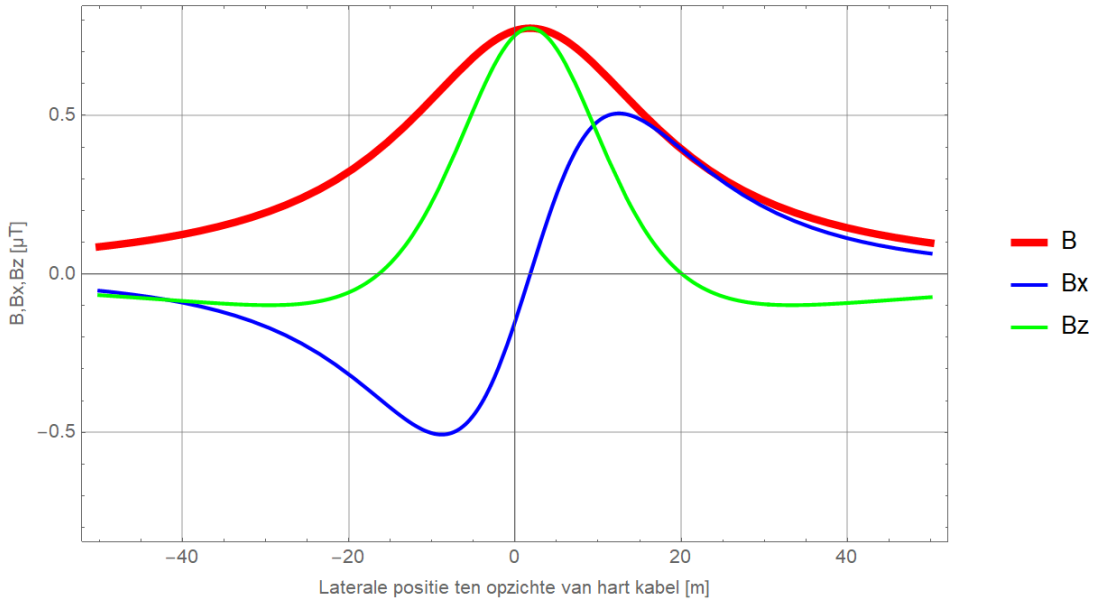
Figuur 56 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 10 m



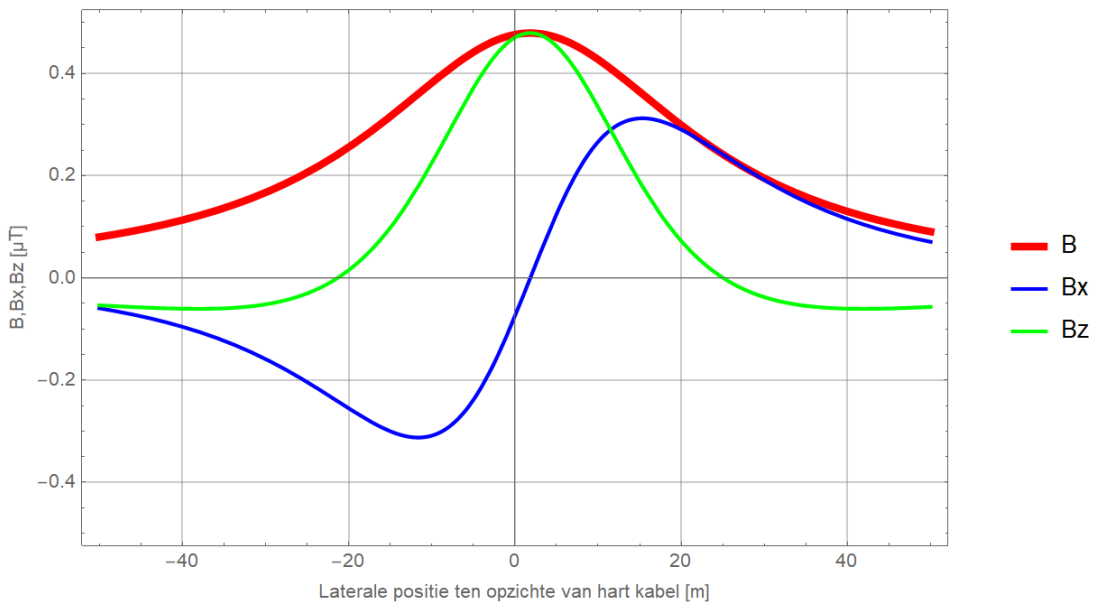
Figuur 57 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 15 m



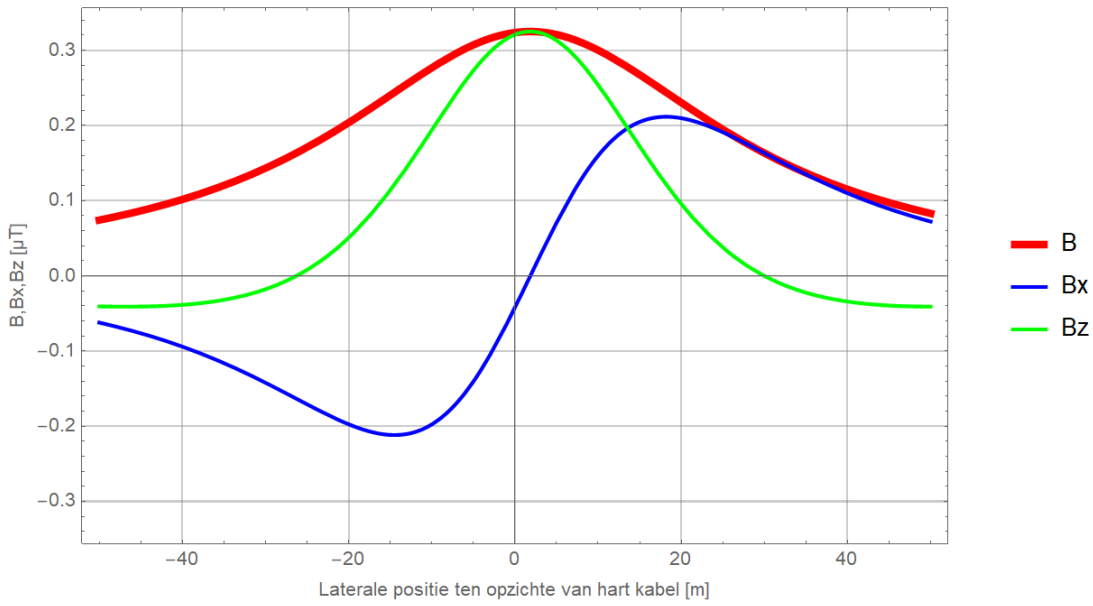
Figuur 58 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 20 m



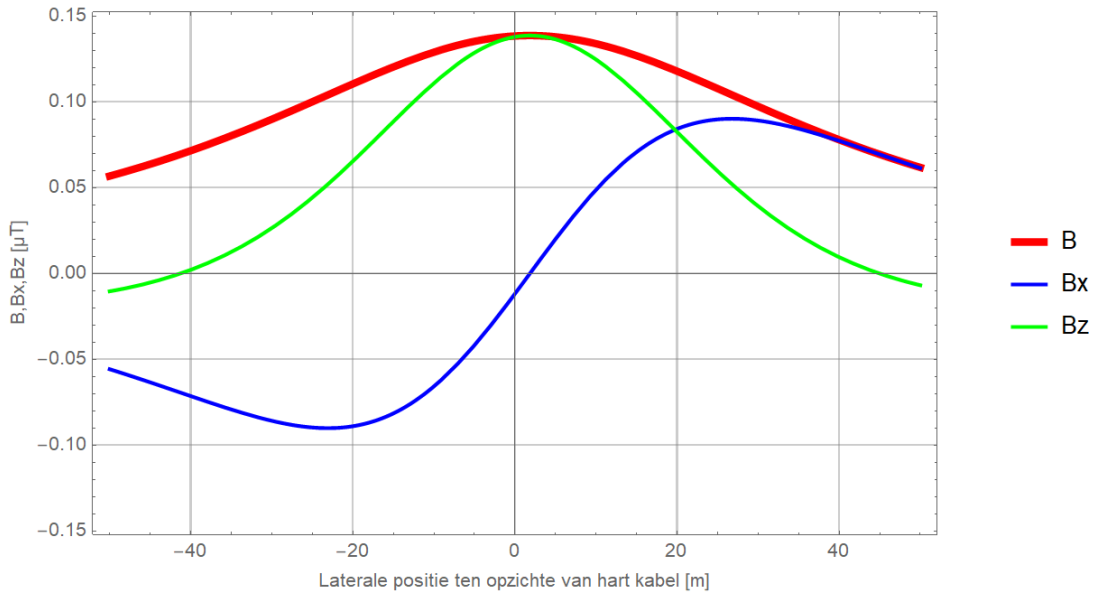
Figuur 59 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 25 m



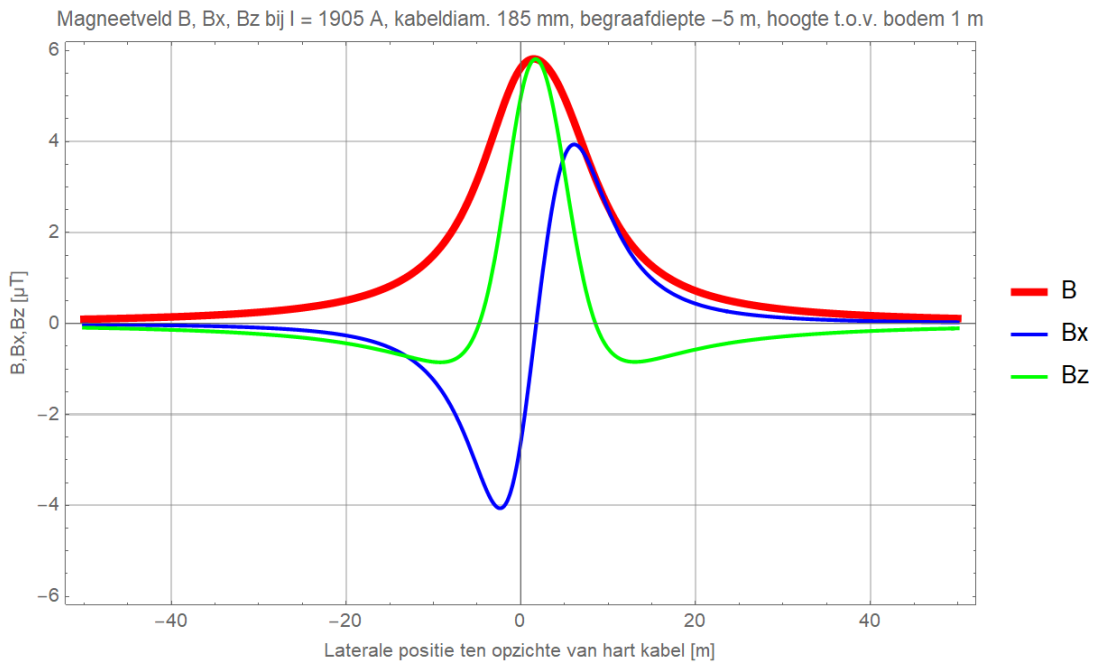
Figuur 60 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 40 m

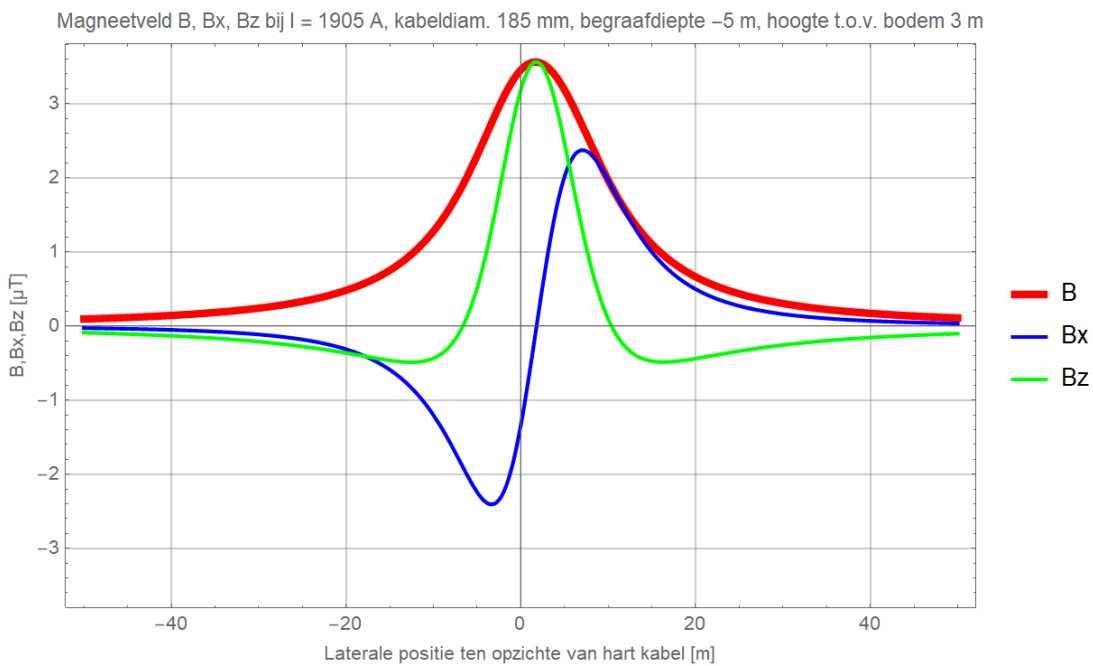


Figuur 61 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

## Begraafdiepte -5 m

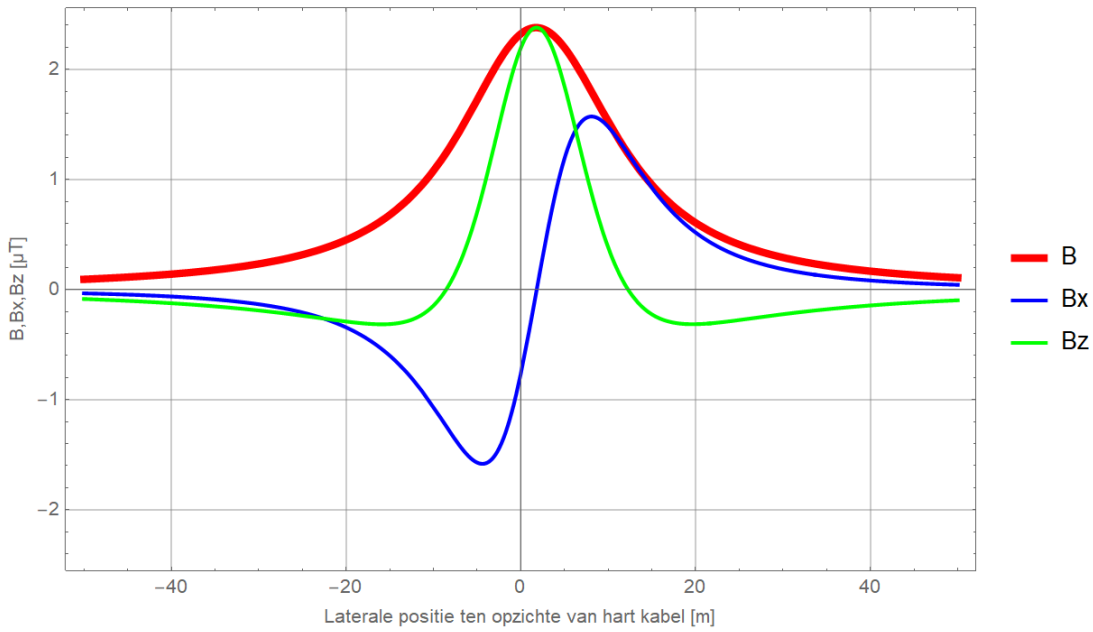


Figuur 62 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)



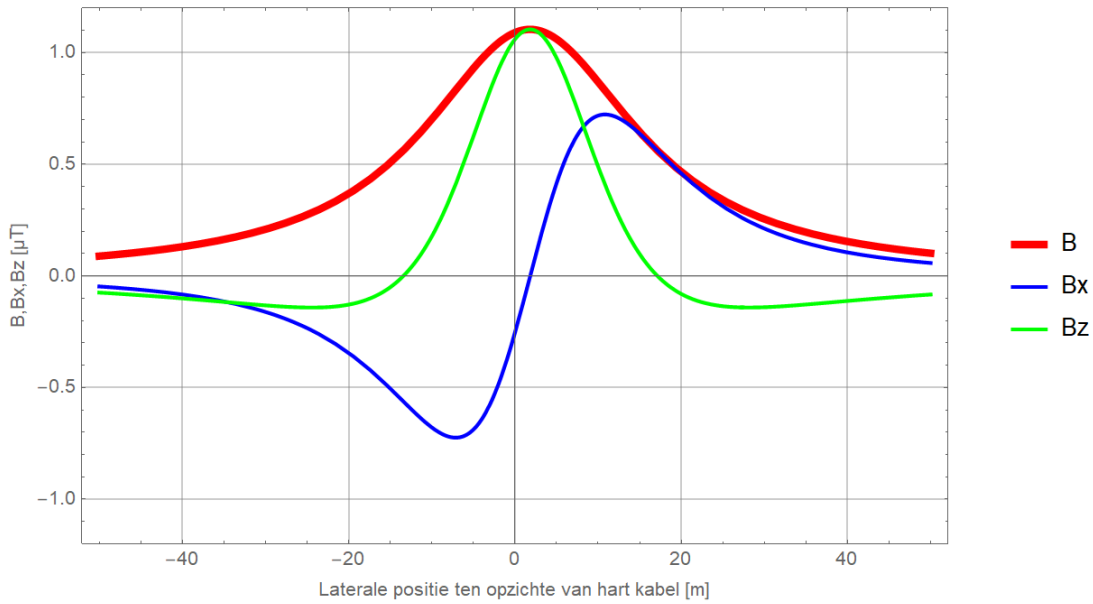
Figuur 63 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 5 m



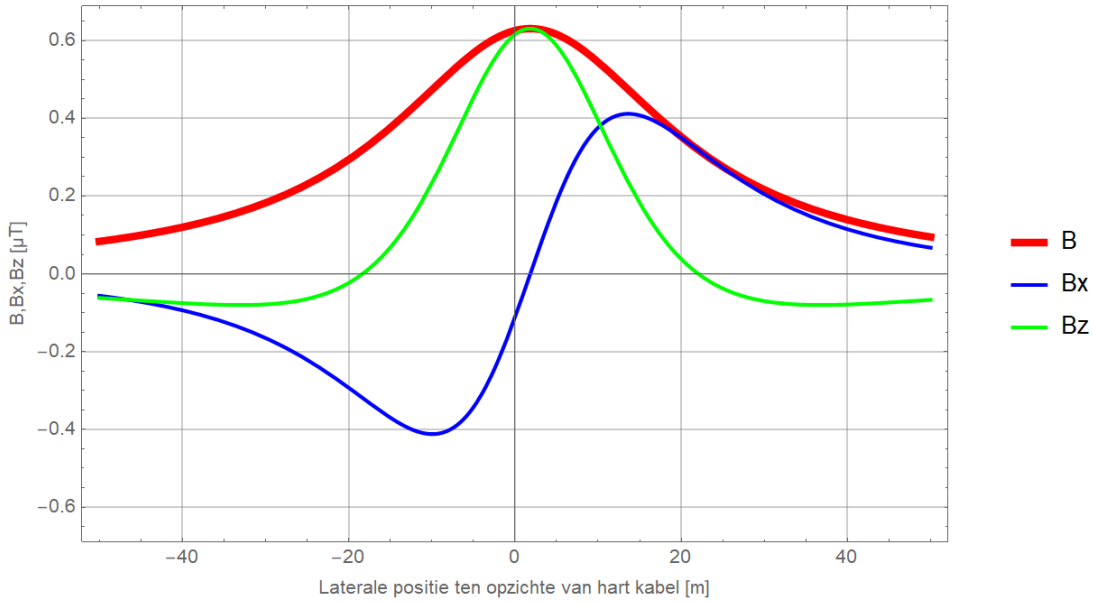
Figuur 64 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 10 m



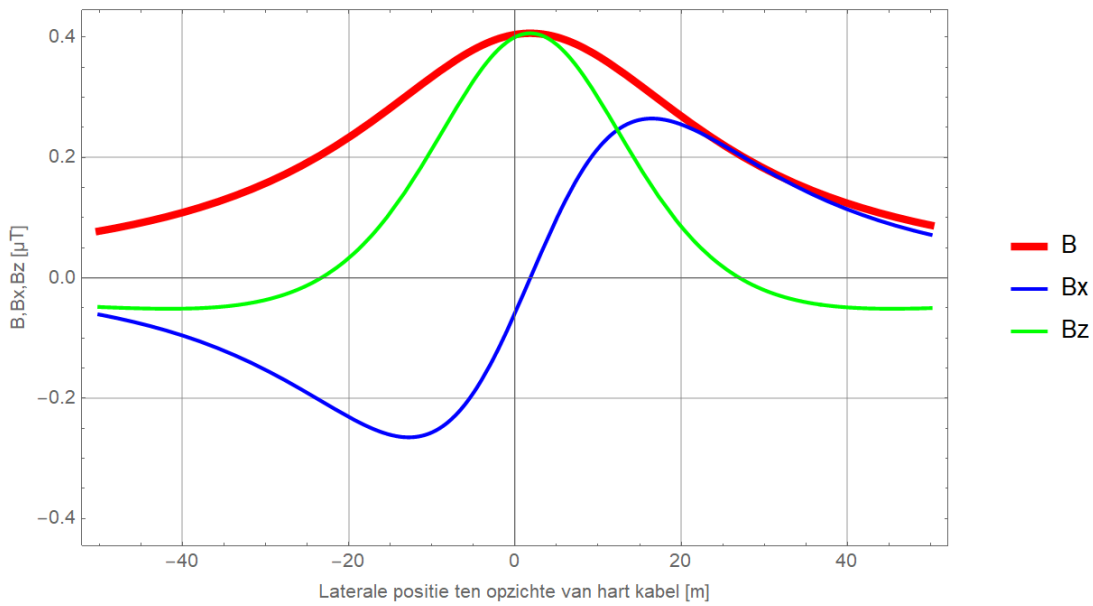
Figuur 65 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 15 m



