

Sep

380 kV-hoogspanningslijn nabij de Waddenzee

Startnotitie MER

N.V. Samenwerkende elektriciteits-produktiebedrijven

maart 1990

PO 90-267
Phe/SMW 0598G
90-03-22

207-3
Sep

INHOUD

- 1 Inleiding
 - 1.1 Elektriciteitsplan 1989-1998
 - 1.2 Ruimtelijke ordeningsprocedures
 - 1.3 Mer-procedure
- 2 Doelstelling en uitgangspunten
 - 2.1 Doelstelling
 - 2.2 Uitgangspunten
 - 2.2.1 Verschijningsvorm 380 kV-verbinding
 - 2.2.2 Interacties met bestaande hoogspanningsverbindingen
- 3 Voorgenomen activiteit en alternatieven
 - 3.1 Nulalternatief
 - 3.2 Voorgenomen activiteit
 - 3.3 Uitvoeringsalternatieven
 - 3.4 Milieuvriendelijkste alternatief
- 4 Milieu-effecten
- 5 Besluitvorming

Bijlage I



1 Inleiding

1.1 Elektriciteitsplan 1989-1998

In het Elektriciteitsplan 1989-1998 zijn, teneinde een betrouwbare elektriciteitsvoorziening zeker te stellen, besluiten genomen over gegarandeerde importen van elektriciteit en over nieuw te realiseren produktievermogen.

Inzake de gegarandeerde importen kan een contract worden vermeld dat is gesloten met een Noordduits elektriciteitsbedrijf tot levering van elektrisch vermogen vanaf 1996. Met betrekking tot nieuw te realiseren produktievermogen is het besluit van belang in het Elektriciteitsplan om op de Eemscentrale twee gaseenheden te bouwen die 1 juli 1995 en 1 juli 1996 gereed dienen te zijn.

In samenhang met deze besluiten is in het Elektriciteitsplan tevens besloten een 380 kV-verbinding van Zwolle (Hessenweg) naar Meeden en de Eemscentrale te realiseren.

Importen

Teneinde de genoemde importen van elektriciteit mogelijk te maken is een 380 kV-verbinding nodig tussen het bestaande 380 kV-net en de lijn Meeden-Diele (BRD), die in Noord-Duitsland verbinding geeft op het Noordduitse 380 kV-net.

Deze nieuwe internationale koppelverbinding leidt tevens tot verlaging van het in Nederland op te stellen reservevermogen. Naast de overeengekomen gegarandeerde importen zal een verbinding met het Noordduitse 380 kV-net ook de mogelijkheden vergroten voor ongegarandeerde uitwisselingen op economische basis en de mogelijkheden voor onderlinge bijstand bij vermogenstekorten.

Uitbreiding Eemscentrale

Het besluit om op de Eemscentrale twee gaseenheden te bouwen die 1 juli 1995 en 1 juli 1996 gereed zijn, brengt met zich mee dat ook de verbinding tussen de Eemscentrale en het 380 kV-net tijdig versterkt moet worden. Om deze locatie te kunnen uitbouwen tot een grote basislastlocatie is een aankoppeling aan het 380 kV-net nodig. Het best kan deze verbinding worden gerealiseerd door aan te sluiten op de koppelverbinding die gerealiseerd zal worden



tussen het huidige 380 kV-net en de lijn Meeden-Diele.

De reden dat de locatie Eemshaven op 380 kV-niveau aangesloten dient te worden is gelegen in het feit dat de capaciteit van het 220 kV-hoofdtransportnet niet toereikend is het totale opgewekte vermogen vanaf deze vestigingsplaats af te voeren.

Het vermogen van de eerste nieuw op de locatie Eemshaven te realiseren 600 MW-eenheid zal nog via het bestaande 220 kV-net kunnen worden afgevoerd. De import - vanaf 1 januari 1996 - en de afvoer van het vermogen van de tweede nieuw op Eemshaven te realiseren eenheid - vanaf medio 1996 - gaan de capaciteit van het 220 kV-net te boven. Zodoende is de ingebruikname van de 380 kV-verbinding van Meeden naar de Eemscentrale voorzien uiterlijk medio 1996.

Met het Elektriciteitsplan 1989-1998 werd de aanleg van de 380 kV-verbinding naar Meeden en de Eemscentrale goedgekeurd door de Minister van Economische Zaken. In het kader van deze goedkeuring adviseerden de Commissie Elektriciteitswerken en de Rijksplanologische Commissie de Minister in positieve zin over de aanleg van de hoogspanningsverbinding.

1.2 Ruimtelijke orderingsprocedures

Algemeen

De procedures voor de opname van de 380 kV-hoogspanningsverbinding naar Meeden en de Eemscentrale in de streekplannen van de provincies Groningen, Drenthe en Overijssel zijn gestart. De opname van de verbinding in de streekplannen is de tweede stap in de planologische reservering van het tracé. De eerste stap heeft bestaan uit de opname van de verbinding in de Planologische Kernbeslissing "Structuurschema Elektriciteitsvoorziening" vastgesteld in 1981. De derde stap zal zijn de opname van de verbinding in de bestemmingsplannen van de betrokken gemeenten.

