

Landschap en hoogspanningsnet

Visie en richtlijnen voor landschappelijke inpassing



1. Voorwoord

TenneT besteedt veel aandacht aan een goede landschappelijke inpassing van het hoogspanningsnet. Het bouwen, wijzigen en beheren van dit net is maatwerk. Altijd zal op locatie - dus situationeel - het landschap moeten worden 'gelezen en begrepen' om, na afweging van alle lokale en regionale aspecten, de beste inpassing te realiseren.

Zorgvuldig omgaan met het landschap draagt bij aan kwalitatieve en doelmatige ontwerpen van alle onderdelen van het hoogspanningsnet. In de dialoog met de directe omgeving bevordert landschappelijke inpassing begrip en acceptatie van plannen. Het leidt tot betere besluitvorming en het

vlotter doorlopen van vergunningprocedures. Dit versterkt de planningszekerheid en efficiëntie van projecten, uiteindelijk resulterend in lagere maatschappelijke kosten. Goed voor de maatschappij én voor TenneT! De kennis en ervaring van TenneT met landschappelijke inpassing uit meer dan tien jaar projectpraktijk is vastgelegd in deze visie en richtlijnen. Door het uitdragen daarvan toont TenneT haar expertise en betrokkenheid en neemt de verantwoordelijkheid. Dat helpt bij de maatschappelijke discussies over de inpassing van het hoogspanningsnet in de intensief gebruikte ruimtelijke omgeving. Goede landschappelijke inpassing is daarmee een bouwsteen voor maatschappelijke acceptatie van alle bouwactiviteiten. Deze aanpak past perfect in TenneT's missie en visie en de daarbij horende (kern)waarden: verantwoordelijk - betrokken - verbonden - kwaliteit - integriteit.

Leeswijzer

Voor de dagelijkse praktijk is de aanpak vastgelegd in praktische richtlijnen en in een uitvoerige Landschappelijke inpassing. Het hoogspanningsnet als landschappelijke ontwerp-opgave met veel praktijkvoorbeelden. Deze visie en richtlijnen zijn in het afgelopen decennium vooral ontwikkeld in de praktijk van de grote nationale Nederlandse projecten onder de Rijkscoördinatie-regeling (RCR). Daarin zijn ze gevalideerd in de vergunningsprocedures door de Commissie voor de milieueffectrapportage en de Raad van State. De aanpak is in feite toepasbaar in alle projecten met een ruimtelijke impact. De richtlijnen zullen worden toegepast door alle TenneTgeledingen bij de planning, realisatie en beheer/ onderhoud van bedrijfsmiddelen - lijnen, stations, verkabelingsprojecten.



Inhoudsopgave

1. Voorwoord	2		
2. Introductie	4		
2.1 Blijvende impact	5		
2.2 Wat is goede landschappelijke inpassing?	6		
3. Richtlijnen voor landschappelijke inpassing	10		
4. Benadering van de inpassingsopgave - visie	15		
4.1 Algemeen	17		
4.2 Schoonheid / Ruimtelijke kwaliteit	19		
4.3 Wat is Landschap?	19		
4.4 Wat is inpassing?	25		
4.5 Beleidskader	26		
4.6 Planningsproces	28		
5. Ontwerpen aan het elektriciteitsnet	30		
5.1 Algemeen	31		
5.2 Het Nederlandse elektriciteitsnet	31		
5.3 Ruimtelijke beperkingen	35		
6. Ontwerpen op tracéniveau	41		
6.1 Ontwerpend onderzoek	44		
6.2 Het Landschappelijk Hoofdpatroon	44		
6.3 Bundeling lijnvormige infrastructuur	49		
7. Ontwerpen op lijnniveau	59		
7.1 Afwijkingen in richting	61		
7.2 Afwijkingen in masthoogte	63		
		7.3 Afwijkingen in veldlengte	63
		7.4 Afwijkende masttypen	64
		8. Ontwerpen op mastniveau	66
		8.1 Afstand tot een weg	67
		8.2 Afstand tot beplanting	68
		8.3 Samenhang met stedenbouwkundige opbouw	68
		8.4 Ontwerpen aan stations.	68
		9. Ontwerp van de omgeving - Landschapsplan	72
		9.1 Algemeen	73
		9.2 Principes voor inpassing:	77
		10. Effectbepaling- en beoordeling	94
		10.1 Algemeen	95
		10.2 Beoordelingskader	95
		11. Uitvoering en beheer	109
		11.1 Algemeen	110
		11.2 Groenbestek	110
		11.3 Uitvoering stap voor stap	111
		11.4 Beheer en onderhoud	115
		12. Bijlagen	116
		12.1 Gebruikte literatuur	117
		12.2 Lijst beplanting op kabels	120
		12.3 Afstanden beplanting tot geleiders	121
		12.4 Lijst van afbeeldingen	122
		Colofon	122

2. Introductie



2.1 Blijvende impact

Het hoogspanningsnet heeft blijvende impact op de omgeving. Nieuwe lijnen, opstijgpunten en stations, maar ook ondergrondse kabels, betekenen vaak een forse ingreep in het landschap.

In de afgelopen eeuw is een landelijk transportnet voor elektriciteit opgebouwd dat zich manifesteert in het landschap. Het net van 110 kV en hoger heeft een belangrijke functie in de nationale stroomvoorziening en maakt ook onderdeel uit van de internationale infrastructuur voor de elektriciteitsvoorziening, nu en in de toekomst. Het net vormt een cruciale schakel in de transitie naar een duurzame energievoorziening, namelijk voor ontsluiting en benutting van duurzame energiebronnen in Europa. Het landelijk transportnet heeft ook een lokale impact. Een lijn of station beïnvloedt vooral de directe leefomgeving en het landschapsbeeld. Kenmerkend voor het hoogspanningsnet is dat rondom en onder het net veel gebruiksmogelijkheden mogelijk blijven, terwijl andere bovenregionale infrastructuur - een snelweg, het spoor, een dijk - een grote fysieke barrièrewerking heeft en de ruimte in feite 'opdeelt'.

TenneT heeft de maatschappelijke opdracht om voor al haar bedrijfsmiddelen een zo goed mogelijke, duurzame inpassing te realiseren in een ruimtelijke omgeving waarin wordt gewoond, gewerkt en gerecreëerd. Een omgeving, een landschap met allerlei waarden die vaak in het lokale en regionale beleid zijn vastgelegd en beschermd. De ruimtelijke omgeving is niet statisch, maar voortdurend in beweging. Er zijn oude cultuurhistorische patronen waarop steeds weer nieuwe

ontwikkelingen starten voor wonen, werken, infrastructuur en natuur. Ontwikkelingen die mogelijk worden gemaakt door overheidsbeleid dat bovendien geregeld wijzigt. Kortom, ruimtelijke ordening is ruimtelijke ontwikkeling en daarmee ook een spanningsveld van vele particuliere en publieke belangen. Die belangen moeten voor elk project opnieuw worden afgewogen.

Voor het omgaan met natuur geldt omvangrijke nationale en internationale wet- en regelgeving, maar voor het omgaan met het landschap bestaan geen heldere kaders. Daarom vindt TenneT het belangrijk om voor al haar activiteiten in het landschap, een duidelijke visie en aanpak te hanteren. Een visie die navolgbaar is en begrepen kan worden door belanghebbenden en omwonenden.

Hoogspanning en landschap: streven naar ruimtelijke kwaliteit

De uitdaging voor TenneT is het vinden van een goede balans tussen de technische vereisten vanuit de functie, de economie (kosten) én de esthetiek. Met esthetiek wordt bedoeld de goede vormgeving van het net qua eigen architectuur én in relatie tot de plaats in het landschap. Daarbij streeft TenneT altijd naar het realiseren van ruimtelijke kwaliteit in al haar projecten. Deze aanpak geldt voor nieuwbouw, reconstructie, verkabelen en ook in de jarenlange periode van beheer. Alle betrokken TenneT-geledingen werken op deze manier. Het gaat om maatwerk: altijd zal eerst op locatie - dus situationeel - het landschap moeten worden 'gelezen en begrepen'. Om vervolgens in de plannen en na afweging van alle lokale en regionale belangen tot de beste, duurzame inpassing te komen.

2.2 Wat is goede landschappelijke inpassing?

Het hoogspanningsnet brengt grootschalige, technische elementen in het landschap. De hoge masten, dradenbundels, opstijgpunten en stations zijn vaak op grote afstand zichtbaar. Hoe kunnen deze elementen zo goed mogelijk landschappelijk worden ingepast?

Esthetiek en ruimtelijke kwaliteit

Functionele en doelmatigheidseisen bepalen primair de vormgeving, denk aan hoogte, afstanden, (elektro) techniek, veiligheid en materiaal. Dat dicteert vooral de maatvoering en verschijningsvorm van de masten, lijnen, stations, opstijgpunten. De waardering van het beeld dat deze objecten oproept, beweegt zich tussen uitersten. Van negatieve reacties - “vreemde, onnatuurlijke, gevaarlijke objecten in het landschap” of “horizonvervuiling” -, tot neutrale of positieve reacties als: “mooie staaltjes van eenvoudige en functionele techniek”.

Over esthetiek, of schoonheid kan men altijd twisten. TenneT erkent de forse impact van haar bedrijfsmiddelen, maar tracht door deze visie en richtlijnen iets meer vat te krijgen op het subjectieve begrip schoonheid. Om te beginnen wordt gestreefd naar een goede, uitgebalanceerde samenhang tussen vorm, functie en de betekenis van een object. Verder is schoonheid op het niveau van landschap te vertalen in het begrip ‘ruimtelijke kwaliteit’. Ruimtelijke kwaliteit impliceert het zoeken naar een optimale samenhang van een object met het landschap. Oftewel: kan de toevoeging goed aansluiten bij, of zich voegen in het landschap?

Volgens de TenneT-visie mag het hoogspanningsnet als ‘nutsvoorziening’ gezien worden, maar het moet niet onnodig het landschapsbeeld domineren. Die visie wordt onderschreven door deskundigen, zoals de Nederlandse Rijksadviseur voor het Landschap. Het hoogspanningsnet moet ontworpen en gesitueerd zijn als zelfstandig ruimtelijk fenomeen. Het net is een toevoeging aan het landschap met een eigen ruimtelijke kwaliteit.

Daarbij vragen de verschillende onderdelen elk een specifieke aanpak voor de landschappelijke inpassing. “Een hoogspanningslijn heeft een eigen schoonheid wanneer deze als onafhankelijke lijn los over het landschap scheert, in de richting van de horizon...”¹ Zo’n lijn passeert als het ware het lokale landschap, maakt er functioneel geen deel van uit. Daarentegen neemt een station of opstijgpunt wel nadrukkelijk een plek in in het lokale landschap. De ontwerpogave is dan ook anders. Dat vergt een goed landschappelijk ontwerp om dominantie te vermijden. Een eerste vereiste voor eigen schoonheid is begrijpelijkheid en vanzelfsprekendheid, die ervoor zorgt dat het hoogspanningsnet herkenbaar is als nationale infrastructuur. TenneT streeft naar het creëren van een rustig en terughoudend beeld. Consequente doorvoering van vormen, kleur en beeld is noodzakelijk bij nieuwe installaties en ook bij aanpassingen in het bestaande net.

¹ Rijksadviseur voor het Landschap 2010



Leesbaar landschap

Het hoogspanningsnet moet een zekere afstandelijkheid hebben ten opzichte van lokale patronen. Daarom mag het hoogspanningsnet als technisch-functioneel patroon best contrasteren met andere patronen in het lokale landschap. Dat bevordert de 'leesbaarheid' van het landschap. Alleen bij een landschapspatroon van een vergelijkbare schaal mag er een ruimtelijke samenhang ontstaan met het hoogspanningsnet. Het hoogspanningsnet reageert op het Landschappelijk Hoofdpatroon dat is opgebouwd uit oeroude geomorfologische patronen als duinen, stuwwallen, rivierterrassen, met daaraan door de mens toegevoegde polders, bewoning, dijken, kanalen, spoor- en autowegen etc. Daarom vraagt de gebiedskarakteristiek van een merengebied, polder- of coulisselandschap een specifieke landschappelijke benadering.

Ook meer lokaal - op het laagste schaalniveau - is er sprake van beïnvloeding. De plaatsing van bijvoorbeeld masten dichtbij lokale landschapselementen - gebouwen, waterlopen, bosschages en beplanting - is bepalend voor de ruimtelijke kwaliteit terplekke. Ook het amoveren van lijnen vereist speciale aandacht voor het landschap. Het 150 kV-verkabelingsprogramma in Nederland voor de komende jaren vraagt om goede landschappelijke inpassing van bijbehorende installaties - stations, opstijpunten - in de lokale omgeving.

Bundelen

Onderdelen van het net - met name hoogspanningslijnen - kunnen een samenhang hebben met andere grote nationale en regionale infrastructuur - auto- en spoorwegen, kanalen, buisleidingen. In het Nederlandse overheidsbeleid wordt gestreefd naar bundeling, onder andere om het totale ruimtebeslag te beperken. Bundeling kan versnippering van het landschap voorkomen en mogelijke barrièrewerking kan samenvallen.

Ook kan ecologische en landschappelijke schade worden beperkt. De keerzijde van bundeling is echter dat voor hoogspanningslijnen niet altijd de kortste verbinding ontstaat en bovendien kan er door een stapeling van verschillende zware infrastructuur een massieve, dominante strook ontstaan die voor de mens, dieren en planten nadelige gevolgen kan hebben.

Is het een optie om het net ondergronds aan te leggen?

De afgelopen jaren is er een maatschappelijke discussie ontstaan over het wonen dichtbij hoogspanningslijnen. De Nederlandse regering introduceert met ingang van 2017 een regeling om een aantal bovengrondse lijnen van 50, 110 en 150 kV door stedelijk gebied onder de grond te leggen (verkabelen). Dezelfde maatschappelijke roep is er ook voor het ondergronds brengen van nieuwe 380 kV lijnen. Dit is echter veel lastiger. Er moet rekening worden gehouden met de technische beperkingen van deze zware ondergrondse wisselstroom hoogspanningskabels en de impact daarvan op de betrouwbaarheid van de elektriciteitsvoorziening.

In 2008 heeft TenneT aangegeven maximaal 20 km 380 kV-wisselstroomkabel verantwoord in het Nederlandse, vermaasde hoogspanningsnet ondergronds te kunnen aanleggen. De tracélengte van 20 km was op dat moment op de grens van wat wereldwijd in de praktijk was beproefd voor zulke zware transportverbindingen. Deze visie is begin 2015 geactualiseerd. Op basis van een intensief wetenschappelijk onderzoeksprogramma heeft TenneT geconcludeerd, dat er behoedzaam verdere stappen kunnen worden gezet dan die 20 km. TenneT houdt er rekening mee dat er situationeel meer kan worden verkabeld, mits de kabeltracés geografisch worden gespreid. Naast de technische randvoorwaarden voor ondergrondse kabels, blijft het zeer ongewenst om kabels op te nemen in

verbindingen die cruciaal zijn voor de stroomvoorziening op landelijk of Europees niveau. Want stabiliteit blijft essentieel in het voorkomen van grootschalige storingen (black-outs). Bij verdere uitbreiding met 380 kV-kabels is het vanuit landschappelijk oogpunt belangrijk om te voorkomen dat er 'rupsende' tracés ontstaan. Door te 'rupsen' gaat de herkenbaarheid van een verbinding als geheel verloren.