Figuur 66 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

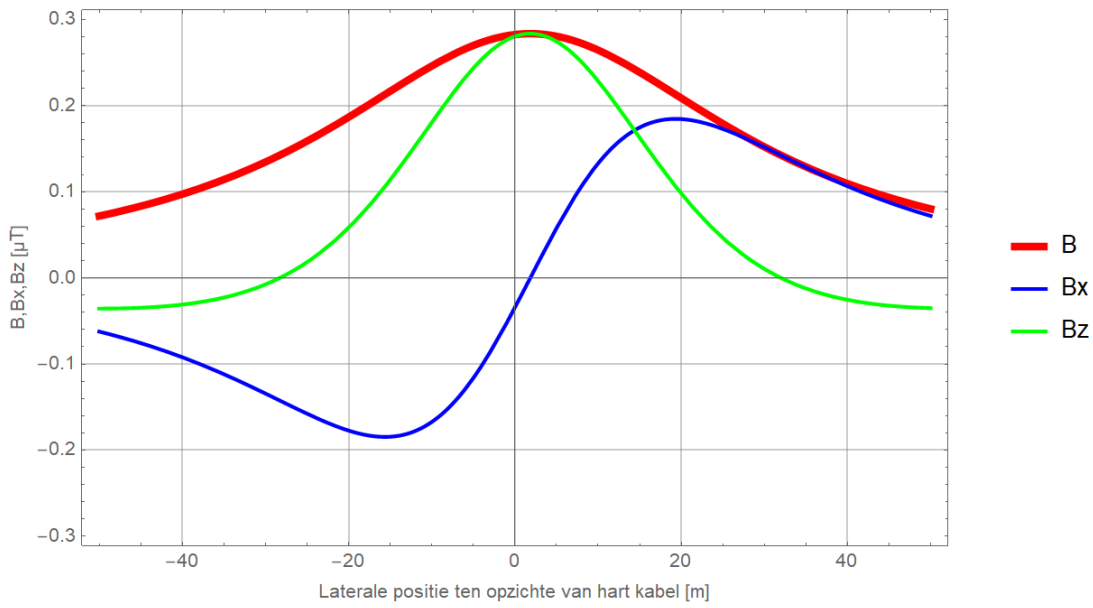
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 20 m



Figuur 67 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

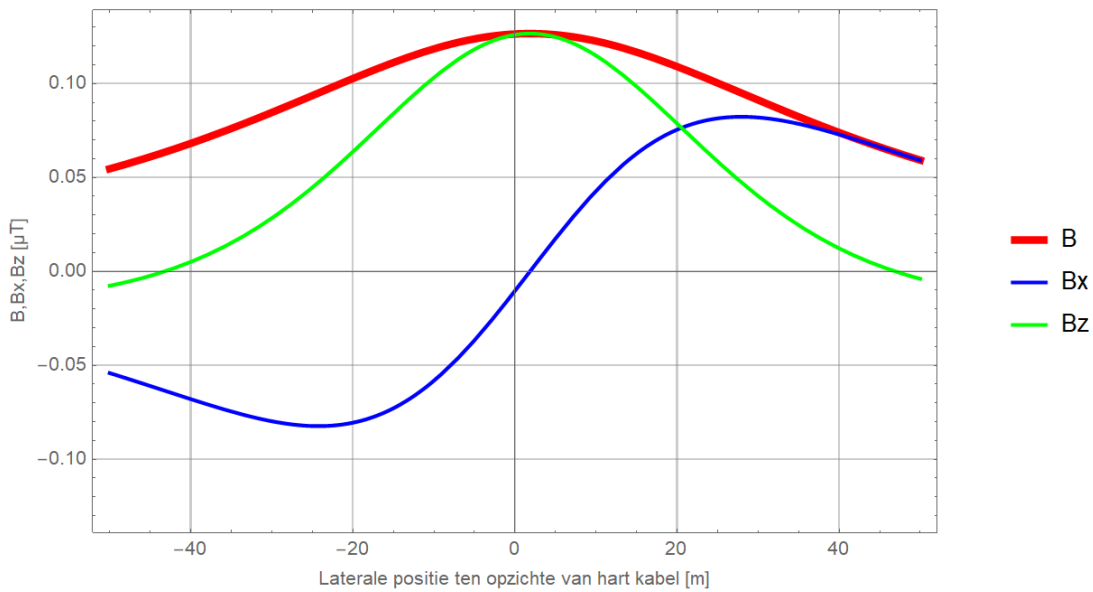


Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 25 m



Figuur 68 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 40 m



Figuur 69 (Onbalans / asymmetrie: DMR voert 10% retourstroom)

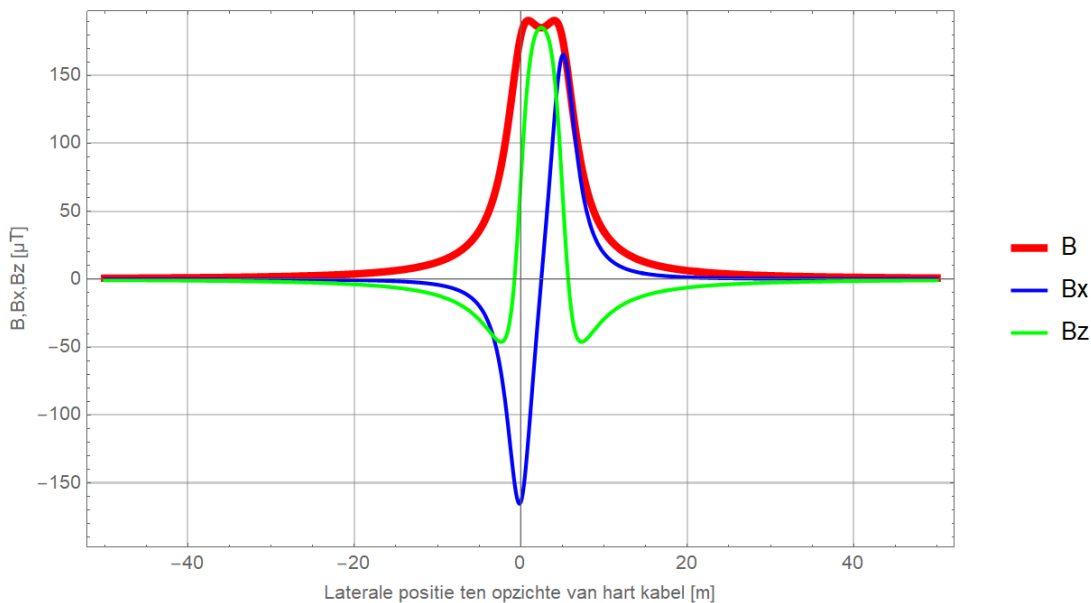
## Bijlage 2: Magneetveldprofielen DMR 100% (storing of onderhoud: monopoolbedrijf op half vermogen)

In onderstaande figuren geldt  $x = 0$  voor het midden van het plus-minkabelkoppel.

### Kabeldiameter 150 mm

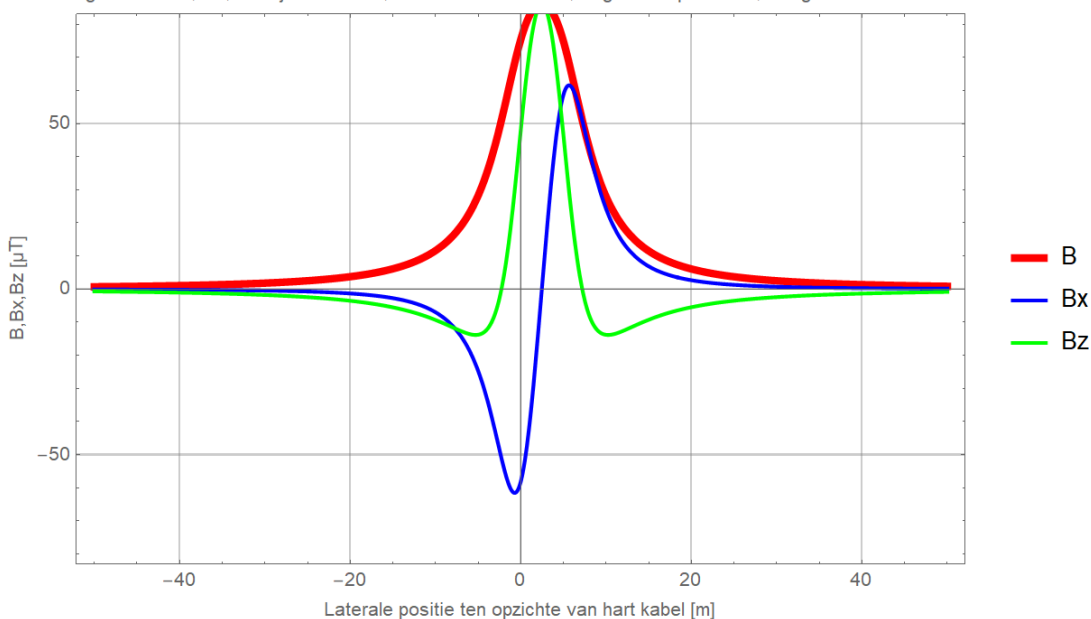
#### Begraafdiepte -1 m

Magneetveld B, Bx, Bz bij  $I = 1905$  A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 1 m

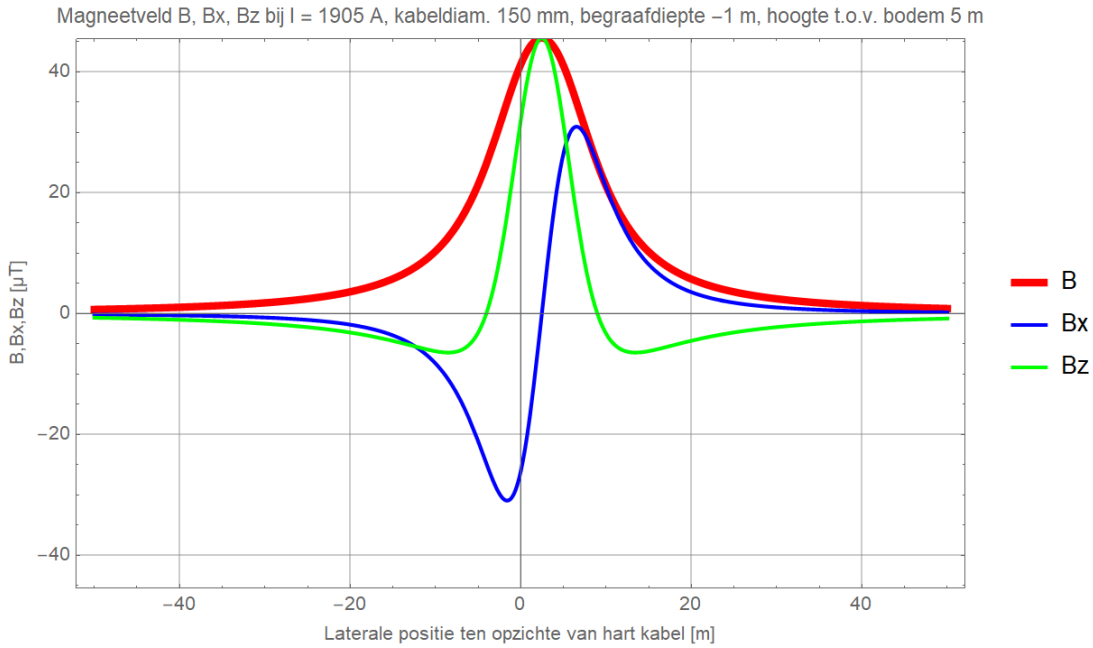


Figuur 70 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

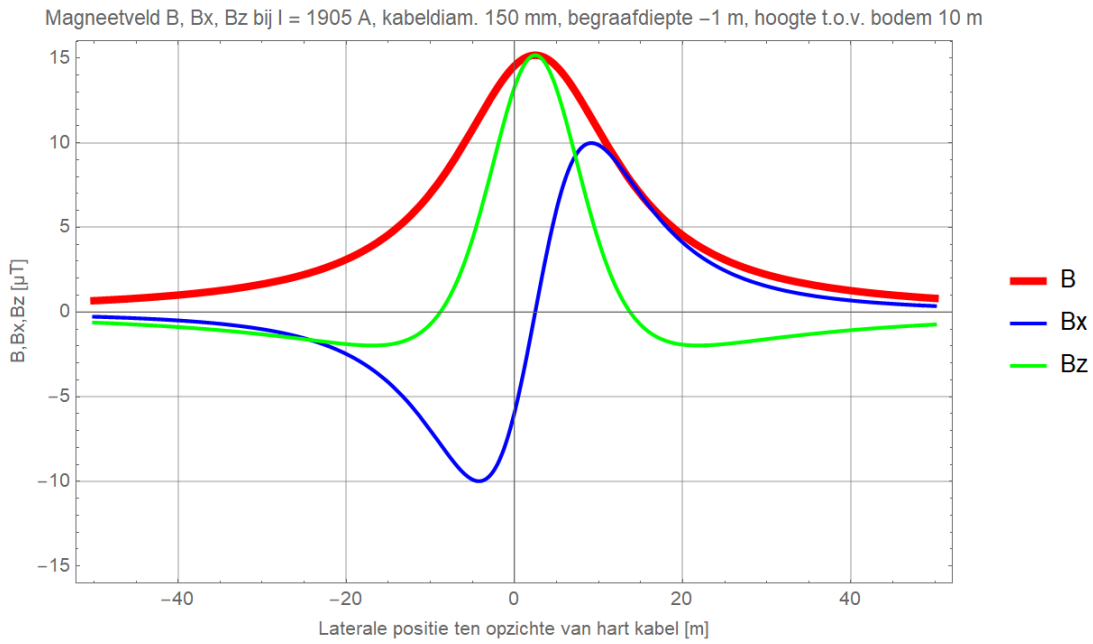
Magneetveld B, Bx, Bz bij  $I = 1905$  A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 3 m



Figuur 71 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

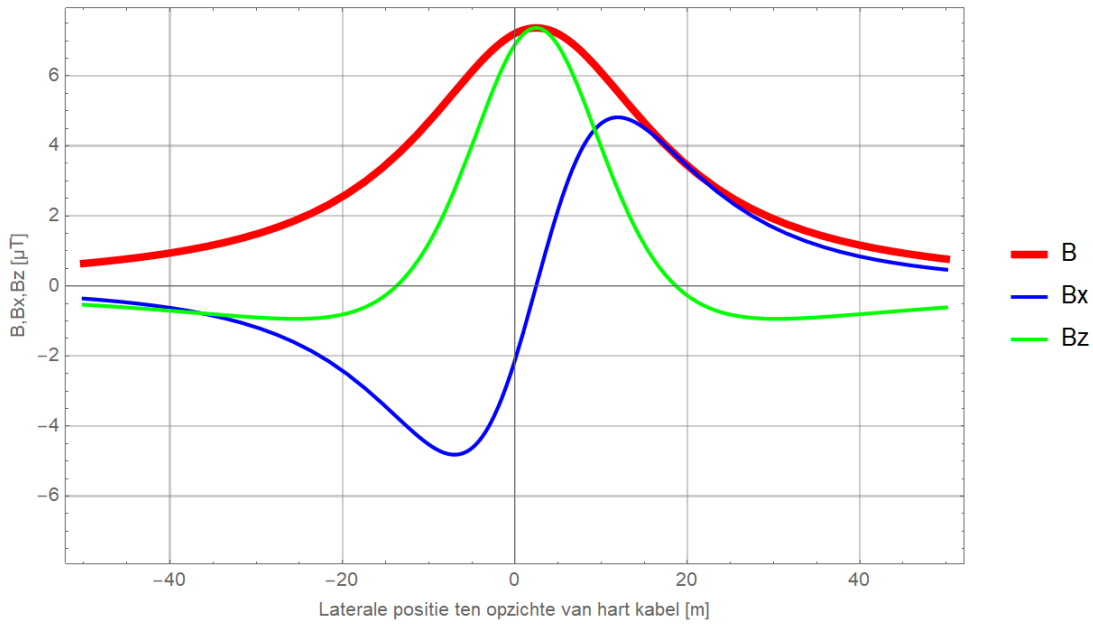


Figuur 72 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



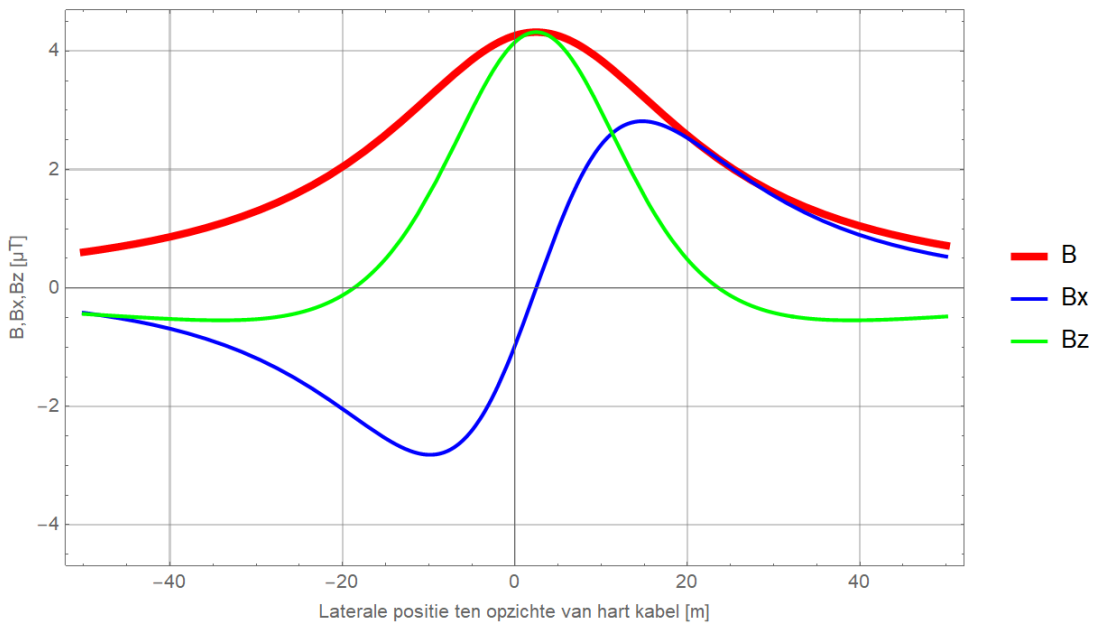
Figuur 73 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 15 m



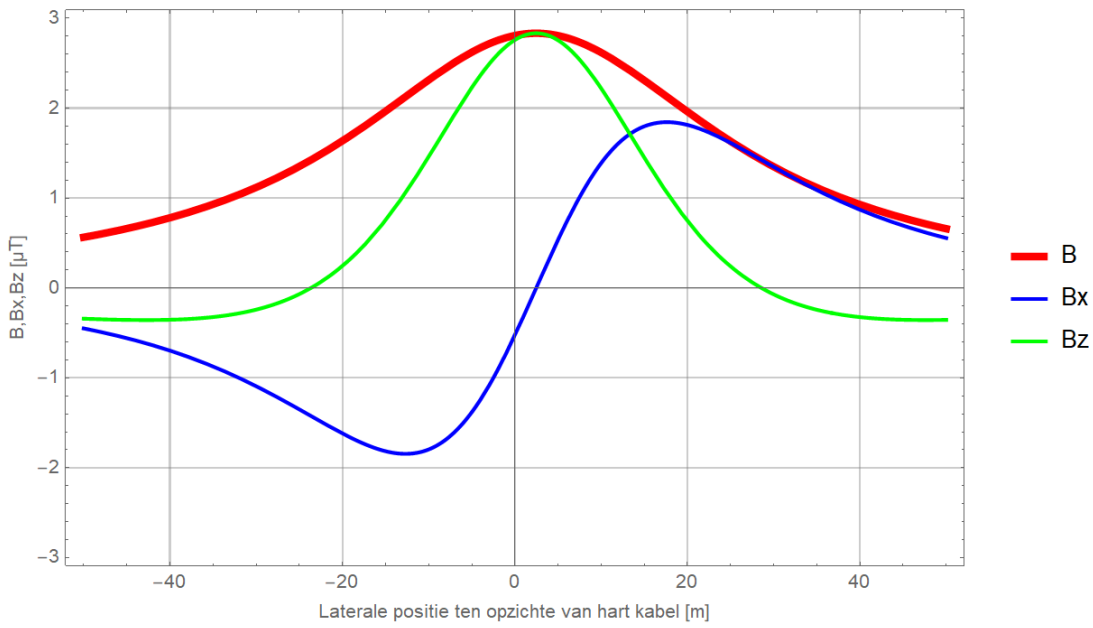
Figuur 74 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 20 m



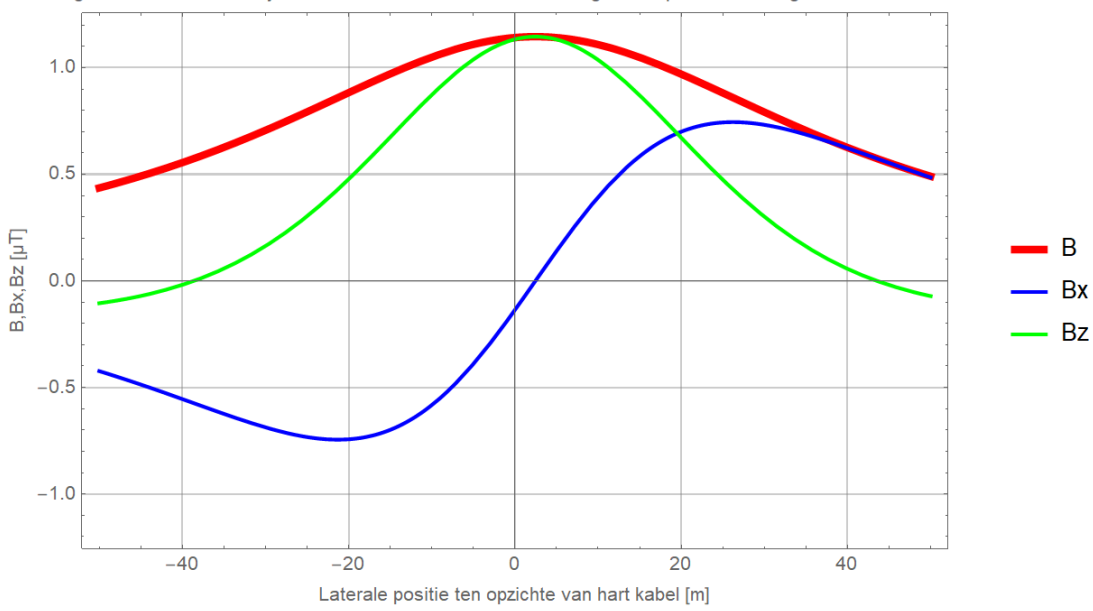
Figuur 75 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 25 m



