
Fachworkshop
„Erneuerbare ins Netz!“

Minimierung von elektrischen und magnetischen Feldern beim Leitungsbau

Hannah Heinrich
2h - engineering & - research

Elektrisches Feld

Formelzeichen: E

Einheit der elektrischen Feldstärke:

V/m

Magnetisches Feld

Formelzeichen: H

Einheit der magnetischen Feldstärke:

A/m

Elektrisches Feld

Formelzeichen: E

Einheit der elektrischen Feldstärke:

V/m

Magnetisches Feld

Formelzeichen: H

Einheit der magnetischen Feldstärke:

A/m

Feldstärken können reduziert werden durch:

Elektrisches Feld

Formelzeichen: E

Einheit der elektrischen Feldstärke:

V/m

Magnetisches Feld

Formelzeichen: H

Einheit der magnetischen Feldstärke:

A/m

Feldstärken können reduziert werden durch:

✓ Vergrößerung des Abstands

Elektrisches Feld

Formelzeichen: E

Einheit der elektrischen Feldstärke:

V/m

Magnetisches Feld

Formelzeichen: H

Einheit der magnetischen Feldstärke:

A/m

Feldstärken können reduziert werden durch:

✓ Vergrößerung des Abstands

✓ Reduzierung der Spannung

Elektrisches Feld

Formelzeichen: E

Einheit der elektrischen Feldstärke:

V/m

Magnetisches Feld

Formelzeichen: H

Einheit der magnetischen Feldstärke:

A/m

Feldstärken können reduziert werden durch:

✓ Vergrößerung des Abstands

✓ Reduzierung der Spannung

✓ Reduzierung der Stromstärke

Elektrisches Feld

Formelzeichen: E

Einheit der elektrischen Feldstärke:

V/m

Magnetisches Feld

Formelzeichen: H

Einheit der magnetischen Feldstärke:

A/m

Feldstärken können reduziert werden durch:

✓ Vergrößerung des Abstands

✓ Reduzierung der Spannung

Aber: $S \sim U^2$

✓ Reduzierung der Stromstärke

Aber: $S \sim I^2$

Elektrisches Feld

Formelzeichen: E

Einheit der elektrischen Feldstärke:

V/m

Magnetisches Feld

Formelzeichen: H

Einheit der magnetischen Feldstärke:

A/m

Feldstärken können reduziert werden durch:

✓ Vergrößerung des Abstands

✓ Reduzierung der Spannung

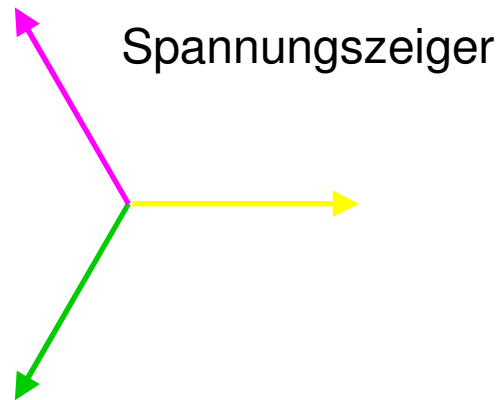
Aber: $S \sim U^2$, $d[\text{km}] \approx U[\text{kV}]$

✓ Reduzierung der Stromstärke

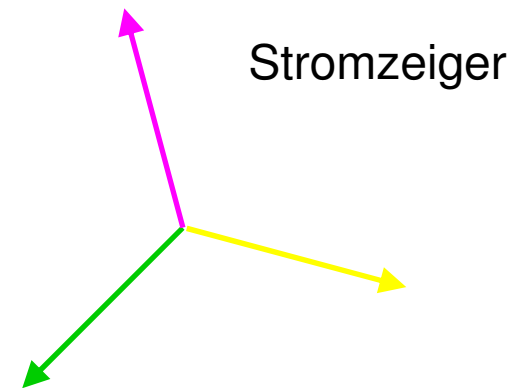
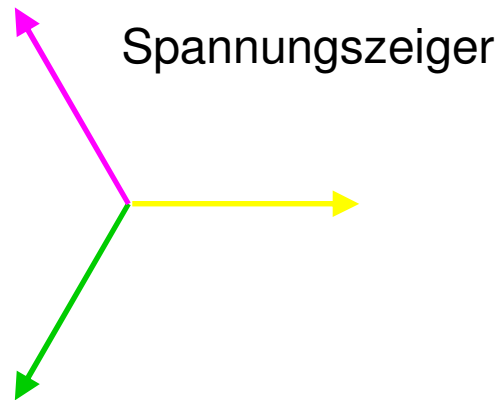
Aber: $S \sim I^2$

Besonderheiten der Drehstromtechnik:

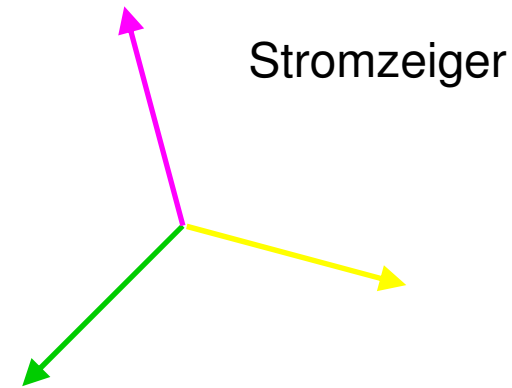
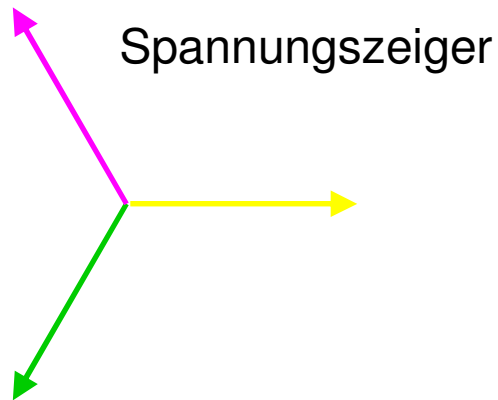
Besonderheiten der Drehstromtechnik:




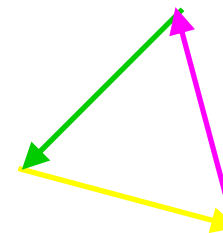
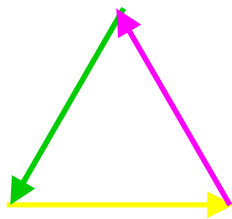
Besonderheiten der Drehstromtechnik:



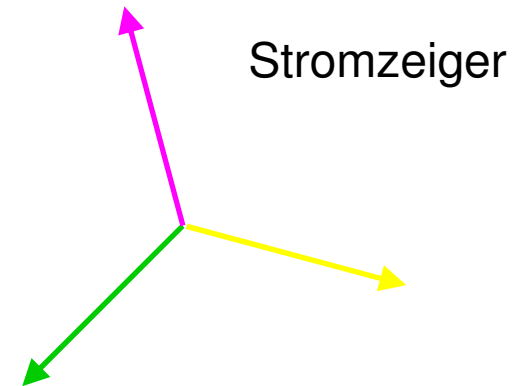
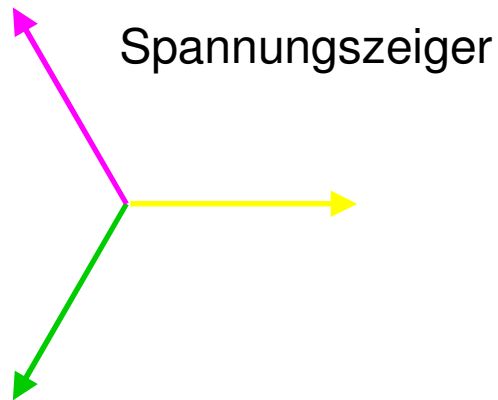
Besonderheiten der Drehstromtechnik:



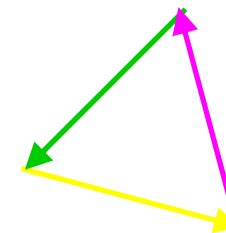
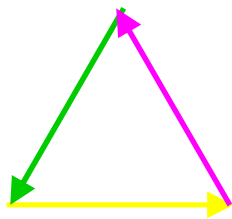
 Bei symmetrischem Betrieb ist die Summe der Spannungs- und Stromzeiger zu jedem Zeitpunkt gleich Null !!!