In streekplannen wordt een corridor voor de verbinding opgenomen: een strook van enkele honderden meters tot enkele kilometers breed - afhankelijk van de situatie ter plekke - waarbinnen het definitieve tracé zal worden vastgelegd in het kader van de bestemmingsprocedures in de betreffende gemeenten.



De besluitvorming tot nu toe in het kader van de streekplanvoorbereidingen in de provincies Groningen, Drenthe en Overijssel heeft geleid tot een corridor voor de 380 kV-verbinding die globaal genomen van Zwolle via Emmen en Musselkanaal naar Meeden en de Eemscentrale loopt. Andere in beschouwing betrokken corridors zijn als planologisch minder gewenst of ongewenst gekwalificeerd door de provincies.

Door Gedeputeerde Staten in de betreffende provincies is in het kader van de streekplanvoorbereiding de noodzaak erkend (zie par. 1.1) van de aanleg van de 380 kV-verbinding naar Meeden en de Eemscentrale. Verder is ermee ingestemd dat Zwolle (Hessenweg) het aansluitingspunt zal zijn. Een tracerings van de 380 kV-lijn over Flevoland en Friesland wordt om elektrotechnische redenen als niet-realistisch beschouwd. Tevens zou deze tracerings tot circa 25% meer lengte leiden.

De corridor in de provincie Groningen op het traject Musselkanaal-Meeden is opgenomen in het streekplan provincie Groningen van 1985.

Corridor Meeden-Eemscentrale

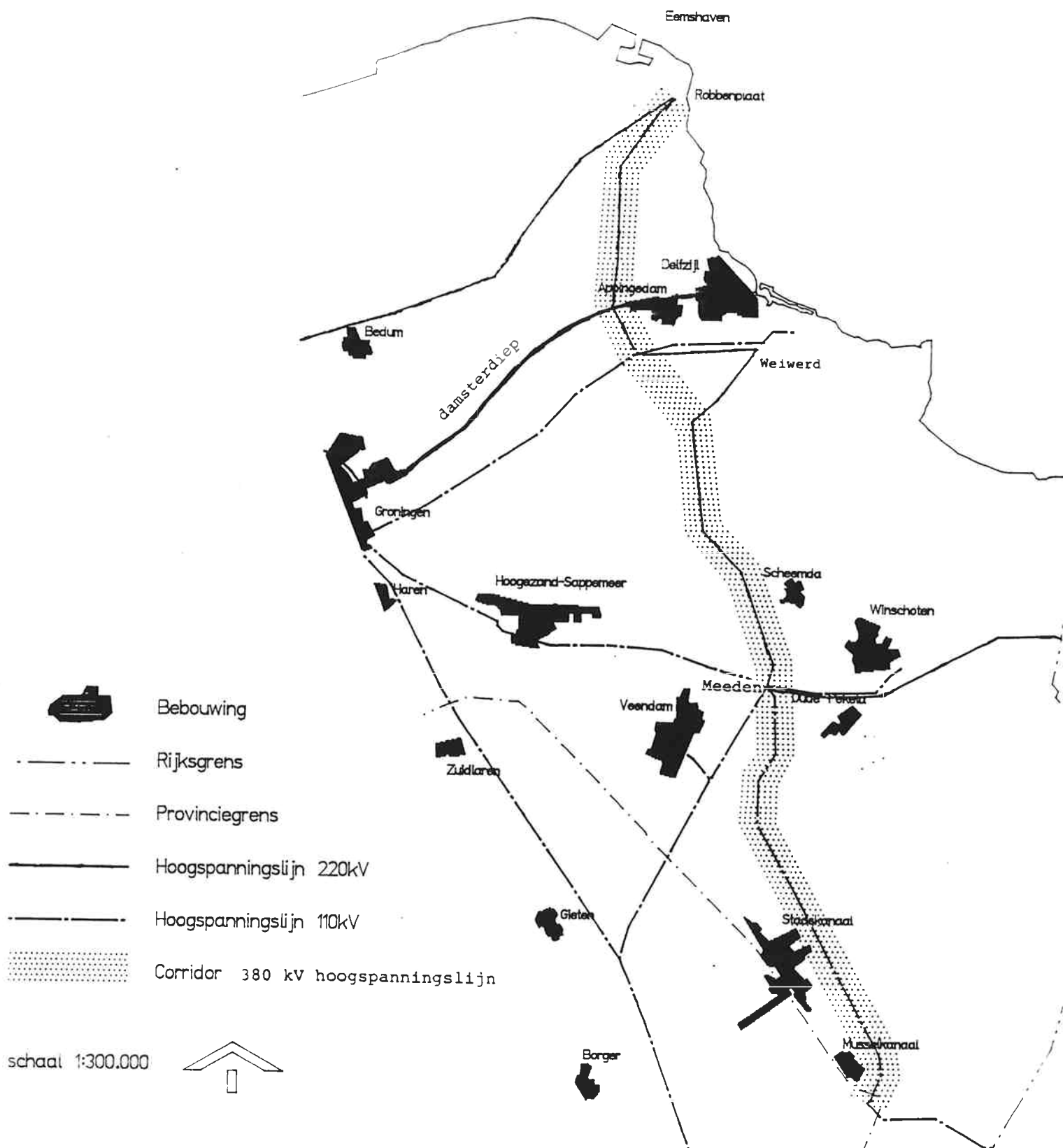
Op het traject Meeden-Eemscentrale gaat de gekozen corridor uit van bundeling met de bestaande 220 kV-hoogspanningslijn Meeden-Weiwerd, de provinciale weg N33 en 220 kV-hoogspanningslijn Weiwerd-Eems (zie figuur 1).