Overigens moet men zich realiseren dat ingegraven kabels ook een blijvende impact hebben op het landschap. Er zijn namelijk restricties voor gebruik en beplanting op de brede strook grond waarin de kabel ligt. En daarbij geldt: waar een kabel bovengronds komt, is een opstijgpunt nodig. Dat zijn

relatief grote installaties met een behoorlijke invloed op de omgeving. Tot slot moet de impact op ondergrondse ecosystemen, waterhuishouding en bodemarchief - tijdens en na aanleg - niet worden onderschat. Een andere actuele ontwikkeling is de toepassing van kabelverbindingen op basis van gelijkstroomtechniek. Deze worden ingezet om op zee - en soms op land - grote afstanden te overbruggen. Hiervoor gelden minder beperkingen voor ondergrondse aanleg.

Mens en landschap; voortdurende interactie en ontwikkeling

Ruimtelijke kwaliteit wordt niet alleen gerelateerd aan begrippen als herkenbaarheid en 'leesbaarheid' van het landschap, maar ook aan de waarde die



mensen toekennen aan wat ze zien. Een nieuwe verbinding of een station wordt in de naaste omgeving overwegend als bedreigend en storend beleefd. Ervaring leert dat vrijwel elke nieuwe ontwikkeling in de ruimte kritisch wordt benaderd. Voor enorme windturbines op land of zee die zichtbaar duurzame stroom produceren, hebben betrokkenen sterke meningen pro of contra. De betekenis van het hoogspanningsnet - een belangrijk onderdeel in een betrouwbare nationale elektriciteitsvoorziening - levert bij lokale doelgroepen over het algemeen weinig krediet op. “Alles goed en wel, maar niet in mijn achtertuin” (NIMBY) is de algemene reactie. Dat het eigen huis in wezen verbonden is met die nationale stroominfrastructuur, speelt in de overwegingen meestal geen rol. Adequate informatie en zorgvuldige inpassing kunnen bijdragen aan meer begrip en acceptatie. Met een goed Landschapsplan kan bovendien irritatie worden voorkomen of sterk verminderd. Maatregelen uit zo'n plan kunnen namelijk wezenlijk aan versterking van het landschap bijdragen.

Proces voor dialoog met omgeving

De ruimtelijke omgeving is voortdurend in beweging. Op vaak nog zichtbare, oude cultuurhistorische patronen zien we voortdurend nieuwe ontwikkelingen door menselijke activiteiten. Daarnaast wil de maatschappij - en ook TenneT - waardevolle natuur en landschap beschermen. De TenneT-aanpak impliceert zorgvuldig omgaan met bestaande waarden in natuur en landschap. In de plannings- en ontwerpfase kan in dialoog met de directe omgeving en belangengroepen aanvullende 'groene' maatschappelijke waarde worden gecreëerd. Daarom is voor TenneT de dialoog met de omgeving een kern van het projectenbeleid, in het hele proces van plan-vorming tot aanleg. Het streven naar ruimtelijke kwaliteit wordt juist ook op lokale schaal uitgewerkt in een Landschapsplan in overleg met lokale belangengroepen.

3. Richtlijnen voor landschappelijke inpassing



Richtlijnen landschappelijke inpassing

Voor zorgvuldige landschappelijke inpassing hanteert TenneT een aantal praktische richtlijnen. Deze richtlijnen worden toegepast in alle projecten. Ze worden in de volgende hoofdstukken uitvoerig behandeld en hier kort gepresenteerd.



Zoek de ruimtelijke kwaliteit bij inpassing van het hoogspanningsnet

Vanuit een positieve benadering streven naar een zo goed mogelijke inpassing van alle technische elementen van het hoogspanningsnet in het landschap. Het is een ontwerpogave om van ruimtelijke kwaliteit te realiseren.



Landschappelijke inpassing is samenhang tussen schaalniveaus

De inpassingsopgave speelt altijd op verschillende schaalniveaus:

- Het centrale ontwerpniveau, de onderdelen van het net zelf: de lijnen, de stations en opstijgpunten en het regionale landschap.
- Een schaalniveau hoger: het betreffende element als onderdeel van de gehele verbinding, die reageert op het landschappelijk hoofdpatroon
- Een schaalniveau lager: de kavel voor de mast of het station, de plaats in het lokale landschap

Samenhang tussen deze niveaus is een voorwaarde voor het ontstaan van ruimtelijke kwaliteit.



Inpassing is een driedledige opgave

Goede inpassing bestaat uit:

- Ontwerpen van onderdelen van het elektriciteitsnet zelf vanuit hun vorm, functie en betekenis
- Deze elementen op de juiste manier in het landschap plaatsen. Dat wil zeggen, het ontwerpen met een integrale aanpak waarin alle relevante aspecten zoals landschap, natuur, bodem en water worden betrokken. Dat is een proces van ontwerpen in samenhang met en aansluitend op andere ruimtelijke plannen in de betreffende regio
- Mogelijkheden benutten voor versterking van de landschaps opbouw waardoor een beter evenwicht ontstaat tussen het landschap en een nieuwe verbinding of nieuw station.



Voer landschappelijke aspecten door in alle projectfasen

Voor het realiseren en borgen van landschappelijke kwaliteit is samenhang vereist tussen verschillende fasen in het totale plannings- en bouwproces.

Een landschappelijke ontwerpbenadering moet in elke fase worden meegenomen, vanaf de eerste corridorstudie of een locatiestudie, via tracering, milieu effectrapportage, landschapsplan en groenbestek tot aan het uiteindelijke beheer.



Sluit aan op het Landschappelijk Hoofdpatroon

Het hoogspanningsnet is een bovenregionale, (internationale) infrastructuur. Laat het net bijvoorbeeld aansluiten op het Landschappelijk Hoofdpatroon, de fysieke elementen en patronen die het specifieke karakter van het landschap bepalen. Het is samengesteld uit geomorfologische patronen zoals heuvels, meren en rivierterrassen, met daaraan door de mens toegevoegde ruimtelijke ingrepen. Zoals de historisch-geografische indelingen – polders, nederzettings-patronen – en de grote bovenregionale infrastructuur zoals dijken, kanalen, auto- en spoorwegen. Het schaalniveau van het Landschappelijk Hoofdpatroon komt overeen met het schaalniveau van het nationale elektriciteitsnet.



Bundel met infrastructuur van vergelijkbare aard en schaal

Bundelen met andere infrastructures wordt nagestreefd als dat tot betere inpassing leidt en laat de bundelingsafstand aansluiten bij de schaal van de lijn. Dus geen bundeling met een kronkelig beekje, maar wel met patronen van vergelijkbaar schaalniveau, zoals andere hoogspanningsverbindingen of grote vaarwegen.



Geef aandacht aan locaties waar delen van het net verdwijnen

Steeds meer onderdelen van het hoogspanningsnet zullen onder de grond worden gebracht. Zo zullen 'lege plekken' ontstaan waar bovengrondse delen van het net zijn verdwenen. Gaten in laanbeplanting kunnen worden aangevuld met nieuwe bomen en onderbrekingen in ecologische verbindingen kunnen worden hersteld.



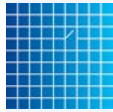
Maak rechte lijnen

Ontwerp rechte en eenvormige lijnen, die worden beste opgenomen in het landschapsbeeld. Hoogspanningslijnen mogen gezien worden maar voorkomen moet worden dat ze te dominant worden in het landschap. Eenvoudige rechte lijnen van lange rijen met gelijkvormige masten, verdwijnen snel naar de achtergrond van de waarneming. Het ritme van rijen masten met daartussen de 'golvende' draden, geeft de hoogspanningslijn een eigen specifieke ruimtelijke kwaliteit.



Ontwerp lijnen autonoom, los van het lokale landschap

Een hoogspanningslijn moet zo veel mogelijk los staan van de kleinschalige elementen in het lokale landschap, het zijn immers onderdelen van het landelijk elektriciteitsnet.



Voorkom afwijkingen

Eenvoudige vormen zorgen ervoor dat objecten snel naar de achtergrond verdwijnen en de waarneming niet verstoren. Afwijkingen vragen bijzondere aandacht. Zo moeten hoekmasten die nodig zijn om knikken in een lijn te maken, los staan van objecten in het lokale landschap, als schuren, huizen etc. Er ontstaat een rustig beeld als er weinig afwijkingen zijn in masttype, maatvoering, richting, hoogte.



Voorkom storende contrasten

De positie van elk onderdeel van het hoogspanningsnet - een mast, een station of een opstijgpunt - is bepalend voor de ruimtelijke kwaliteit van een locatie. Juist op dit lokale niveau wordt een nieuw element van dichtbij ervaren. Dit impliceert goed omgaan met contrastverschil tussen technische net-elementen en lokale objecten. De lokale ruimtelijke opbouw met sloten, wegen, bruggen, beplanting, huizen, bedrijven en schuren vereist een nauwkeurige aanpak. Essentieel is het om daarbij rekening te houden met de visuele invloed op ooghoogte en het contrast met de directe omgeving.



Ontwerp installaties in een functionele en ingetogen vorm

Eenvoudige vormgeving van het netwerk, het beperken van de visuele complexiteit op elk schaalniveau is het uitgangspunt. De ontwerpen van installaties zijn daarom ingetogen en doelmatig, een vorm die past het beste bij het technisch, utilitaire karakter van het elektriciteitsnet en is het minst storend. De verschillende onderdelen van het net mogen gezien worden, maar niet onnodig dominant.



Maak een Landschapsplan

Voor elk project is het noodzakelijk een landschapsplan of landschapsparagraaf op te stellen. Daarin staan alle inrichtingsmaatregelen die nodig zijn voor een goede inpassing. Het zijn inrichtingsmaatregelen vanuit alle relevante milieuaspecten: landschap, cultuurhistorie, natuur, leefomgeving en water. Waar mogelijk zijn de maatregelen gecombineerd en geïntegreerd. Ze kunnen bijvoorbeeld tegelijk betekenis hebben voor de landschappelijke inpassing én voor compensatie van ecologische waarden. Landschap is cultuurhistorie, dat is uitgangspunt voor de inpassingsplannen.



Laat de inrichting van de ‘belemmerde’ strook van aansluiten op het karakter van de omgeving

Sluit bij de inrichting van het gebied onder en naast een hoogspanningsverbinding – de Belemmerdestrook – zoveel mogelijk aan bij het karakter van de omgeving en het plaatselijke gebruik. Dat voorkomt harde ‘coupures’ in agrarisch, bos- en natuurgebied. Zo wordt een verbinding veel minder sterk ervaren als doorsnijding en wordt meer als ‘vanzelfsprekend’ in het landschap opgenomen. Voorkom dat er een scherp begrensde zone ontstaat met afwijkend gebruik en verschijningsvorm, zoals een open strook in een bos. Ook ecologisch is het goed om scherpe grenzen te voorkomen en randen zoveel mogelijk geleidelijk over te laten gaan van bos, via struweel naar open gebied.



Maak niet meer kapot dan strikt noodzakelijk is, herstel schade

Voorkom en beperk schade aan ecologie en landschap. Herstel en compenseer onvermijdelijke schade door maatregelen te treffen, zoals het aanbrengen van beplanting en het plaatsen van vogelflappen, nestkasten etc.



Sluit aan bij lokale ruimtelijke agenda's, voer actieve dialoog met omgeving

Zoek in alle projecten aansluiting bij lokale en regionale ruimtelijke plannen. Voer actief overleg met de omgeving: situationeel sensitief. Waar mogelijk worden in samenwerking met lokale doelgroepen extra natuur- en landschapswaarden gecreëerd. Deze aanpak wordt ook toegepast voor gebieden waarin delen van het net worden geamoveerd of verkabeld.

4. Benaderingswijze van de inpassingsopgave - visie



Verdieping 1. Filosoof Bas Haring over vorm, functie en betekenis

Bas Haring

In een bosje bij Zandvoort staat tussen de struiken en wat lage den- en bomen een gigantische conifeer.

Een heel raar ding. Ik wist niet dat coniferen in Nederland in het wild groeiden.

Toen ik klein was, dacht ik dat coniferen überhaupt niet konden groeien; dat het een soort nepbomen waren voor in de tuin.

De conifeer bij Zandvoort blijkt ook daadwerkelijk een nepboom te zijn. Het is namelijk een gsm-mast. Een gecamoufleerde gsm-mast in boomvorm; zodat ie wat minder opvalt in 'de natuur'.

Blijkbaar vinden we bomen er plezieriger uitzien dan gsm-masten. Gelukkig maar, want er zijn meer bomen dan van die masten. Maar in plaats van die masten te camoufleren kun je ook proberen er de char-

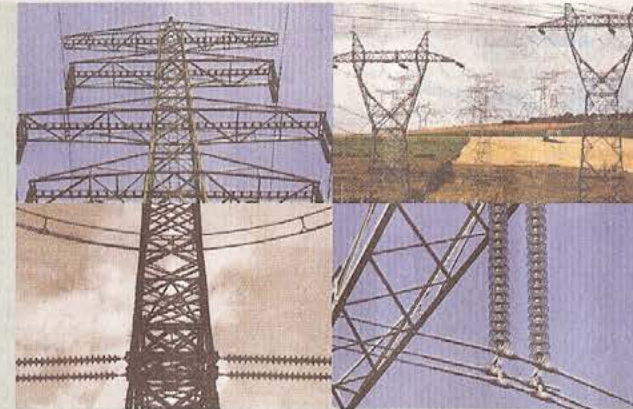
—
Waarom zou een zendmast niet net zo mooi zijn als een boom?

me van in te zien. Ik ken iemand die dat heeft gedaan: ene Martin.

Martin woont in de buurt van Amsterdam in een landelijk gebied. Aan het water. Alleen kijkt ie uit over elektriciteitsmasten; die staan pal voor zijn huis. Wat een pech. Hij had liever bomen voor zijn huis gehad.

Tot hij zich realiseerde dat bomen ook maar bomen zijn. Grote bruin-groene staken met bladeren eraan. Echt niet speciaal ontworpen om door ons mooi gevonden te worden. En toch storen we ons er niet aan. Sterker nog: we genieten ervan.

'Maar als die bomen niet speciaal voor ons ontworpen zijn. Er gewoon zijn. Kan ik dan niet dezelfde schoonheid die ik in bomen zie, leren te zien in elektriciteitsmasten?' Vroeg Martin zich in zijn wijsheid af.



Waarop hij een studie begon te maken naar van die masten.

Er schijnt van alles over te weten te zijn. Ze zijn er in allerlei soorten en maten. Met verschillende span-

ningen. Je hebt ze van 50 duizend volt, 380 duizend volt – dat zijn de grootste. Je hebt ze in 'boomvorm': één stam met zijtakken. Maar ze zijn er ook in de vorm van een boog:

twee hoge masten met daartussen één dikke staak.

Martin weet ondertussen van alles over die dingen, en ze worden steeds spannender voor hem. Nu ergert hij zich er niet meer aan, maar ziet er een soort van schoonheid in. En waarom ook niet?

Alleen jammer dat die elektriciteitsmasten niet groeien en veranderen. Ze zijn nogal statisch. Maar gelukkig komt er regelmatig een controleploeg langs om de boel te onderhouden, en worden elektriciteitsmasten om de vijf jaar geschilderd. Zo gebeurt er af en toe nog wat.

Misschien kunnen we wat leren van Martin. Kunnen we leren schoonheid te zien in de dingen die er zijn. Zoals we al eeuwen de schoonheid in bomen zien; ook gewoon dingen die er zijn.