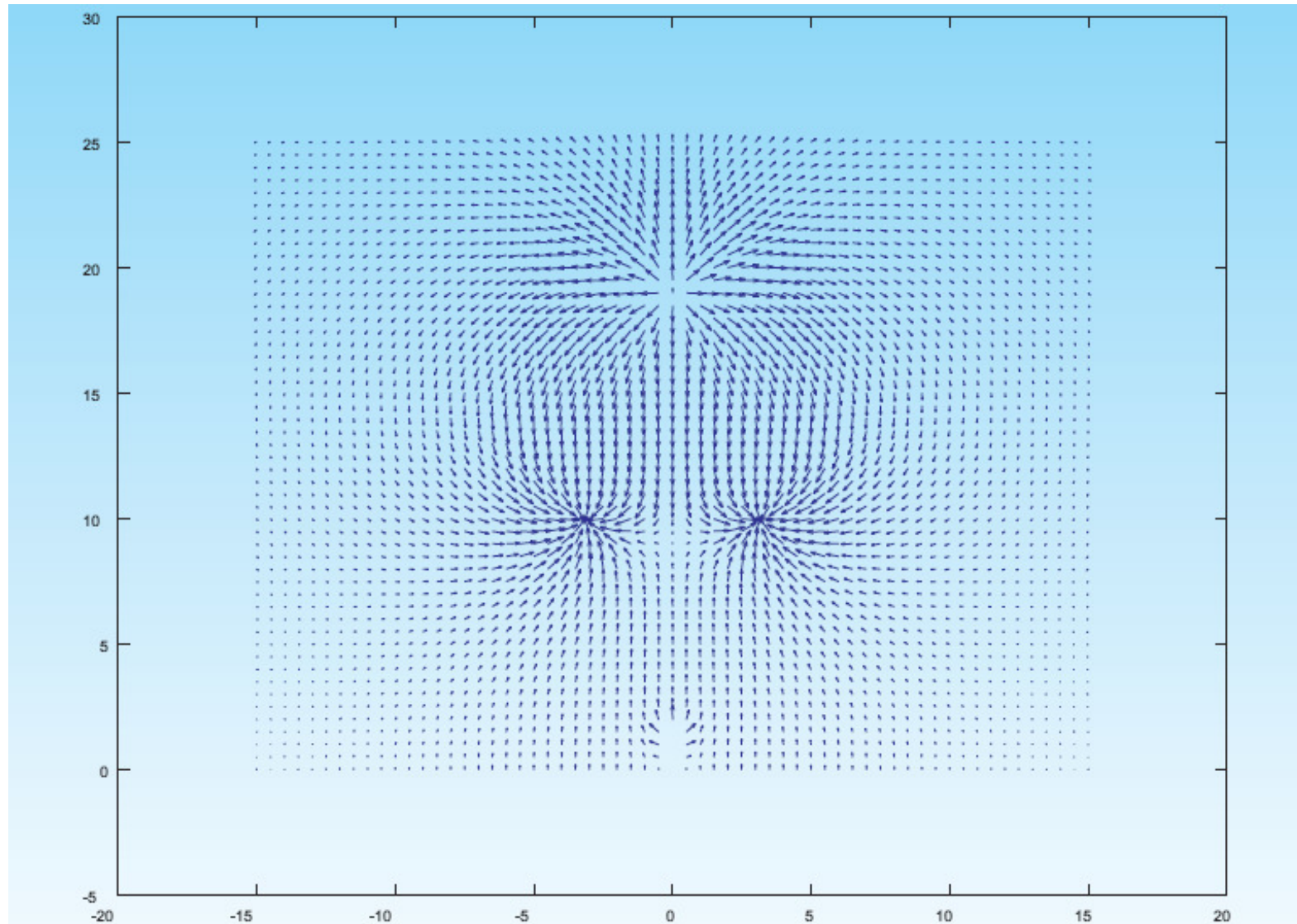
Besonderheiten der Drehstromtechnik:



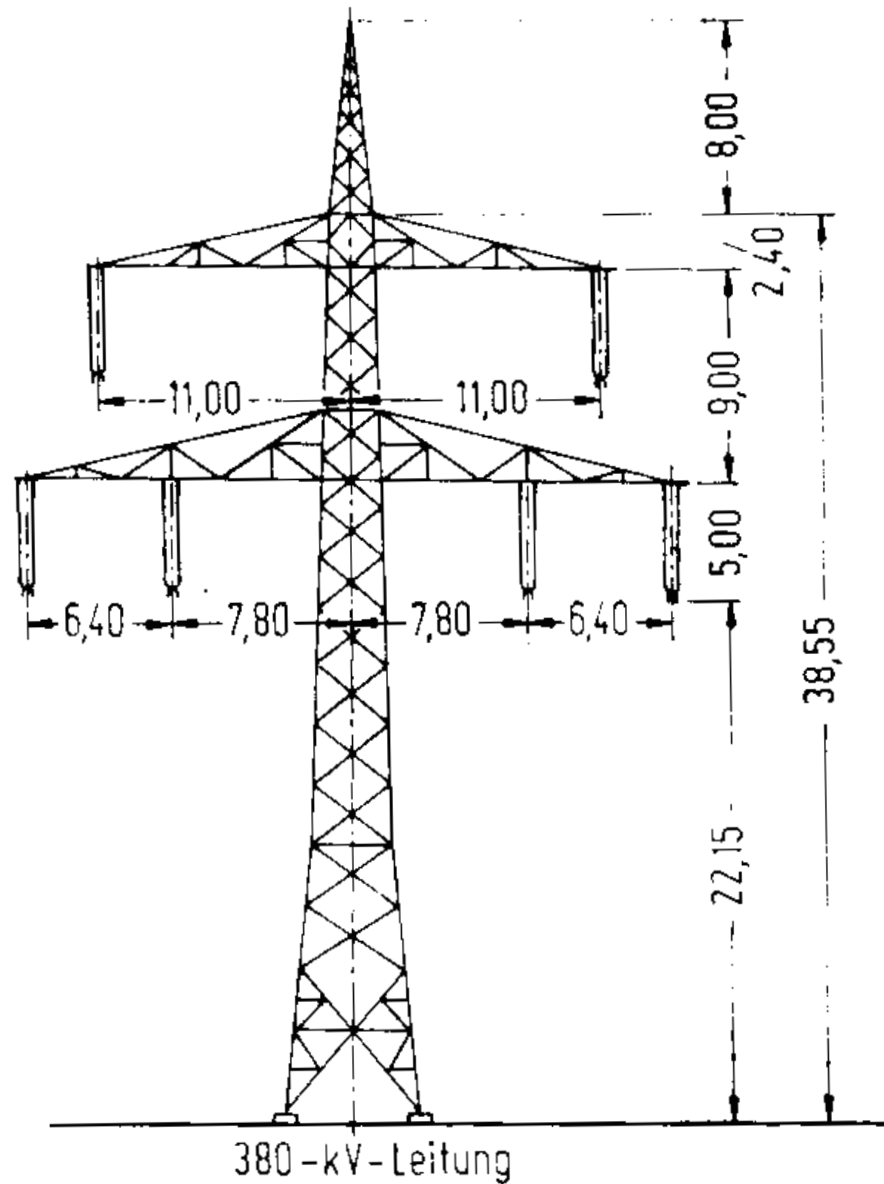
➔ Bei symmetrischem Betrieb ist die Summe der Spannungs- und Stromzeiger zu jedem Zeitpunkt gleich Null !!!