De corridor op het traject Meeden-Eemscentrale is opgenomen in het ontwerp partiële herziening streekplan Groningen, zoals vastgesteld door Gedeputeerde Staten van Groningen (d.d. 89-12-19) (een en ander wordt behandeld in par. 2.2.2). Gedeputeerde Staten heeft daarbij vermeld dat voor wat betreft het tracé-gedeelte ten noorden van het Damsterdiep, uit ornithologische, landschappelijke en cultuurhistorische overwegingen, de voorkeur uitgaat naar vervanging van de bestaande hoogspanningslijn boven de tracerings van twee lijnen naast elkaar (een en ander wordt behandeld in par. 2.2.2).

1.3 Mer-procedure

Op grond van het Besluit Milieu-effectrapportage (mer) is de aanleg van een 380 kV-hoogspanningslijn, wanneer deze voor meer dan 1 km verloopt door in het

Figuur 1 Corridor 380 kV-hoogspanningslijn en bestaande hoogspanningslijnen





Besluit mer aangegeven gevoelige gebieden, mer-plichtig. Het mer-plichtige besluit is het besluit van de Minister van Economische Zaken inzake de goedkeuring voor de bouw van de hoogspanningslijn.

Een tracé voor de 380 kV-lijn binnen de in de provincie Groningen gekozen corridor zal door in het Besluit mer aangegeven gevoelige gebieden lopen. Dit betreft het grondgebied van de aan de Waddenzee grenzende gemeenten Hefshuizen en Delfzijl.

Het Milieu-Effect-Rapport (MER) zal evenwel niet beperkt blijven tot het grondgebied van de gemeenten Hefshuizen en Delfzijl. De effecten van de hoogspanningslijn zullen worden gezien in het gebied ten noorden van het Damsterdiep (zie figuur 1). Daarmee wordt voldaan aan de wens van de provincie Groningen om het gehele gebied ten noorden van Appingedam te bezien, omdat dit een in natuurlijke en ornithologische zin een eenheid vormt.

Een en ander betekent dat, voordat toestemming door de Minister van Economische Zaken voor de bouw van de 380 kV-lijn ten noorden van het Damsterdiep wordt verleend, een MER zal worden opgesteld en de mer-procedure zal worden gevolgd. Deze notitie beoogt de mer-procedure te starten.



2 Doelstelling en uitgangspunten

2.1 Doelstelling

De doelstelling van de voorgenomen activiteit vloeit voort uit de besluiten die in het kader van het Elektriciteitsplan 1989-1998 en de besluiten die tot nu toe in het kader van de provinciale streekplannen (zie par. 1) zijn genomen. Het betreft globaal genomen de bouw van een 380 kV-hoogspanningslijn van Zwolle via Emmen naar Meeden en de Eemscentrale. In het kader van deze startnotitie is de 380 kV-verbinding tussen Meeden en de Eemscentrale van belang, waarbij het met name gaat om het gedeelte van de hoogspanningslijn ten noorden van het Damsterdiep.

2.2 Uitgangspunten

2.2.1 Verschiijningsvorm van de 380 kV-verbinding

De 380 kV-verbindingen in Nederland worden bovengronds uitgevoerd met dubbel-circuitlijnen. Ondergrondse aanleg van de 380 kV-hoogspanningslijn wordt niet overwogen. Technische problemen en de zeer hoge kosten bij dit spanningsniveau zijn prohibitief.