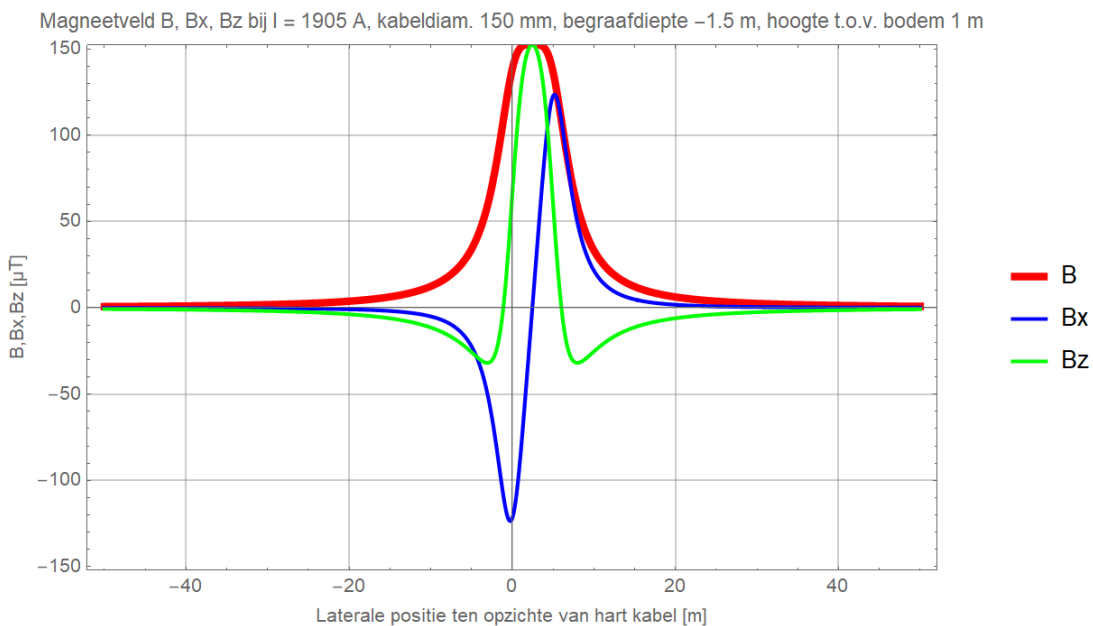
Figuur 76 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 40 m

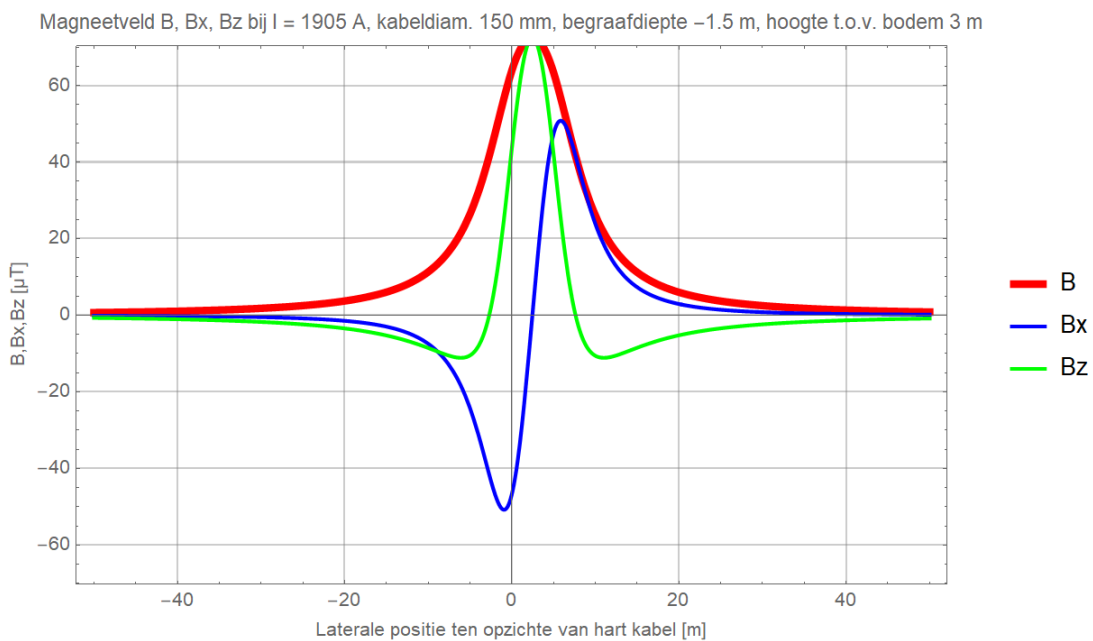


Figuur 77 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

## Begraafdiepte -1,5 m

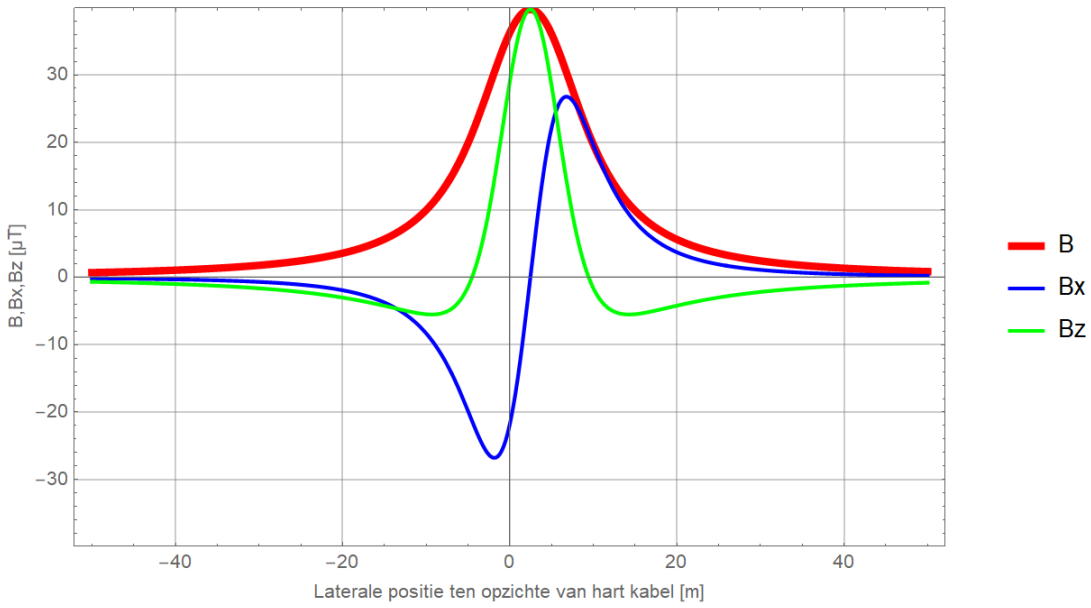


Figuur 78 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



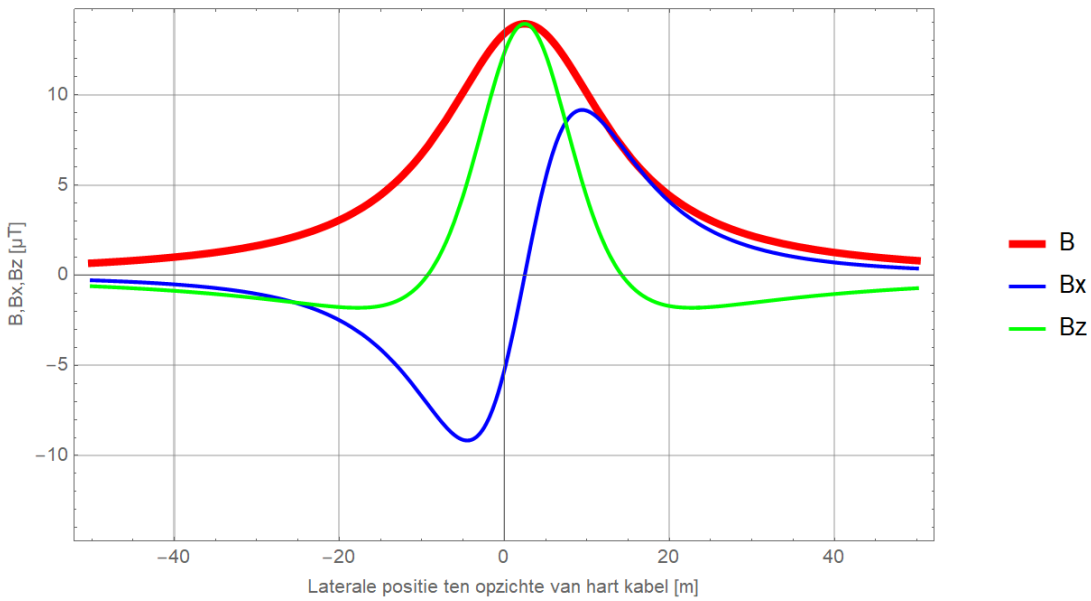
Figuur 79 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 5 m



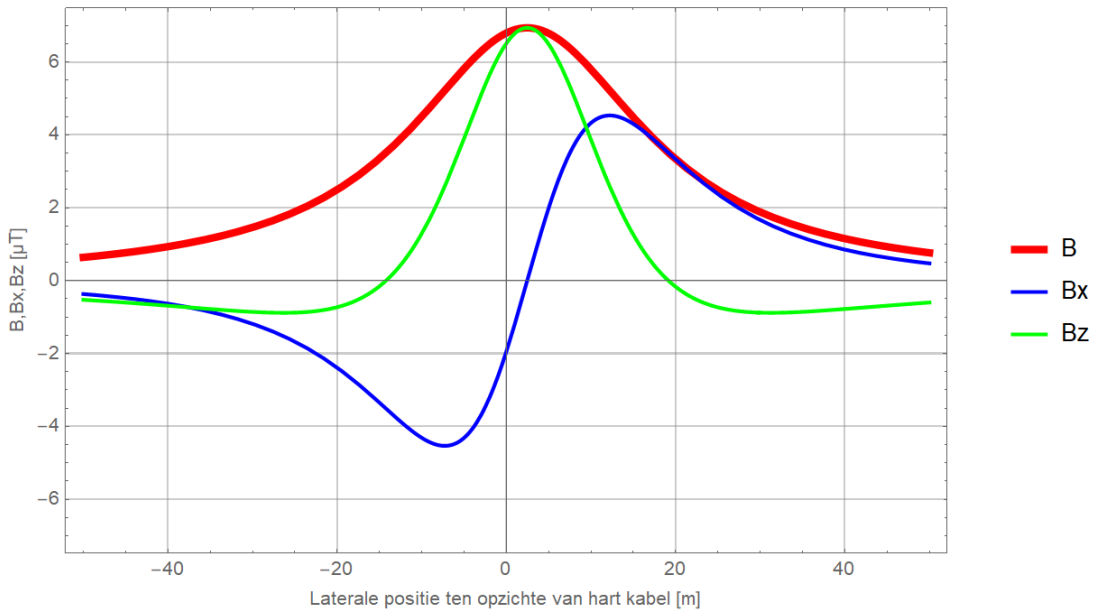
Figuur 80 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 10 m



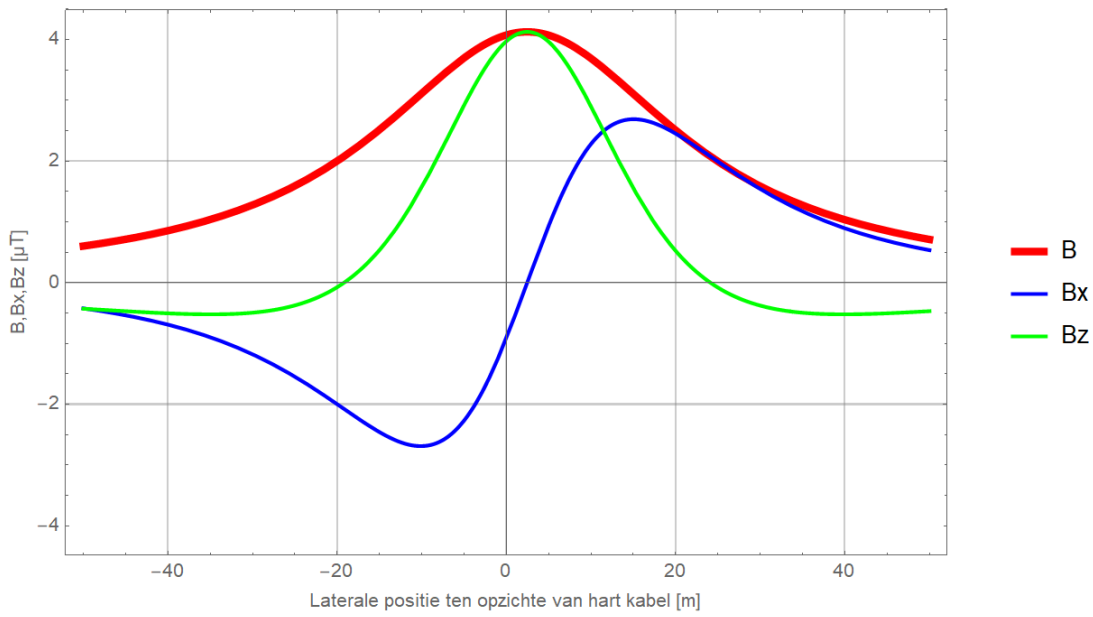
Figuur 81 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 15 m



Figuur 82 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

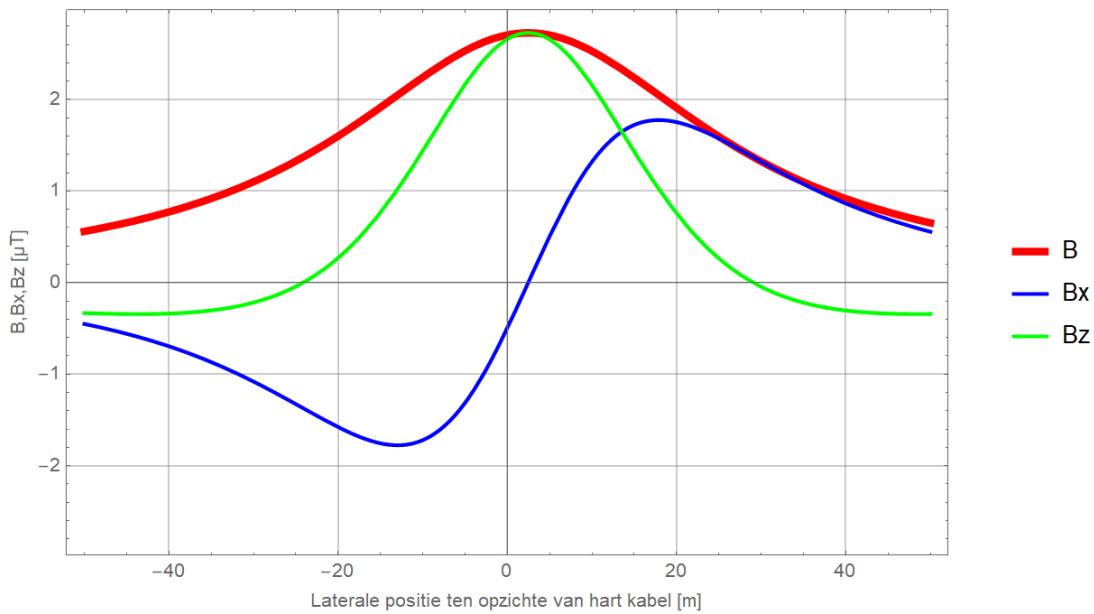
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 20 m



Figuur 83 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

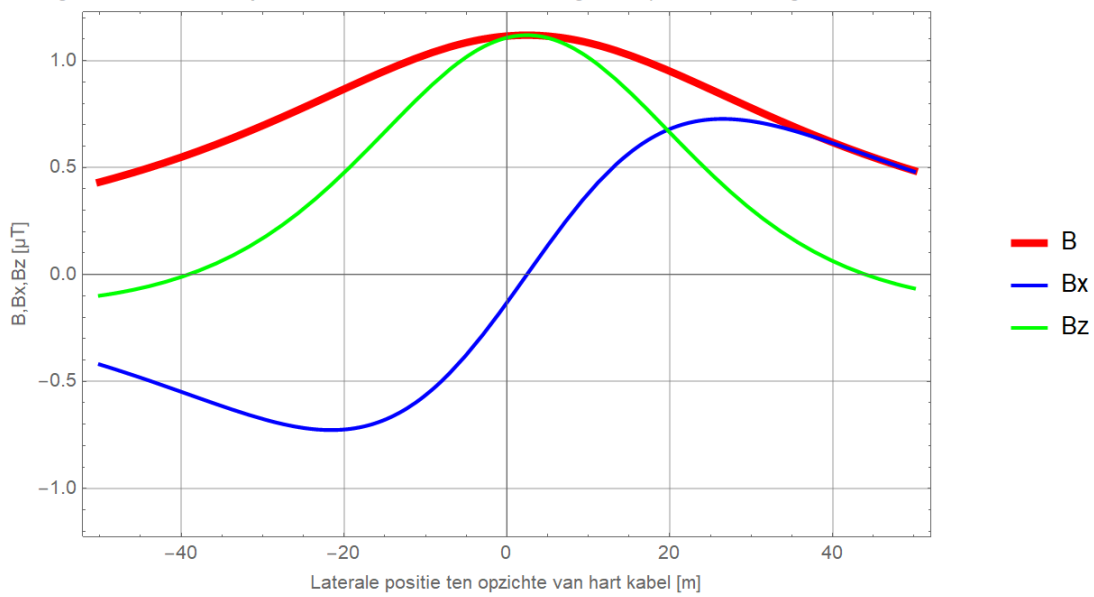


Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 25 m



Figuur 84 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

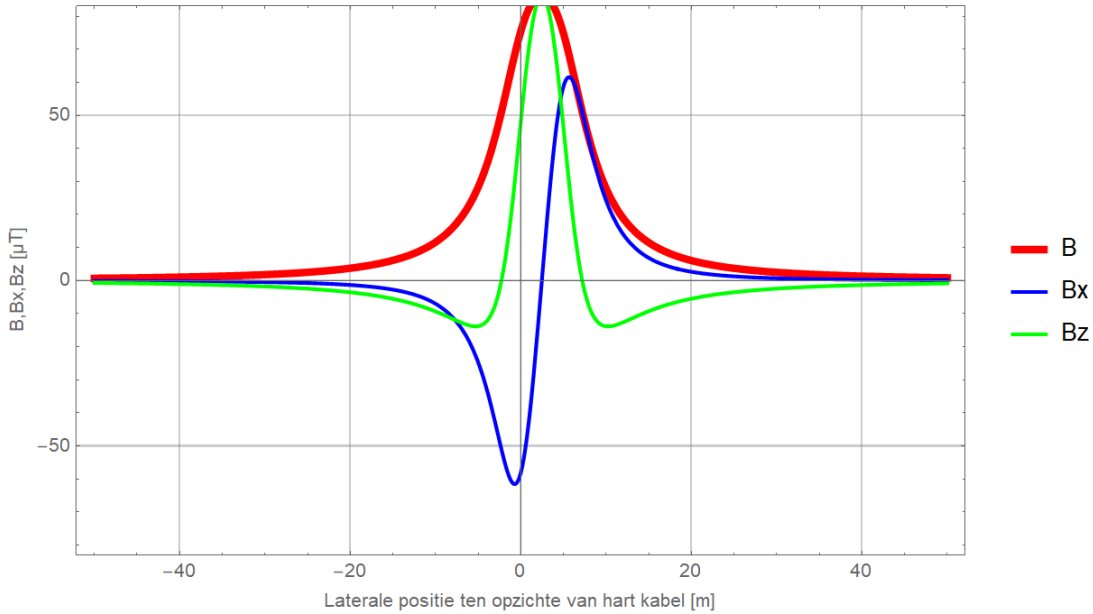
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 40 m



Figuur 85 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

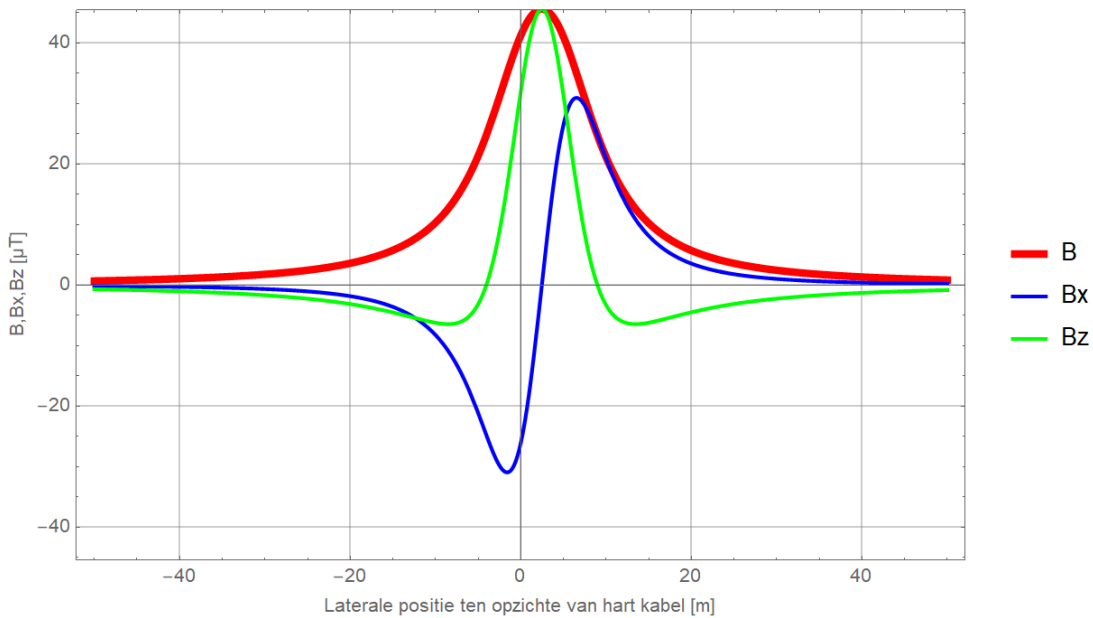
## Begraafdiepte -3 m

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 1 m



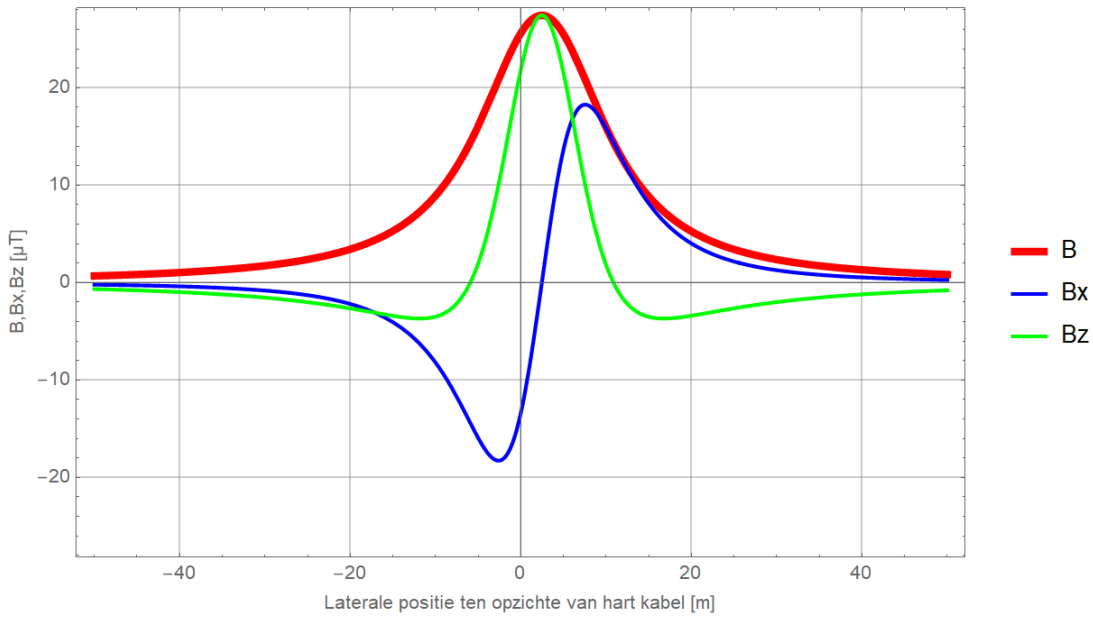
Figuur 86 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 3 m