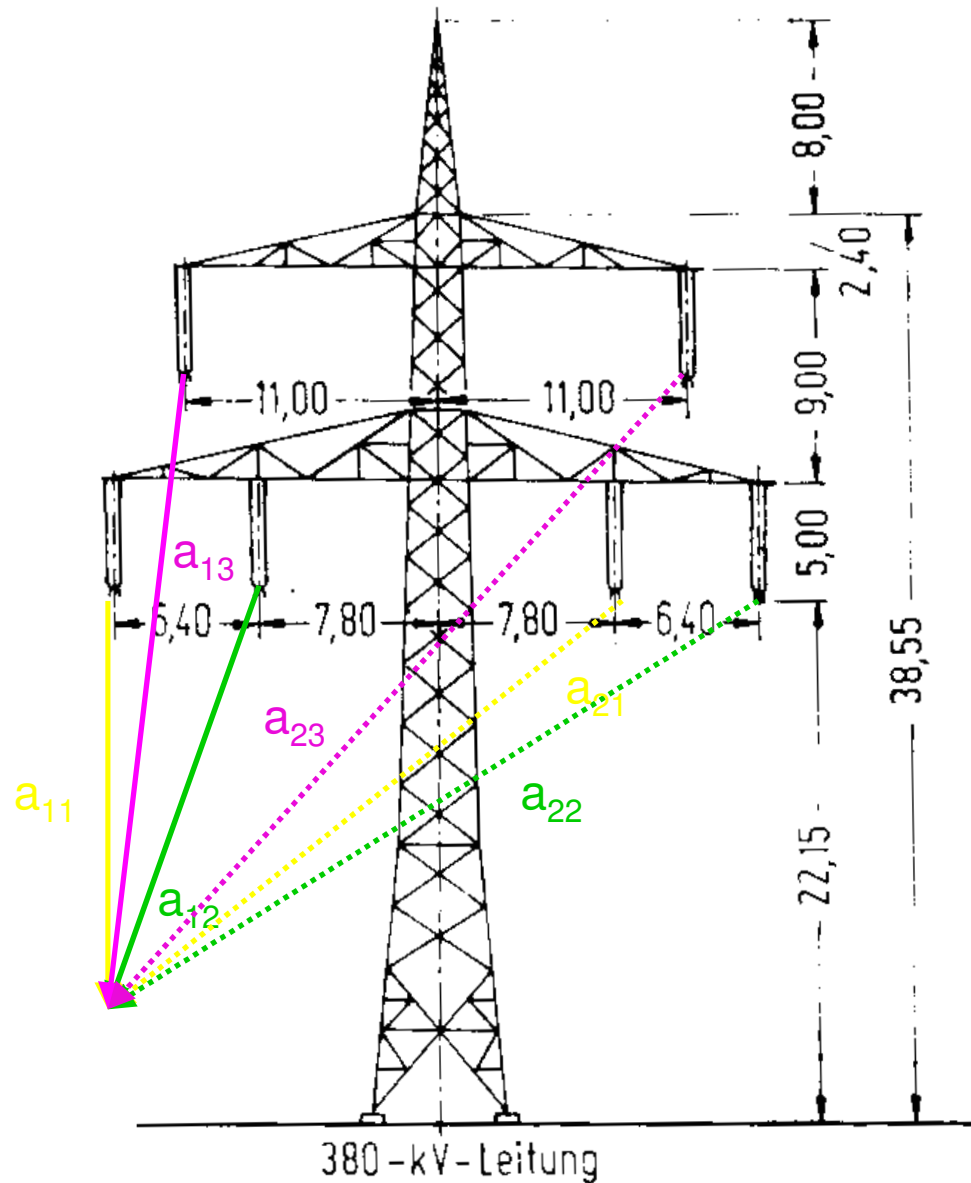


➔ Damit sollte die Anordnung eigentlich feldfrei sein
Woher kommt also das Restfeld ???



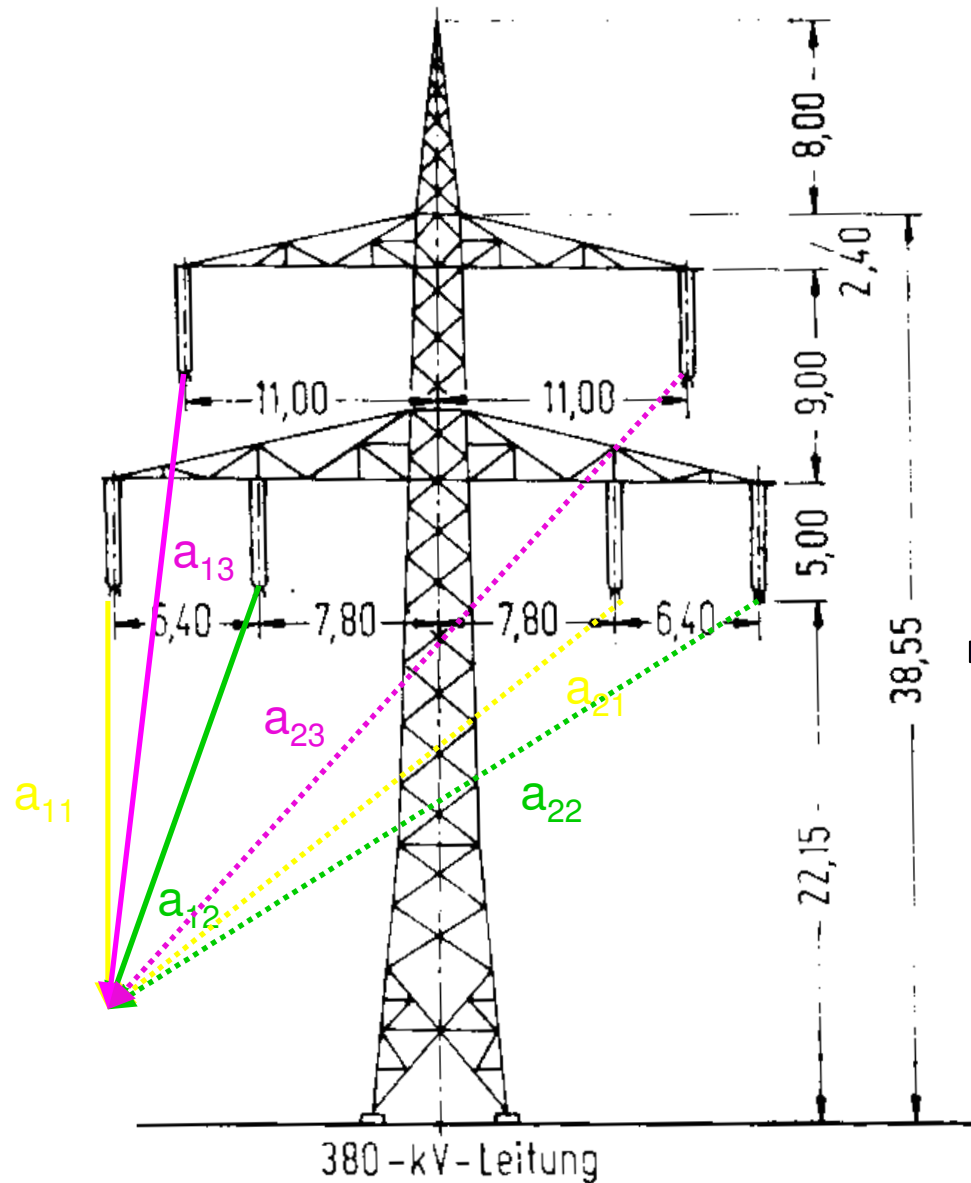
Person unter einer Drehstromfreileitung





Restfeld an einem beliebigen Punkt wird durch die Abstandsunsymmetrien zu den einzelnen Leiterseilen verursacht.

$$a_{11} \neq a_{12} \neq a_{13} \neq a_{21} \neq a_{22} \neq a_{23}$$



Restfeld an einem beliebigen Punkt wird durch die Abstandsunsymmetrien zu den einzelnen Leiterseilen verursacht.

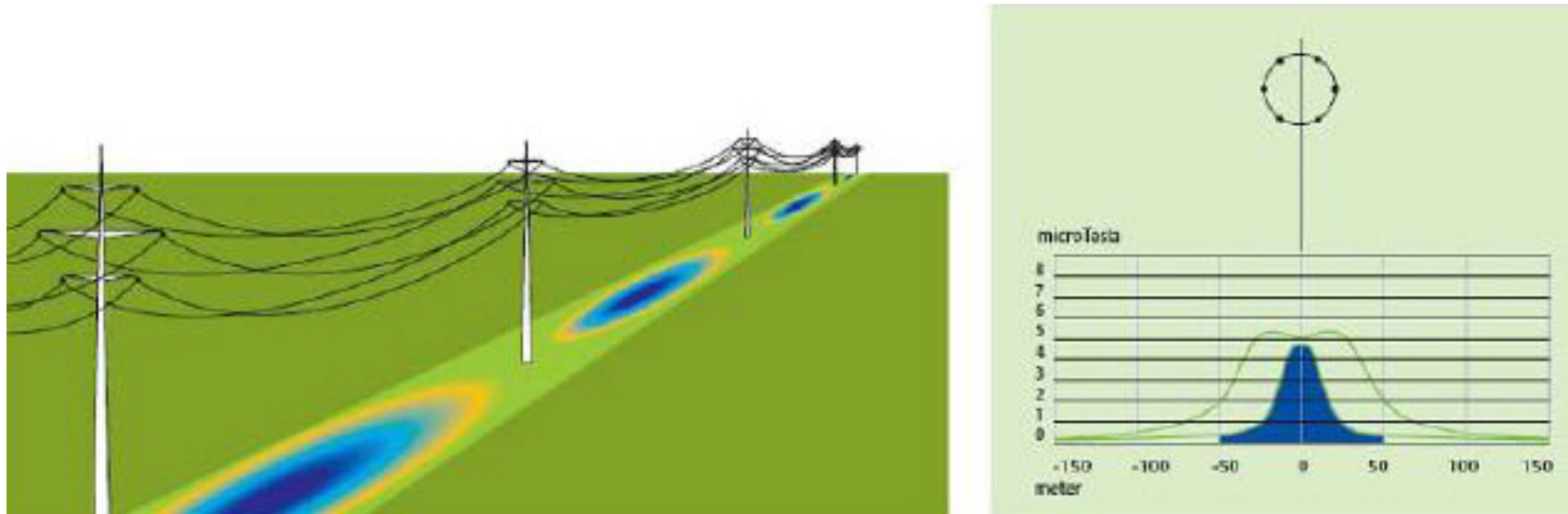
$$a_{11} \neq a_{12} \neq a_{13} \neq a_{21} \neq a_{22} \neq a_{23}$$