Gegeven de belangrijke functie van de 380 kV-koppelverbinding wordt ondergrondse aanleg onvoldoende betrouwbaar geacht. Het verkabelen van 380 kV-verbindingen is namelijk technisch zeer gecompliceerd en leidt daardoor tot een hoge storingsgevoeligheid, terwijl de reparatieduur bij storingen veel tijd in beslag neemt. De gemiddelde niet-beschikbaarheid van ondergrondse verbindingen is veel groter dan die van bovengrondse verbindingen. Hierdoor wordt de betrouwbaarheid van de elektriciteitsvoorziening onaanvaardbaar beïnvloed. Voor hoogspanningsverbindingen die een integraal deel zijn van het koppelnet is ondergrondse uitvoering daarom niet mogelijk. Genoemde feitelijke gegevens hebben ook reeds eerder geleid tot een uitspraak van de Minister van Economische Zaken, waarin verkabeling van het koppelnet uit oogpunt van betrouwbaarheid van de elektriciteitsvoorziening wordt afgewezen.

De kosten van verkabeling bedragen overigens ook meer dan het tienvoudige van de gemiddelde kosten voor bovengrondse aanleg. Per kilometer lengte kost



een kabelverbinding over korte afstanden circa NLG 18 mln, terwijl een bovengrondse verbinding op circa NLG 1,2 mln moet worden begroot. Over langere afstanden wordt het kostenverschil nog groter (vanwege extra voorzieningen die nodig zijn in verband met bedrijfsvoering met een kabelverbinding).

Voor de 380 kV-hoogspanningsverbinding naar Meeden en Eems wordt evenals voor de overige 380 kV-verbindingen in Nederland, uit oogpunt van doelmatige aanleg en onderhoud van de landelijke hoogspanningsnetten, gebruik gemaakt van vakwerkmasten van het Donau-type (zie figuur 2). Verder zullen zogenaamde AMS-geleiders worden toegepast. Door de hogere treksterkte daarvan zullen grotere mastafstanden (tot ca. 480 m) mogelijk zijn. Mede daardoor zullen minder masten in totaal nodig zijn, respectievelijk zal meer flexibel op geografische bijzonderheden kunnen worden ingespeeld. De uitvoering van de hoogspanningslijn zal verder volgens de norm NEN 1060 plaatsvinden (zie bijlage I).

Het gebruik van buismasten wordt voor het spanningsniveau van 380 kV niet overwogen: om constructieve redenen kan de ruime onderlinge mastafstand van 480 m bij Donau-masten met een buismast niet gehaald worden, zodat aanmerkelijk meer masten zouden moeten worden gerealiseerd. Voorts zou een buismast ca. 25% hogere materiaal- en bouwkosten vergen en biedt dit type mast aanmerkelijk minder veiligheid bij de uitvoering, aanleg- en onderhoudswerk. Landschappelijk kent de buismast enkele nadelen: naast het al genoemde feit van de noodzaak van aanmerkelijk meer masten, zijn in dit verband de zeer omvangrijke mastvoet (schermerking in het landschap) en de grote hoogte (65-70 m) te noemen.

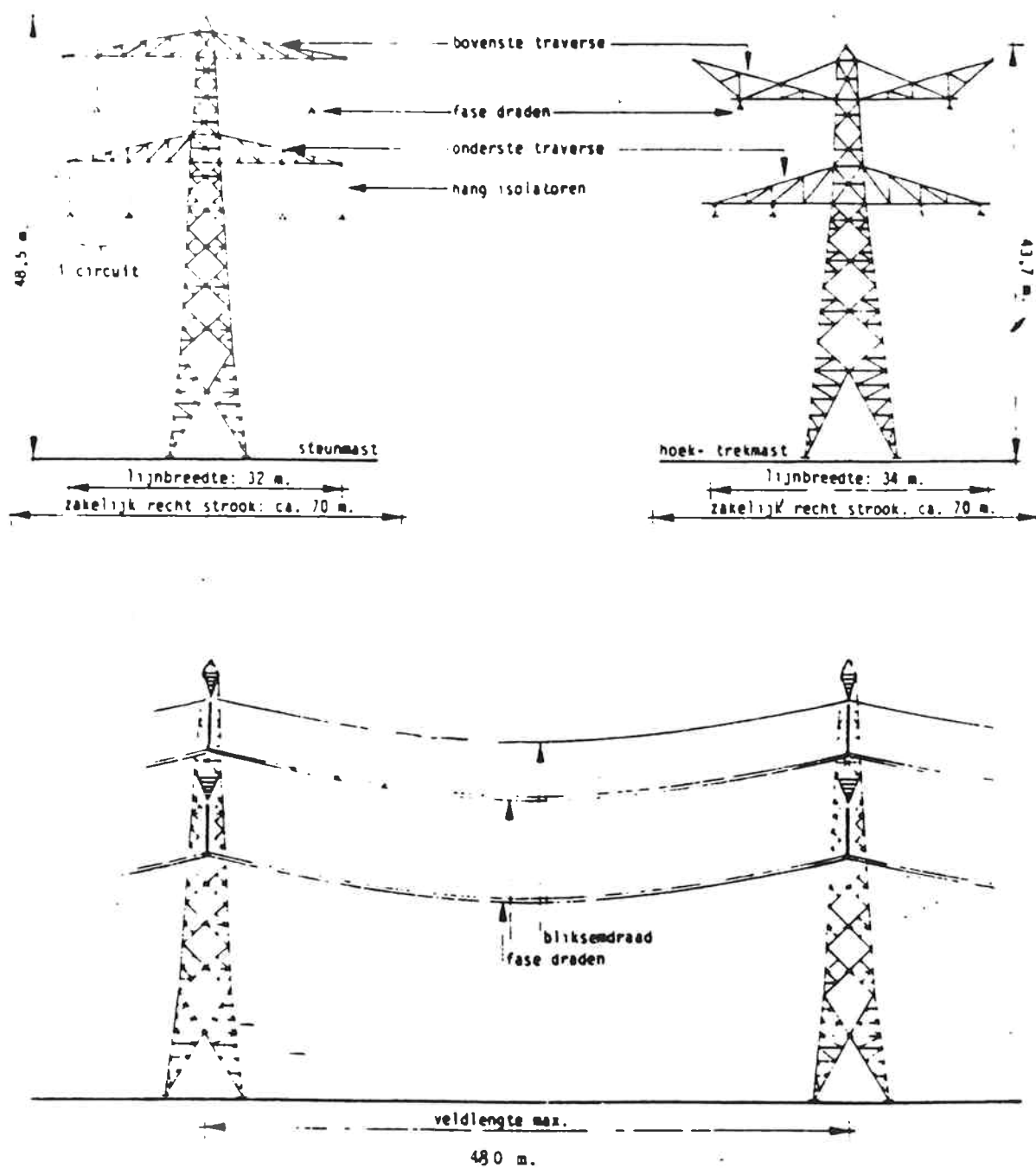
2.2.2 Interacties met de bestaande 220 kV-hoogspanningslijn