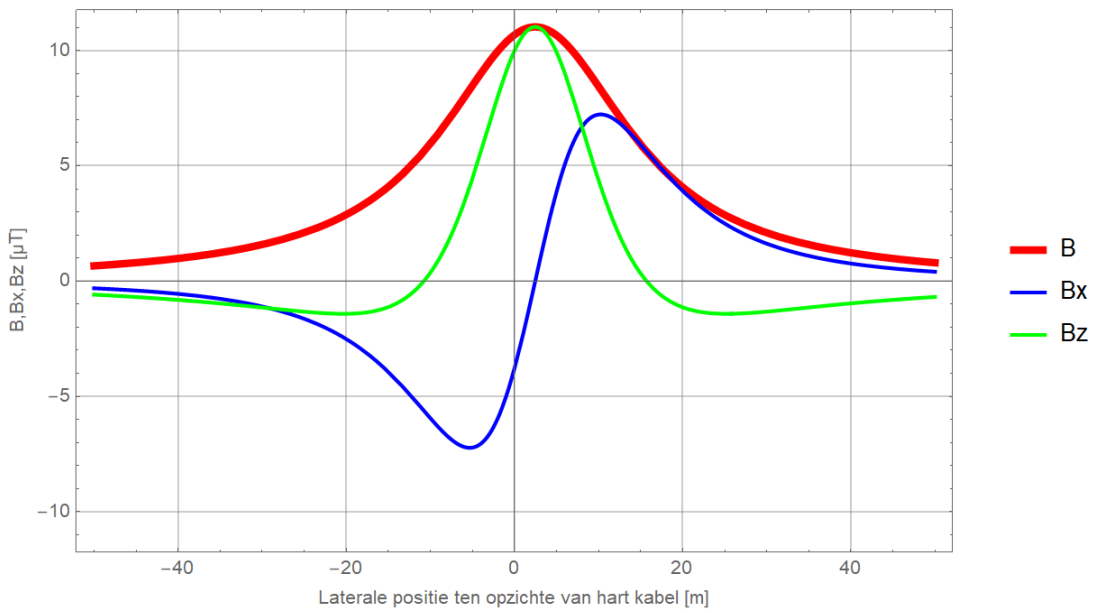
Figuur 87 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 5 m



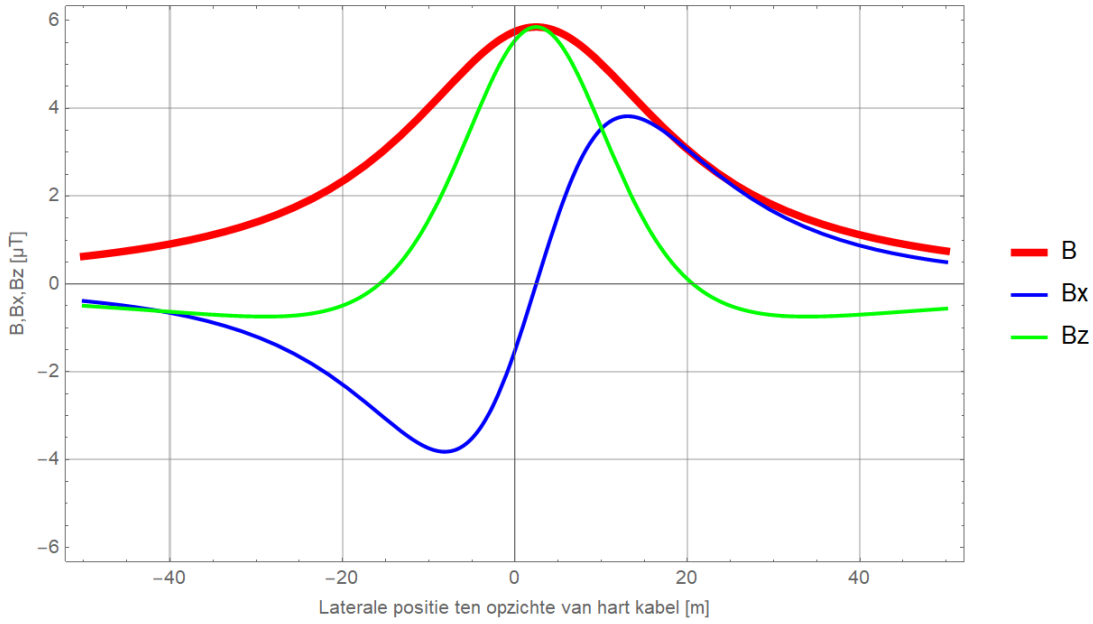
Figuur 88 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 10 m



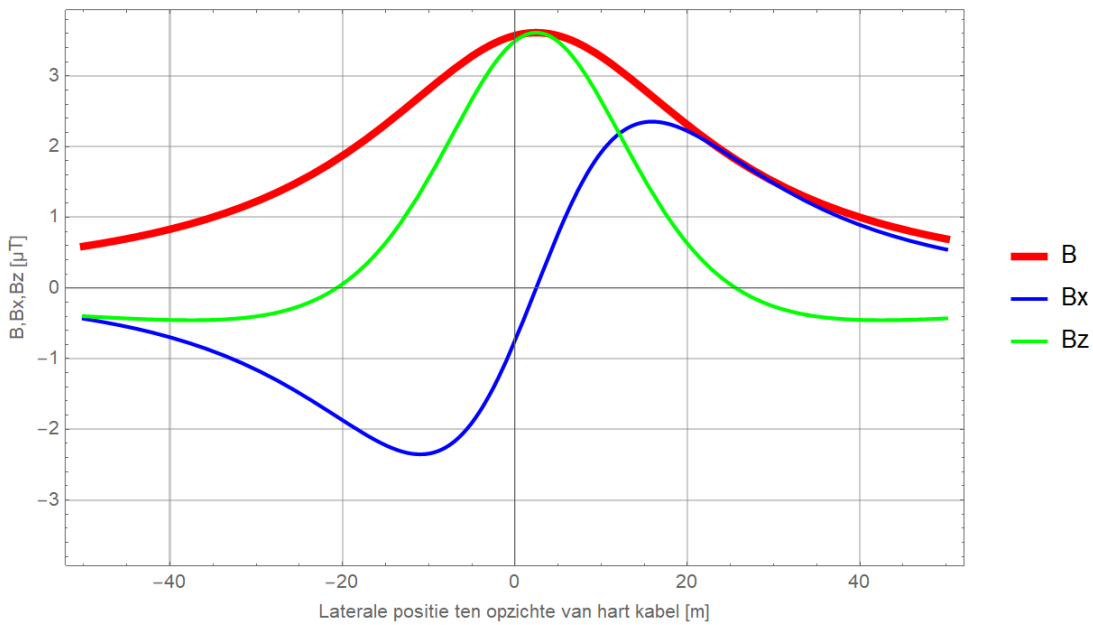
Figuur 89 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 15 m



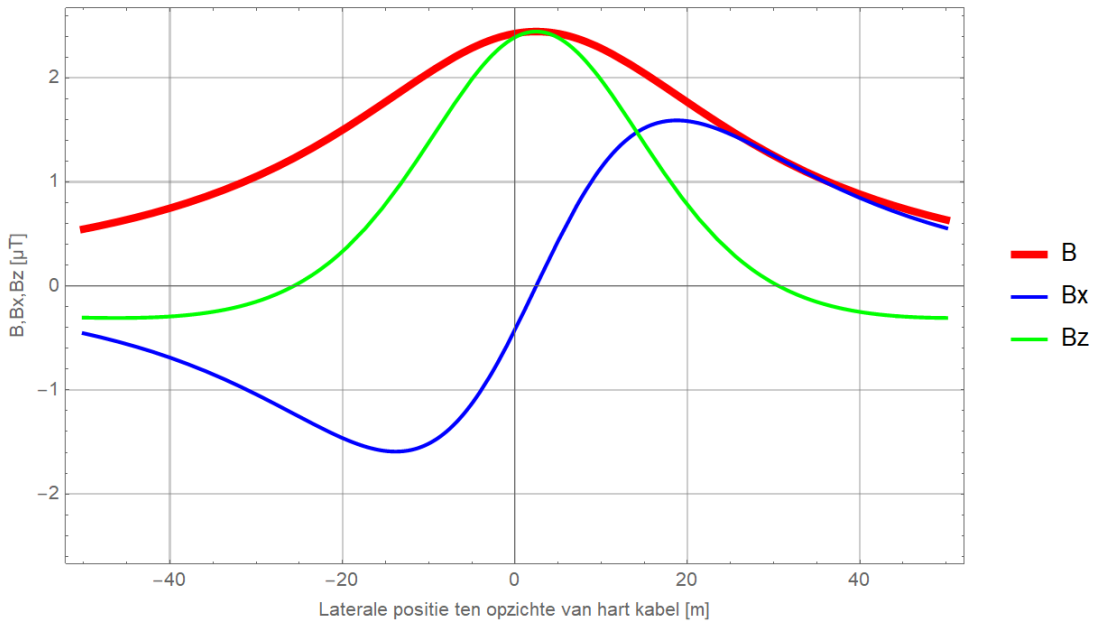
Figuur 90 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 20 m



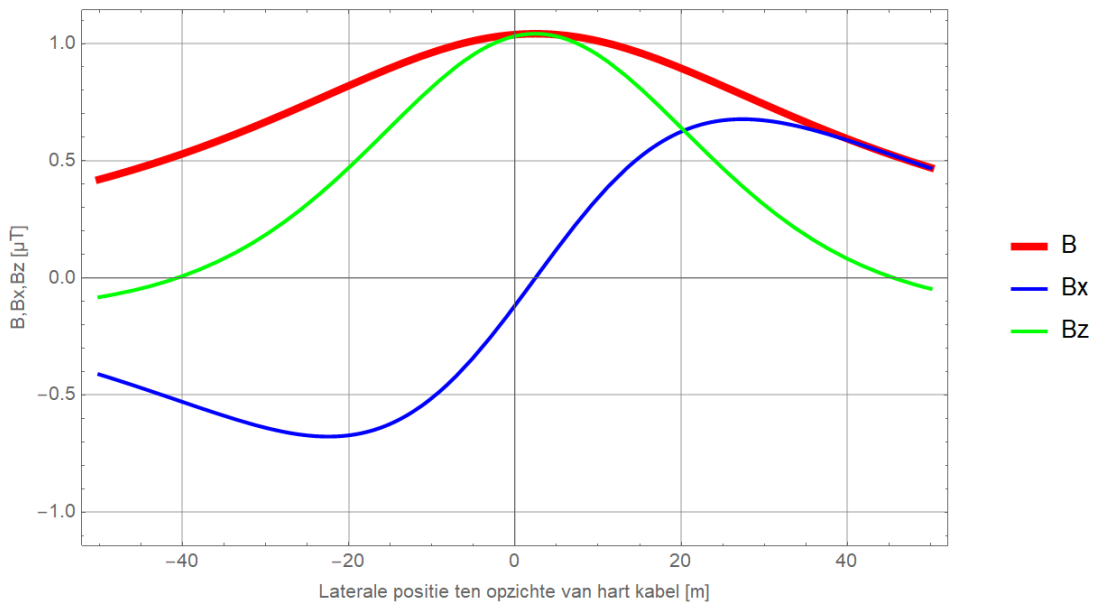
Figuur 91 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 25 m



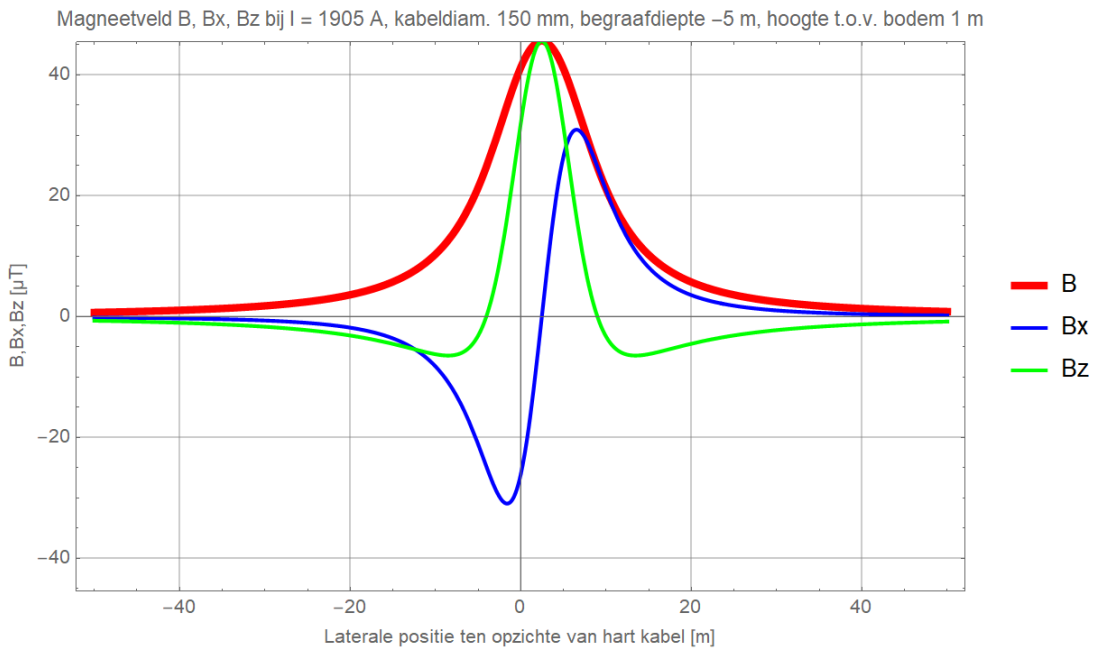
Figuur 92 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 40 m

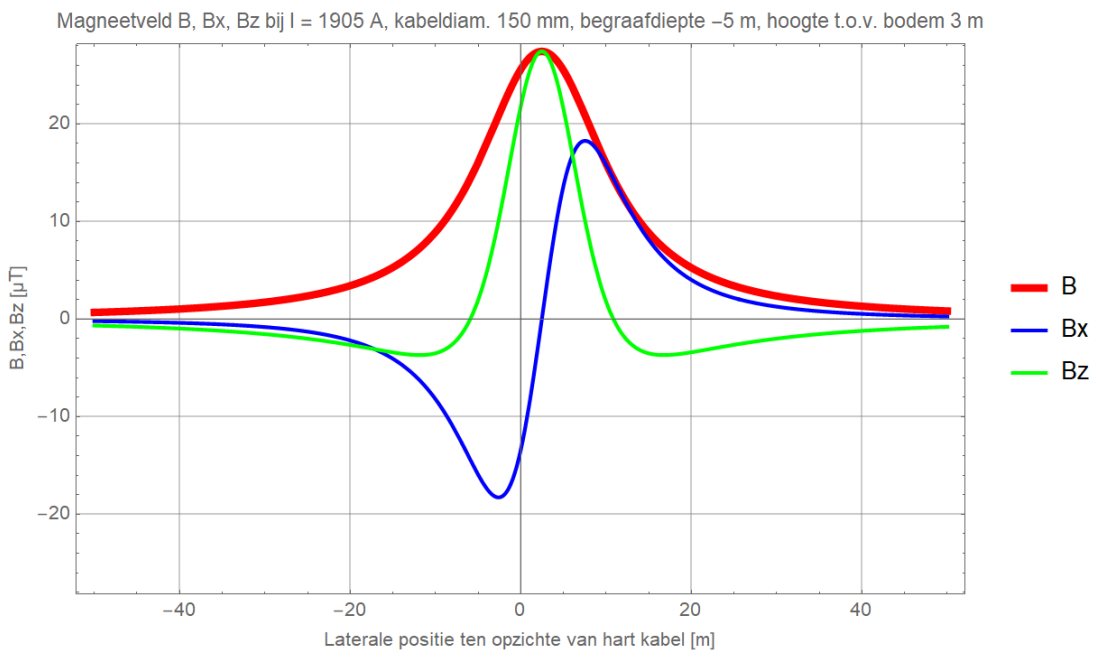


Figuur 93 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

## Begraafdiepte -5 m

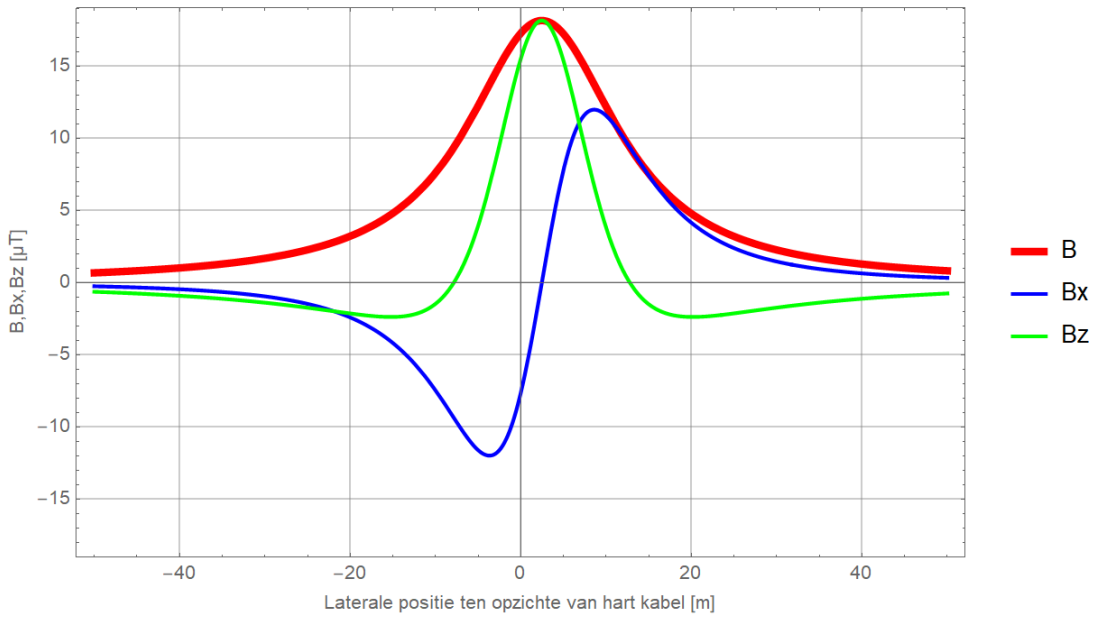


Figuur 94 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



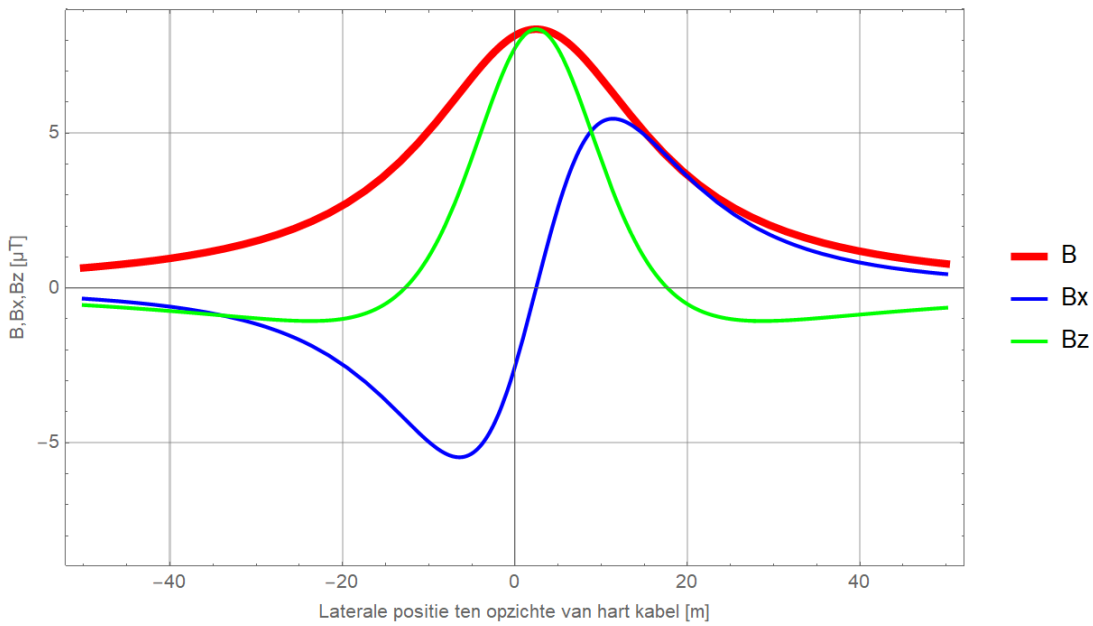
Figuur 95 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 5 m



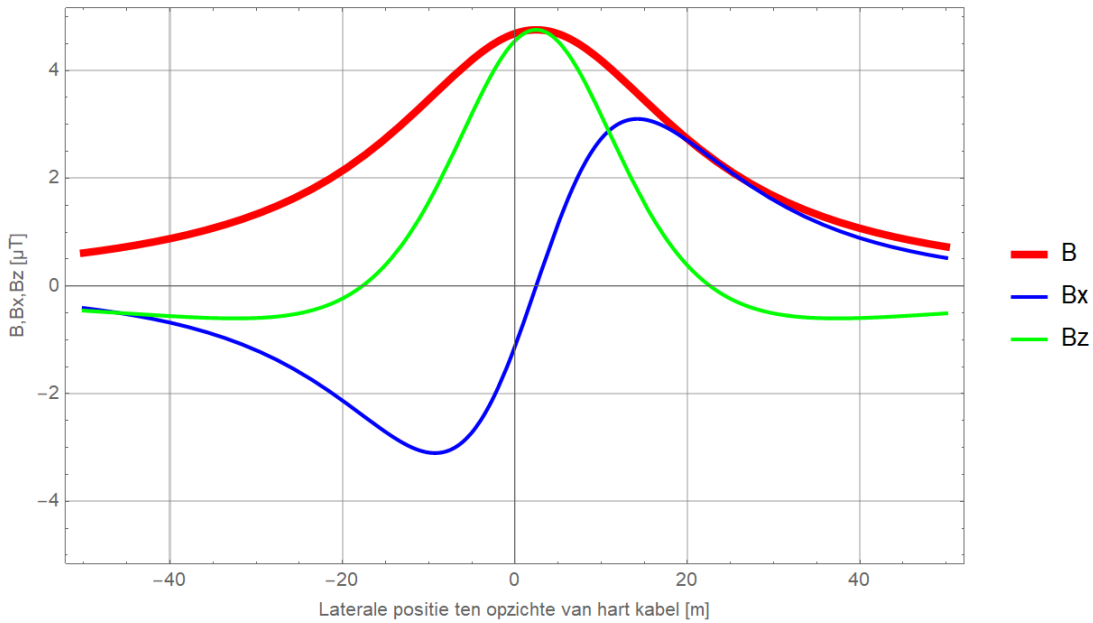
Figuur 96 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 10 m