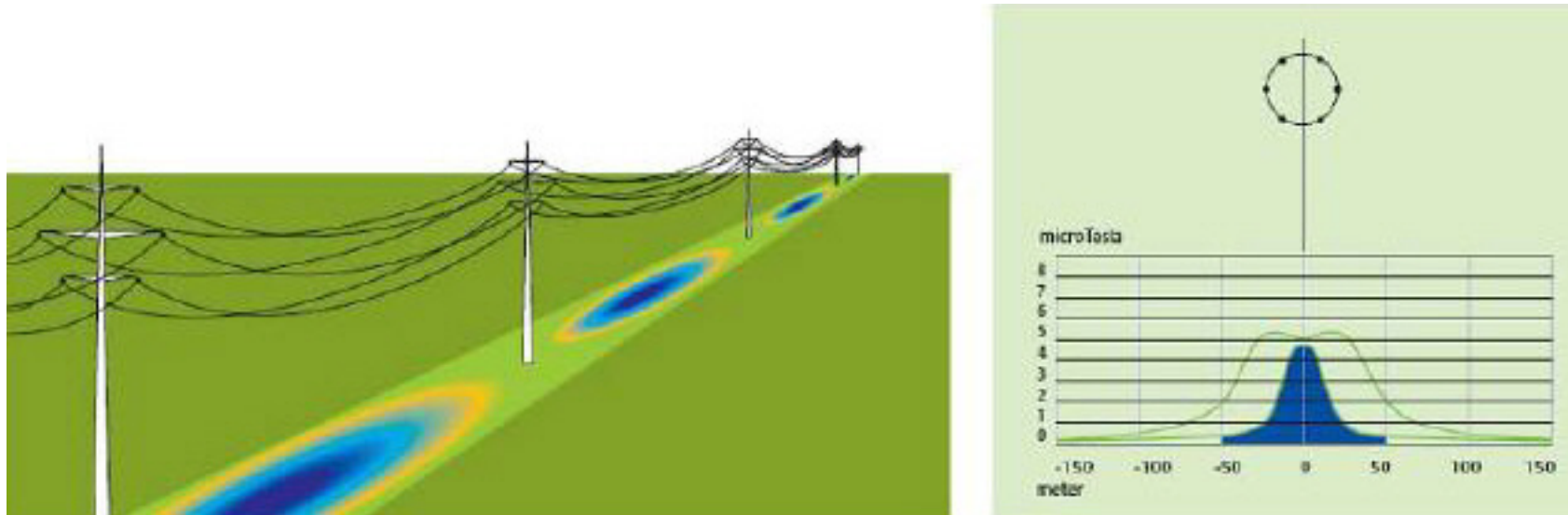
Verkleinerung der Abstandsunsymmetrien reduziert die Feldemissionen !!!

➔ Verkleinerung der Abstandsunsymmetrien reduziert die Feldemission

➔ Verkleinerung der Abstandsunsymmetrien reduziert die Feldemission

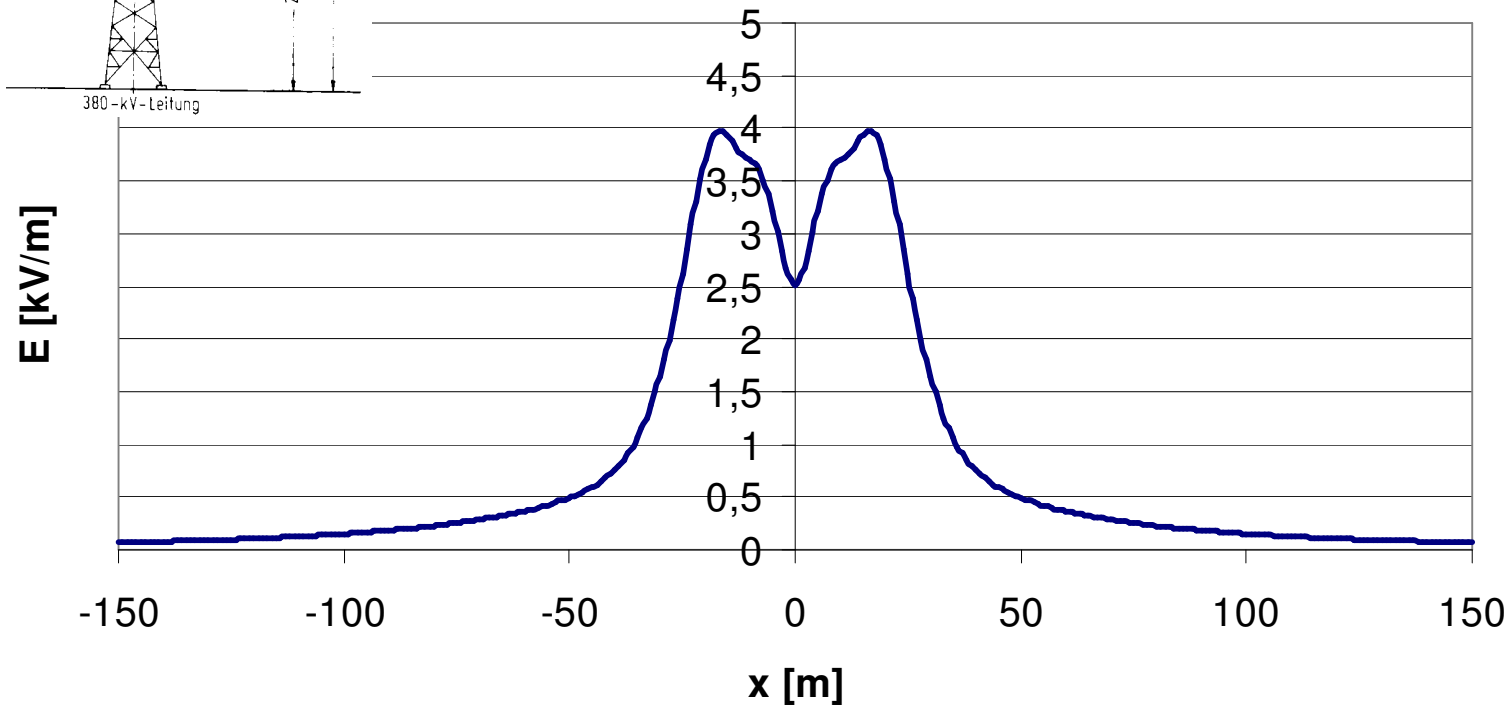
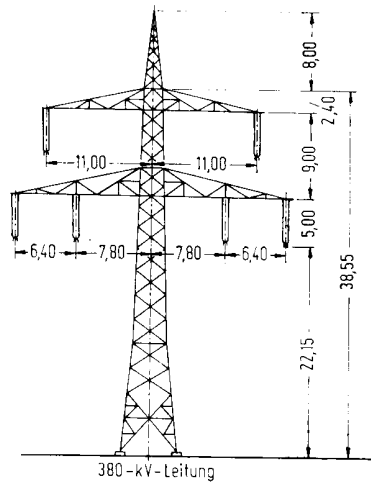


➔ Verkleinerung der Abstandsunsymmetrien reduziert die Feldemission



➔ Abstandsunsymmetrien können auch durch Optimierung der Phasen- und Systembelegungen verkleinert werden