VK 24-01-2009

4.1 Algemeen

Bij het plannen, bouwen en beheren van het hoogspanningsnet spelen de ecologische en landschappelijke aspecten een prominente rol, net zoals de elektrotechnische en de gezondheidsaspecten. Het voorkomen of beperken van schade aan de omgeving staat in alle fases voorop.

Bij gezondheidsaspecten gaat het vooral om mogelijke schadelijke effecten door elektromagnetische velden. Hiervoor zijn in het rijksbeleid door het zogenoemde voorzorgsbeginsel redelijk heldere regels gesteld. Als er schade ontstaat, zijn er afspraken tussen bijvoorbeeld de Land- en Tuinbouw Organisatie Nederland (LTO-Nederland) en TenneT en zijn er regels opgesteld door het ministerie van Economische Zaken (EZ) over hoe daarmee om te gaan. Een optie is 'weg bestemmen' van een 'gevoelige bestemming' en de betrokken bewoners te compenseren of gebruik te maken van de 'uitkoopregeling' zodat er voor hen een verhuismogelijkheid ontstaat.

Bij ecologie gaat het om mogelijke schade aan planten en dieren en hun leefomgeving. Zowel nationale als Europese wet- en regelgeving bieden een redelijk duidelijk kader voor de bescherming van flora en fauna en wanneer er sprake is van aantasting van die natuur. Bij schade – bijvoorbeeld aantasting van leefgebied van vogels of bij draadslachtoffers – zijn er regels voor het bepalen van de schade en de vereiste compensatie.

De landschappelijke aspecten van hoogspanningsverbindingen zijn veel minder duidelijk te omvatten. De betekenis en waarde van het landschap is namelijk niet eenduidig vastgelegd in wet- en regelgeving. Het is ook niet helder wanneer er schade aan 'het landschap' ontstaat, laat staan hoe

daarmee om te gaan. Vaak wordt elke verandering in het landschap à priori gezien als negatief, waarbij begrippen als horizonvervuiling of 'verromming' van het landschap worden gebruikt.

De rijks-, provinciale- en gemeentelijke overheden hebben – elk binnen hun eigen planologisch kader – in diverse nota's wel aangegeven wat ze als waardevolle landschappen beschouwen. Maar de redenen en criteria waarom bepaalde landschappen als waardevol worden beschouwd zijn vaak heel verschillend. Vaak wordt gewezen op cultuurhistorische patronen, in combinatie met bijvoorbeeld natuurwaarden en recreatieve aantrekkelijkheid. Anders dan bij gezondheids- en ecologische aspecten is het beleidskader van overheden voor 'het omgaan met het landschap' bij ingrepen, zoals de aanleg van een nieuwe hoogspanningsverbinding, allerm minst vastomlijnd.

Dat maakt het ontwerp- en planningsproces van zo'n nieuw grootschalig element in het landschap lastig. Daarbij is de insteek vrijwel altijd het voorkomen of beperken van schade. Kortom, een 'negatieve' benadering, waardoor er weinig of geen aandacht is voor de mogelijke creatie van nieuwe kwaliteiten en waarden, juist met het oog op het landschap. Dit document geeft handreikingen voor de wijze waarop bij de bouw van nieuwe hoogspanningsverbindingen of van nieuwe stations, of bij reconstructie van bestaande delen van het hoogspanningsnet nieuwe kwaliteit en waarde kan worden ontwikkeld. Het inpassingsvraagstuk is in deze benadering een zoektocht naar de beste manier waarop een onderdeel van het landelijk elektriciteitsnet het best kan worden ingepast in dat landschap.



Zoek de ruimtelijke kwaliteit bij inpassing van het hoogspanningsnet

Belangrijk daarbij is dat de eigen schoonheid, de eigen ruimtelijke kwaliteit van het hoogspanningsnet goed aansluit bij de specifieke, karakteristieke eigenschappen van een landschap. Deze ruimtelijkfunctionele benadering is vergelijkbaar met het ontwerpen en inpassen van autosnelwegen of windturbines.² Dat betekent: streven naar een goede balans tussen enerzijds de eigen specifieke functionele eigenschappen en de daarbij passende ruimtelijke verschijningsvorm van het hoogspanningsnet en anderzijds de specifieke eigenschappen van de omgeving, het landschap in zijn volledige ruimtelijke, functionele, ecologische en cultuurhistorische context.



Verdieping 2. 'Kleren maken de man' (m/v)

"Jouw kleding is een onderdeel van wie je bent. Met kleding benadruk je eigen kwaliteiten en onderscheid je je van anderen. Daarbij moet je tegelijkertijd rekening houden met de geschreven en ongeschreven kledingwetten van je beroep en bedrijf. Dat is niet altijd eenvoudig, vandaar dat een persoonlijk kleding- en kleuradvies een goede investering kan zijn." <http://www.carrieretijger.nl/carriere/zelfmarketing/kleding>

Door de samenhang tussen de verschillende kledingstukken ontstaat een bepaalde betekenis. Soms onbewust, maar vaak juist ontworpen vanuit specifieke doelstellingen. De keuze van bepaalde kleurcombinaties, zoals de rode tinten in combinatie met de zwarte randen en het zwarte haar van de mannequin levert, naast het feit dat de kledingstukken de juiste, bij haar lichaam passende afmetingen hebben onmiskenbaar een specifieke identiteit op. Het geven van een bepaalde betekenis, uitstraling is hier primair geweest, het functionele speelt een minder belangrijke rol.

Bij het ontwerpen van een schaatspak spelen functionele aspecten zoals aerodynamica en thermodynamica een centrale rol. Daarnaast moet er ruimte zijn voor bijvoorbeeld de herkenbaarheid van de sponsor en de identiteit van de schaatser. Dat vraagt een zorgvuldige keuze en plaatsing van de juiste kleuren, strepen en teksten.

² Jong de, 2004. Rijksadviseur voor het landschap 2010: Een choreografie van 1000 molens

4.2 Schoonheid / Ruimtelijke kwaliteit

Voor onze zoektocht is het van belang meer zicht te krijgen op het begrip landschappelijke kwaliteit en de subjectieve begrippen zoals lelijk, mooi, schoonheid. Schoonheid ontstaat bijvoorbeeld als een kunstschilder een zodanige samenhang tussen vormen en kleuren, tussen licht en donker op zijn doek aanbrengt, dat er een unieke compositie ontstaat die een perfecte uitdrukking is van zijn gedachte.

Schoonheid ontstaat als een couturier verschillende materialen, kleuren, vormen en stoffen zodanig in een creatie ordent dat het geheel een bepaalde speciale uitdrukking, een specifieke betekenis krijgt. Samenhang tussen de elementen op het schilderij of tussen de onderdelen van het kledingstuk is geen garantie voor schoonheid maar wél een voorwaarde.³

Landschap - samenhang schaalniveaus

Essentieel voor deze aanpak is dat het ontwerpvragestuk wordt benaderd op verschillende schaalniveaus.⁴ Er worden drie schaalniveaus onderscheiden.

- Tracéniveau (hoogste niveau)
- Lijnniveau (middelste niveau)
- Mastniveau (laagste niveau)

Voor het traceren van bovengrondse hoogspanningsverbindingen is het centrale schaal- en ontwerpniveau, het lijnniveau, dat aansluit op het regionale landschap. Een schaalniveau hoger is de gehele verbinding, het tracéniveau, dat aansluit op bovenregionale en nationale landschap. Een schaalniveau lager is het mastniveau dat aansluit op het lokale landschap.

³ *Verdieping 2*

⁴ *Verdieping 3*



Landschappelijke inpassing is samenhang tussen schaalniveaus

Het inpassingsvraagstuk van bijvoorbeeld een hoogspanningsschakelstation speelt zich op een lager lokaal schaalniveau af. Het centrale schaal- en ontwerpniveau is dan de directe omgeving van het station, het hogere schaalniveau is het landschap en het lagere schaalniveau is bijvoorbeeld de kavel. Een belangrijke voorwaarde voor het ontstaan van ruimtelijke kwaliteit is een herkenbare samenhang tussen de verschillende schaalniveaus.

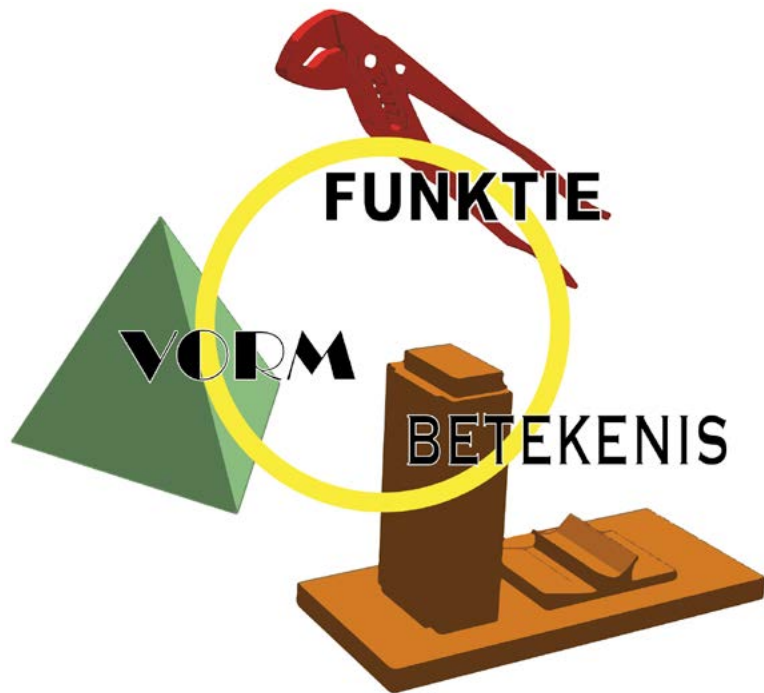
4.3 Wat is Landschap?

Het begrip landschap kennen we in vele vormen en betekenissen. Denk aan: geografische landschappen, stadslandschap, kantoorlandschap, ecologische landschappen, waterlandschappen. In landschapsplanning en -ontwerp in Nederland wordt meestal gewerkt met de definitie uit de Nota Landschap uit 1992:

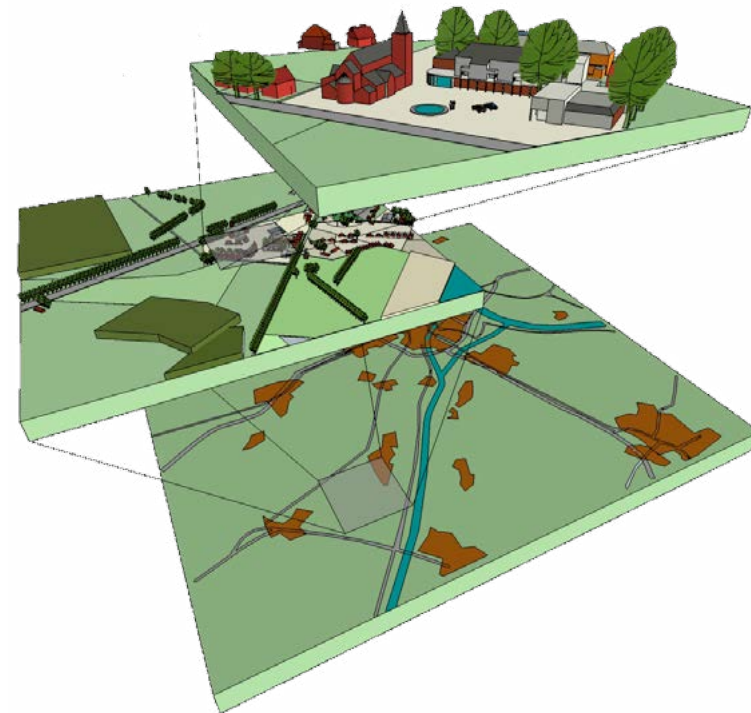
Landschap is het waarneembare deel van de aarde, dat wordt bepaald door de onderlinge samenhang en wederzijdse beïnvloeding van de factoren bodem, reliëf, water, klimaat, flora en fauna alsmede door het menselijk handelen.

In 2000 is het verdrag van Florence gesloten waarin een vergelijkbare omschrijving is opgenomen.⁵

⁵ *Verdieping 4*



Figuur 1 Samenhang vorm-functie-betekenis, voorwaarde voor ruimtelijke kwaliteit. Elk fysiek object heeft een vorm. De vorm van een object hangt samen met de functie ervan is. Aan objecten kan een betekenis worden toegekend, die betekenis wordt herkenbaar dankzij de specifieke vorm



Figuur 2 Samenhang tussen schaalniveaus is de basis voor het ontstaan van ruimtelijke kwaliteit

Verdieping 3. Samenhangende schaalniveaus

Naast de samenhang tussen vorm, functie en betekenis is de samenhang tussen een object en zijn omgeving van belang voor het ontstaan van schoonheid. Elk object is onderdeel van een ruimtelijk geheel. Dat geldt zowel voor een stoel in een huiskamer als een hoogspanningsmast in een landschap. Drie schaalniveau zijn bepalend voor de kwaliteit van het object en spelen altijd een rol in het ontwerp.

Zo is de vormgeving van een koffiekannetje afhankelijk van de plaats van gebruik. Beide kannen zijn functioneel geschikt: ze kunnen koffie bevatten, hebben een handvat om te kunnen schenken en er zit een schenktuit aan, die morsen voorkomt. Toch zijn ze nogal verschillend.

De linker kan is heel persoonlijk, gemaakt voor of gekozen door een gebruiker voor het koffiemoment in een privéomgeving en heeft waarschijnlijk een bijzondere betekenis als onderdeel van een Wedgewood of Jugendstil-servies. De rechter is algemeen, afstandelijk en anoniem, nuttig voor gebruik in kantoor of kantine.

De vormgeving van de kan zelf, met handvat en schenktuit, is het primaire centrale schaal- en ontwerpniveau. Op het schaalniveau lager speelt bijvoorbeeld het materiaalgebruik en de daarmee samenhangende kleurkeuze, porselein of roestvrij staal, en mogelijke decoraties. Op een



schaalniveau hoger is de gebruikslocatie van belang en de thermische kwaliteit en of hij in de vaatwasser mag.

De samenhang tussen die schaalniveaus, dat wil zeggen of de ontwerpkeuzes tussen deze niveaus elkaar versterken, is bepalend voor de kwaliteit van het object. In het voorbeeld van de koffiekannetje: het toepassen van porselein, decoraties en de fragiele vormgeving, geven tezamen een persoonlijk uitstraling. Dat de kan niet in een vaatwasser mag, is dan minder belangrijk.

Verdieping 4. De Europese Landschapconventie; Verdrag van Florence

Landschap is een gebied, zoals dat door mensen wordt waargenomen, waarvan het karakter bepaald wordt door natuurlijke en/of menselijke factoren en de interactie daartussen.

Het Verdrag van Florence in 2000 is het eerste internationale verdrag waarin het thema landschap integraal behandeld wordt. Het doel van dit verdrag is bevordering van bescherming, beheer en inrichting van landschappen en het organiseren van Europese samenwerking op dit gebied. De Europese landen hebben zich hiermee onder meer verplicht landschappen te erkennen als uitdrukking van de diversiteit van hun gezamenlijk cultureel en natuurlijk erfgoed, en daarnaast een beleid te hebben voor de bescherming en het beheer van het landschap.