Vervangen 220 kV-lijn Robbenplaat-Weiwerd

De 220 kV-verbindingen van Eemshaven (Robbenplaat) naar Groningen, Weiwerd en Meeden hebben naast een hoofdtransportfunctie op nationale schaal (onderdeel van het 220 kV-koppelnets in het noorden van Nederland) in dit gebied ook een wezenlijke distributiefunctie.

Om deze voorziening in stand te houden dient, wanneer de 220 kV-lijn Robbenplaat-Weiwerd zou verval-

Figuur 2 Schematische weergave van een 380 kV-Donau-mast





len, in Weiwerd of in Meeden een extra invoedingspunt 380/220 kV gerealiseerd te worden, naast een 380/220 kV-punt in Robbenplaat.

De kosten welke verbonden zijn aan zo'n extra invoedingspunt (met name extra transformatoren) bedragen circa 75 à 100 mln NLG. Vergeleken met de kosten voor bouw van de hele 380 kV-hoogspanningslijn tussen Hessenweg en Eems (ca. 400 mln NLG) leidt dit tot extreem hoge meerkosten. Daarnaast zou het vervangen van de 220 kV-lijn door een 380 kV-lijn, gezien het gegeven dat de 220 kV-structuur rechtstreeks de voeding voor het gebied verzorgt, elektro-technisch een veel slechtere situatie opleveren dan in de huidige situatie. Rechtstreekse voeding van 20 kV vanuit 380 kV behoort niet tot de mogelijkheden.

Gezien de extreem hoge meerkosten en de elektro-technische bezwaren is het vervangen van de 220 kV-lijn Robbenplaat-Weiwerd niet acceptabel.

Verkabeling van de 220 kV-verbinding dient - nog afgezien van het kostenaspect - met het oog op de functie van de verbinding in verband met betrouwbaarheidseisen en beschikbaarheid (zie ook 2.2.1), te worden afgewezen.

380/220 kV-combinatie (het hangen van bestaande 220 kV-verbinding onder de nieuwe 380 kV-lijn)

De 220 kV-verbindingen in Noord-Nederland vervullen zoals hierboven genoemd, op nationale schaal de functie van hoofdtransportnet. De aan te leggen 380 kV-verbinding eveneens.

De met de 220 kV-verbindingen te transporteren elektrische energie is, zoals hierboven besproken, bedoeld voor afname in de regio en voor doortransport van en naar het ringvormige 380 kV-koppelnnet.

De omvang van de vermogenstransporten zijn zodanig dat deze van structurele betekenis zijn voor de nationale energievoorziening. De transportfunctie van de 220 kV- en 380 kV-verbindingen kan dan ook niet gemist worden. In geval van niet-beschikbaarheid van één van de verbindingen - als gevolg van bijvoorbeeld onderhoud of calamiteit vormt de andere verbinding de reserveweg.