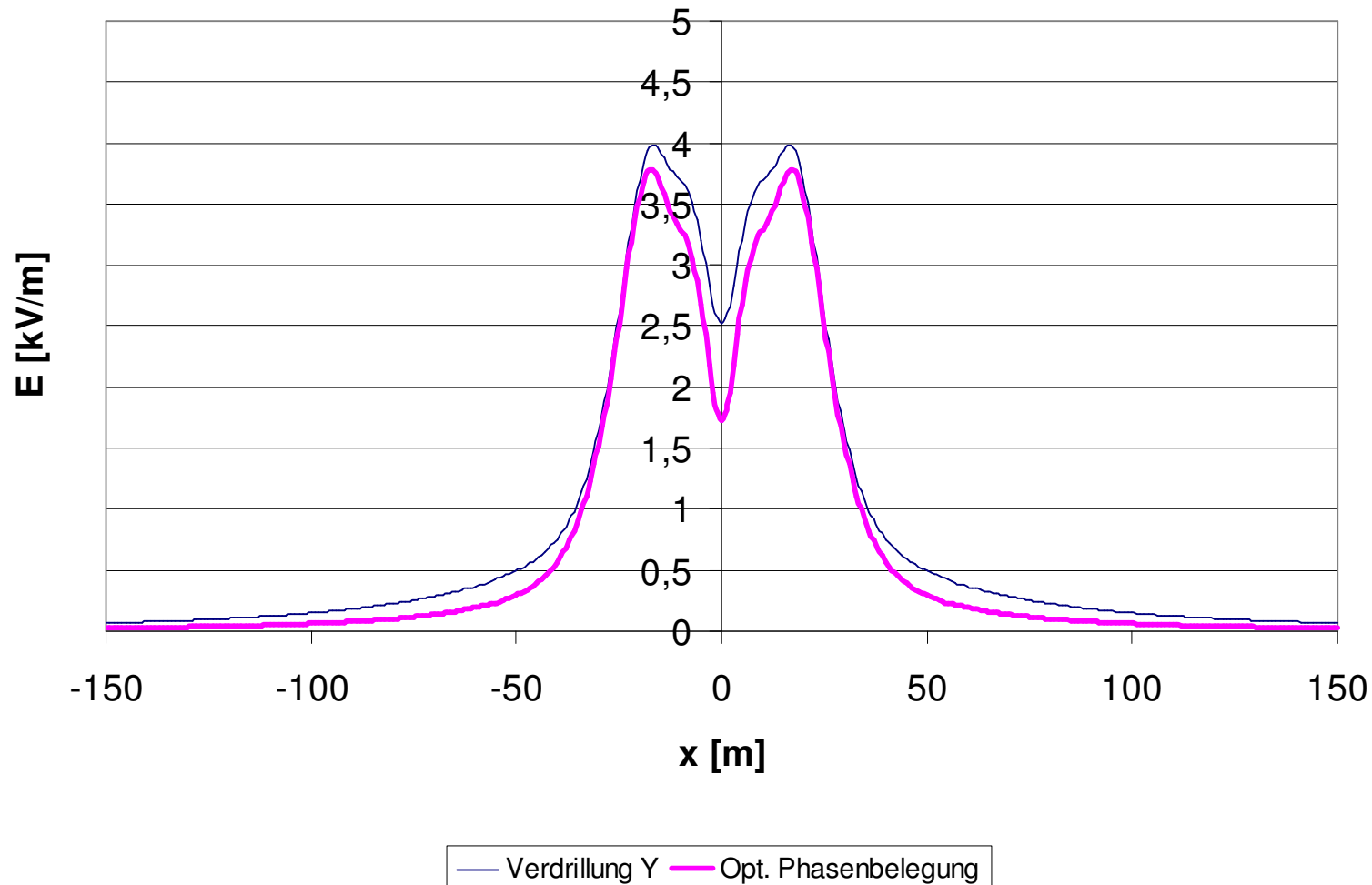
Keine neuen Mastformen erforderlich !



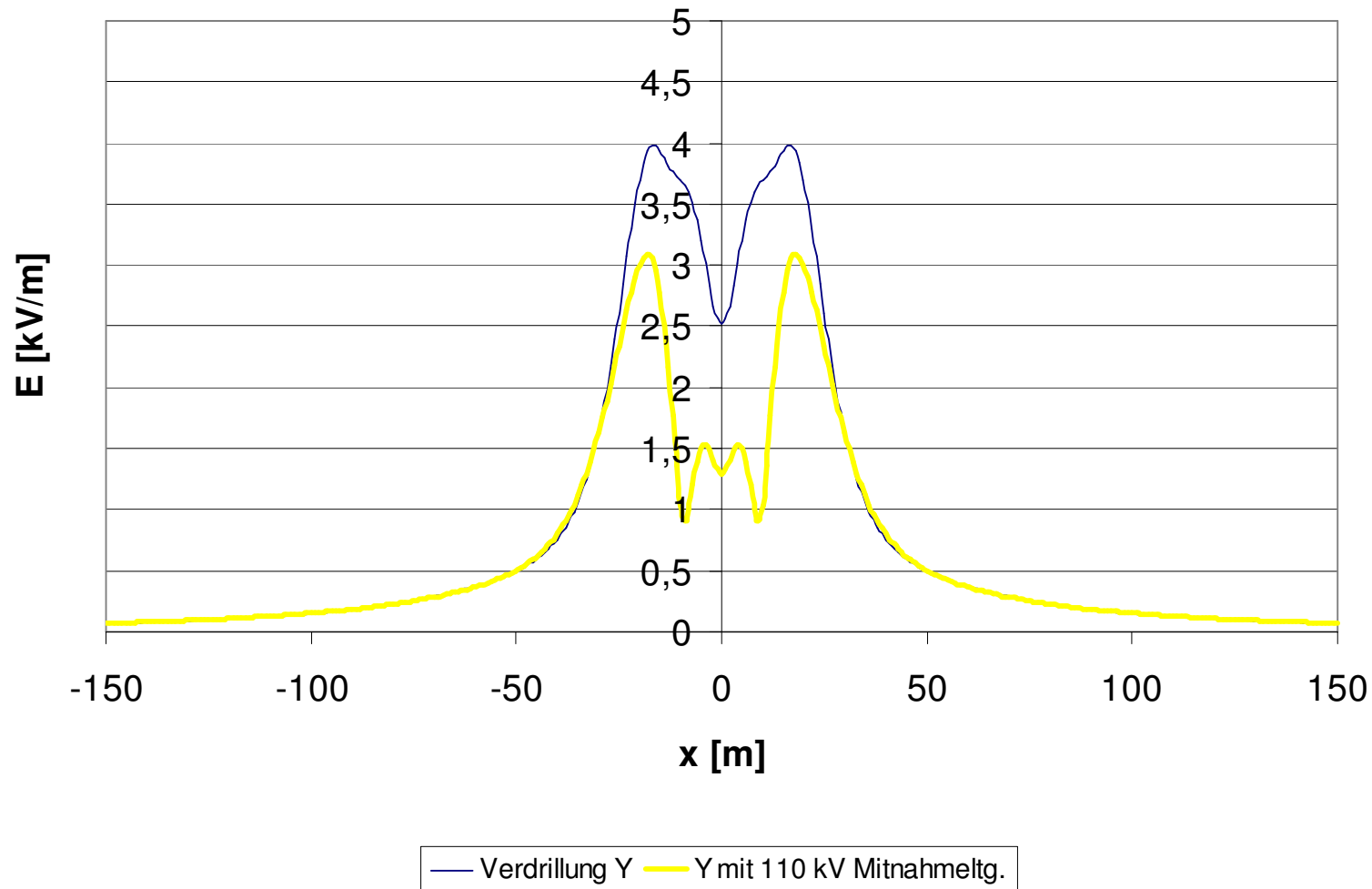
— Verdrillung Y



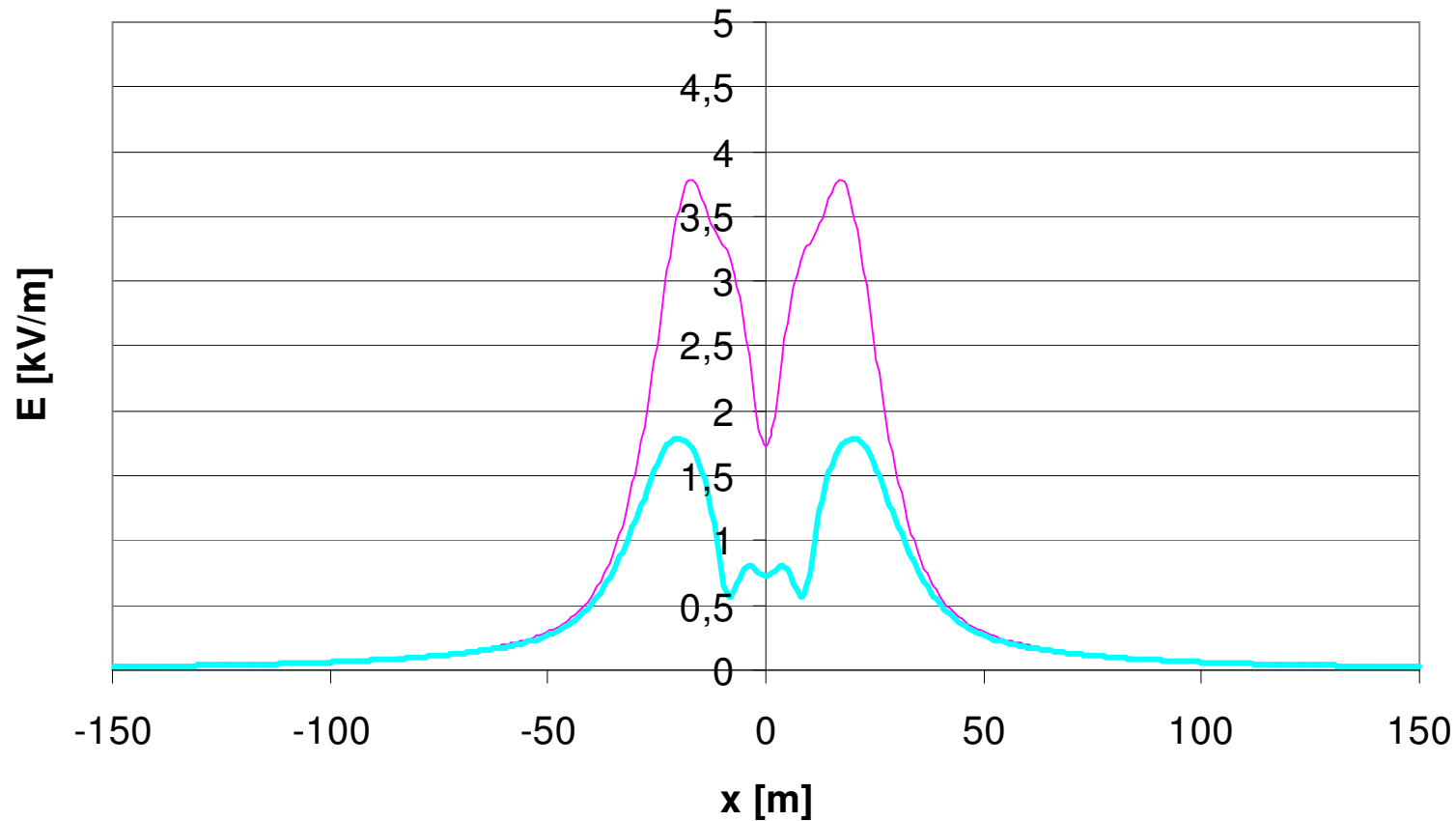
Optimierung der Phasenbelegung reduziert Feldemission