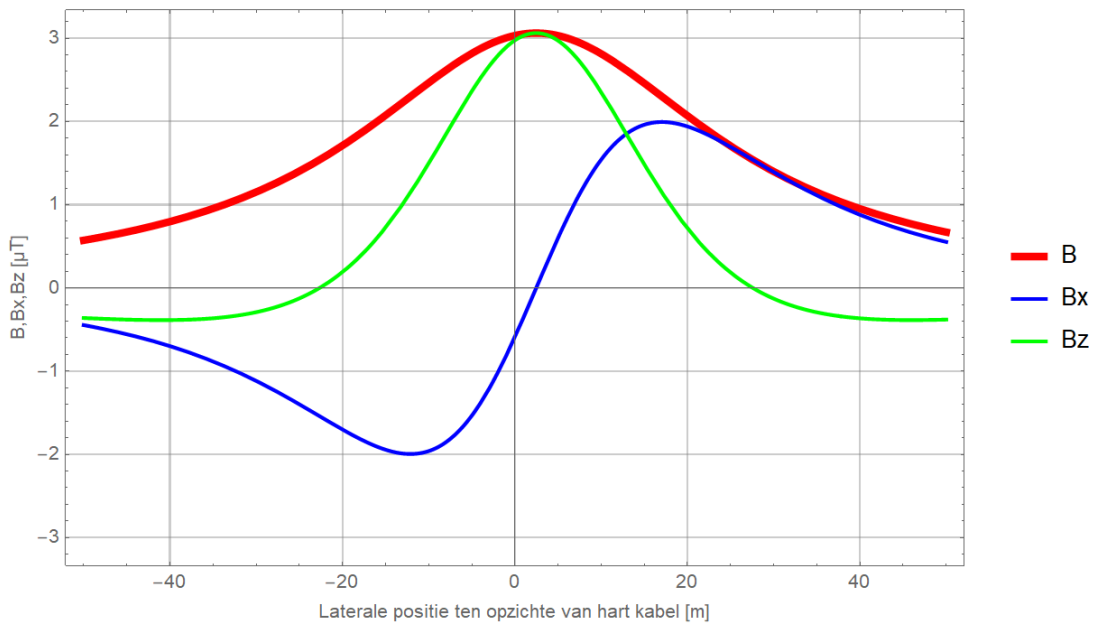
Figuur 97 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 15 m



Figuur 98 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

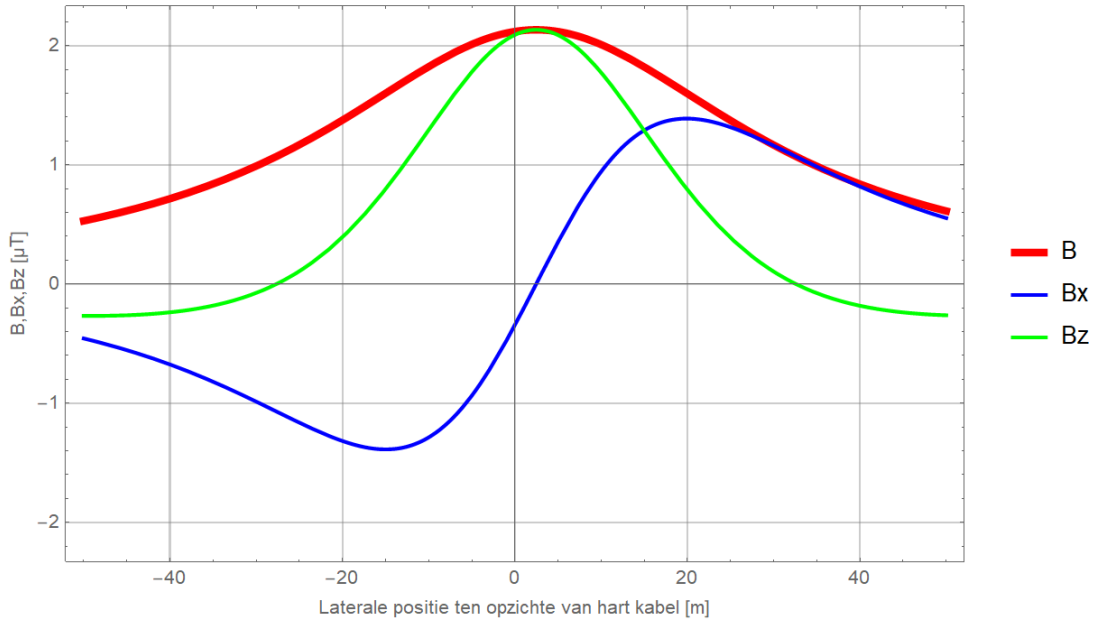
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 20 m



Figuur 99 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

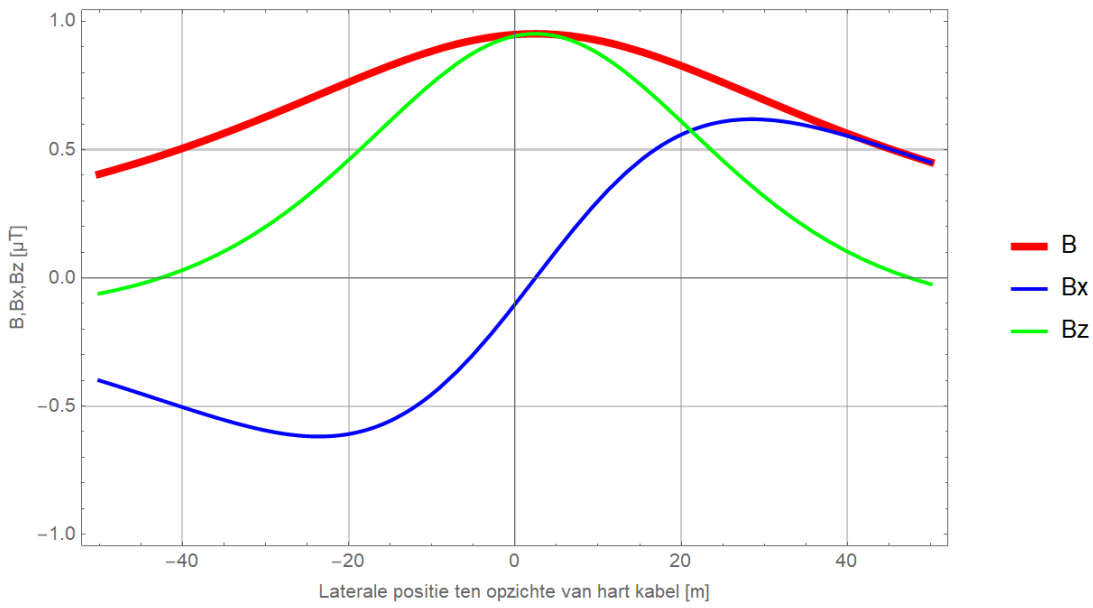


Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 25 m



Figuur 100 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 150 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 40 m

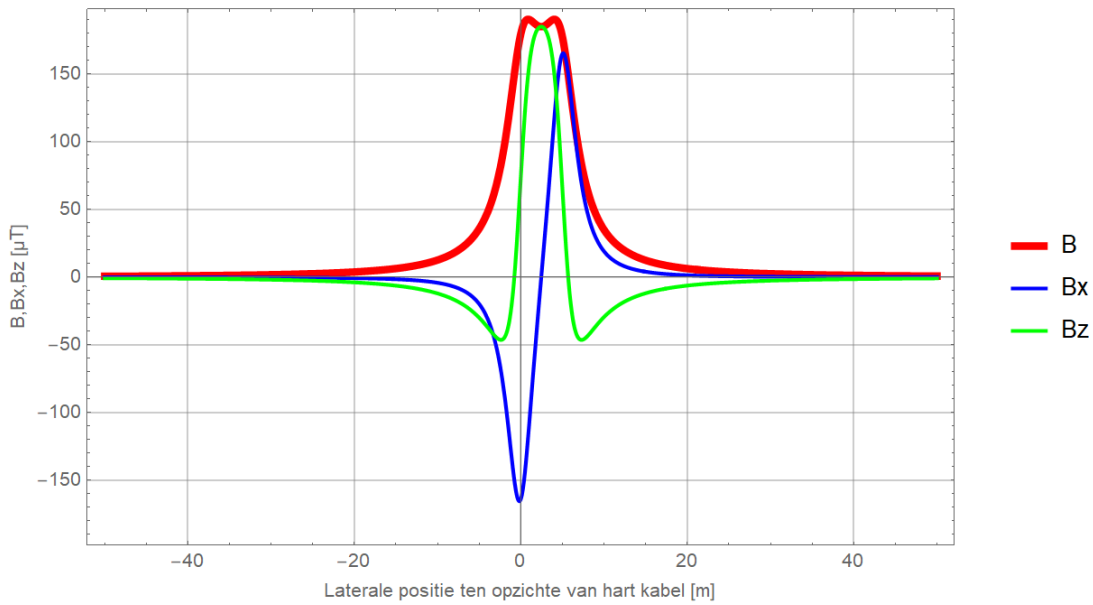


Figuur 101 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

# Kabeldiameter 185 mm

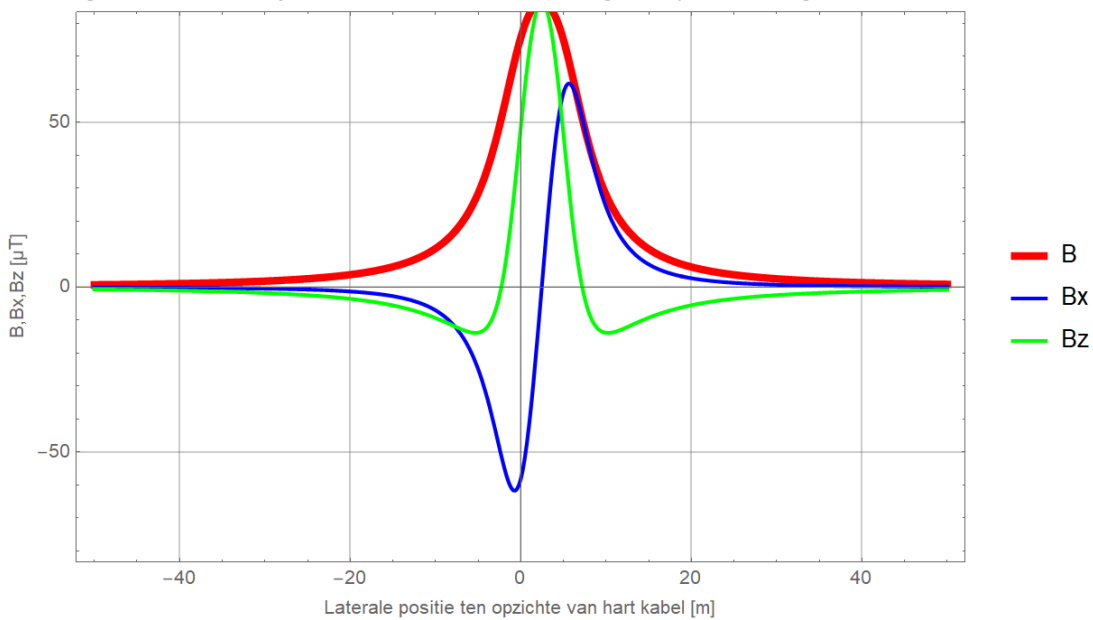
## Begraafdiepte -1 m

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 1 m

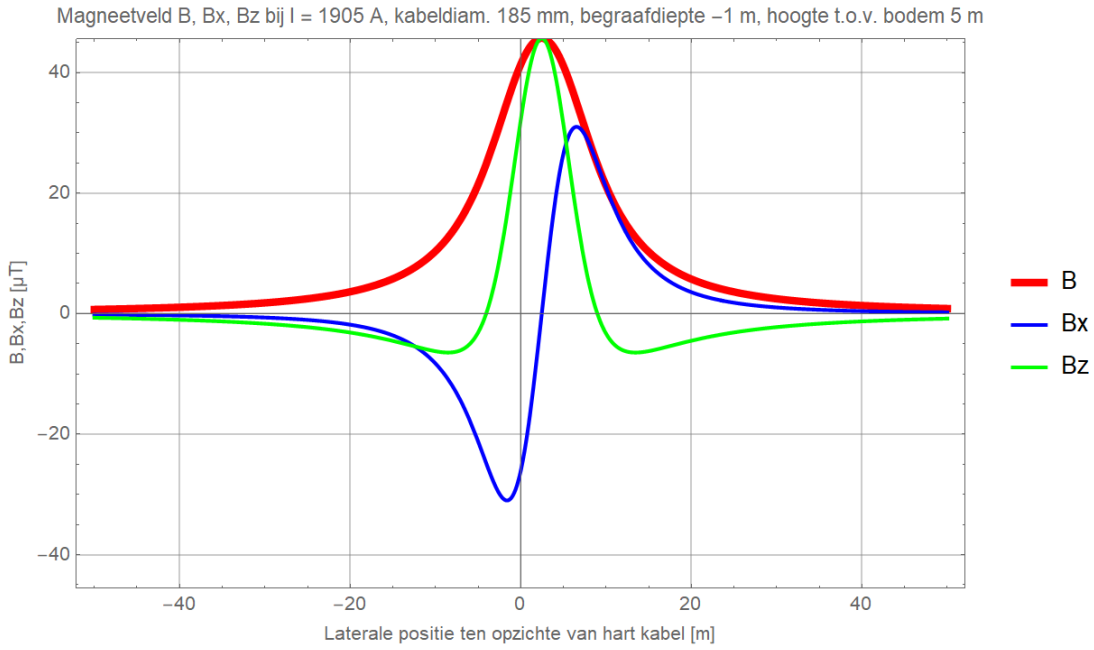


Figuur 102 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

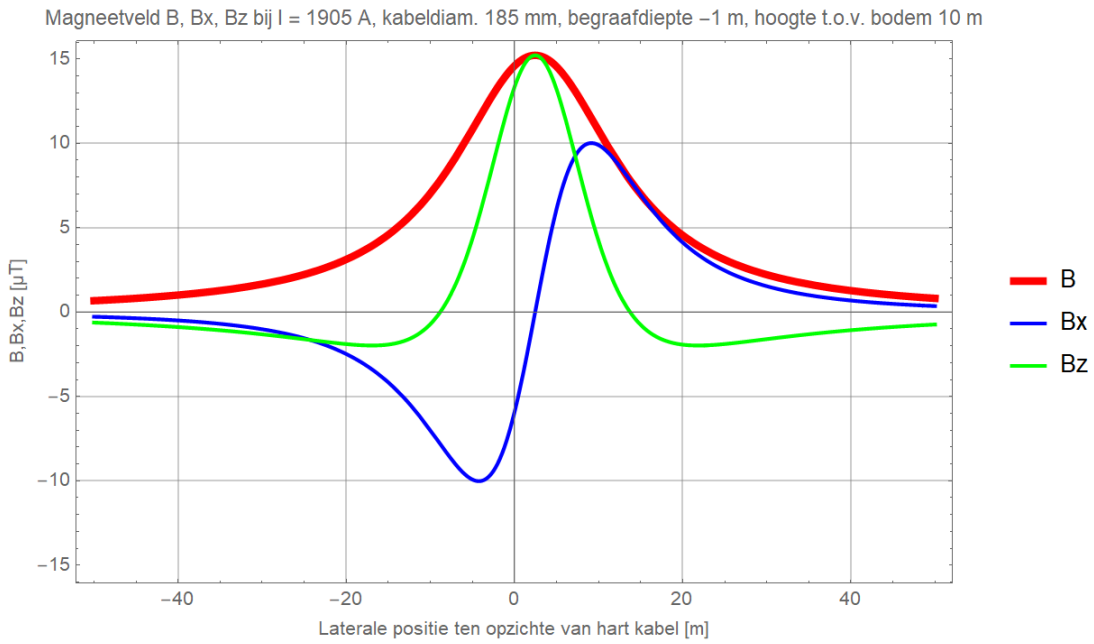
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 3 m



Figuur 103 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

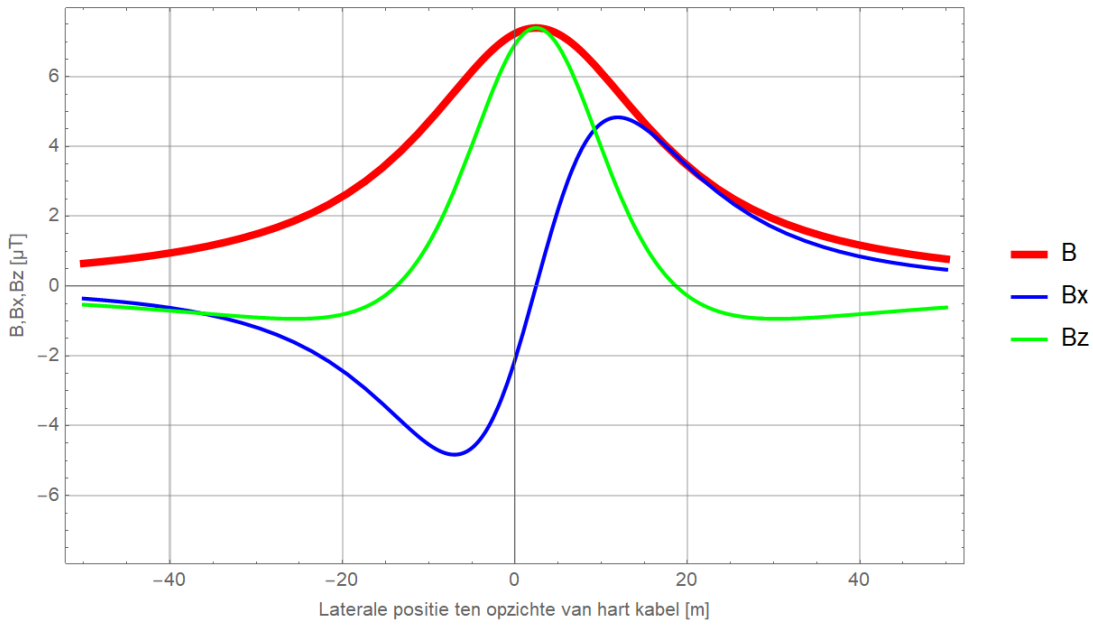


Figuur 104 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



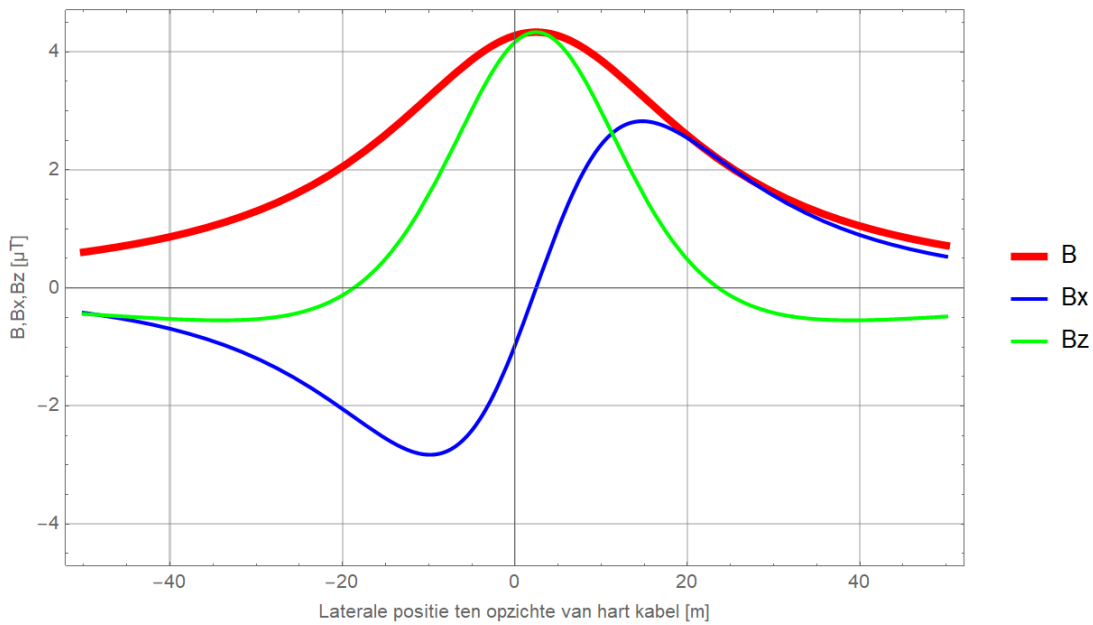
Figuur 105 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 15 m



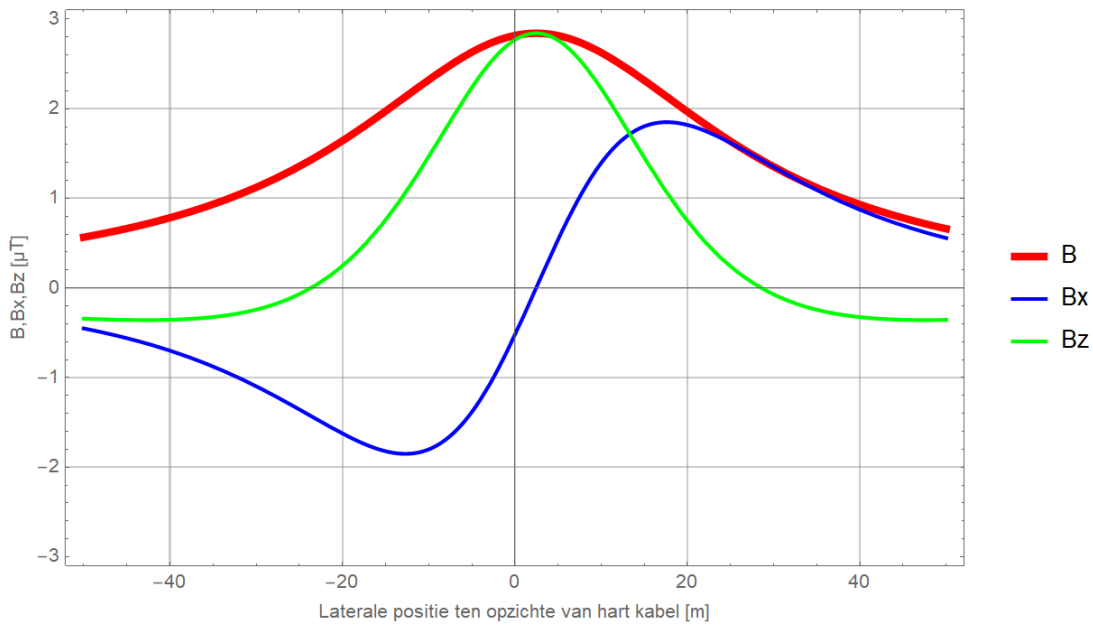
Figuur 106 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 20 m