Elk land dient maatregelen te treffen onder andere op het gebied van de:

- *Bewustmaking van organisaties en overheden van de waarde van landschappen*
- *Training en onderwijs te bevorderen*
- *Landschappen te identificeren*
- *Bijzondere waarden vast te stellen en kwaliteitsdoelstellingen te omschrijven*

Voor de uitvoering is men verplicht instrumenten in te voeren, gericht op de bescherming, het beheer en/of de inrichting van het landschap. Daarnaast is er een hoofdstuk over Europese samenwerking op dit terrein. In Nederland is naar aanleiding van dit verdrag het Landschapsmanifest tot stand gekomen. Dit is opgesteld door 49 maatschappelijke organisaties die samen vinden dat het thema landschap hoger op de agenda moet komen.

Waarneming en beleving

Een onderscheid in zintuiglijke en niet-zintuiglijke waarneming is hier zinvol. Het landschap wordt primair zintuiglijk waargenomen: we zien, horen (vogels én verkeer), voelen (wind, temperatuur), ruiken (bloesem, intensieve veehouderij) en proeven (zeelucht). Ook belangrijk is het interpreteren van de buitenwereld, de betekenis die we eraan hechten. Dat zou je niet-zintuiglijke waarneming kunnen noemen. De combinatie van zintuiglijke en niet-zintuiglijke waarneming is wat we beleving noemen. We maken van onze omgeving een mentale voorstelling. Deze mentale voorstelling is per definitie individueel (subjectief), maar kan ook collectief worden ervaren, zoals we hierna nader zullen uitwerken.⁶

Gebiedskarakteristiek - Genius Loci

De eigenschappen en kwaliteiten van een landschap liggen verankerd in een samenhangend stelsel van verschillende landschapselementen. Dit stelsel vormt de basis voor de herkenbaarheid van een plek, voor de beleving van schoonheid en het gevoel zich ergens thuis te voelen. Het geeft elk landschap, elke plek, haar eigen unieke karakter, een specifieke gebiedskarakteristiek. Betrekken we dit op het schaalniveau van het landelijk hoogspanningsnet dan moeten we aansluiting zoeken bij het specifieke karakter van een gebied, van een regio, zichtbaar in het Landschappelijk Hoofdpatroon. Dit Landschappelijk Hoofdpatroon bestaat uit het geheel van regionale en bovenregionale landschapselementen zoals rivieren, grote infrastructuur, dorpen en steden en gebiedstypen in hun onderlinge samenhang.⁷

⁶ *Verdieping 5*

⁷ *Verdieping 5*

Verandering, landschap is cultuurhistorie

Het landschapsbeeld is een momentopname van een aldoor veranderende situatie. Het is het resultaat van steeds wijzigend menselijk gebruik, in relatie tot verschillende natuurlijke processen. Veranderingen in het landschap zijn in feite onvermijdelijk door continue, natuurlijke processen - die vaak traag verlopen - én door menselijk ingrijpen. De mens verandert zijn omgeving doelbewust: hij heeft het natuurlijke landschap tot een cultuurlandschap getransformeerd.

Maatschappelijke, technische, sociaaleconomische ontwikkelingen zorgen voortdurend voor ingrijpende veranderingen in het landschap. Zoals op persoonlijk vlak - veranderde gezinsomstandigheden, materiële welstand, smaak, mode - leiden tot aanpassing van de woning, zo leiden veranderingen op maatschappelijk en sociaaleconomisch niveau tot aanpassing van de woonplaats, het cultuurlandschap.

Door dit voortdurende veranderingsproces is het landschap opgebouwd uit naast - en op elkaar - liggende patronen en restanten van patronen van zeer uiteenlopende achtergrond en ouderdom. Hierdoor weerspiegelt het landschap de geschiedenis: het landschap is cultuurhistorie. Natuurlijke en actuele maatschappelijke ontwikkelingsprocessen zijn vaak herkenbaar in het landschap. Sommige veranderingen, zoals het opvullen van een rivierbedding met zand en klei, of het wegslaan van duinen door de zee, gebeuren relatief snel en zijn duidelijk te zien. Ook het dichtgroeien van afgesneden rivierarmen of het bebost raken van open heidevelden, zijn natuurlijke processen die zich binnen enkele tientallen jaren afspelen.

Andere veranderingen verlopen veel langzamer en zijn daardoor nauwelijks waarneembaar. Denk daarbij aan tektoniek of klimaatverandering. Het meest duidelijk zichtbaar zijn de ingrepen van de mens. Soms goed gebruikmakend van door de natuur geboden mogelijkheden, soms ook juist daarmee

contrasterend, verandert de mens zijn omgeving en past die steeds weer aan zijn wensen en behoeften aan. Veranderingen in bijvoorbeeld landbouwmethoden leiden tot een andere verkaveling en daarmee vaak tot wijziging in de ruimtelijke opbouw.

Het landschap dat we op dit moment waarnemen, kunnen we daarom beschouwen als een fase in een langdurig en continu ontwikkelingsproces. We moeten ons ervan bewust zijn dat het landschap niet statisch is, maar

continu verandert. Dat is een wezenlijke karakteristiek van het landschap. Belangrijk is dat men de ingrepen, de betekenis én de waardering die men aan het landschap hecht, kan herkennen.

Landschapswaardering

De karakteristiek van cultuurlandschappen wordt gevormd door herkomst en de belevingswaarden die er aan worden toegekend. Onderling zijn deze nauw verbonden en geworteld in een lang historisch ontwikkelings-

Verdieping 5. Mentale Voorstelling, landschap en perceptie

Het concept van een mentale kaart (Engels: mental map), geeft aan hoe de perceptie van een persoon is van zijn geografische omgeving, de manier waarop hij zijn ruimtelijke omgeving structureert. Het is geen geografische kaart, maar het cognitieve beeld dat een individu in zijn gedachten heeft. Hoewel het meer op zijn plaats lijkt bij de sociale wetenschappen, wordt het begrip meestal bestudeerd door geografen om te bepalen hoe het publiek subjectief waarneemt. Het proces van mental mapping is afhankelijk van perceptie en cognitie. De geografische werkelijkheid komt hierbij niet overeen met de mentale kaart. Er is dan ook veel verschil tussen de mentale kaarten van verschillende individuen, omdat iedereen een ander beeld van de werkelijkheid vormt. Op basis van de mentale kaart beweegt het individu zich door zijn omgeving.

Vaak worden nieuwe hoogspanningslijnen of nieuwe windmolens 'visuele hinder' of 'horizonvervuiling' genoemd. De werkelijkheid, de feitelijke situatie in het landschap, komt dan niet meer overeen met de mentale voorstelling. Dat geldt ook voor het begrip 'verrommeling', dat kan worden gezien als onbegrepen ruimtelijke ordening. Begrippen als visuele hinder, horizonvervuiling en verrommeling hebben een vluchtig karakter. Ze zijn immers afhankelijk van het cognitieve beeld van een individu en dat kan, en soms vrij snel, veranderen. De mentale voorstelling, de beleving van de omgeving, is tijdelijk en daarmee geen goed ontwerpcriterium voor het situeren en vormgeven van nieuwe infrastructuur. Beter is aan te sluiten op duurzame, langzame veranderende landschapspatronen, zoals het Landschappelijk Hoofdpatroon.



Verdieping 6. Mooi!

“We vinden vooral mooi wat we gewend zijn mooi te vinden, iets wat we al kennen. Hoe minder we weten, hoe slechter we kunnen beoordelen wat mooi is en wat niet. Een goed oordeelsvermogen heb je niet gewoon, je moet het opbouwen.

Met schoonheid is het net als met eten. Of bij een gepocheerde ganzenleverterrine met peren, koolraap en gerookte duivenborst een biertje of een riesling past, kan alleen iemand beoordelen die culinair ervaren is. Waarom een vrouw geen modelmaten hoeft te hebben om mooi te zijn, kan alleen een esthetisch ontwikkeld mens verklaren. Een kookkunstenaar leert ons om te proeven, beeldhouwers, schilders en architecten leren ons te zien.

De genieën onder hen ‘geven ons als het ware (hun) ogen’ schreef de filosoof Arthur Schopenhauer (1788-1860) in zijn Metaphysik des Schönen. Volgens Schopenhauer treedt schoonheid ons ‘gemakkelijker tegemoet in een kunstwerk dan rechtstreeks in de natuur of in de werkelijkheid’, omdat de geniale kunstenaar schoonheid met zijn nauwkeurige blik ‘uit de werkelijkheid gedestilleerd heeft, met weglating van allerlei storende toevalligheden en zo het wezenlijke en karakteristieke van die werkelijkheid puurder weergeeft dan de werkelijkheid zelf’. Iedereen krijgt een gevoel voor schoonheid mee in de wieg. Bij experimenten reageren baby’s positief op dezelfde (symmetrische) gezichten die volwassenen ook mooi vinden. Sommige mensen blijven met hun schoonheidsgevoel levenslang op zuigelingenniveau. Anderen doen moeite om het te verfijnen en verder te ontwikkelen. Wie beter wil leren zien, moet de ogen van een kunstenaar lenen.”

Rebekka Reinhard 2014 in ‘Mooi!’

proces.⁸ Landschappen krijgen een hogere waardering als de ontwikkeling ervan herkenbaar en ‘leesbaar’ is.⁹ Dat wil zeggen als we de ontginnings-geschiedenis en het bijbehorend ruimtegebruik, verkavelings- en bewoningspatroon kunnen zien. De ‘leesbaarheid’ van het landschap en van de relaties tussen verschillende landschapspatronen maken het mogelijk dat de mens zich in de ruimte goed kan oriënteren en zich daar thuis kan voelen.¹⁰

⁸ Dauvalier 2008

⁹ Farjon 2003

4.4 Wat is inpassing?

Het ontwerp van de onderdelen van het elektriciteitsnet wordt primair bepaald door eisen van elektrotechniek, materiaalkeuze, onderhoud en veiligheid, alsmede door elektromagnetische velden, net-configuratie e.d. Daaruit vloeien keuzes voort voor bijvoorbeeld stationstype, mastontwerp en veldlengte en ook de gewenste locatie binnen het bestaande netwerk. Het is niet simpelweg een kwestie van de kortste lijn van A naar B, immers

¹⁰ Coeterier 1981, zie ook Verdieping 6

ontwerp en ligging van stations en verbindingen in het landschap worden sterk bepaald door aspecten van ruimtelijke ordening, zoals leefomgeving, ecologie, bodem en water, landschap en cultuurhistorie.

Deze factoren bepalen de locatiekeuze van een station of een opstijgpunt, van het tracé van een kabel of een lijn in het landschap en de afweging voor het wel of niet bundelen met andere infrastructuur. Inpassing begint met een goed ontwerp. Binnen de gestelde randvoorwaarden worden installaties zodanig vormgegeven en gelokaliseerd, dat een vanzelfsprekende en ontspannen verhouding tussen elektriciteitsnet en landschap ontstaat.



Inpassing is een driedelige opgave

Inpassing is een driedelige opgave: ontwerpen aan het elektriciteitsnet, aan de plaats in het landschap én aan het landschap

Goede inpassing bestaat uit:

1. Ontwerp van onderdelen van het elektriciteitsnet
2. Deze elementen op de juiste manier in het landschap plaatsen. Dat wil zeggen, het ontwerpen met een integrale aanpak waarin alle relevante aspecten zoals landschap, natuur, bodem en water worden betrokken. Dat is een proces van ontwerpen in samenhang met en aansluitend op andere ruimtelijke plannen in de betreffende regio
3. Mogelijkheden benutten voor versterking van de landschapsopbouw waardoor een beter evenwicht ontstaat tussen het landschap en een nieuwe verbinding of nieuw station

4.5 Beleidskader

Het belangrijkste beleidskader voor hoogspanningsverbindingen is het Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (SEV). Daarnaast spelen de Wet ruimtelijke ordening / Wet omgevingsrecht een belangrijke rol en de wet- en regelgeving voor de natuur (Flora- en faunawet en Natura 2000). Het eerste SEV dateert uit 1980, inmiddels is het SEVIII het actuele beleidskader. Daarin is voor nieuwe hoogspanningsverbindingen een aantal uitgangspunten opgenomen, namelijk:

Structuurschema Elektriciteitswerken SEV III:

nieuwe verbindingen van 220 kV en hoger worden:

- In beginsel bovengronds aangelegd
- Waar mogelijk met bestaande hoogspanningsverbindingen op één mast gecombineerd
- Waar mogelijk en zinvol met bestaande verbindingen en/of met bovenregionale infrastructuur gebundeld

De laatste twee punten moeten voorkomen dat nieuwe doorsnijdingen van het landschap ontstaan. Mochten nieuwe doorsnijdingen toch onvermijdelijk zijn, zullen ter compensatie 150 kV-verbindingen verkabeld worden, zo is vastgelegd in SEV III. De rijksoverheid kan bij projecten van nationaal belang de besluitvorming coördineren in de Rijkscoördinatieregeling.¹¹

¹¹ *Verdieping 7*



Aanpak landschappelijke inpassing

Er komt een nieuwe hoogspanningsverbinding. Hoe komen we tot een goed landschappelijke inpassing? U leest het stap voor stap. Aan de hand van een fictieve situatie van een woonwijk naast een bospark laten we u zien hoe we tot een goede landschappelijke inpassing komen.

Legenda			
	bos		tijdelijke werkerrein
	laag bos, struiken, tuinen		tijdelijke werkweg
	gras		weg
	bebouwing		voet/fietspad
	water		zichtlijn
	laanbomen		locatie doorsonde
	park- en tuinbomen		hoogspanningslijn met mastlocatie en zro-zone

Stap 1

Onderzoek naar aanwezige waarden:

- flora en fauna
- beeldbepalende beplanting
- cultuurhistorische aspecten



Parkbos

Woonwijk

Stap 3

Om de masten te kunnen plaatsen is het noodzakelijk tijdelijke werkwegen en werkerreinen aan te leggen. Deze worden zo aangelegd dat schade aan beplanting zo veel mogelijk wordt voorkomen. In het landschapsplan nemen we herstel van schade op. Het kan helaas noodzakelijk zijn aanwezige beplanting te verwijderen. In het landschapsplan (stap 4) wordt herstel van die schade opgenomen.



De routes van tijdelijke werkwegen en de locatie en vorm van tijdelijke werkerreinen kiezen we zo zorgvuldig mogelijk zodat we eventuele schade aan beplanting zo veel mogelijk minimaliseren. Als het nodig is nemen we al voor de start van de bouw maatregelen voor de in het bos aanwezige fauna. Er kunnen bijvoorbeeld nestkasten voor uilen worden opgehangen op die plaatsen waar broedlocaties worden verstoord.

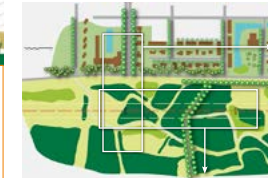


Tijdelijk werkerrein

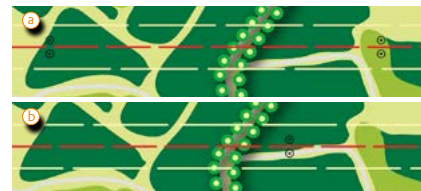
Stap 2

Bij de keuze van de mastlocaties houden we zo veel mogelijk rekening met:

- waardevolle (laan)beplantingen
- uitzicht vanuit een woonwijk.



Voorbeeld: Een mast staat precies in de lengterichting van de as van een hoofdweg in de woonwijk. Beter is de mast uit de as van de weg te schuiven.



Voorbeeld: Een nieuwe hoogspanningslijn kruist een beeldbepalende bomenlaan. Een mast op staat op circa 160 m van de laan. De geleiders hangen ter plaatse van de laan heel laag waardoor de bomen zouden moeten worden gekapt (afb.a). Omdat te voorkomen wordt de mast dichterbij de bomenlaan geplaatst (afb.b). De geleiders hangen dan hoger en er kan worden volstaan met het regelmatig snoeien van de bomen.