➔ **“Schirmeffekt” von Mitnahmeleitungen reduziert Feldemission**
Vorhandene Trassen optimal ausnutzen

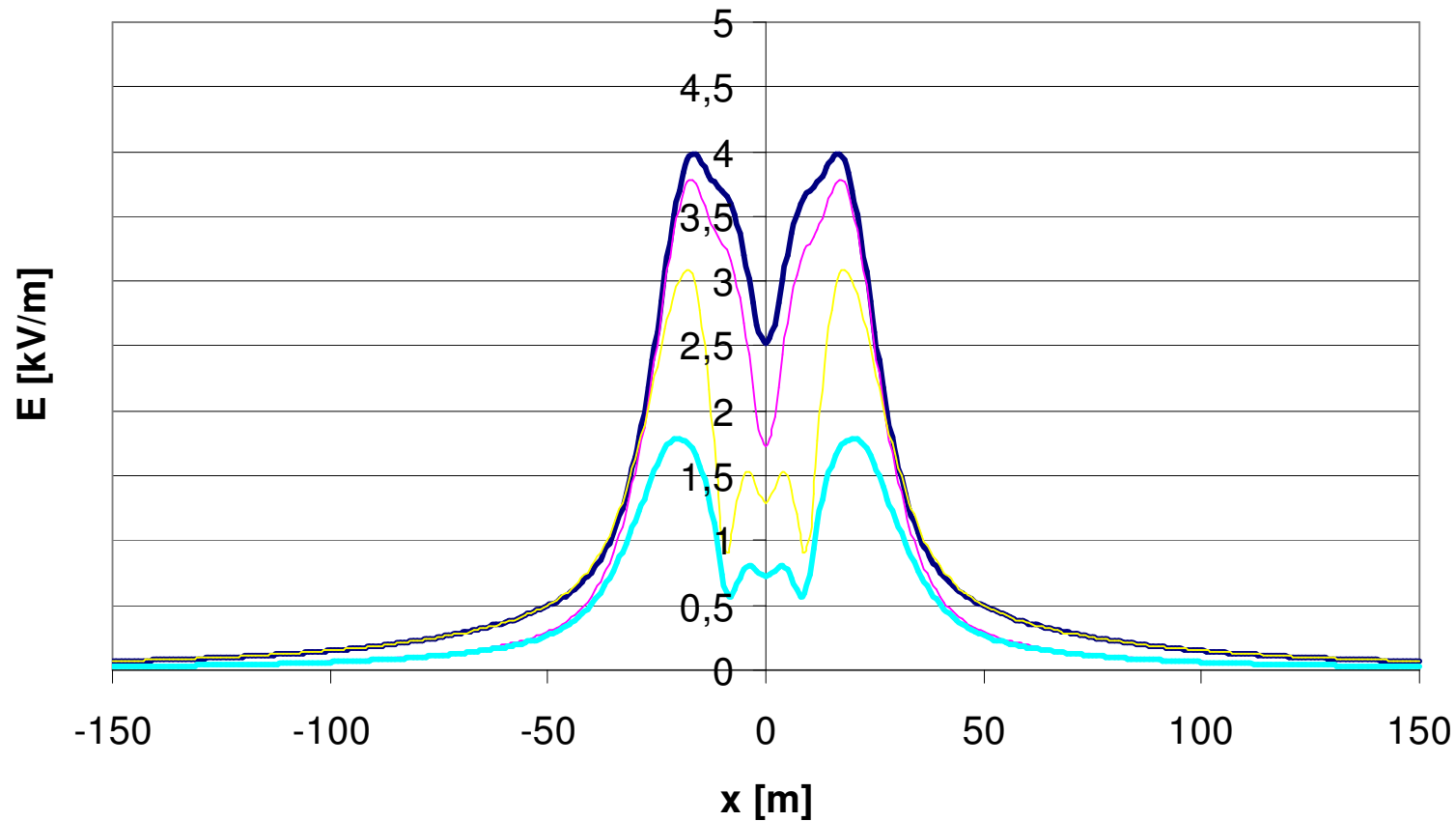


➔ **Reduzierung fällt noch stärker aus, wenn die Phasenbelegung optimiert ist**



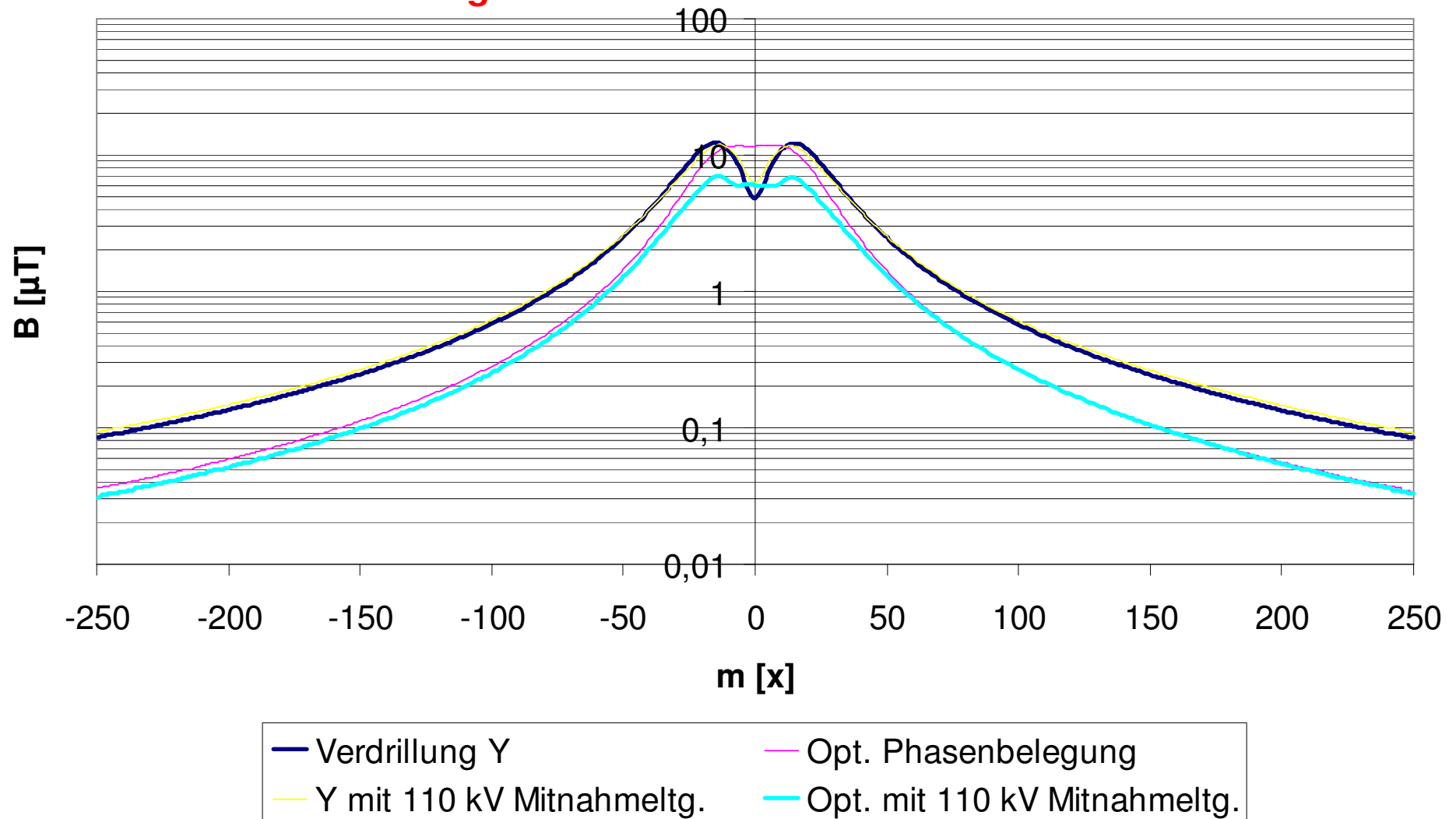
— Opt. Phasenbelegung — Opt. mit 110 kV Mitnahmetg.