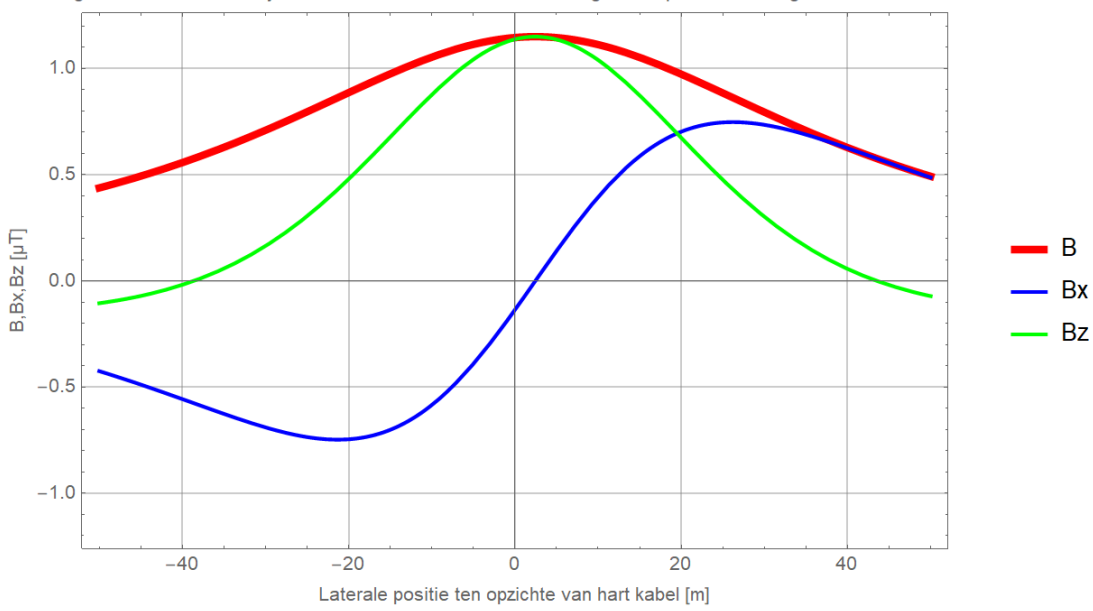
Figuur 107 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 25 m



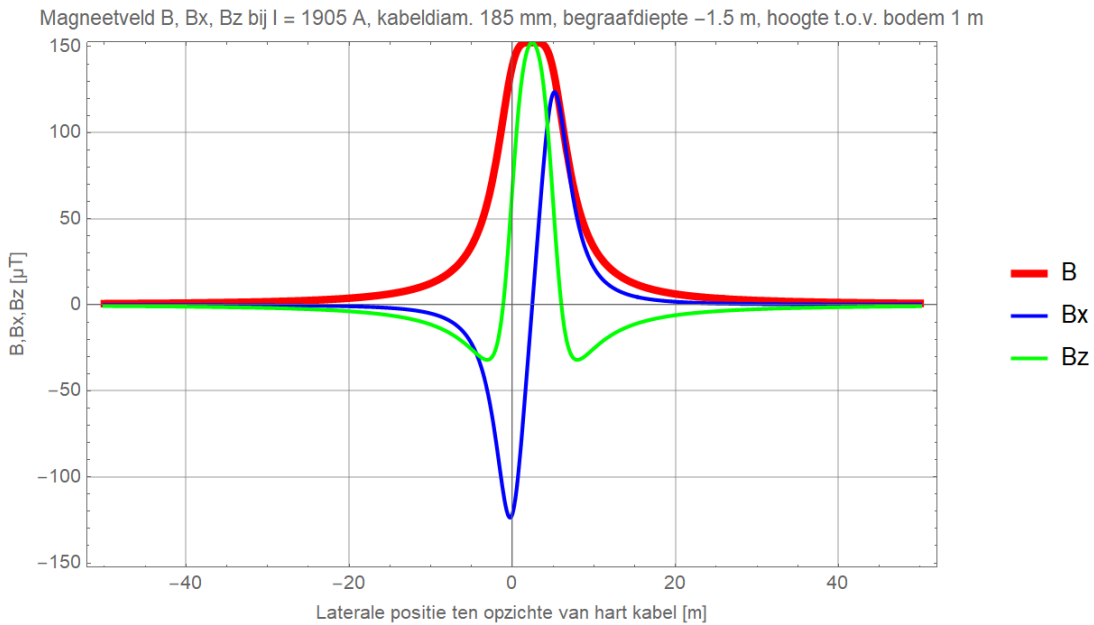
Figuur 108 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1 m, hoogte t.o.v. bodem 40 m

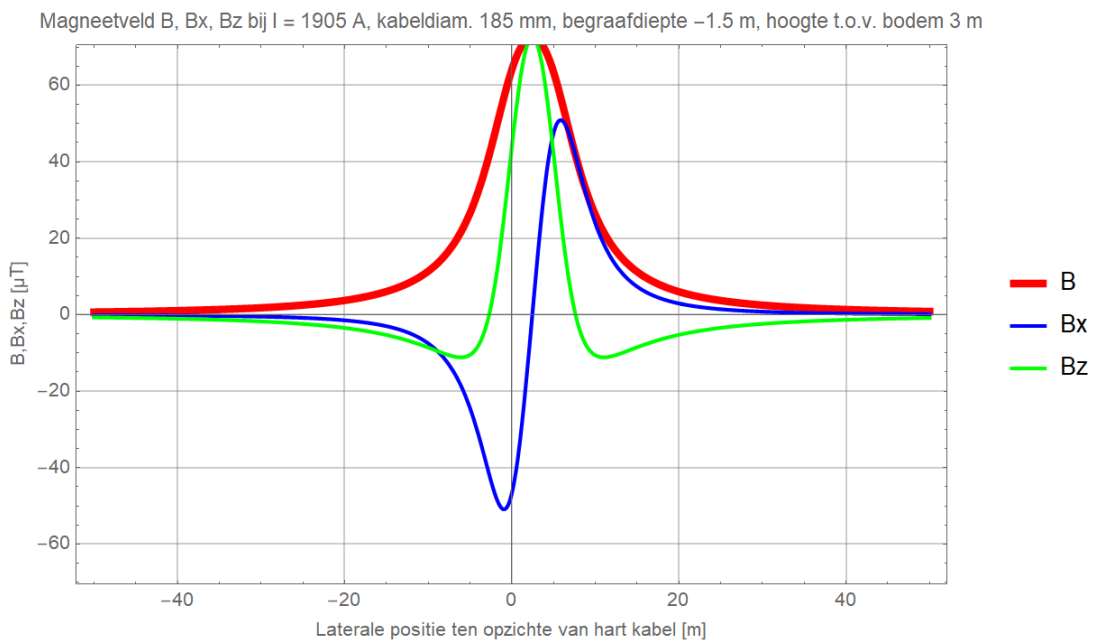


Figuur 109 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

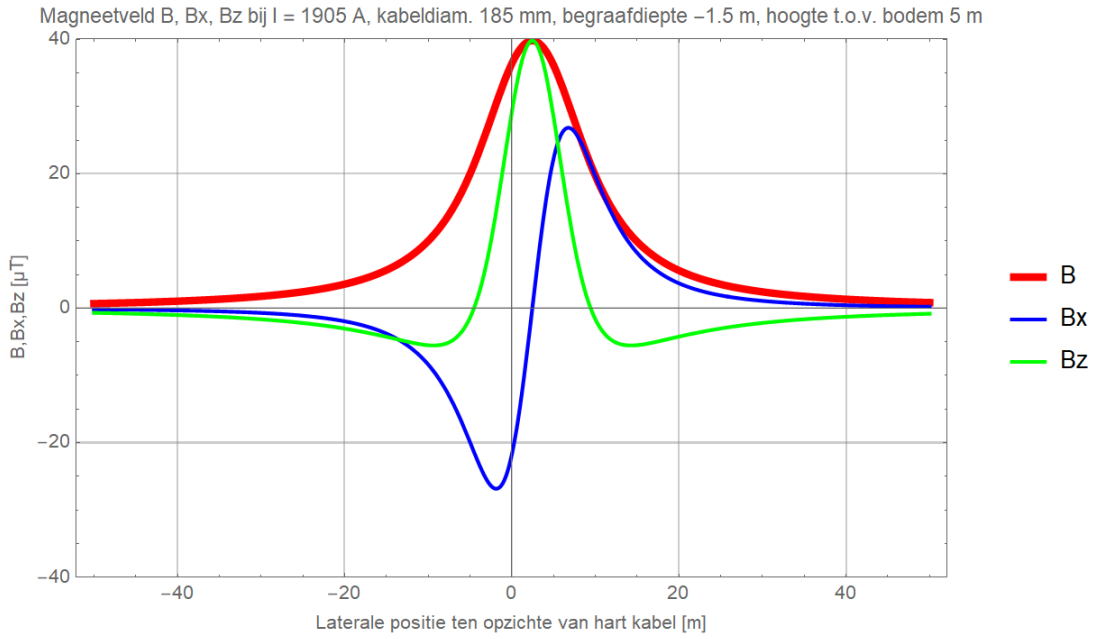
## Begraafdiepte -1,5 m



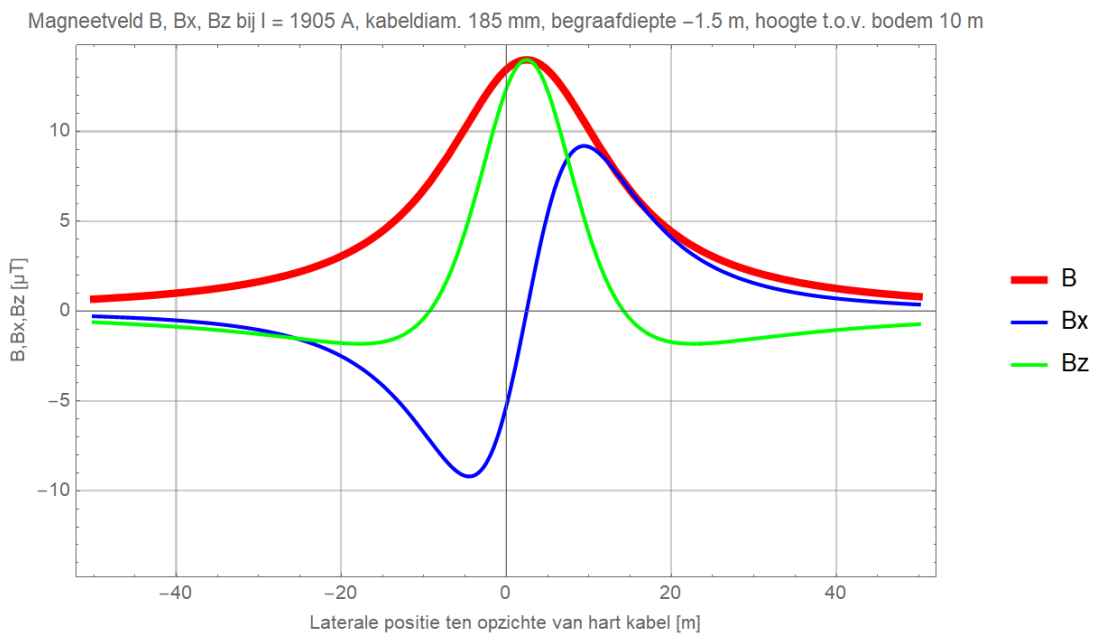
Figuur 110 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



Figuur 111 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

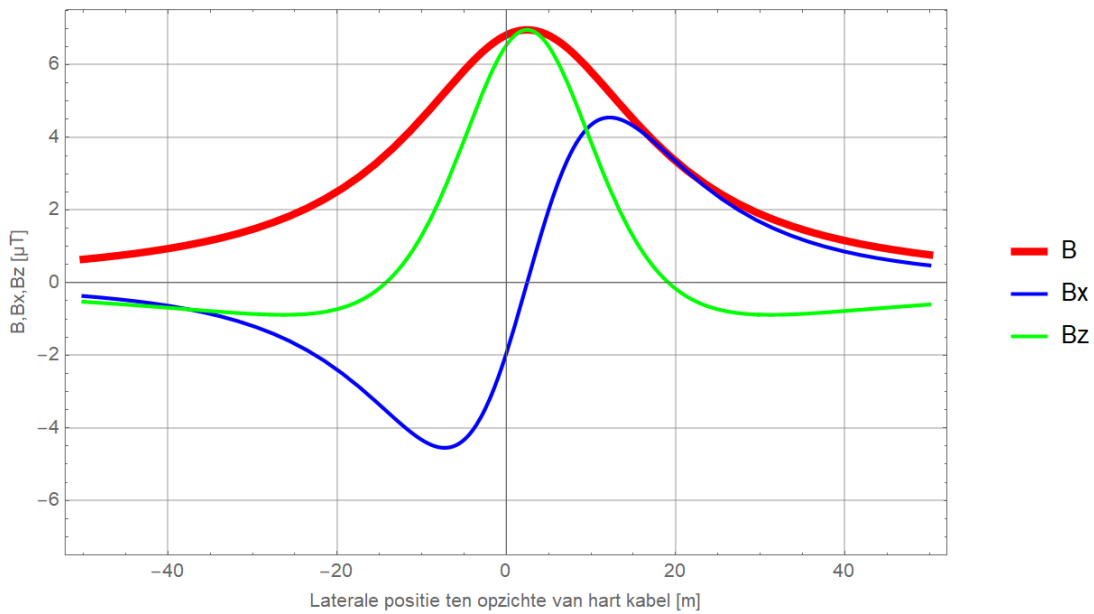


Figuur 112 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



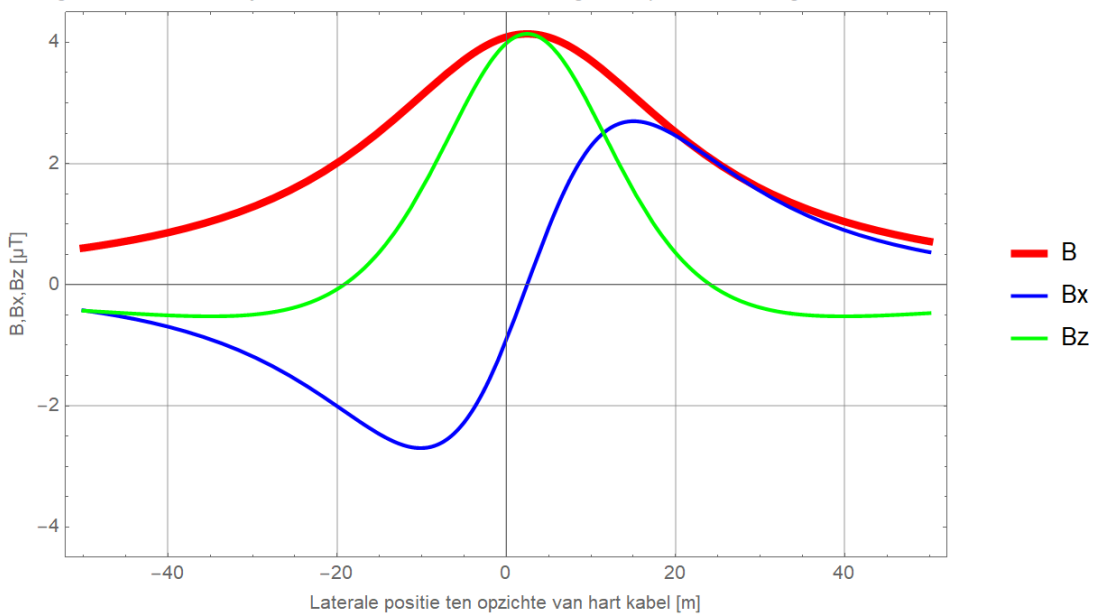
Figuur 113 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 15 m



Figuur 114 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

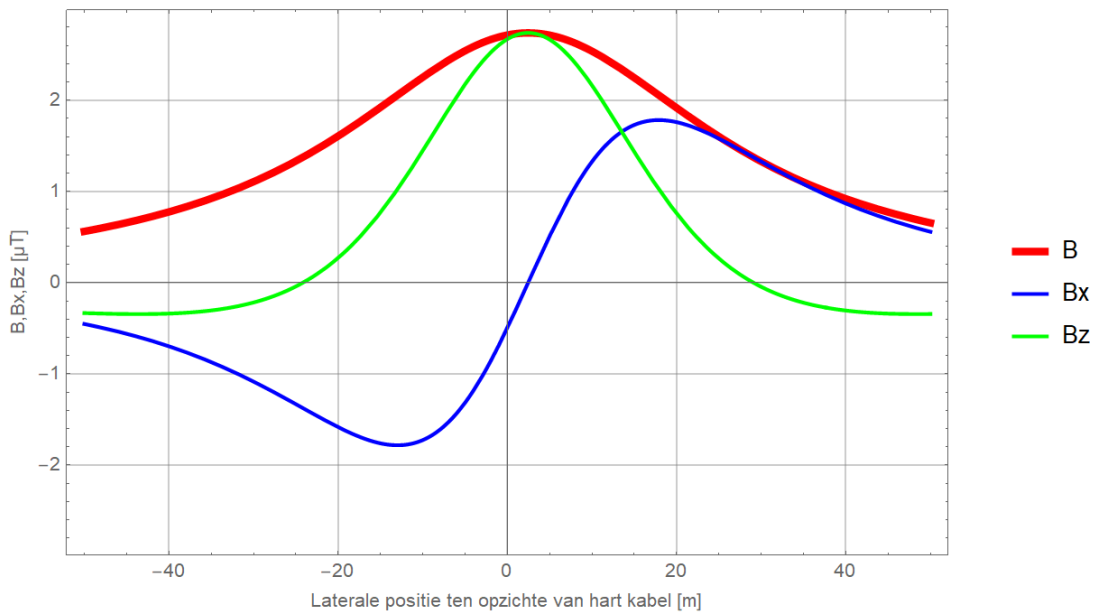
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 20 m



Figuur 115 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

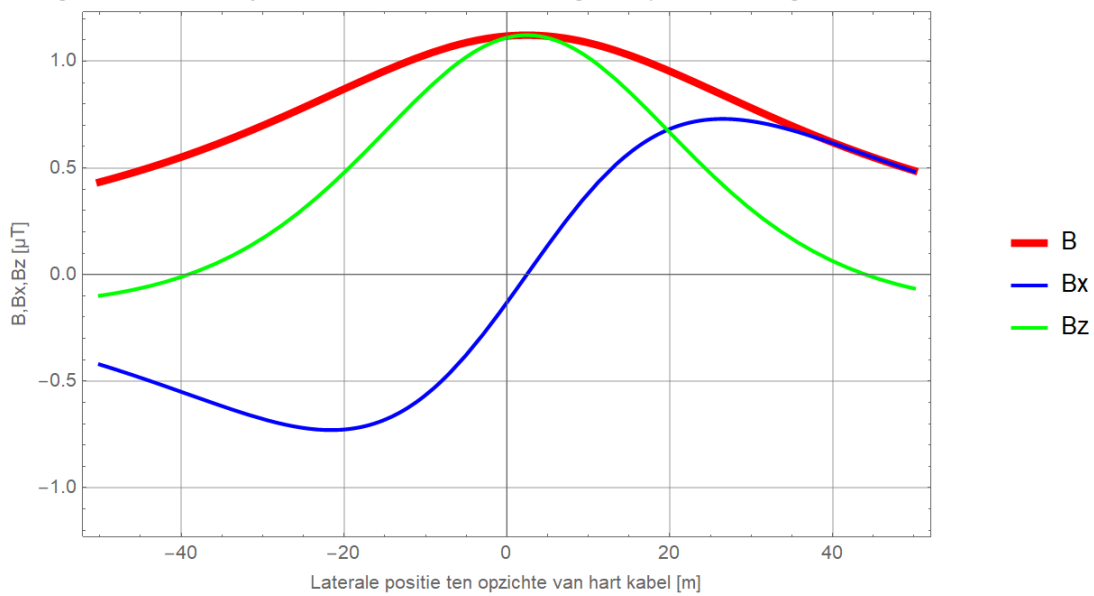


Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 25 m



Figuur 116 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

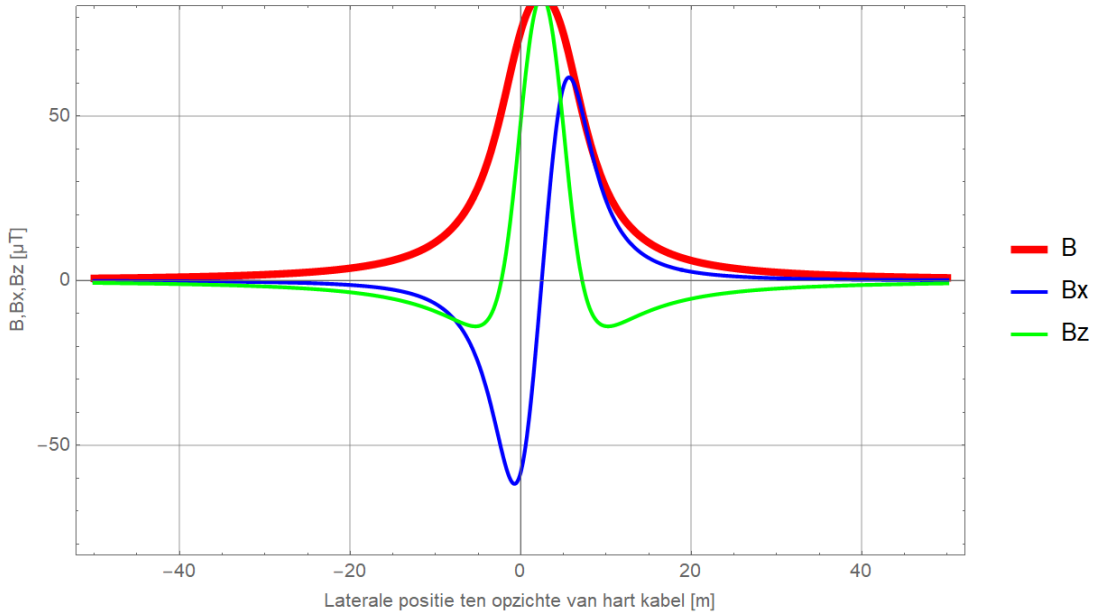
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -1.5 m, hoogte t.o.v. bodem 40 m