Stap 4

Als onderdeel van de realisatie van de nieuwe hoogspanningsverbinding stellen we een landschapsplan op. In dit plan nemen we ook herstel en schade op. De herinrichting van het parkbos maakt onderdeel uit van dit plan. We houden hierin uiteraard rekening met de beperkingen in hoogte van de beplanting onder geleiders. Er komt een nieuwe rangschikking van bos, laagbos en gras die het parkbos weer een maximale ruimtelijke kwaliteit geeft. Waar mogelijk komt er extra beplanting zodat het zicht vanuit de woonwijk op de hoogspanningsverbinding zo veel mogelijk beperkt wordt.



ZRO-zone

Figuur 3. Voorbeeld poster 'Aanpak Landschappelijke inpassing' zoals gebruikt bij informatieavond najaar 2014

4.6 Planningsproces

Voor het realiseren en borgen van landschappelijke kwaliteit is samenhang vereist tussen verschillende fasen in het totale plannings- en bouwproces. Een landschappelijke ontwerpbenadering moet in elke fase worden meegenomen, vanaf de eerste corridorstudie of een locatiestudie, via tracering, milieueffectrapportage, landschapsplan en groenbestek tot aan het uiteindelijke beheer.



Voer landschappelijke aspecten door in alle projectfasen

Elke fase heeft een specifiek document waarin de ontwerpkeuzes zijn gemotiveerd, verbeeld en verankerd.

Corridorstudie/Traceringsdocument

Vaak is dit document als 'Achtergronddocument Alternatieven' aan een milieueffectrapport toegevoegd. Dit document bevat de afgewogen alternatieven en het uiteindelijke voorkeurstracé.

Milieueffectrapport: Achtergronddocument

Landschap en cultuurhistorie In dit document worden de milieueffecten van een aantal alternatieven beschreven en beoordeeld. Dit komt nader de orde in Hoofdstuk 5: Effectbepaling en effectbeoordeling.

Landschapsplan

Een Landschapsplan omvat alle noodzakelijke inrichtingsmaatregelen voor een goede inpassing van een onderdeel van het elektriciteitsnet. Voor elk project onder de Rijkscoördinatieregeling wordt een Inpassingsplan opgesteld. Bij een Inpassingsplan is altijd een Landschapsplan als bijlage

Kader Landschapsplannen

Het landschapsplan omvat ruimtelijke maatregelen op het gebied van landschap en cultuurhistorie. Maatregelen in het landschapsplan hebben een projectrelatie: Maximaal 1,5 km aan weerszijden verbinding voor puntobjecten. Deze eis geldt niet voor landschappelijke structuren. Alle maatregelen kunnen planologisch worden gerealiseerd, de intentie is om enkel maatregelen uit te voeren die obstakelvrij zijn en gedragen worden in de regio.

opgenomen, daarmee zijn alle in het Landschapsplan opgenomen maatregelen planologisch verankerd. Ook voor kleinere projecten, die niet onder de Rijkscoördinatieregeling vallen is het nuttig een landschapsplan op te stellen.

De landschapsplannen worden opgesteld in goed overleg met de betrokken lokale en regionale overheden en relevante natuur- en landschapsorganisaties. Het opstellen van een landschapsplan is immers geen op zichzelf staand proces. Het is van belang deze opgave zo goed mogelijk te laten aansluiten op andere ontwikkelingen in het plangebied, zoals bijvoorbeeld de aanleg van een nieuwe (snel)weg, nieuwe woningbouwontwikkelingen, een bedrijventerrein of natuurontwikkelingsprojecten. Als een project onder de RCR valt wordt er doorgaans een MER opgesteld. De inrichtingsmaatregelen in het landschapsplan worden beschouwd als mitigerende maatregelen voor deze effecten zoals beschreven in het MER.

Het spreekt vanzelf dat inrichtingsmaatregelen die in een landschapsplan worden opgenomen gerelateerd zijn aan het betreffende project. Meestal

zullen de inrichtingsmaatregelen binnen een zone van circa 1,5 km breed aan beide zijden van een nieuwe verbinding worden gesitueerd. Deze afstand is onder andere bepaald door de 'Kritische kijkafstand'.¹²

Ecologisch Mitigatie- en compensatieplan

Voor elk project wordt een Ecologisch Mitigatie- en compensatieplan opgesteld met alle in het kader van de Flora- en faunawet noodzakelijke maatregelen. Een deel daarvan omvat inrichtingsmaatregelen. Deze worden verwerkt en ook in het Landschapsplan opgenomen.

Groenbestek

In een groenbestek wordt het globale Landschapsplan geconcretiseerd in tekeningen, technische details en beplantingsplannen ten behoeve van de uitvoering.

Beheerplan

Dit plan bevat de doelen voor de instandhouding van een bepaald terrein; daarin worden met name ook landschappelijke aspecten opgenomen.

Verdieping 7. Rijkscoördinatieregeling - RCR

Projecten voor energie-infrastructuur die van nationaal belang zijn, worden gecoördineerd door de minister van Economische Zaken (EZ).

In de Rijkscoördinatieregeling worden de verschillende besluiten (vergunningen en ontheffingen) die voor een project nodig zijn tegelijkertijd en in onderling overleg genomen. Het gaat naast vergunningen en ontheffingen vaak ook om een Inpassingsplan van het Rijk. Dit is een ruimtelijk besluit van het Rijk, vergelijkbaar met een bestemmingsplan.

Alle besluiten voor een project worden in principe tegelijkertijd in ontwerp ter inzage gelegd. Op dat moment kan iedereen daarop een zienswijze geven. De overheden nemen daarna de definitieve besluiten, ook weer tegelijkertijd, rekening houdend met de ontvangen adviezen en zienswijzen. Als een burger of organisatie die belanghebbend is bij het besluit het niet eens is met een of meer van de besluiten, kan hij beroep instellen bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. Er is dus geen bezwaarfase.

¹² Antrop, M. 1999

5. Ontwerpen aan het elektriciteitsnet



5.1 Algemeen

Het landelijk hoogspanningsnet (het elektriciteitsnet met een spanning van 110 kV en hoger¹³ bestaat uit een aantal in het landschap zichtbare bovengrondse elementen zoals hoogspanningslijnen met de opstijg- en afstap-punten en schakel- en transformatorstations; daarnaast zijn er heel veel ondergrondse kabelverbindingen. De landschappelijke ontwerpogave betreft al deze onderdelen. De aandacht gaat vooral uit naar de bovengrondse elementen, die hebben immers de meeste impact op het landschap. Maar ook voor ondergrondse kabelverbindingen ligt er een landschappelijke ontwerpogave.

Bij de lijnvormige onderdelen gaat het hoofdzakelijk over het traceringsvraagstuk en het vormgeven van de lijn, bij de installaties is het een locatievraagstuk en het goed aansluiten op de directe omgeving. Voor het ontwerp-vraagstuk van een hoogspanningslijn worden tracéniveau, lijnniveau en mastniveau gehanteerd. Een inpassings- of locatievraagstuk van bijvoorbeeld een station speelt zich af op een lager schaalniveau, het lokale landschap of een stadsrand. Elk ontwerp-vraagstuk heeft zijn eigen centrale ontwerp-niveau, een hoger en een lager.¹⁴

5.2 Het Nederlandse elektriciteitsnet

De ontwikkeling van de elektriciteitsvoorziening in Nederland heeft zich lange tijd op gemeentelijk en provinciaal niveau afgespeeld. Het hoogspanningsnet is vanaf het begin van de vorige eeuw per provincie opgebouwd en uitgebreid. Van verbindingen tussen provincies was lange tijd nauwelijks sprake. Al sinds 1916 werd er nagedacht over een landelijk koppelnet van verbindingen tussen de belangrijkste energiecentrales. Met

een koppelnet wordt de bedrijfszekerheid van de elektriciteitsvoorziening vergroot en kan het totale reservevermogen worden verkleind. Door meer energiec centrales op één gezamenlijk net aan te sluiten kan het uitvallen van één van die centrales eenvoudiger worden opgevangen en kunnen energieoverschotten -en tekorten beter worden verdeeld.

Pas na de Tweede Wereldoorlog werd besloten tussen de tien grootste productiebedrijven een landelijk 110/150 kV koppelnet aan te leggen. Daarvoor werd een overkoepelende bedrijfsorganisatie, de N.V. SEP (Samenwerkende Elektriciteitsproductiebedrijven) opgericht. Vanaf de jaren '60 werd gewerkt aan een 220/380 kV landelijk koppelnet met enkele internationale verbindingen. In 1983 werd met de aanleg van de 380 kV verbinding tussen Dodewaard en Ens, dit landelijk koppelnet afgerond. De netwerk activiteiten van SEP zijn in 1998 overgegaan in TenneT TSO, de huidige beheerder van het landelijk hoogspanningsnet.

Een blik op kaart van het Nederlandse hoogspanningsnet laat duidelijk zien dat de oudere lijnen van voor 1960 langere rechtstanden met minder afwijkingen, hebben, dan recenter gebouwde lijnen. Dat komt voor een deel door het spanningsverschil. Lijnen van 110/150 kV, waren oorspronkelijk regionale, provinciale transportlijnen met lokale aftakkingen, terwijl de 220/380 kV lijnen landelijke knooppunten en centrales verbonden. Van grotere invloed is de ruimtelijke ontwikkeling van stad en platteland in de tweede helft van de 20ste eeuw: uitdijende steden en dorpen, intensievere landbouw en de daarvoor aangepaste verkaveling en bebouwing van het land. Ook is de laatste decennia een steeds fijnmaziger infrastructuur netwerk aangelegd.

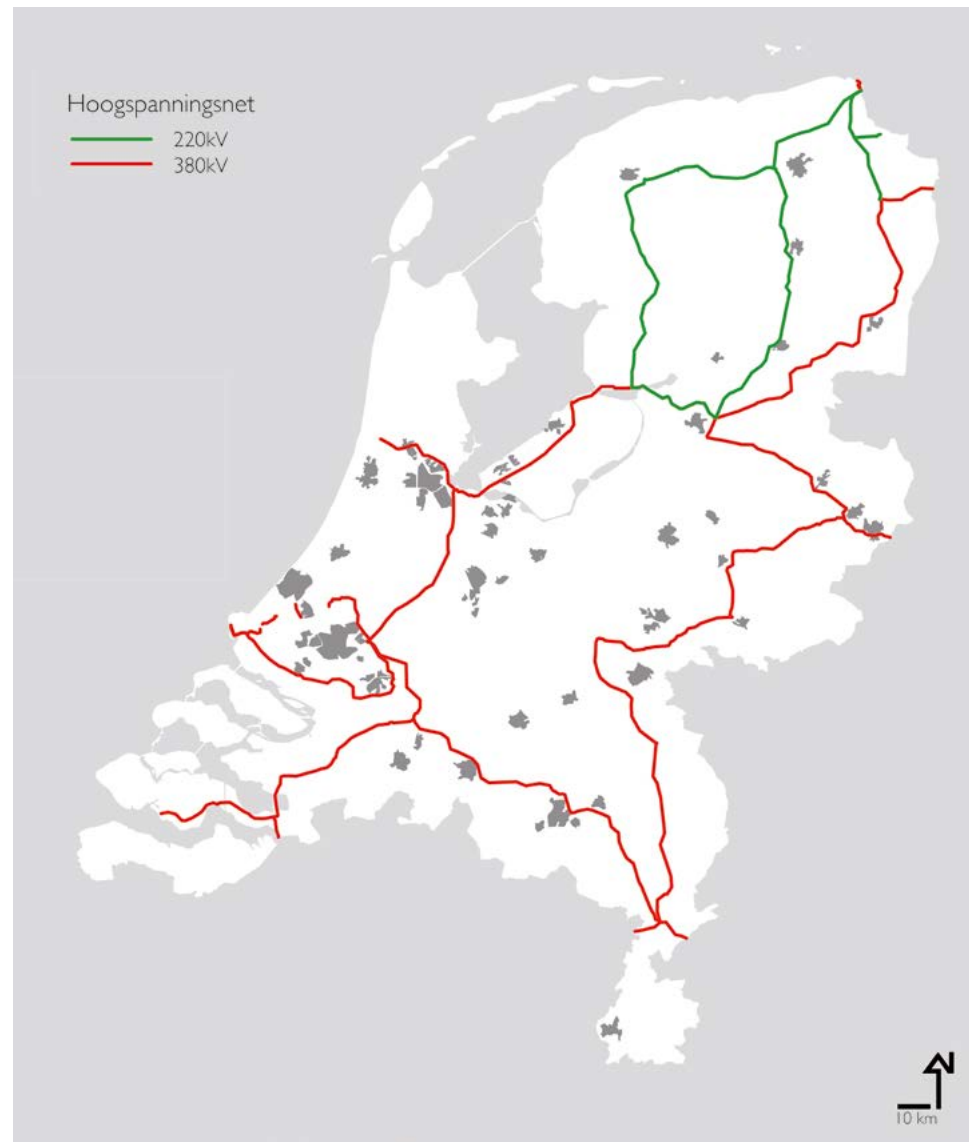
Met name door deze ruimtelijke ontwikkelingen en de bijbehorende wet- en regelgeving wordt bij het inpassen van een hoogspanningslijn steeds vaker afgeweken van de rechte lijn.