Deze vervangingsmogelijkheid komt te vervallen indien de verbindingen van deze spanningsniveau's ge-



combineerd zouden worden op gemeenschappelijke masten, daar dan in genoemde situaties, n.l. bovenliggende en onderliggende circuits op de masten tegelijkertijd uit bedrijf moeten worden gesteld. Ten gevolge hiervan is het niet mogelijk de 380 kV-verbinding met de 220 kV-verbindingen te combineren.

Uit het vorenstaande volgt dat het noodzakelijk is de bestaande 220 kV-structuur in stand te houden. Verder wordt geconcludeerd dat 380/220 kV-combinatie, gezien de koppelfunctie van beide verbindingen, niet tot de mogelijkheden behoort.



3 Voorgenomen activiteit en alternatieven

De voorgenomen activiteit en alternatieven betreffen de bouw van de 380 kV-hoogspanningslijn op het grondgebied van de aan de Waddenzee grenzende gemeenten. Daarbij zal in het MER het gebied ten noorden van het Damsterdiep (zie par. 1.2) in beschouwing worden genomen.

De 380 kV-lijn zal gebundeld worden met de bestaande 220 kV-lijn. Deze bundeling zal - voor zover dat, gegeven de aanwezigheid van andere elementen mogelijk is - zo strak mogelijk worden uitgevoerd. De minimale afstand tussen de hoogspanningslijnen is 50 m (vanuit centrum van de lijn).

3.1 Nulalternatief

Het nulalternatief, het niet bouwen van de 380 kV-lijn, is gezien de reeds genomen besluiten in het kader van het Elektriciteitsplan 1989-1998 niet een reëel in beschouwing te nemen alternatief. Uitgaande van de voorgestelde corridor (zie par. 1.3) is een tracering, waarbij de betreffende gevoelige gebieden niet worden gekruist, niet mogelijk. In het MER zal voor het nulalternatief worden verwezen naar de beschrijving van de bestaande toestand van het milieu met de eventuele autonome ontwikkelingen daarin (voor de huidige netsituatie wordt verwezen naar figuur 1).

3.2 Voorgenomen activiteit

De voorgenomen activiteit betreft de bouw van de 380 kV-lijn, zo strak mogelijk gebundeld met de bestaande 220 kV-lijn en uitgevoerd met de 380 kV-donaувakwerkmast (zie figuur 2).

3.3 Uitvoeringsalternatieven

3.3.1 "In de pas lopen" van masten

Voor de 380 kV-lijn bestaat de mogelijkheid deze zodanig uit te voeren dat de hoogspanningsmasten van de 380 kV-lijn naast de masten van de bestaande 220 kV-lijn geplaatst worden ("in de pas lopen"). De 220 kV-masten zijn echter op kortere afstand van elkaar geplaatst (ca. 300 à 350 m) dan mogelijk zou zijn met 380 kV-masten en toepassing van AMS-gelei-



ders (ca. 480 m, zie par. 2.2.1). Hierdoor kunnen bij het "in de pas lopen", uitgaande van een minimale afstand tussen de geleiders en maaiveld, lagere 380 kV-masten worden toegepast (ca. 40-45 m). Een en ander betekent wel, dat meer masten moeten worden geplaatst.

In het MER zullen het al dan niet "in de pas lopen" van hoogspanningsmasten, met het oog op landschappelijke inpassing en vogelhinder (hoogte van de masten), met elkaar worden vergeleken.

3.3.2 Voorzieningen in verband met vogelhinder

Met name de hoogte en vorm van de masten, de mate van bundeling van de 380 kV-hoogspanningslijn met de 220 kV-lijn en het aanbrengen van markering (d.m.v. zgn. "varkens- krullen") in de bliksemraden van de 380 kV-hoogspanningslijn zijn aspecten die bij een tracering door het betreffende gebied in verband met vogelhinder een rol spelen. Deze aspecten zullen in het MER nader worden bestudeerd.

3.4 Milieu-vriendelijkste alternatief

Het milieu-vriendelijkste alternatief betreft het milieu-vriendelijkste tracé in de meest milieu-vriendelijke uitvoering.



4 Milieu-effecten

De beschrijving van de milieu-effecten van de voorgenomen activiteit en alternatieven zal in hoofdzaak betrekking hebben op het gebied ten noorden van het Damsterdiep. Daar waar bij de beschrijving van de voorgenomen activiteit en alternatieven relevante milieu-effecten kunnen optreden buiten deze gebieden, zullen deze in het MER worden aangegeven.

Bij de beschrijving van de bestaande toestand van het milieu zullen die gebieden worden beschreven in en rond het betreffende gebied van de waddengemeenten welke van belang zijn in verband met mogelijke milieu-effecten als gevolg van de tracering van de 380 kV-lijn nabij de Waddenzee (bijv. vogeltrekroutes, grootschaliger landschappelijke structuren etc.).