Figuur 117 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

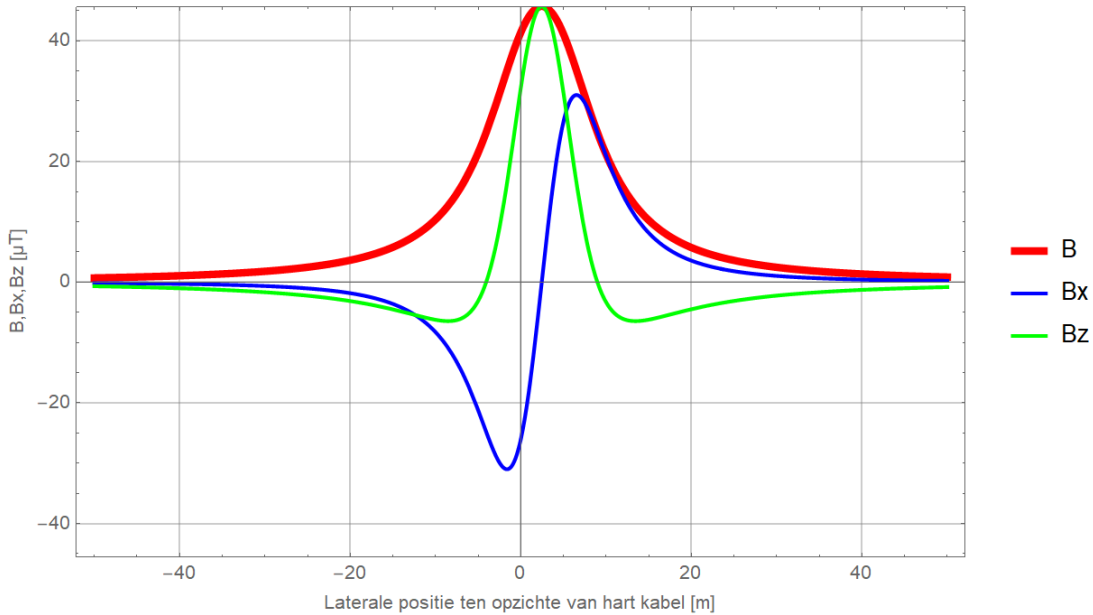
## Begraafdiepte –3 m

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte –3 m, hoogte t.o.v. bodem 1 m



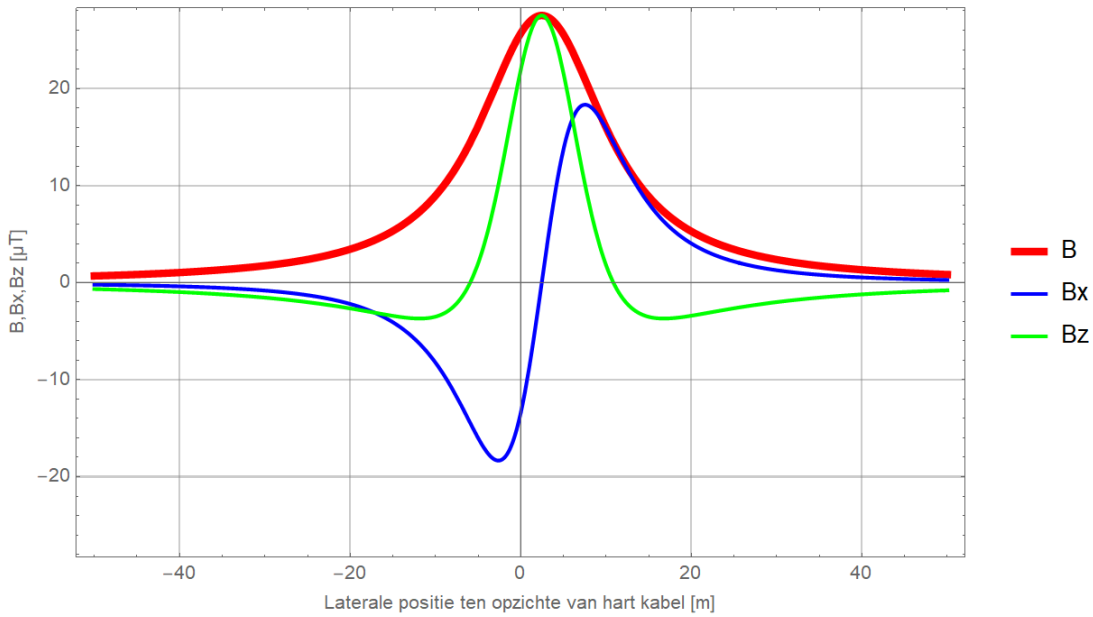
Figuur 118 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte –3 m, hoogte t.o.v. bodem 3 m



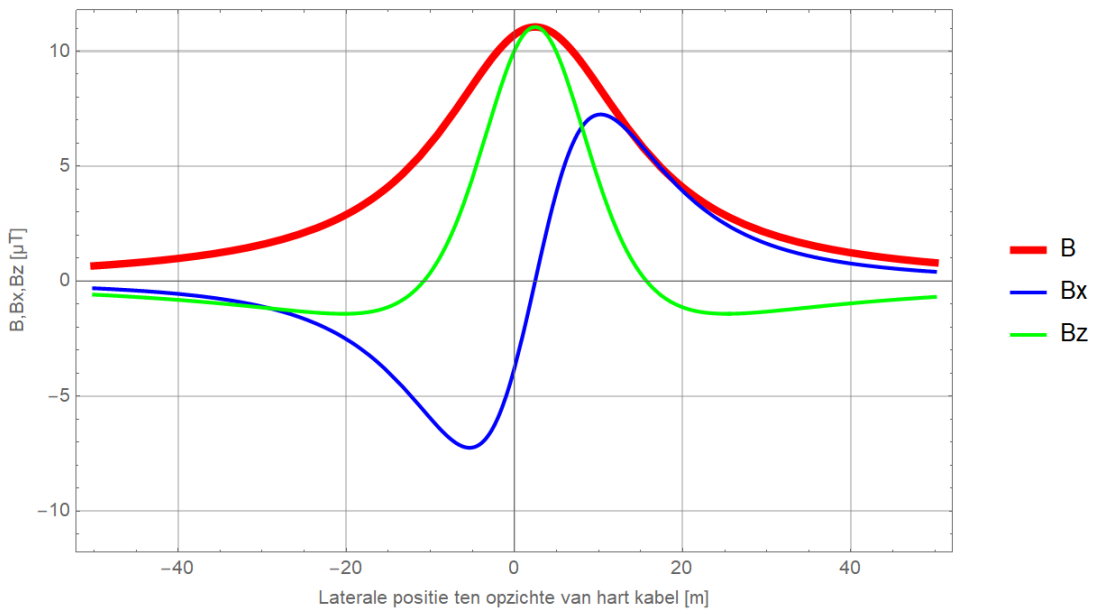
Figuur 119 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 5 m



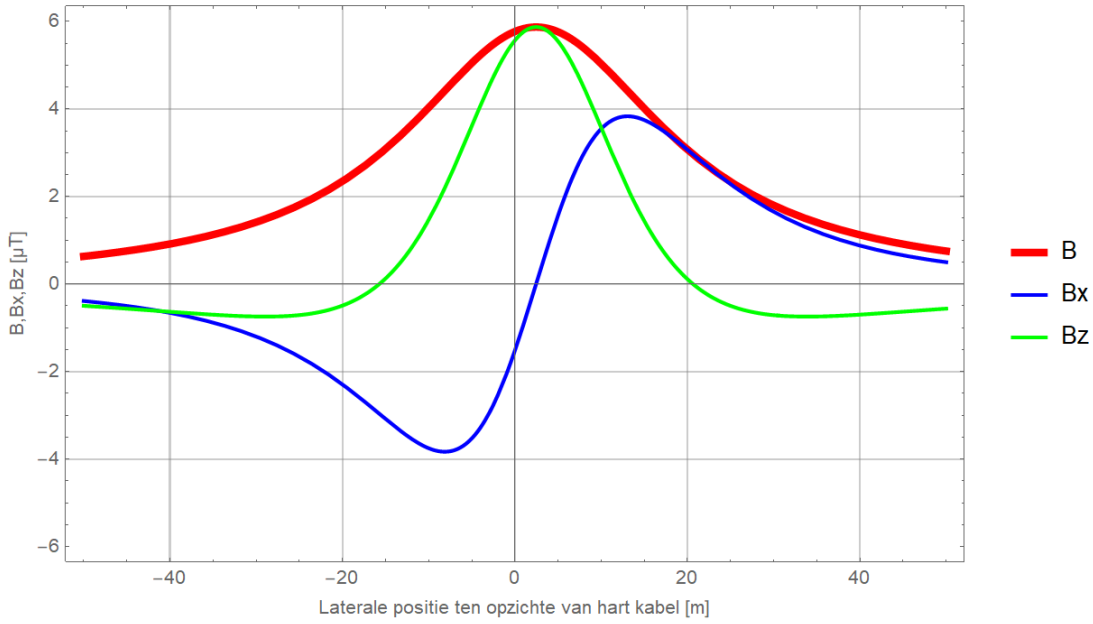
Figuur 120 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 10 m



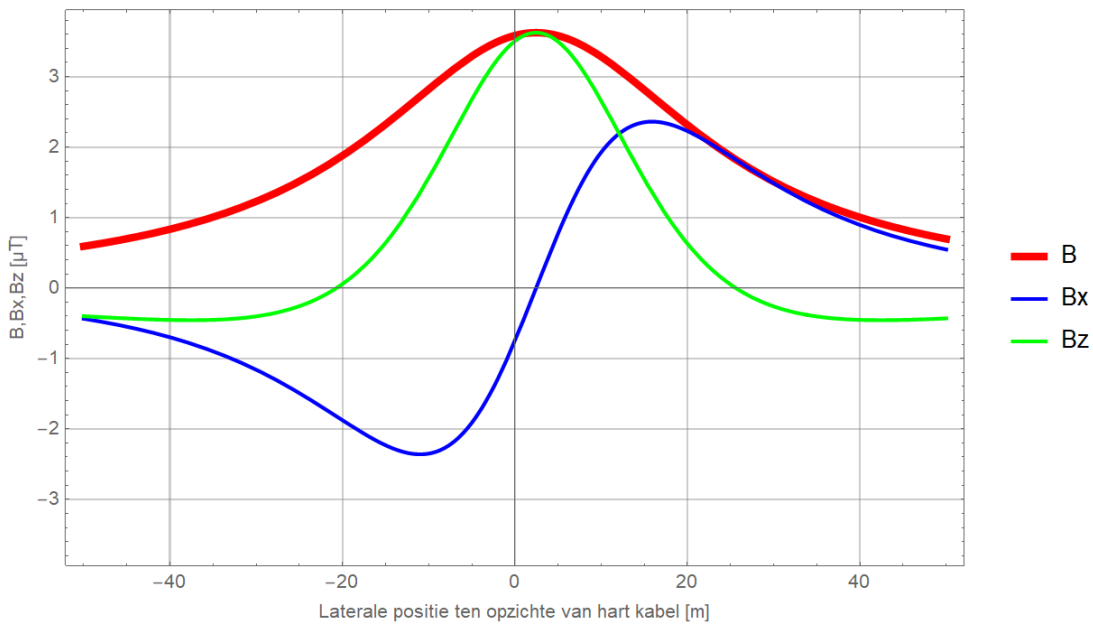
Figuur 121 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 15 m



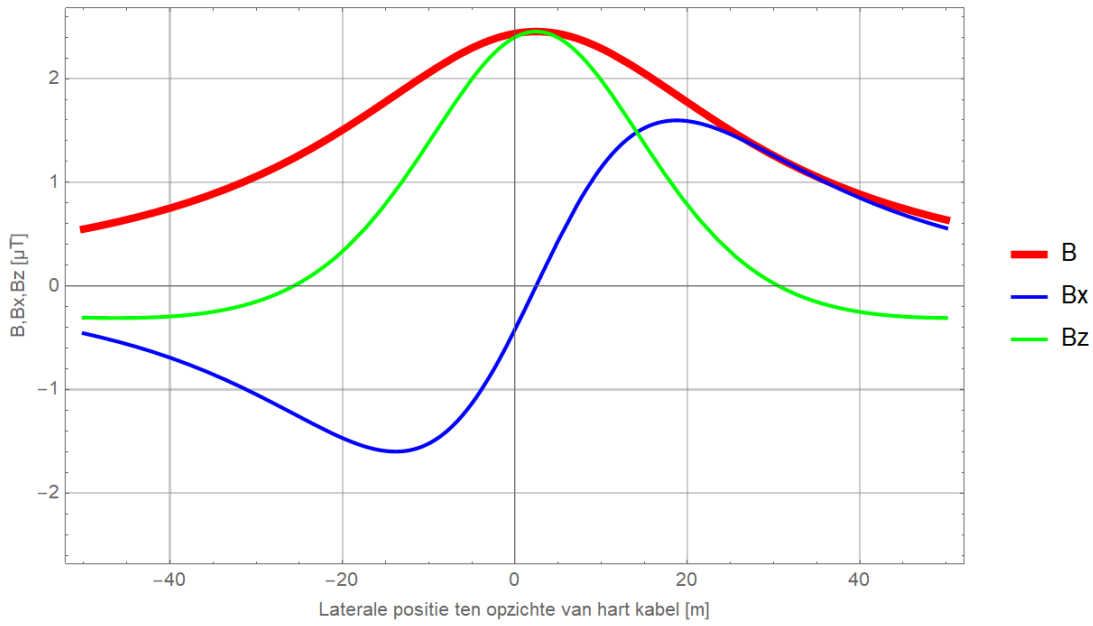
Figuur 122 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 20 m



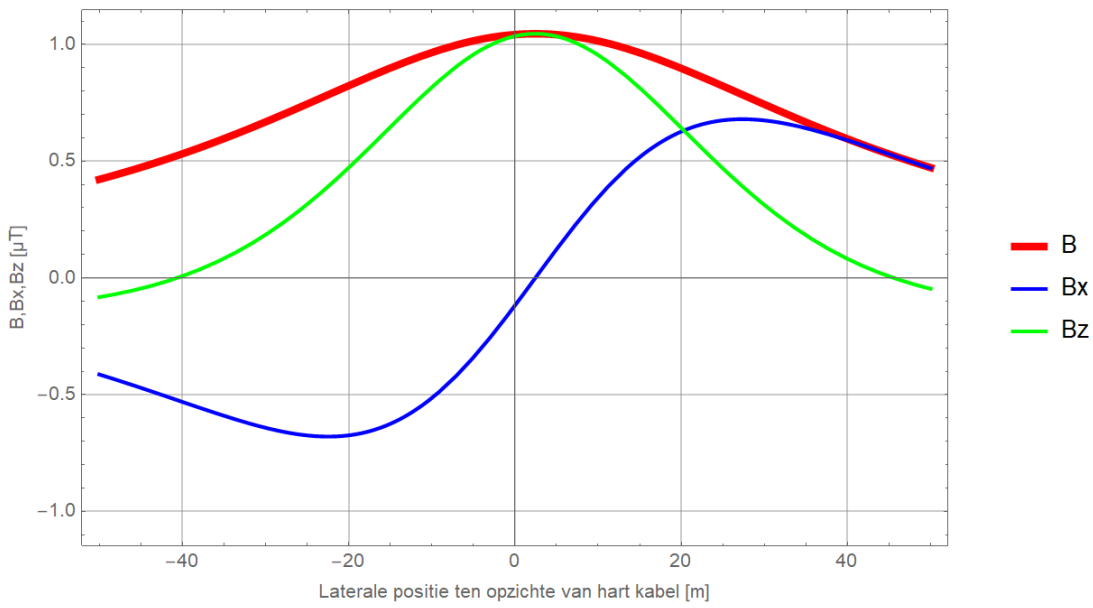
Figuur 123 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 25 m



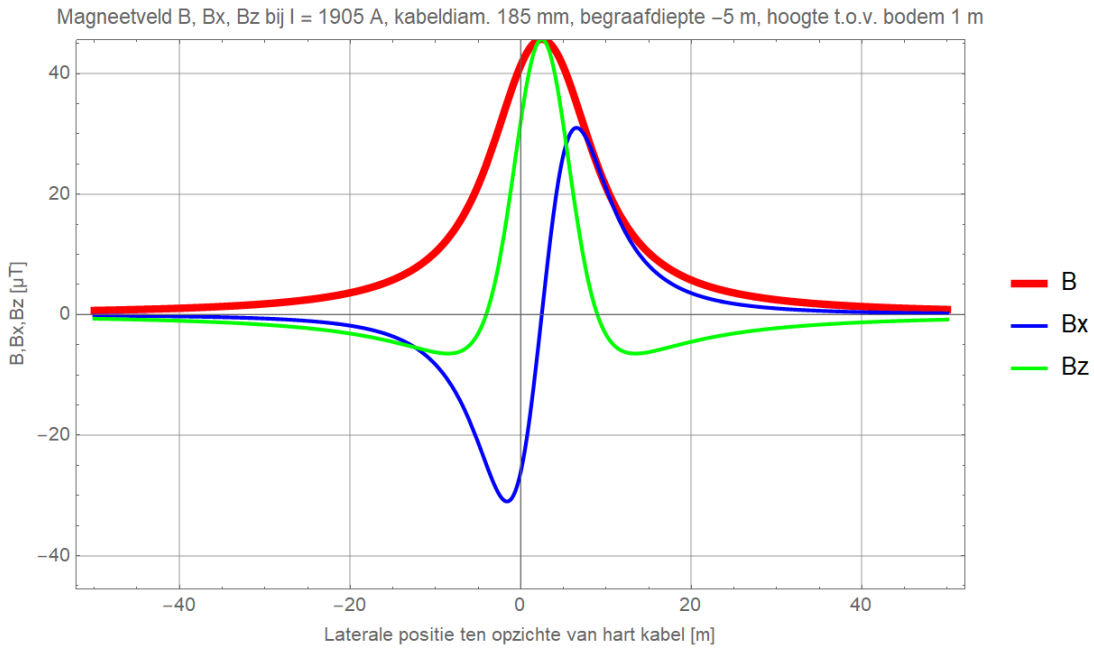
Figuur 124 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -3 m, hoogte t.o.v. bodem 40 m

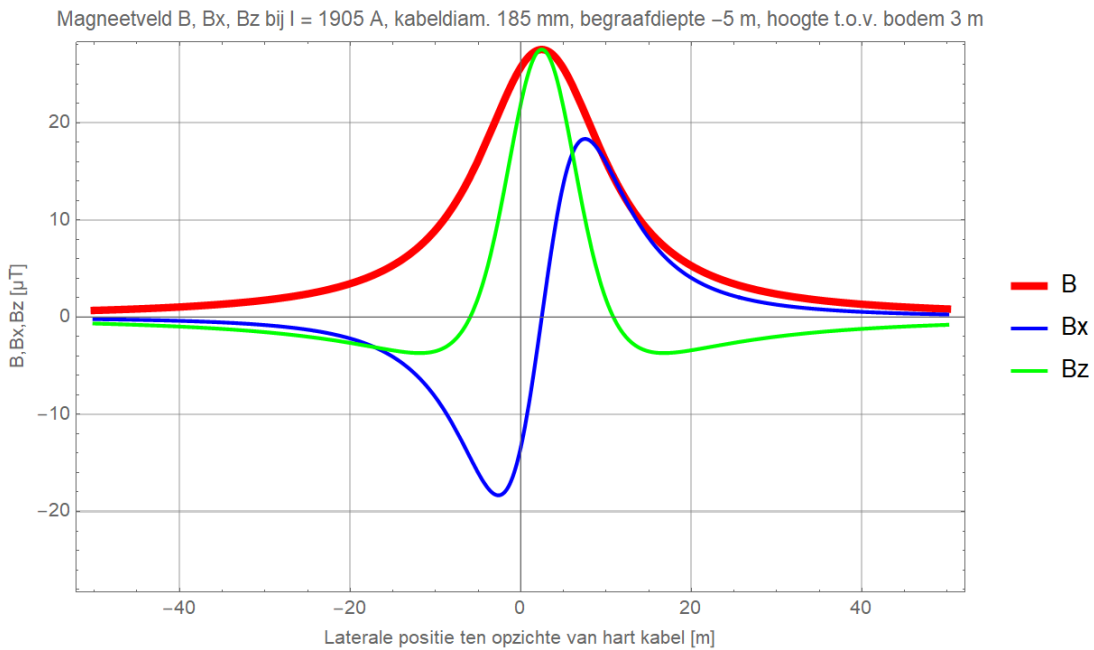


Figuur 125 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

## Begraafdiepte -5 m

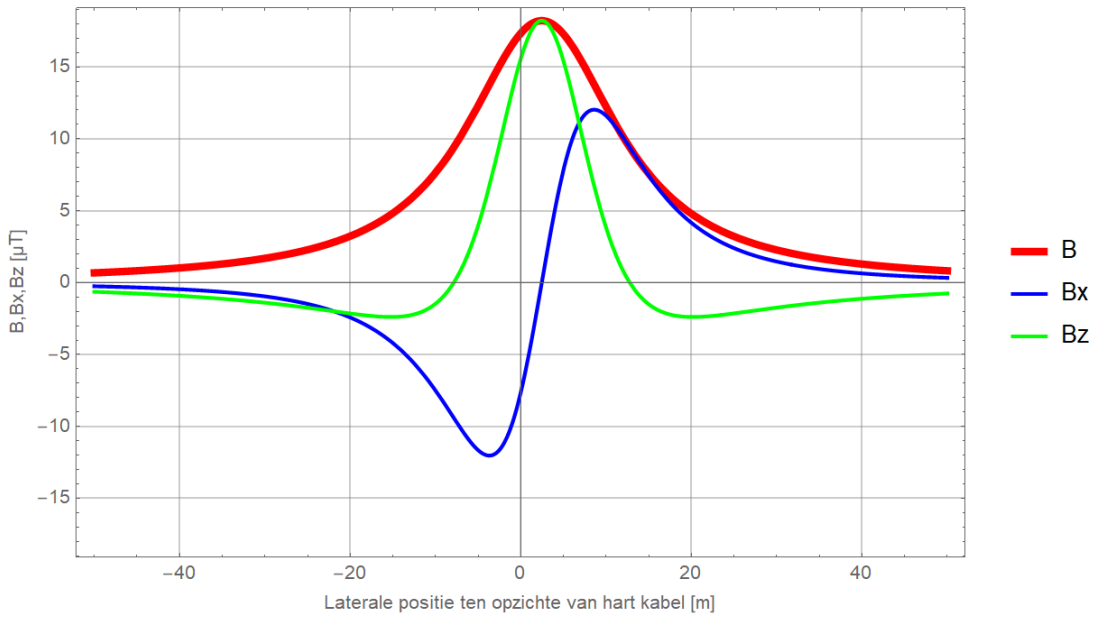


Figuur 126 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)