¹³ vastgelegd in de Elektriciteitswet 1998

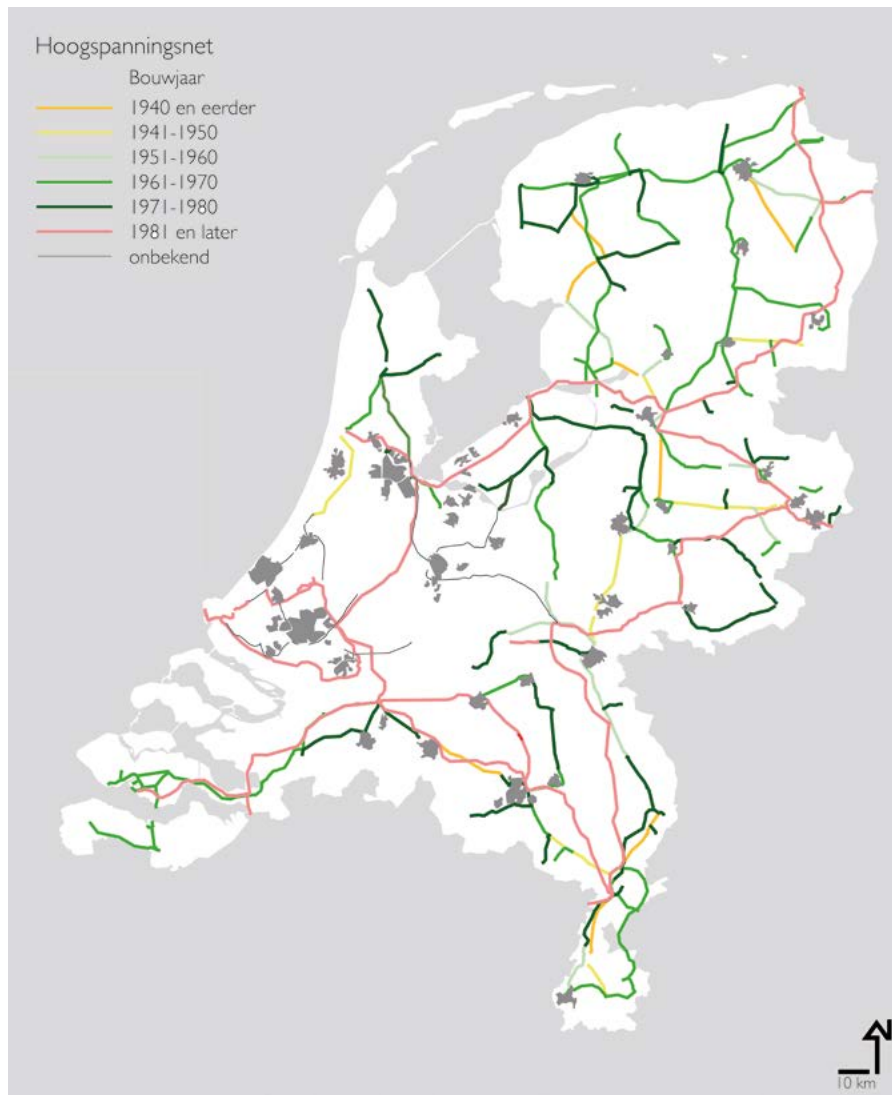
¹⁴ **Verdieping 3**



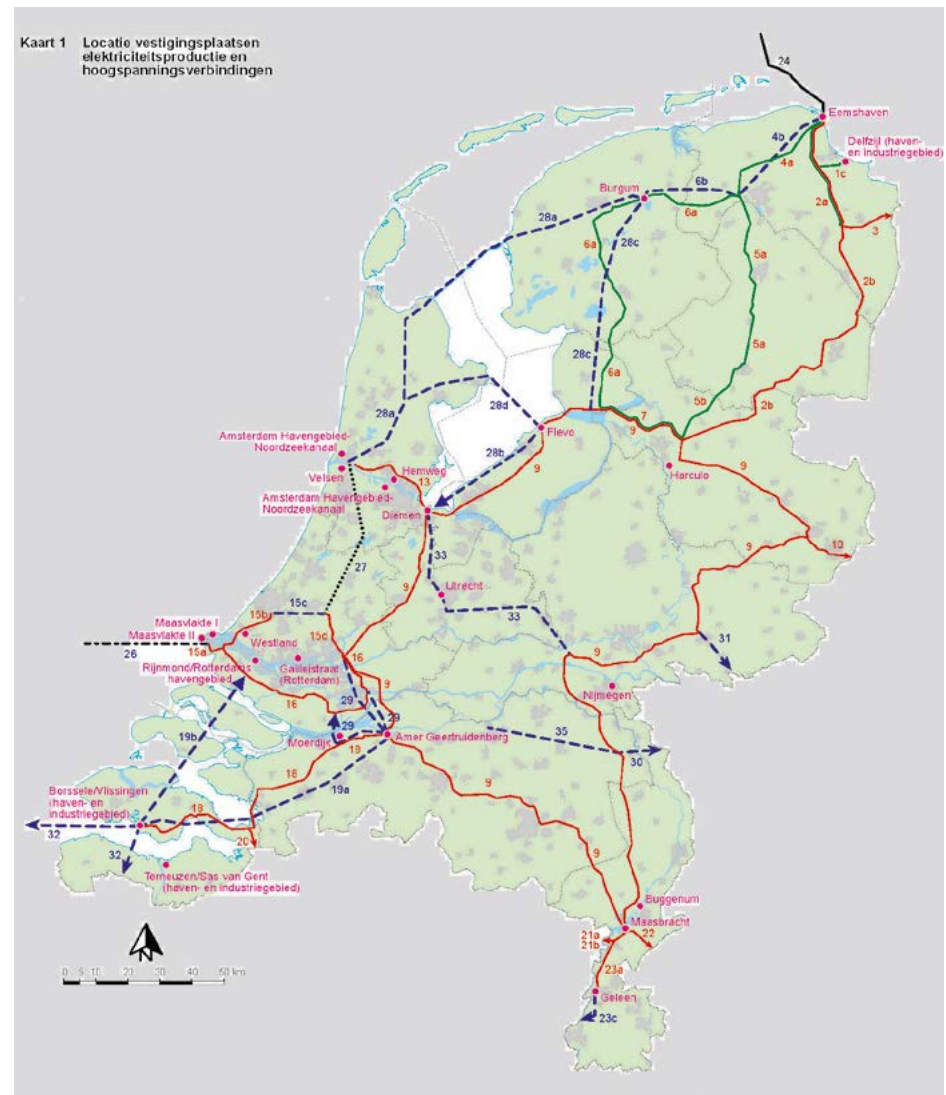
Figuur 4. Hoogspanningsnet Nederland 110 kV en 150 kV in 2016



Figuur 5. Hoogspanningsnet Nederland 220 kV en 380 kV in 2016



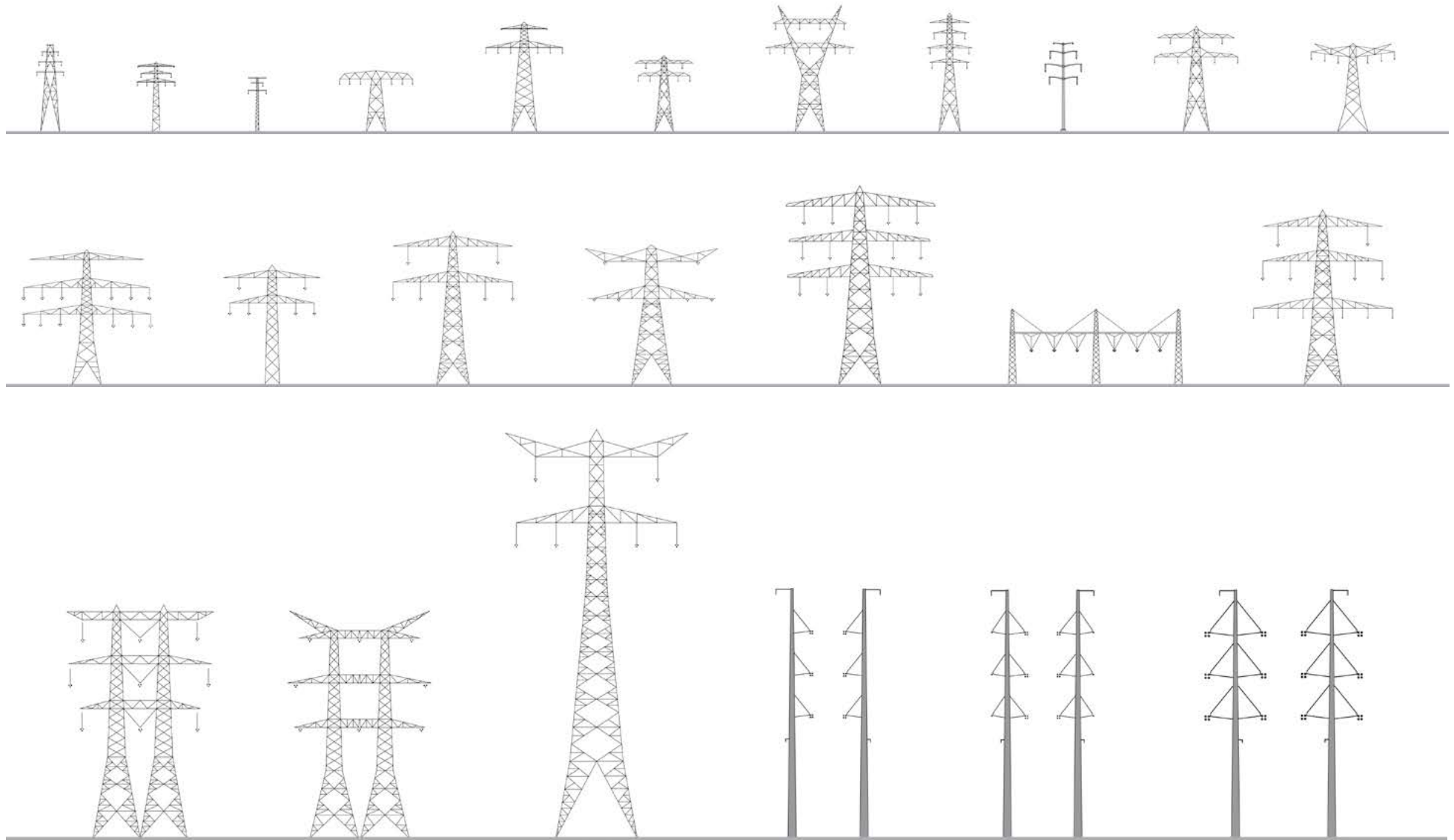
Figuur 6. Ontwikkeling van het Nederlandse hoogspanningsnet 1900-2015



Figuur 7. Kaart SEV III 2009.

Gestreepte en gestippelde lijnen zijn geplande 380 kV verbindingen

Figuur 8. Overzicht veel gebruikte masttypen in Nederland



5.3 Ruimtelijke beperkingen

Het hoogspanningsnet legt ruimtelijke beperkingen op aan de omgeving. Die hebben invloed op een tracé van een verbinding en op de locatie van installaties, zoals stations en opstijpunten. Denk daarbij aan de afstand tot woningen. Dergelijke ruimtelijke beperkingen zijn bepalend in het ontwerp-proces.

5.3.1 Magneetveldzone

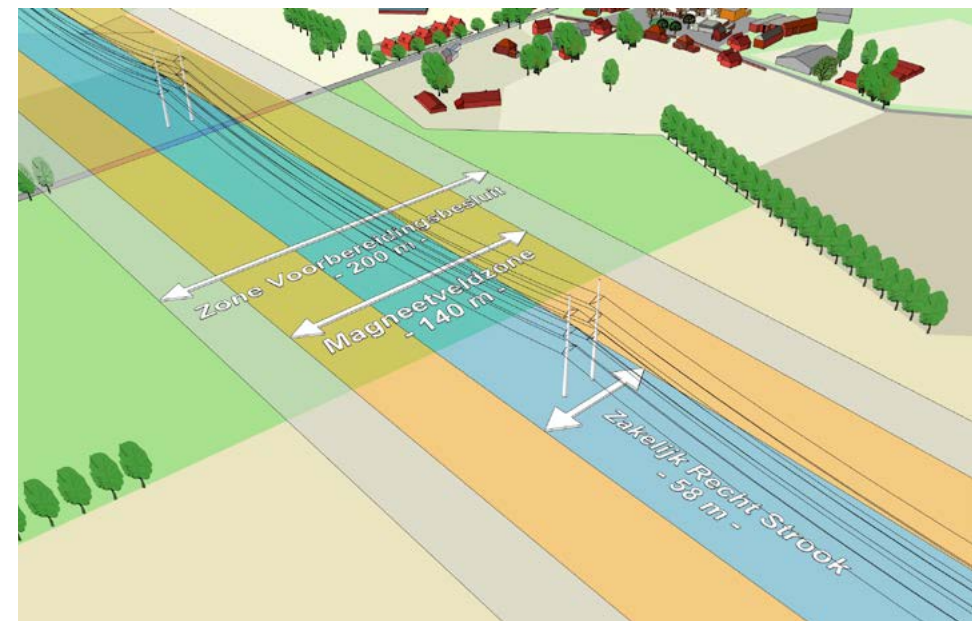
Bij het transport van elektrische energie ontstaat een magneetveld. De sterkte van dit magneetveld wordt uitgedrukt in 'Tesla'. De magneetveldzone is het gebied aan weerszijden van een hoogspanningsverbinding waarbinnen de jaargemiddelde sterkte van het magneetveld groter is dan 0,4 microTesla. Deze waarde van 0,4 microTesla is relevant omdat Nederland voor hoogspanningsverbindingen een voorzorgsbeleid kent. Dit houdt in dat bij de aanleg van een nieuwe verbinding of aanpassing van een bestaande verbinding zoveel als redelijkerwijs mogelijk, vermeden moet worden dat er nieuwe situaties ontstaan waarin woningen, scholen, crèches en kinderopvangplaatsen binnen de magneetveldzone komen te liggen. Bij de Wintrackmast is de indicatieve magneetveldzone voor 380 kV verbindingen in totaal ongeveer 100 m tot 140 m breed.¹⁵

5.3.2 Belemmerde strook

Bij elke hoogspanningslijn of kabel in Nederland is een strook waar belemmeringen gelden die met een 'zakelijk recht overeenkomst' (zro-strook) met de eigenaar van de grond worden vastgelegd. In deze strook is bebouwing en begroeiing aan strenge regels gebonden, omdat er met het

oog op veiligheid altijd een minimale afstand moet zijn tussen de geleiders en bijvoorbeeld daken of bomen en voor kabels moet voorkomen worden dat bijvoorbeeld wortels van bomen schade aanrichten.¹⁶

Het is goed bij het ontwerp van nieuwe onderdelen van het net na te denken over beheer- en beheerkosten en waar mogelijk door middel van inrichting de kosten en inspanning op langere termijn te minimaliseren. Denk hierbij aan het omvormen van bos naar heide of het verschrallen van de ondergrond. Belangrijk is om dan te gaan werken met soorten die thuishoren in het betreffende landschap en tegelijkertijd minder beheer vragen. Denk hierbij op de zandgronden aan toepassen van heide en



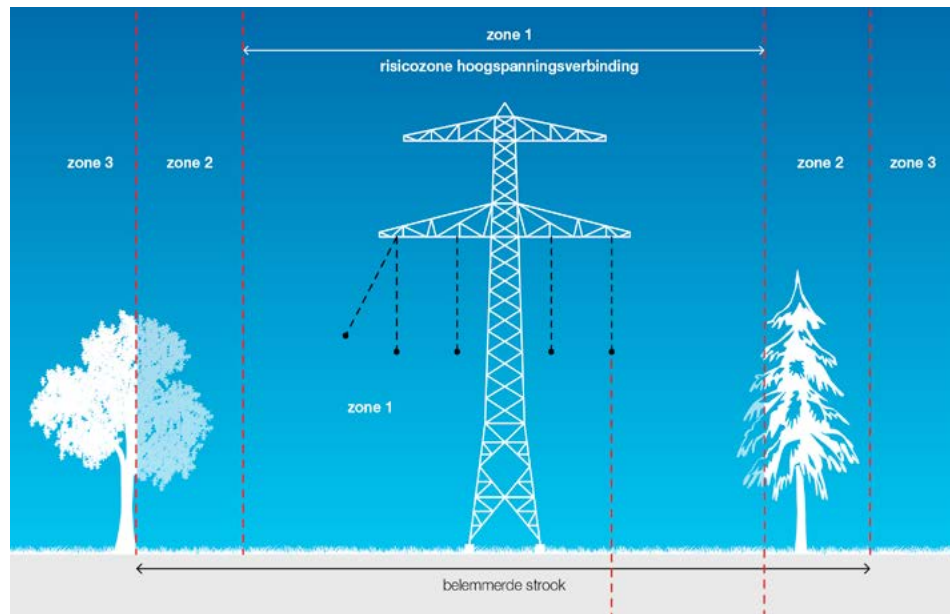
Figuur 9. Overzicht relevante zones van een 4x380 verbinding met Wintrack bi-pole masten

¹⁵ *Verdieping 9 Bi-polemasten, magneetvelden*

¹⁶ *TenneT 2016 Veiligheid en beplanting*

struweel (laagblijvend) en op rijkere gronden aan toepassen van laagblijvend struweel. Voor bedrijven is de nabijheid van een nieuwe hoogspanningslijn daarom een beperking voor de uitbreiding. Ook nieuwe woningen moeten afstand houden.