De milieu-effecten ten gevolge van de hoogspanningslijn door het betreffende gebied van de waddengemeenten betreffen met name:

- landschappelijke aspecten
- ornithologische aspecten.

Verder zal in het MER worden nagegaan of effecten op kunnen treden ten gevolge van:

- elektro-magnetische beïnvloeding
- geluid bij weersinvloeden
- aanleg hoogspanningslijn
- calamiteiten (draadbreek e.d.)
- zinkafspoeling van masten.

Onderzoek zal geschieden op basis van bestaande literatuur.



5 Besluitvorming (zie figuur 3)

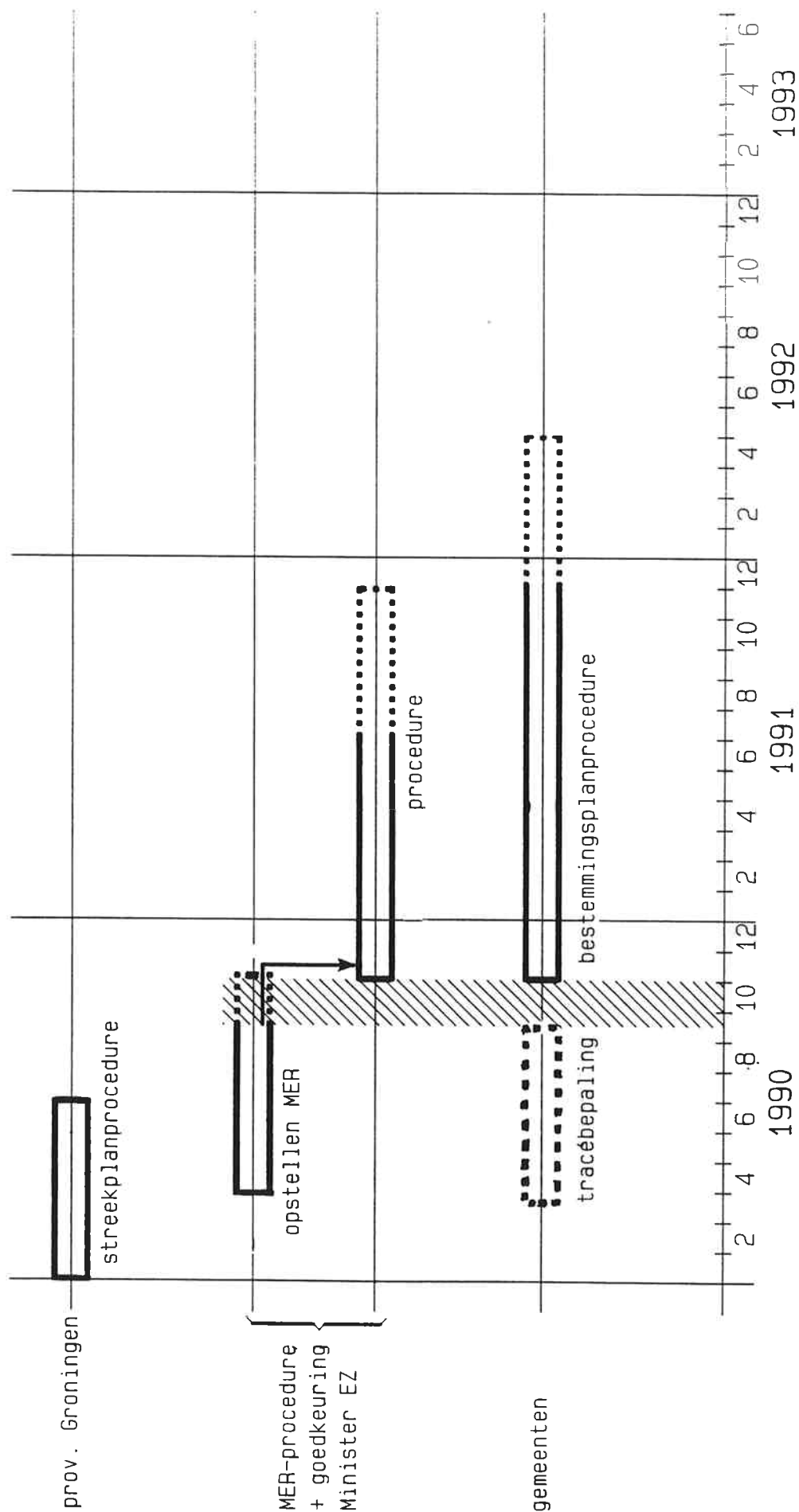
Eerder genomen besluiten van overheidsorganen, welke van belang zijn in verband met de voorgenomen activiteit hebben betrekking op:

- Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (23 november 1981);
- Elektriciteitsplan 1989-1998 (februari 1989);
- Ontwerp partiële streekplanherziening Groningen t.a.v. hoogspanningslijnen (december 1989).