➔ **Übersicht über die durch Phasen- und Systemoptimierung erreichbaren Reduzierungen der Emissionen**

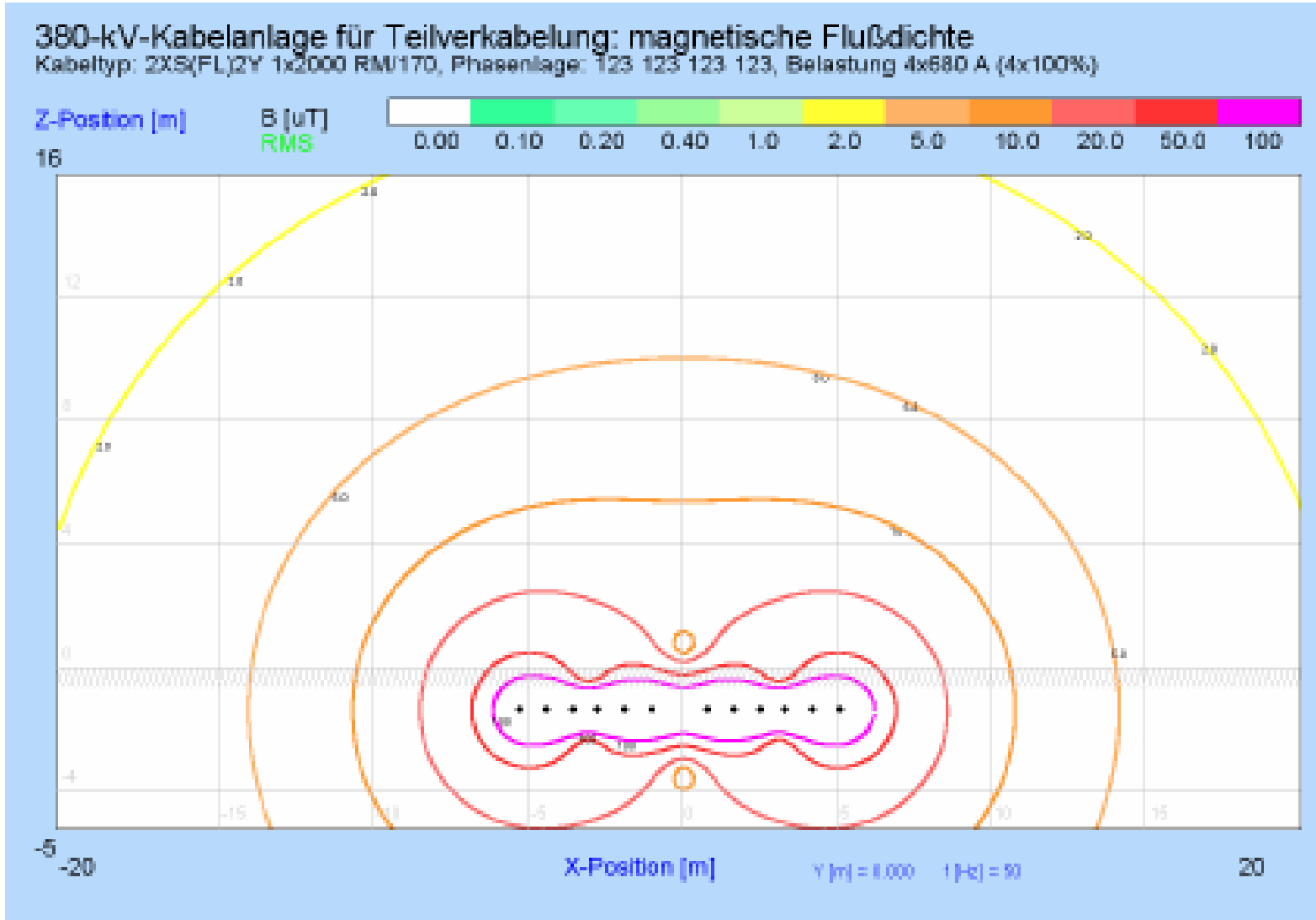


— Verdrillung Y — Opt. Phasenbelegung — Y mit 110 kV Mitnahmelgt. — Opt. mit 110 kV Mitnahmelgt.

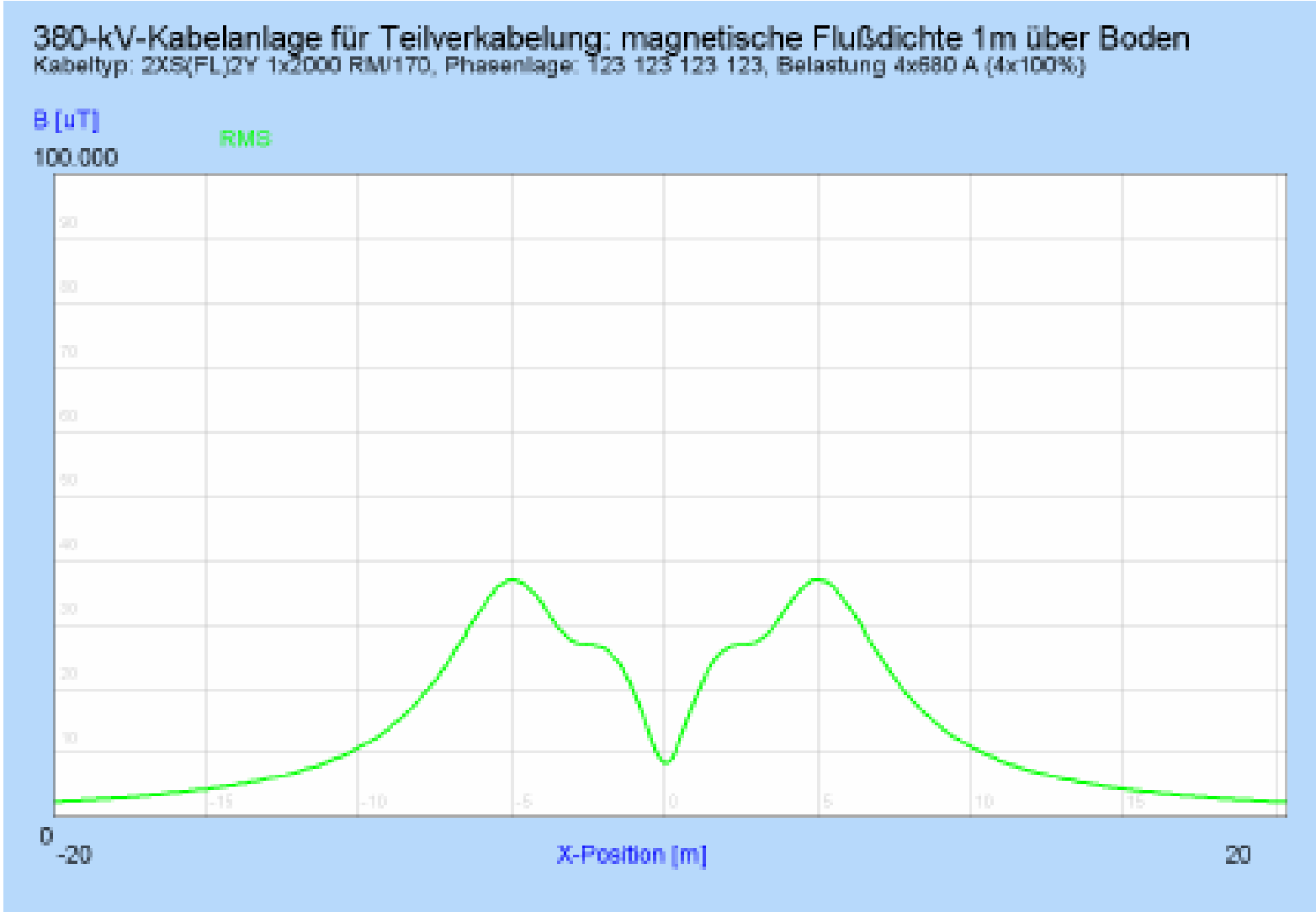
➔ Auch für magnetische Felder sind Reduktionen in ähnlicher Grössenordnung zu erreichen