Onder een hoogspanningsverbinding zijn verder alle bestaande ruimtelijke functies toegestaan. Wel gelden er binnen de zro-strook beperkingen voor het ruimtegebruik, de bereikbaarheid en de veiligheid. De breedte van de belemmerde strook is afhankelijk van het soort verbinding en het gebruikte masttype. Voor een bovengrondse 150 kV verbinding heeft de strook een



Figuur 10. Belemmerde strook, zone waar beperkingen gelden voor bebouwing en beplanting

totale breedte van circa 40 m à 50 m. Bij een verbinding van 380 kV is deze circa 50 m à 75 m breed. De belemmerde strook van een ondergrondse 150 kV verbinding heeft, afhankelijk van de ligging van de geleiders, een breedte van circa 10 m en een 380 kV kabel heeft zro-strook van circa 35 m.

5.3.3 Geluid

De bovengrondse delen van de verbinding kunnen geluidseffecten veroorzaken. Er kan sprake zijn van 'windfluiten' en vooral bij vochtige weersomstandigheden kan een knetterend geluid optreden door elektrische ontladingen (coronageluid). Dit gebeurt rondom geleiders die vervuild zijn of oneffenheden hebben. Er is voor het specifieke coronageluid en windfluiten – anders dan voor industrie-, spoor- of wegverkeerslawaai – nationaal of internationaal geen (wettelijk) toetsingskader. Dit betekent dat er hiervoor geen wettelijke afstandseisen tot bijvoorbeeld woningen gelden.¹⁷ Ook een station veroorzaakt geluid. Naast het coronageluid zorgt een trafo bij elke wisseling van het magnetisch veld (op 50 Hz is dat 100 keer per seconde) een kleine vervorming waardoor geluid ontstaat. Een trafo kan een transformatorbrom veroorzaken, een zware, indringende brom van 100 Hz die als hinderlijk kan worden ervaren voor omwonden. Transformatorstations zijn daardoor gezonde A-inrichtingen met bijbehorende afstandnormen.

5.3.4 Val-afstanden van masten

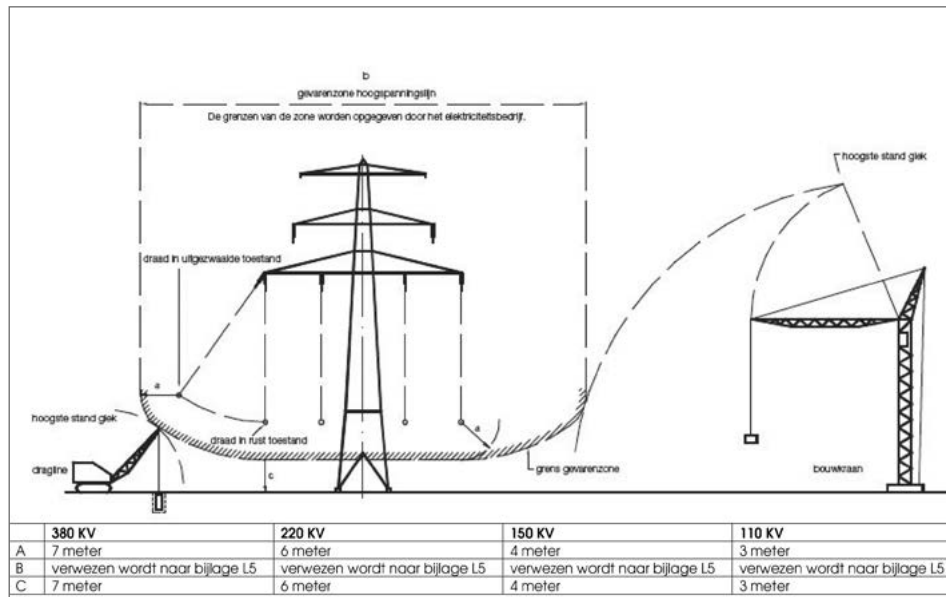
Hoewel de kans op het omvallen van hoogspanningsmasten heel klein is, mag het niet worden uitgesloten. Daarom bepalen valafstanden de onderlinge afstand tussen gebundelde hoogspanningslijnen en de afstand tot

¹⁷ Arcadis 2014

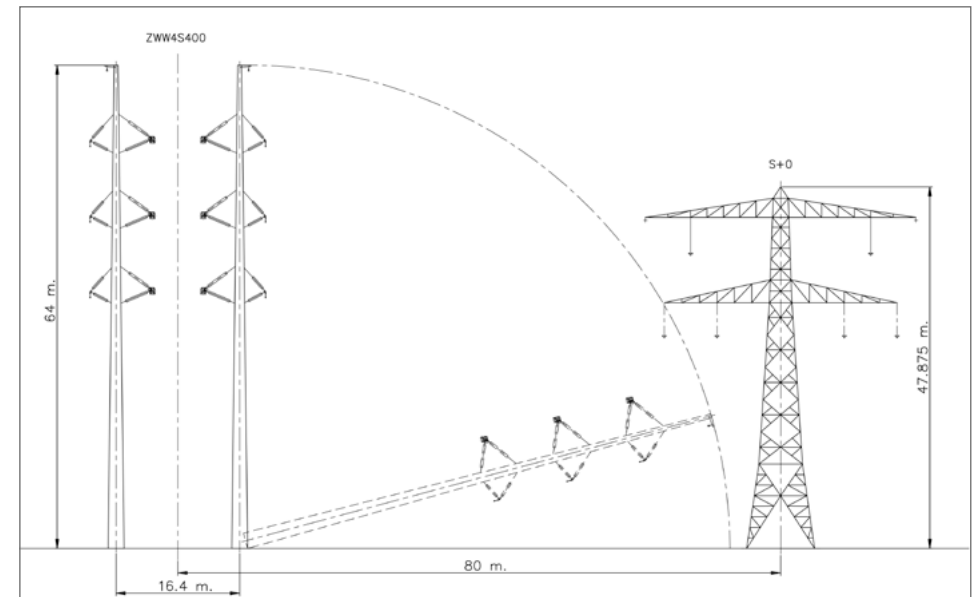
andere infrastructuur, zoals ondergrondse kabels en leidingen, spoorlijnen en autosnelwegen.

De val-afstand wordt primair bepaald door de hoogte van de mast. In de risico-afweging speelt de kans op omvallen in relatie tot de gemiddelde weersomstandigheden (windsnelheden, ijsvorming e.d.) ter plaatse een rol,

maar ook de mogelijke schade. De schade als een mast tegen een andere 380 kV verbinding valt, is anders dan wanneer een mast op een nationale gasleiding of op een spoorlijn valt. De val-afstand verschilt daarmee per project en per situatie. Met name bij bundeling met andere lineaire infrastructuur speelt de val-afstand een grote rol.



Figuur 11. Schematische weergave van de gevarenzones bij hoogspanningslijnen



Figuur 12. Bepaling afstand tussen twee gebundelde lijnen aan de hand van de val-afstand



Figuur 13. Fotomontages van hoogspanningslijnen uitgevoerd in Wintrackmasten vlnr: 2 x 380 kV, 2 x 380 kV + 2 x 150 kV, 4 x 380 kV

Verdieping 8 mastontwerp Wintrack **Toelichting op mastontwerp Beeldkwaliteitseisen Wintrack.**
Zwarts & Jansma Architecten 2014.

“De Wintrack-masten zijn een rank en strak vormgegeven ensemble van masten. Ze zijn terughoudend in het landschap doordat ze gestileerd zijn in het silhouet en minimalistisch in detail. De compacte bundeling van circuits reduceert niet alleen het magneetveld aanzienlijk, ook geeft het een hedendaags en vernieuwend beeld. Zij zijn markant door de V-vormige fase dragers en neutraal in kleurstelling van grijs tinten. In tegenstelling tot de horizontaal georiënteerde vakwerkmasten, benadrukken de Wintrack steunmasten de verticaliteit van de hoogspanningsmasten. Hierdoor worden de masten opgenomen in het open landschap. Slankheid is van een niet te onderschatten belang. De top van de mast is slank en krijgt een minimum aan detail, om zo ogenschijnlijk te verdwijnen in de lucht. Het conische mastlichaam heeft een strakke lijn van voet tot top. De mast is glad afgewerkt, het oppervlak zo strak mogelijk. Om de rust en eenvoud van de mast te bewaren worden de appendages, zoals klim- en onderhoudsvoorzieningen, alleen met in het mastlichaam geïntegreerde verbindingen uitgevoerd. Hoek- en steunmasten worden op dezelfde wijze gedetailleerd, om zo eenduidige taal te krijgen binnen een traject.

De kleurkeuze voor de Wintrackmasten is helder en consequent. De opdeling in mastlichaam en appendages maakt het geheel leesbaar en benadrukt de verticale lijn van de masten. Het mastlichaam wordt RAL 9018 papyrus white. Er wordt onderscheid gemaakt tussen appendages en mastgebonden voorzieningen. De mastgebonden voorzieningen, zoals hijsogen, klimvoorzieningen en telecomvoorzieningen, worden in de kleur van het mastlichaam gehouden. De appendages zijn de braced-V isolatoren, stalen traverses, de fasedragers en andere onderdelen die aan de mast bevestigd worden. Zij krijgen de kleur RAL 7021 zwartgrijs.

De Wintrackmasten hebben een bepaalde conische vorm, die esthetisch fraai is. De mast mag niet te spits en niet te cilindrisch worden. Vanuit esthetisch oogpunt mag de masttop niet dikker zijn dan 0,8 m. Wanneer de mast een grotere voet diameter krijgt dan 2,4 m is het wenselijk 0,8 m aan te houden. De diameter van de voet groeit en krimpt met de lengte, met de top als vast gegeven. De fundering van de masten is weg gewerkt onder maaiveld of zo minimaal mogelijk zichtbaar. De bovenkant van het beton van de fundering komt minder dan 30 cm boven toekomstig maaiveld.”



Figuur 14. Wintrack mastenfamilie. vlnr: 2 x 380 kV steunmast en hoekmast, 2 x 380 kV + 2 x 150 kV steunmast en hoekmast 4 x 380 kV steunmast en hoekmast

Verdieping 9. Bi-polemasten, magneetvelden

De magnetische velden rond een hoogspanningslijn worden extreem-laagfrequente velden genoemd omdat het Nederlandse elektriciteitsnet werkt met '50 Hertz (Hz) wisselstroom'. De sterkte van het magnetische veld in de buurt van een hoogspanningslijn hangt af van de stroom door de draden, de afstand tot de draden en de fasevolgorde van de draden. De magnetische veldsterkte wordt uitgedrukt microTesla (één miljoenste deel van een Tesla). De magnetische veldsterkte is het hoogst in het hart van de hoogspanningslijn op het punt waar de draden het laagst hangen. Daar bedraagt de veldsterkte op één meter boven maaiveld ongeveer 10 microTesla. Verder van de hoogspanningslijn neemt de magnetische veldsterkte af. Voor het Randstad 380 kV project is in 2008 door KEMA in samenwerking met Zwarts & Jansma Architecten een nieuw masttype ontworpen. De vertrouwde vakwerkmasten hebben een magneetveldzone van ongeveer 300 m de nieuwe bipolemasten hebben een smallere magneetzone. Het duo ranke pylonen draagt de stroomcircuits gebundeld in een smalle zone naast elkaar. Door het dichterbij elkaar brengen van de geleiders reduceren beide circuits elkaars magneetvelden aanzienlijk. Hierdoor blijft de breedte van de magneetveldzone beperkt dan 100 à 140 m. Door geleiders hoger te hangen, door grotere masten of het dichterbij elkaar plaatsen van de masten, of toevoeging van een compensatiegeleider kan in bijzondere gevallen de magneetveldzone verder worden teruggebracht. In de afbeeldingen hieronder een reeks 380 kV mastontwerpen met verschillende configuraties van de geleiders en de bijbehorende magneetvelden. links de traditionele vakwerkmast, rechts de bi-polemast.



6. Ontwerpen op tracéniveau



De ontwerpuitdaging op dit niveau ligt primair in het zoeken naar de juiste plaats in het landschap. Voor een nieuwe hoogspanningsverbinding is dat het tracé; voor een installatie is dat de bouwlocatie.

Hoogspanningsverbindingen, zeker de 380 kV-lijnen, zijn infrastructurele voorzieningen van bovenregionale, nationale en steeds meer van internationale betekenis. Ze verbinden energiecentrales en schakel- en transformatorstations die vaak op grote afstand van elkaar liggen.



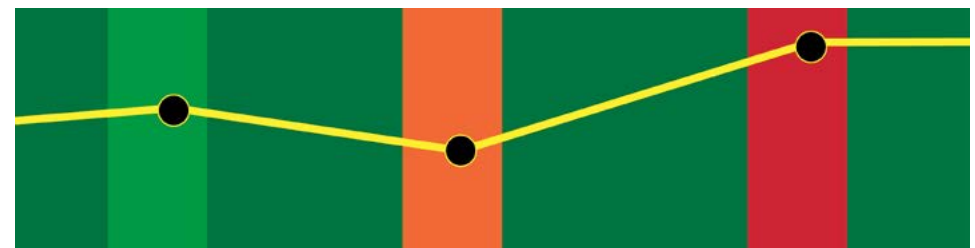
Sluit aan op het Landschappelijk Hoofdpatroon

Ze passeren als het ware het lokale landschap en hebben er geen functionele relatie mee. Een hoogspanningstracé dient een zodanig verloop te hebben, dat er een logische, vanzelfsprekende en ontspannen verhouding ontstaat met het landschap. Dat wil zeggen dat er een samenhang moet worden gezocht met andere landschapselementen van een vergelijkbaar niveau: het Landschappelijk Hoofdpatroon.

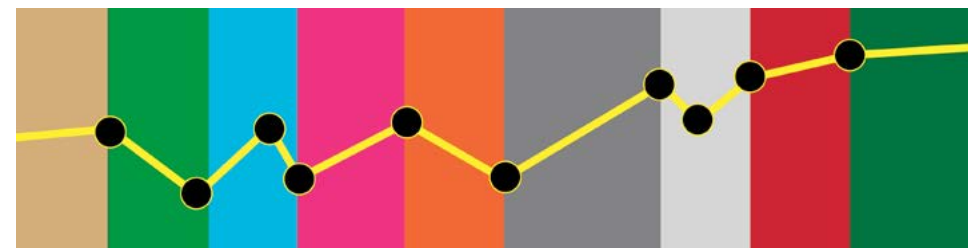
Het tracéniveau is te zien, te herkennen als we ons verplaatsen door het landschap. Niet eenmalig maar regelmatig, in bijvoorbeeld woon-werkverkeer of in fietsroutes naar school. Op basis van ervaring, maar ook als we op kaarten en afbeeldingen de ontwikkeling over een langere periode beschouwen. We bouwen kennis en inzicht op van de landschapspatronen die bepalend zijn voor het unieke karakter van het landschap op regionaal en bovenregionaal niveau. Op het tracéniveau speelt bijvoorbeeld het wel of niet bundelen van hoogspanningsverbindingen met andere infrastructures.