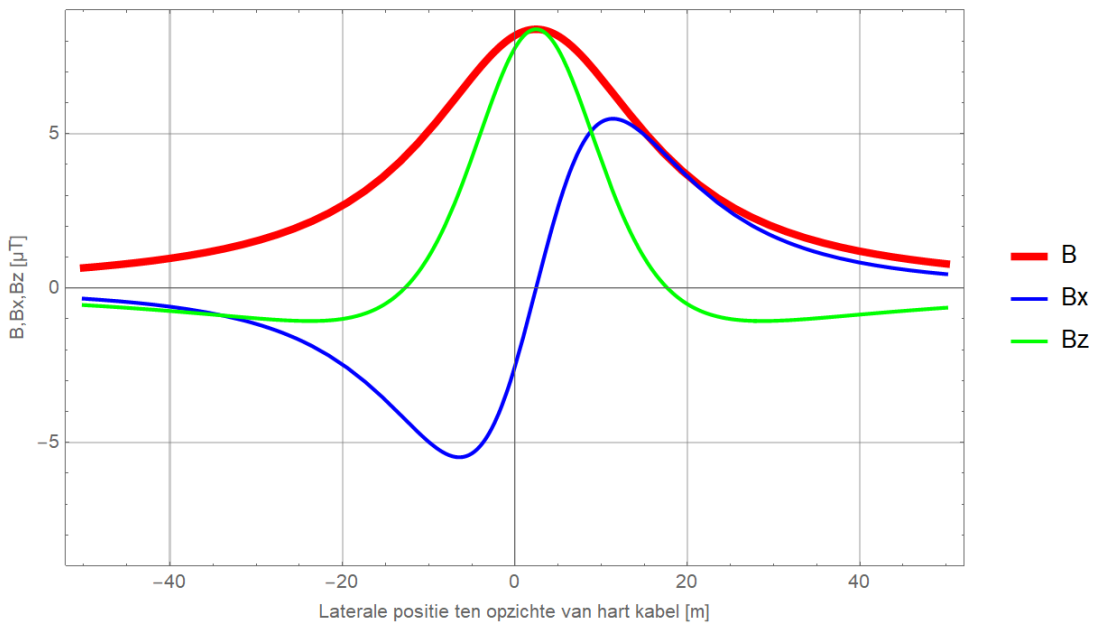
Figuur 127 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 5 m



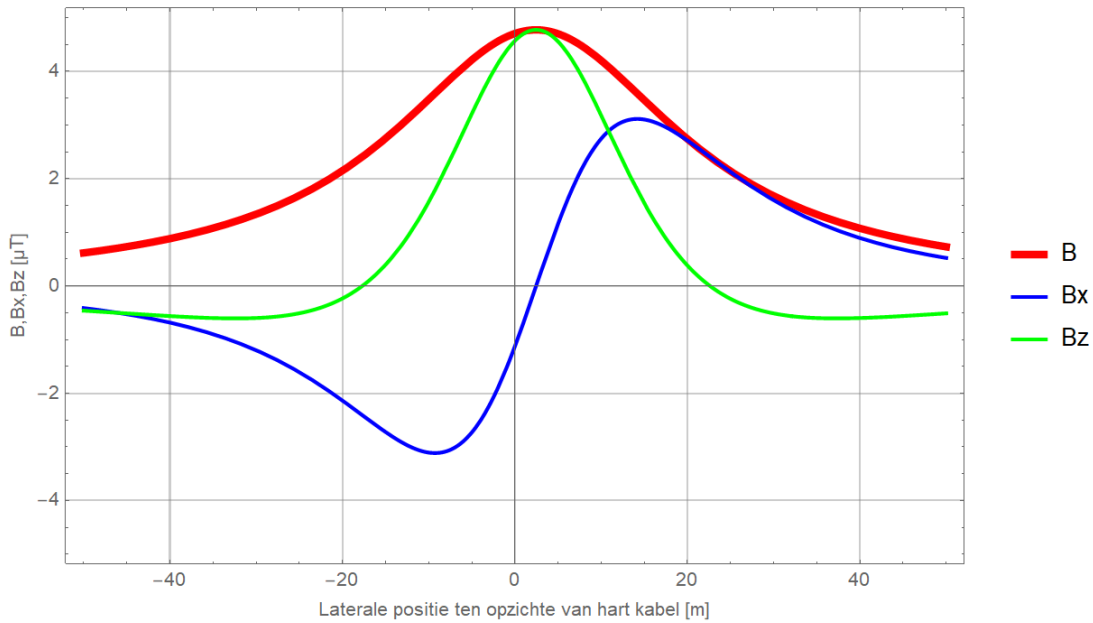
Figuur 128 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 10 m



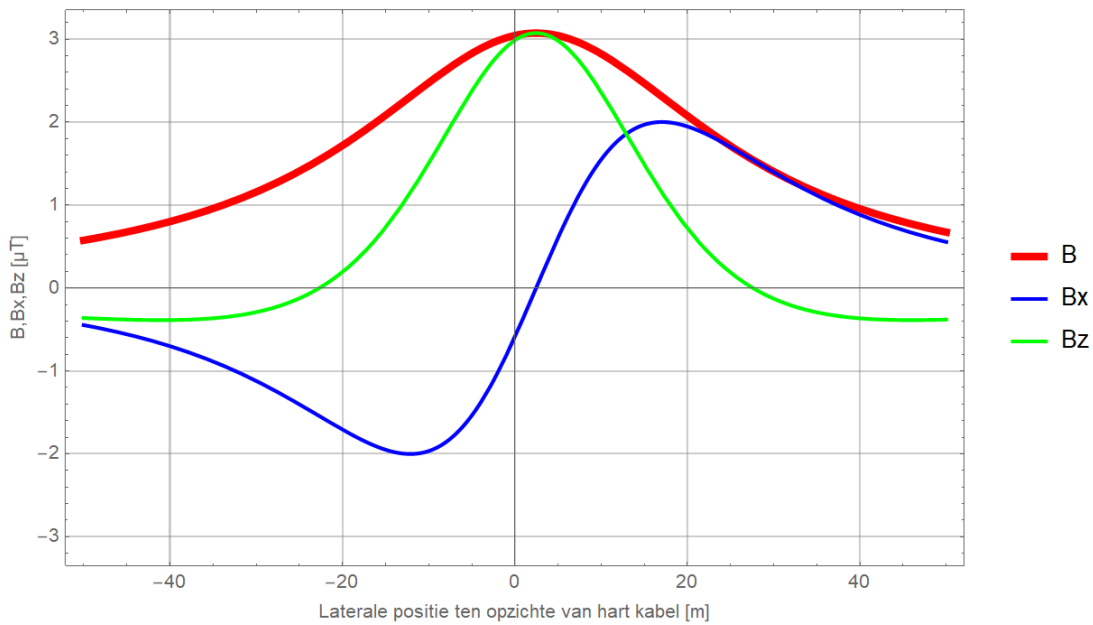
Figuur 129 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 15 m



Figuur 130 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

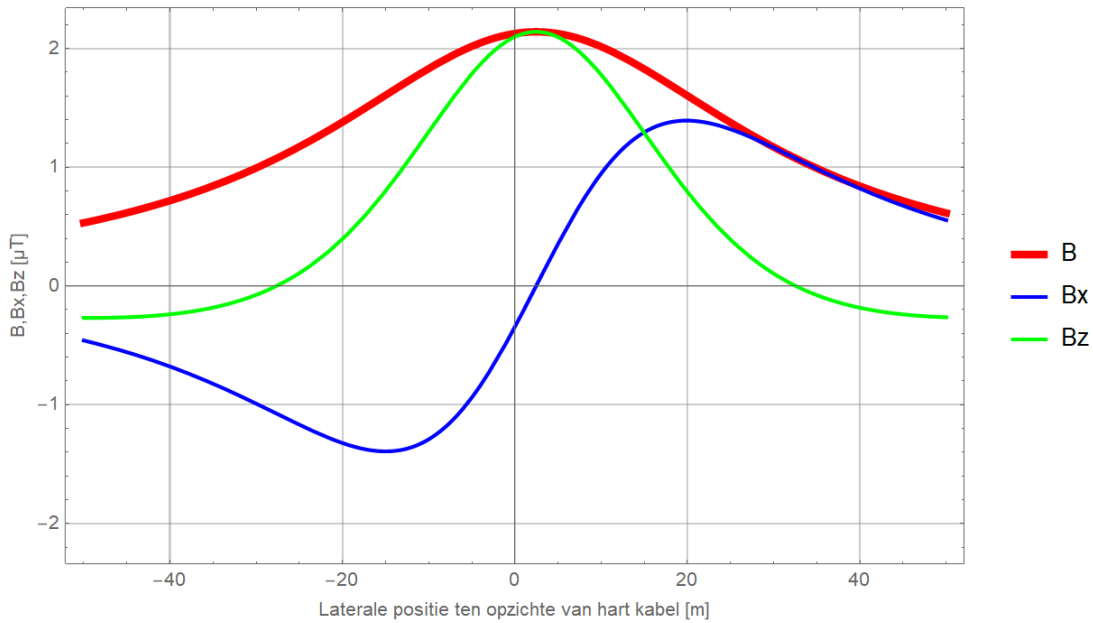
Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 20 m



Figuur 131 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

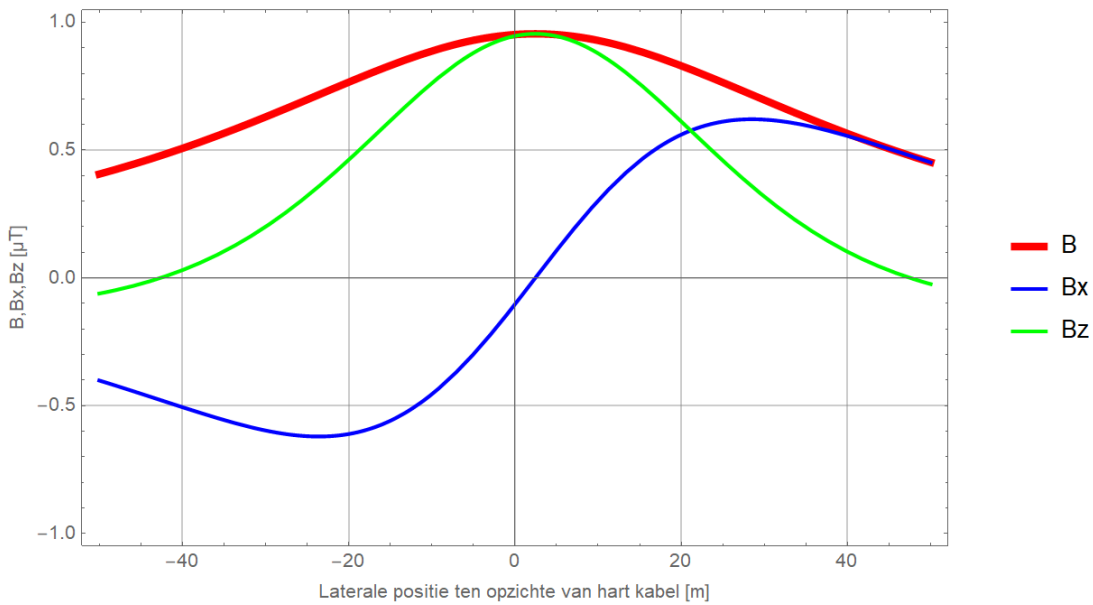


Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 25 m



Figuur 132 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

Magneetveld B, Bx, Bz bij I = 1905 A, kabeldiam. 185 mm, begraafdiepte -5 m, hoogte t.o.v. bodem 40 m



Figuur 133 (Storing / onderhoud, monopoolbedrijf: DMR voert 100% retourstroom)

# Colofon

IJMUIDEN VER  
MAGNEETVELDEN ZEEKABEL, 2\*2-CONFIGURATIE

KLANT  
TenneT

AUTEUR  
-

ONZE REFERENTIE  
D10036530:19

DATUM  
26 juli 2021

GECONTROLEERD DOOR

Tom Bogaert  
Senior Designer Engineer

## Over Arcadis

Arcadis is een toonaangevend wereldwijd ontwerp- en consultancybureau voor de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij maken het verschil voor onze klanten en de maatschappij met doeltreffende, duurzame en digitale oplossingen. Met 27.000 mensen in meer dan 70 landen genereerden we in 2020 een omzet van €3,3 miljard. Wij ondersteunen UN-Habitat met kennis en expertise om leefomstandigheden te verbeteren in gebieden getroffen door de gevolgen van de klimaatverandering.

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

### Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220  
3800 AE Amersfoort  
Nederland

T +31 (0)88 4261261

**Arcadis.** Improving quality of life

Volg ons op



[arcadis-nederland](https://www.arcadis-nederland.nl)



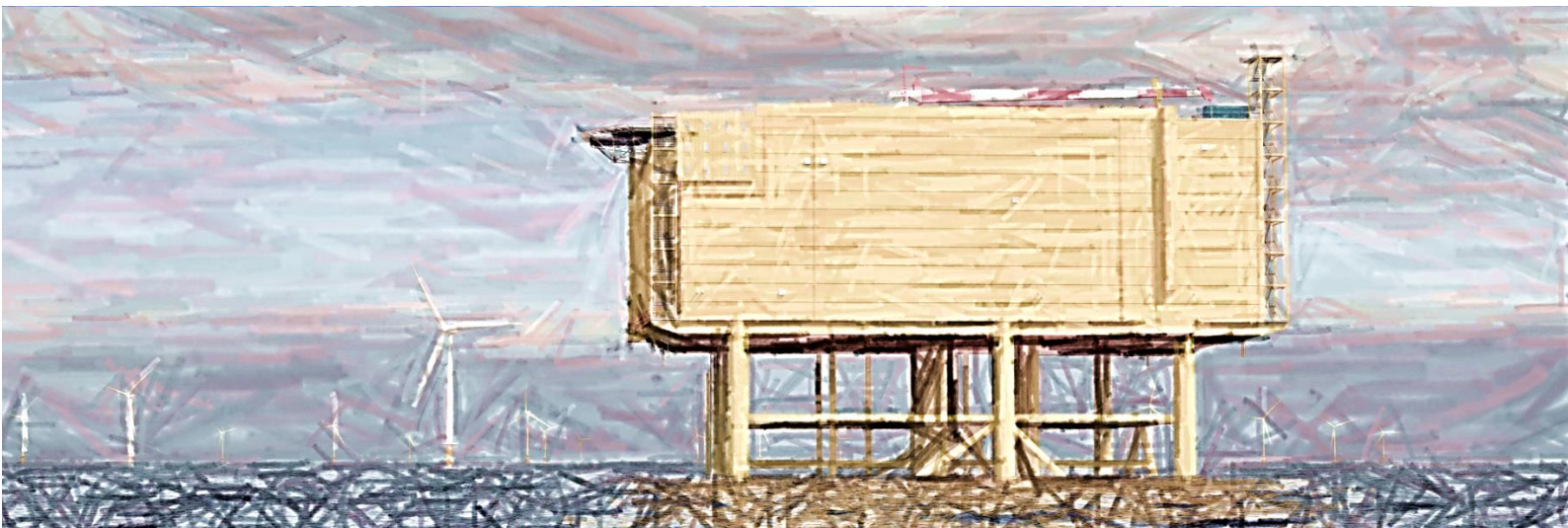
[arcadis\\_nl](https://twitter.com/arcadis_nl)



[ArcadisNetherlands](https://www.facebook.com/ArcadisNetherlands)

# Net op zee IJmuiden Ver Alpha - MER fase 2

## Bijlage VIII - C Effecten van elektromagnetische velden op land



Datum: 25-08-2021  
Versienummer: V1.0  
Status: Definitief

In opdracht van:



Ministerie van Economische Zaken  
en Klimaat

# Effecten van elektromagnetische velden

## Toelichting

Hoogspanningslijnen wekken elektromagnetische velden op (hierna: EMV), net zoals veel huishoudelijke apparatuur, et cetera. Aan elektromagnetische velden is initieel veel onderzoek verricht vanwege berichten dat hoogspanningslijnen gezondheidseffecten zouden veroorzaken (zie voor nadere informatie achtergronddocument Ruimtegebruik en Leefomgevingskwaliteit). Naderhand is meer onderzoek verricht naar mogelijke effecten van elektromagnetische velden op dieren.<sup>1</sup>

## Laboratoriumonderzoek

Er zijn diverse studies naar de effecten van elektromagnetische velden op fysiologie en gedrag van dieren onder laboratoriumcondities uitgevoerd. Hierbij moet opgemerkt worden dat in veel studies een hogere blootstelling aan elektromagnetische velden (langer en/of hogere intensiteit) is toegediend dan in normale praktijksituaties kan optreden.

Bij ratten bleek geen kanker te ontstaan als gevolg van EMV, wel werd bij een aantal experimenten de groei van geïnitieerde tumoren versneld<sup>2</sup>. In ratten en koeien blijken diverse lichaamseigenschappen, zoals bloedglucosewaarden en waarden van diverse andere stoffen in het bloed te wijzigen<sup>3</sup>. Sommige studies naar het immuunsysteem van laboratoriumdieren laten veranderingen zien<sup>4</sup> andere daarentegen niet<sup>5</sup>. Hetzelfde geldt voor studies naar het zenuwstelsel<sup>6</sup>. Ook onderzoeken naar het reproductieve systeem leiden tot tegengestelde resultaten, met deels wel<sup>7</sup> en deels geen effecten<sup>8</sup>. De ontwikkeling van embryonale zebravis vertoonde geen afwijkingen bij blootstelling aan magnetische velden tot twee uur na bevruchting, maar wel bij blootstelling aan magnetische velden na 48 uur<sup>9</sup>. Meer consistente resultaten zijn er voor wat betreft melatonine, een hormoon dat geassocieerd is met de aanwezigheid van daglicht en onder andere het slaap-waak ritme reguleert. Elektromagnetische velden lijken de aanmaak van melatonine te remmen<sup>10</sup>. Gedragsonderzoek leidt niet tot eenduidige resultaten, maar sterktes van elektromagnetische velden, zoals die in praktijksituaties voorkomen, zijn niet schadelijk<sup>11</sup>. Ook onderzoek naar stresshormonen leidt tot niet-consistente resultaten, met in sommige studies verhoging van de concentratie van stresshormonen en in andere studies een afname daarvan.<sup>12</sup>

---

<sup>1</sup> Duke Engineering & Services, 2001

<sup>2</sup> Lee e.a. 1996, NIEHS 1999, Yasui e.a. 1997, Baum e.a. 1995, Ekstrom e.a. 1998, Mevissen e.a. 1993, Mevissen e.a. 1996, Mevissen e.a. 1998

<sup>3</sup> Babovich en Kozyarin 1979, Shandala e.a. 1979, Burchard e.a. 1999

<sup>4</sup> Morris 1985, Maudeville e.a. 1995

<sup>5</sup> Morris en Philips 1983, Cerretelli e.a. 1979, Anderson 1991, LeBars e.a. 1983

<sup>6</sup> Hansson 1981, Jaffe e.a. 1980, Vasquez e.a. 1988a, 1988b, Albert e.a. 1984, Jaffe 1985, Portet e.a. 1984, Margonato e.a. 1995

<sup>7</sup> Juutilainen e.a. 1987, Sikov e.a. 1987, Andrienko 1977, Burack 1984

<sup>8</sup> Kowalczyk en Saunders 1990, Martin 1992, Kowalczyk e.a. 1994, Cerretelli e.a. 1979, Le Bars e.a. 1983, Seto e.a. 1984, Graves 1985, Fam 1981

<sup>9</sup> Skauli e.a. 2000

<sup>10</sup> Wilson e.a. 1981, 1983, 1986, Lee e.a. 1996, NIEHS 1999

<sup>11</sup> NIEHS 1999

<sup>12</sup> Quinlan e.a. 1985, Portet en Cabanes 1988, Free e.a. 1981, De Bruyn en De Jager 1994, Seto e.a. 1982a, 1982b, Hsieh e.a. 1983

Samenvattend zijn er geen eenduidige resultaten te destilleren uit het onderzoek naar de effecten van elektromagnetische velden op dieren onder laboratoriumcondities, zowel niet voor wat betreft de fysiologie als wat betreft het gedrag. Met uitzondering van de aanmaak van het hormoon melatonine, dat invloed heeft op het slaap-waak ritme en op activiteitspatronen, en dat lijkt af te nemen bij blootstelling aan elektromagnetische velden.

## Veldonderzoek

### Planten

Op planten zijn geen effecten van elektromagnetische velden gevonden, met uitzondering van beschadigingen aan de toppen van vooral spitse bladeren (zoals van naaldbomen)<sup>13</sup>.

### Insecten

Elektromagnetische velden leiden tot schadelijke effecten bij honingbijen, blijkens studies van Greenberg e.a. (1981) en Rogers e.a. (1982) die kolonies direct onder hoogspanningslijnen plaatsten. De sterfte van bijen nam toe, terwijl de winteroverleving van kolonies afnam. De effecten werden geminimaliseerd door een geaard draadscherm op de bijenkasten te plaatsen. De bijen werden dus beïnvloed door elektrische velden, niet door magnetische velden. Orlov (1990) vond een afname van de activiteit van insecten (muggen en bijen) onder hoogspanningslijnen, bij veldsterktes van respectievelijk 7 kV/m en 50 kV/m.

### Zoogdieren en vogels

Bij zoogdieren en vogels zijn geen bewijzen gevonden voor negatieve effecten van elektromagnetische velden van hoogspanningslijnen. Wel zijn er veranderingen als gevolg van elektromagnetische velden waargenomen in concentraties van stoffen als hormonen in het lichaam van dieren en reproductieve eigenschappen (bijvoorbeeld eigenschappen van eieren van vogels), maar effecten op overleving en voortplanting kunnen niet worden aangetoond of zijn afwezig.<sup>14</sup>

### Conclusies

Elektromagnetische velden lijken in laboratoriumsituaties effect onder hoge dosering te hebben op het functioneren van planten en dieren. De laboratoriumonderzoeken zijn echter gedaan bij sterktes van elektromagnetische velden die in veldsituaties niet of nauwelijks optreden en zijn daarom weinig voorspellend voor wat in het veld gebeurt. In die studies zijn met name bij dieren veranderingen merkbaar in gehalten van diverse stoffen in het lichaam. De bestaande studies leveren tot dusverre geen bewijs voor schade aan dieren die in vrije condities leven. In de literatuur wordt gerapporteerd over onderzoek dat is uitgevoerd met veel hogere veldsterktes dan de veldsterktes ter hoogte van deze hoogspanningslijn. Bij de onderzoeken konden geen eenduidige effecten worden gevonden. Op basis van het literatuuronderzoek kan geconcludeerd worden dat geen substantiële/relevante effecten zullen optreden. Het onderwerp wordt derhalve niet nader uitgediept.

---

<sup>13</sup> McKee 1985, Hodges en Mitchell 1984, Hilson e.a. 1983, Parsch en Norman 1986

<sup>14</sup> Lee e.a. 1996, Goodwin 1975, Lee 1980, Hanowski 1993, Schreiber e.a. 1976

## COLOFON

### MER fase 2 Net op zee IJmuiden Ver Alpha

**Auteurs**

-

**Projectnummer**

-

**Datum**

25-08-2021

**Status**

Definitief

**Pondera Consult B.V.**

Postbus 919  
6800 AX Arnhem  
Nederland  
+31 (0)88 7663 372

[www.ponderaconsult.com](http://www.ponderaconsult.com)

**Arcadis Nederland B.V.**

Postbus 264  
6800 AG Arnhem  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)