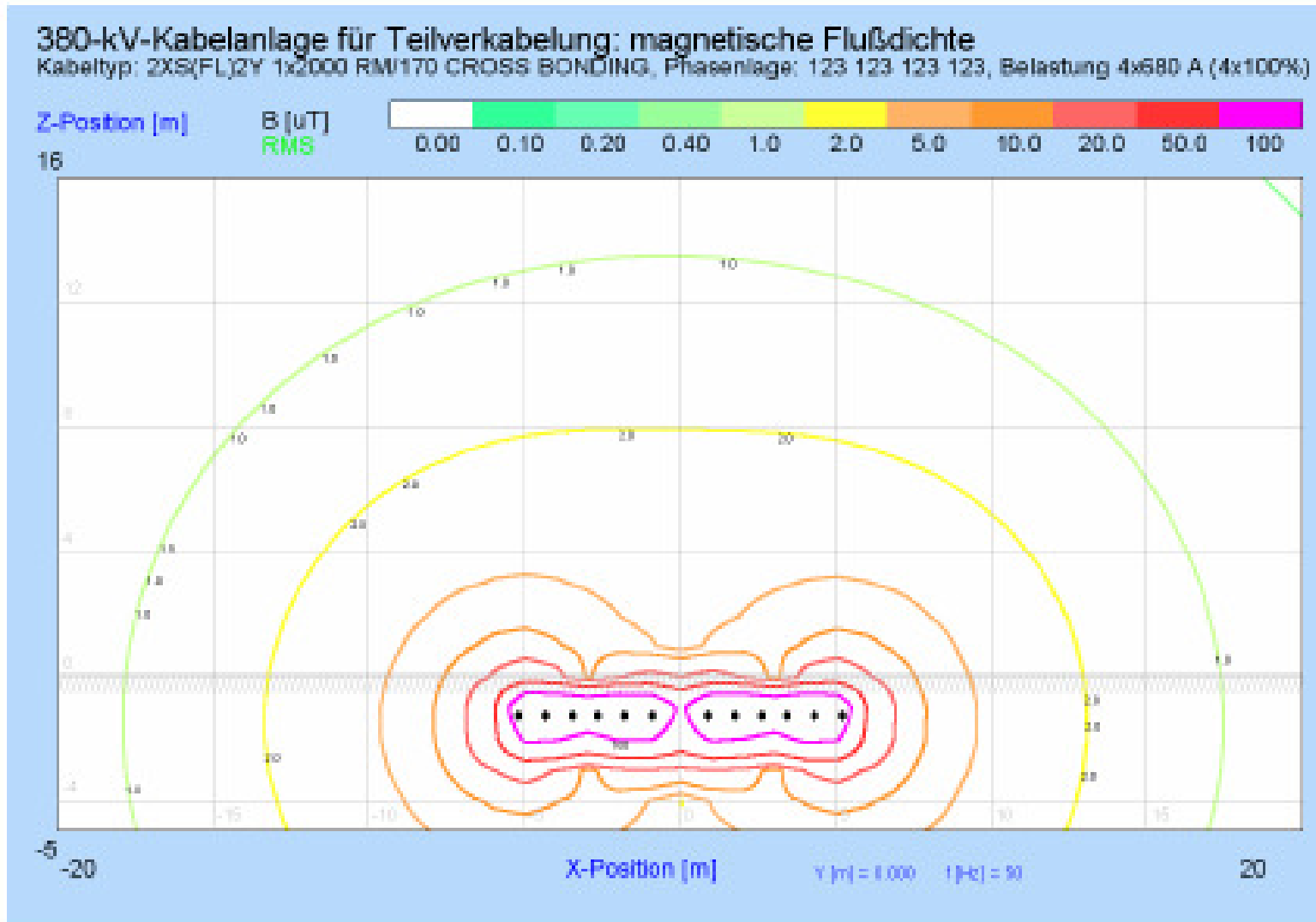
Kabel



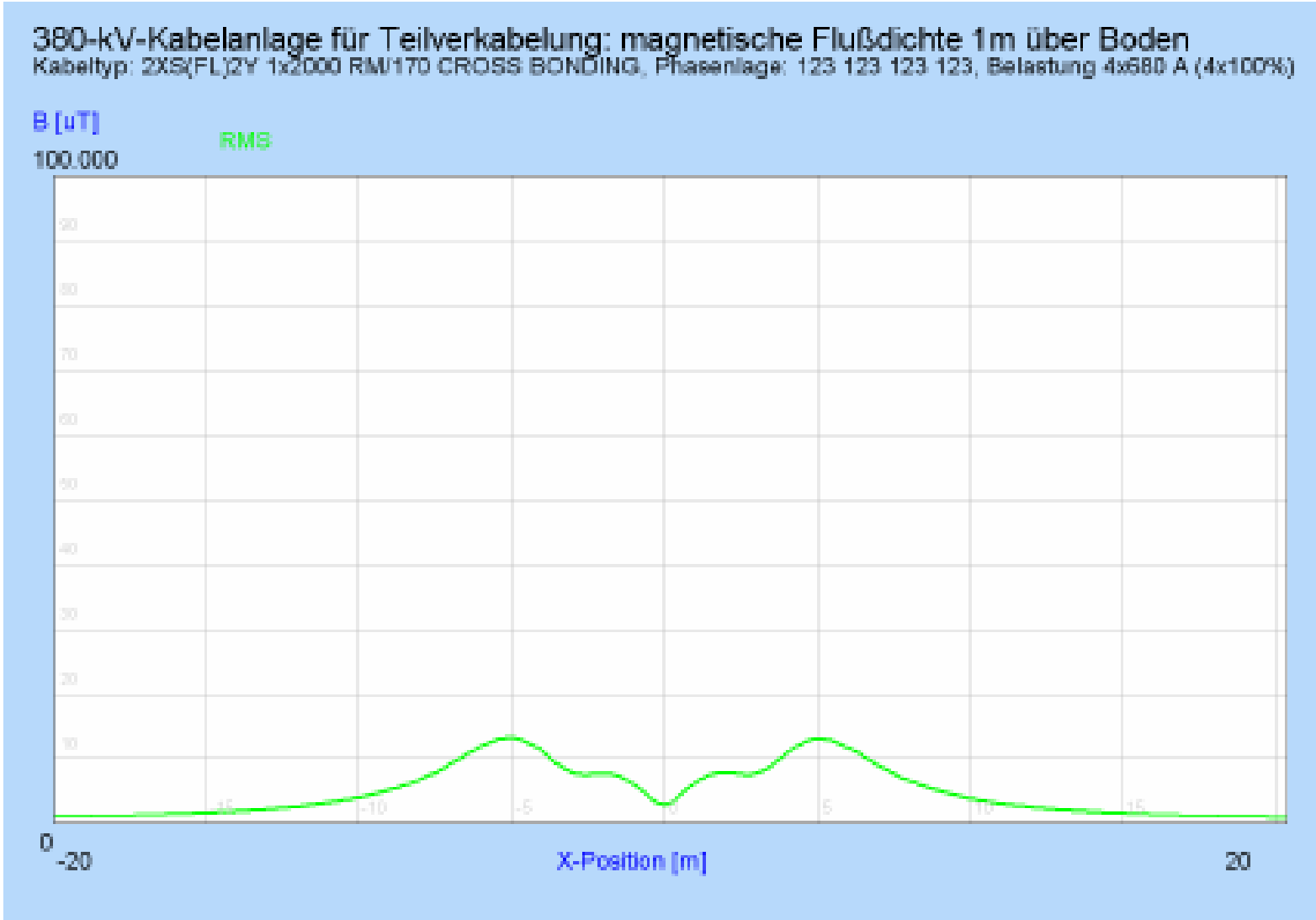
Max. Flussdichte: 37 μT (1m über dem Boden)



➔ **Opt. Cross-Bonding reduziert Feldemission**



Max. Flussdichte: 13 μT (1m über dem Boden)



Achtung !!!

Bei mehreren benachbarten Systemen muss der Energietransport immer in die gleiche Richtung erfolgen, da sich sonst die Feldemission erheblich erhöht !