Na gereedkoming zal het MER bij de Minister van Economische Zaken worden ingediend. Deze zal binnen 6 weken de aanvaardbaarheid van het MER beoordelen en het MER minimaal 1 maand voor inspraak en advisering door de wettelijke adviseurs ter inzage leggen. Voor het advies van de Commissie MER over het MER staat 1 maand.

Het MER zal worden ingediend tegelijk met het verzoek aan de Minister van Economische Zaken om zijn goedkeuring te hechten aan de bouw van de 380 kV-lijn nabij de Waddenzee. Het tracé zal worden opgenomen in de bestemmingsplannen van de betreffende gemeenten. De Wet op de Ruimtelijke Ordening en de Woningwet zullen de N.V. Sep uiteindelijk de mogelijkheid bieden bouwvergunning te verkrijgen en tot realisatie van de hoogspanningslijn over te gaan.

FIGUUR 3: KOPPELNET NOORD-NEDERLAND
PROCEDURESHEMA TRAJECT EEMSHAVEN-MEEDEN



/// = overleg gemeenten + Ministerie EZ over tracé-keuze

Bijlage:

Vereenvoudigde weergave norm NEN 1060.

In de norm NEN 1060 van het Nederlandse Normalisatie Instituut, waarin wordt aangegeven hoe de constructie moet zijn en welke materialen moeten worden gebruikt, zijn de begrippen als volgt omschreven:

Hoogspanningslijn: bovengrondse lijn met een nominale spanning van meer dan 1 kV. **Steunpunt:** steunmast, trekmast of inrichting, die een overeenkomstige taak vervult, met inbegrip van bijbehorende funderingen, schoren en mogelijke andere onderdelen. **Steunmast:** mast die voornamelijk dient voor het dragen van draden en/of kabels van een bovengrondse lijn. **Trekmast:** mast die dient voor het dragen van draden en/of kabels van een bovengrondse lijn en voor het opnemen van de belastingen, veroorzaakt door de trekkrachten in deze draden en/of kabels. **Hoekmast:** trekmast, die bovendien dient voor het opnemen van de belastingen, veroorzaakt door een richtingsverandering van de bovengrondse lijn. **Eindmast:** trekmast aan een uiteinde van een bovengrondse lijn. **Vak:** gedeelte van een bovengrondse lijn tussen twee opeenvolgende trekmasten. **Veld:** gedeelte van een bovengrondse lijn tussen twee opeenvolgende steunpunten. **Draad:** draadvormige geleider met een massieve doorsnede. **Zeeg:** afstand tussen een punt van een draad of kabel en de rechte lijn die twee opeenvolgende bevestigingspunten verbindt, gemeten in een verticaal vlak dat loodrecht staat op de richting van de hoogspanningslijn. **Fasedraad:** voor energietransport bestemde draad of kabel of samenstel van niet afzonderlijk uitschakelbare draden of kabels waartussen geen of nagenoeg geen spanningsverschil bestaat. **Circuit:** kleinste stel van fasedraden voor het transport van energie; bij een driefasensysteem bestaande uit drie fasedraden. **Kabel:** samenstel van samengeslagen draden, al dan niet van hetzelfde materiaal. **Bliksemdraad:** draad of kabel die nagenoeg evenwijdig met de fasedraden loopt en ten doel heeft deze tegen blikseminslag te beschermen. **Hangisolator:** isolator of samenstel van isolatoren, scharnierend bevestigd aan het steunpunt. **Steunisolator:** isolator die star aan het steunpunt is bevestigd.

De belangrijkste constructie-eisen, toegespitst op het 380 kV spanningsniveau, zijn: [algemeen] hoogspanningslijnen moeten zoveel mogelijk rechtdoor lopen / de lengte van een vak mag niet meer dan 5000 meter bedragen / de velden van een vak moeten zoveel mogelijk even lang zijn / bij een richtingsverandering van meer dan 10° moet een hoekmast worden gebruikt / in de praktijk wordt bij hoekmasten een maximale richtingsverandering van 60° gehanteerd. [afstand] de verticale afstand van de draden tot de grond of het water moet minstens 8,65 meter zijn / de afstand tot objecten moet minstens 4,85 meter zijn / de afstand tot daken, balkons, ramen e.d., plaatsen waar zich mensen kunnen bevinden, moet minstens 5,85 meter zijn / de afstand tot een openbare weg, spoor- of tramlijn moet minstens 9,65 meter zijn / de afstand tot een autosnelweg moet minstens 12 meter zijn / de afstand tot de spoorstaven van een spoorlijn moet minstens 13,35 meter zijn / de afstand tot de waterspiegel van een bevaarbare rivier moet minstens 4,85 meter zijn boven de hoogste waterstand, vermeerderd met de plaatselijk geldende minimum doorvaarhoogte / [steunpunten] de steunpunten mogen niet met tui-draden - draden die de mast schoren - zijn verankerd. §