*Figuur 15. Het traceringsprincipe van een hoogspanningslijn:
Autonoom tracé, onafhankelijk van patronen en karakteristieken van het landschap op een lager schaalniveau;*



als knikken onvermijdelijk zijn, zorg dan dat er een samenhang ontstaat met het Landschappelijk Hoofdpatroon;

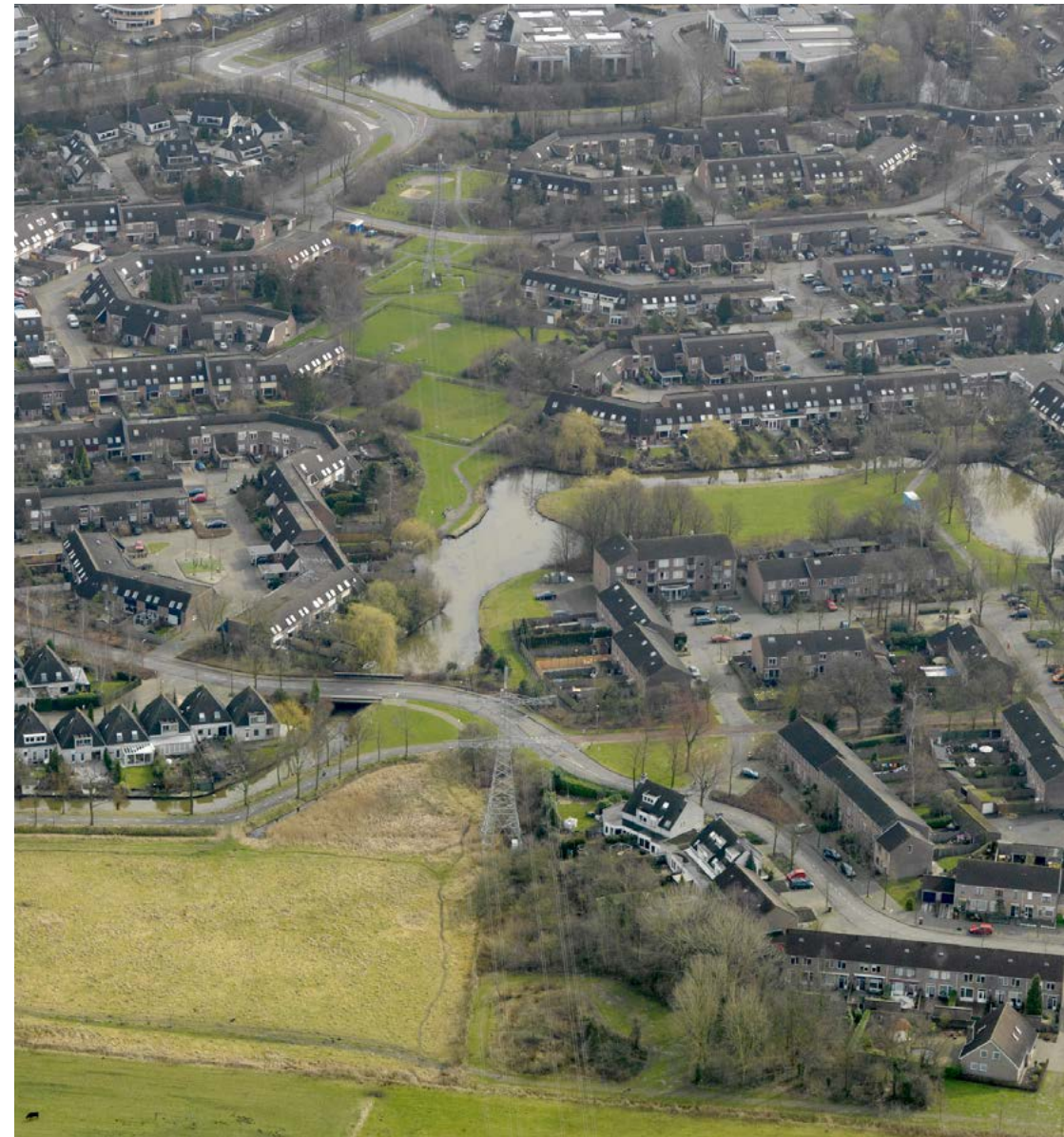


als een lijn knikt op plaatsen die samenhangen met onderdelen van het lokale landschap, doet dat afbreuk aan het bovenregionale karakter van de lijn en ontstaat er verrommeling: onnodige, onbegrijpelijke visuele complexiteit.

Figuur 16. Autonoom

onder: 380 kV-hoogspanningslijn in een kleinschalig Brabants landschap. Het landgebruik, de historische verkaveling met karakteristieke kavels en wegbeplanting loopt 'ongestoord' onder de lijn door

rechts: 150 kV-verbinding door Breda, de Haagse Beemden. De woonbebouwing blijft op afstand maar de vormgeving van de parkzone, van de randen van de bebouwing, van het wegen- en padenpatroon blijft onafhankelijk van de lijn



6.1 Ontwerpend onderzoek

Doel van een 'ontwerpend onderzoek' is het vinden van nieuwe oplossingen en ook om de relevante kennis, oftewel het 'verhaal' van het lokale landschap te vinden. Dit verhaal is bepalend voor de specifieke eigenschappen van het landschap (§2.3) waarin een nieuwe verbinding of station komt. Ontwerpend landschappelijk onderzoek is een cyclisch proces waarin die informatie pragmatisch wordt verwerkt. Het begint met een positieve benadering van de specifieke eigenschappen van het landschap ter plaatse, waarbij in eerste instantie bewust de bekende planologische uitsluitingscriteria opzij worden geschoven. Denk daarbij aan beschermde landschappen of natuur- en recreatiegebieden.

Dit leidt in het eerste stadium van een project voor een nieuwe hoogspanningsverbinding tot het tekenen van allerlei tracés op basis van het Landschappelijk Hoofdpatroon. Het is een zoektocht naar tracés die passen in het landschap. Hierbij zullen knelpunten en leemtes in kennis opdoemen, waarop verder onderzoek volgt. Dat kan gedetailleerd onderzoek zijn naar bijvoorbeeld de landschappelijke belemmeringen van een tracé of tracébundel, maar ook naar de achtergronden van de opbouw van het landschap. Dat vormt vervolgens de basis voor nieuwe alternatieven of verbeteringen van tracés. Dit onderzoek leidt tot een zoekgebied of corridor voor verdere tracé-ontwikkeling. Ook kan het onderzoek direct leiden tot een beperkt aantal tracé-alternatieven die in een MER verder worden onderzocht en uitgewerkt.

In deze fase van tracé-ontwikkeling is het aan te bevelen verschillende alternatieven thematisch te ordenen. Het ordenen kan aan de hand van bepaalde groepen traceringsprincipes, zoals een groep:

- Bundelingsalternatieven
- Autonome alternatieven
- Alternatieven die maximaal combineren met bestaande verbindingen

Zo'n thematische aanpak helpt bij het zoeken naar zinvolle alternatieven en maakt daardoor de hele reikwijdte aan effecten op de omgeving zichtbaar.

6.2 Het Landschappelijk Hoofdpatroon

Het Landschappelijk Hoofdpatroon (LHP) is in feite 'de vingerafdruk van een landschap'. Het zijn elementen en patronen in het landschap die bepalend zijn voor het specifieke karakter ervan én die een vergelijkbaar schaalniveau kennen als het nationale elektriciteitsnet.

Het Landschappelijk Hoofdpatroon heeft dus een nationale en een regionale schaal. Of dit Landschappelijk Hoofdpatroon ook als zodanig wordt herkend is afhankelijk van de waarnemer. Elk individu neemt immers slechts delen van het geheel waar, als een meer of minder doelgerichte uitsnede van informatie die voor hem over een gebied beschikbaar is. Dat is niet alleen afhankelijk van de kennis van dat individu, maar ook van het doel waarmee men naar het landschap kijkt. Het maakt nogal uit of men tientallen jaren in het gebied woont, vogelspotter of een toevallige en 'forenzende' voorbijganger is. Onderdeel van het aangegeven ontwerpend onderzoek is het doelgericht zoeken naar relevante informatie over het Landschappelijk Hoofdpatroon in relatie tot het ontwerp van (delen van) het elektriciteitsnet. Het Landschappelijk hoofdpatroon wordt primair samengesteld op basis van:

- Geomorfologische patronen
- Historische-geografisch indelingen
- Infrastructuur

Geomofologie

De geomorfologie is de “Verklarende beschrijving van de vormen van de aardoppervlakte in verband met de wijze van hun ontstaan” (van Dale). Een geomorfologische kaart laat de verschijningsvorm van het aardoppervlak zien, met zijn verschillen in hoogte, in ‘nat en droog’, vlak en hellend. Het is voor een belangrijk deel een gevolg van geologische processen zoals tektoniek, erosie en sedimentatie door water, ijs en wind. Daardoor heeft Nederland heuvels, stuwwallen, beekdalen, dekzandruggen, stroomruggen, en rivierterrassen. Ook menselijk ingrijpen drukt zijn stempel op het uiterlijk van ons land, met dijken, dammen, terpen, polders. Terrein vormen en -reliëf van natuurlijke oorsprong worden waardevol gevonden, zij bevorderen de ‘leesbaarheid’ van het landschap, ze zijn authentiek en hebben betekenis voor mensen. Deze geomorfologische patronen en elementen kunnen als uitgangspunt dienen voor landschapsontwerpen.¹⁸

De geomorfologische patronen hangen nauw samen met de ontwikkelingsmogelijkheden van de natuur zoals die op landelijk niveau vorm kreeg in de Ecologische Hoofdstructuur. De geomorfologische kaart is een belangrijke basis voor het landschappelijk hoofdpatroon.

Historische geografie

De historische geografie houdt zich bezig met het bestuderen van de ruimtelijke patronen op het aardoppervlak en hun ontwikkeling in de tijd.¹⁹

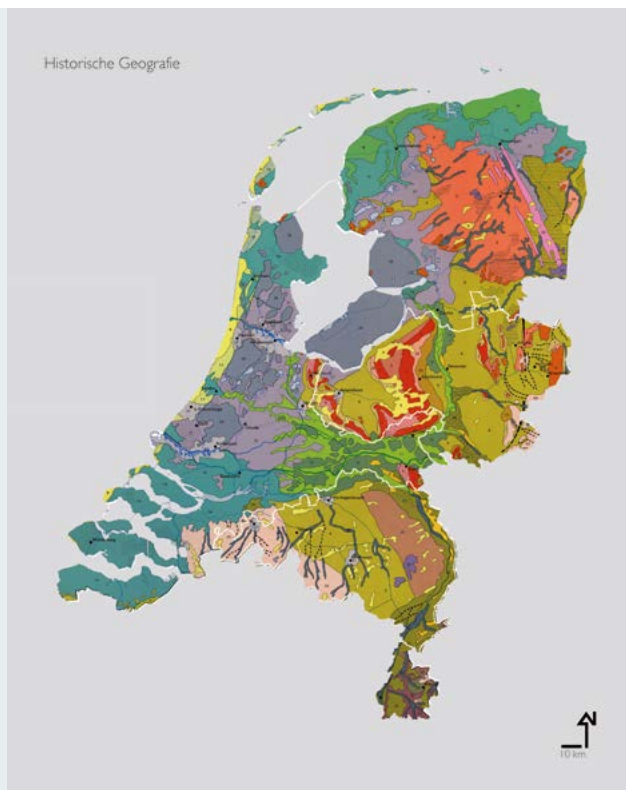
¹⁸ Vroom 2010

¹⁹ Vervloet 1984

Het beschrijft de historische ontwikkeling van wat je het natuurlijk landschap zou kunnen noemen naar het cultuurlandschap. De nadruk daarbij ligt op de rol van de mens in die ontwikkeling, de cultuurhistorie, met de nadruk op de morfologie van het landschap. Een historisch-geografische kaart laat over het algemeen een indeling zien in gebieden elk met een eigen gebiedskarakteristiek. Het gaat daarbij niet alleen over historische occupatie- en verkavelingspatronen maar zeker ook over de recente verstedelijkingsprocessen.

Infrastructuur

De materiële infrastructuur op regionaal, nationaal en internationaal niveau heeft zich in een relatief korte periode (de afgelopen twee eeuwen) ontwikkeld tot een belangrijk onderdeel van het Nederlandse landschap. Vaarwegen, spoorlijnen, autosnelwegen, bruggen, dijken zowel bovengrondse als ondergrondse voorzieningen voor het transport van energie en zelfs de luchtvaart heeft grote invloed op de verschijningsvorm en de ontwikkelingsmogelijkheden van het landschap. En met name de eeuwenlange strijd tegen het water heeft talloze sporen achterlaten in het landschap.



Figuur 17. Geomorfologie, basis voor het Landschappelijke Hoofdpatroon (LHP)



Figuur 18. Historisch geografische kaart van Nederland met een indeling in herkenbare regionale verschillen



Figuur 19. Infrastructuur van een met het elektriciteitsnet vergelijkbaar niveau is ook onderdeel van het LHP

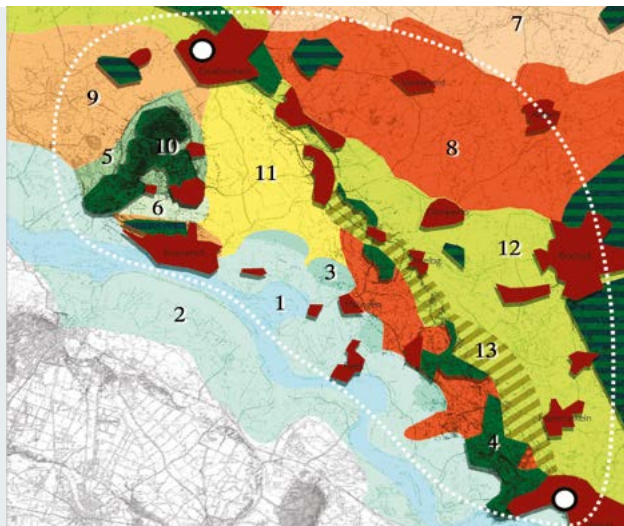
Verdieping 10. Autonoom

“Op dit stuk van de tocht bleef de lijn ver bij mensen uit de buurt. Hij was zichtbaar vanuit garageramen en badkamers aan de achterzijde van huizen. Je ving er een glimp van op vanuit de trein naar Dover en vanuit een slaapkamer van Pickney Bush Farm. Maar geheel in lijn met de raadselen waardoor een met industriële objecten bezaaid landschap doorgaans wordt omgeven, vertelden de masten niet waar ze vandaan kwamen of waar ze heen gingen, wat spijtig is als je bedenkt hoe gemakkelijk er een bordje aan kan worden bevestigd waarop een dichter van het moderne leven in een paar lyrische strofen met passerende wandelaars iets van de betekenis en route van deze elektrische zwerftocht zou kunnen delen.”

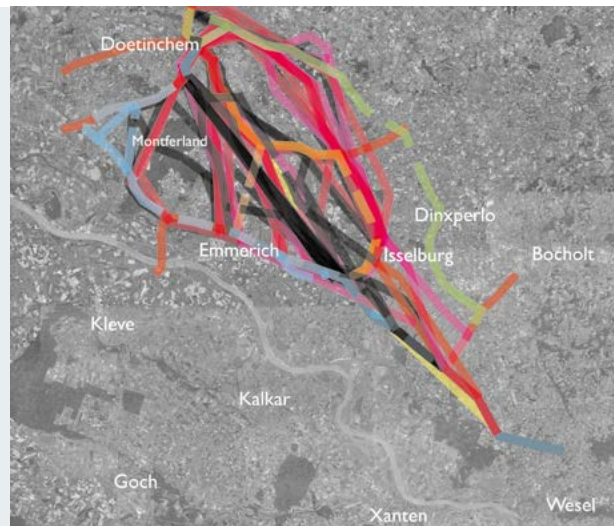
Alain de Botton - Ode aan de arbeid, 2009



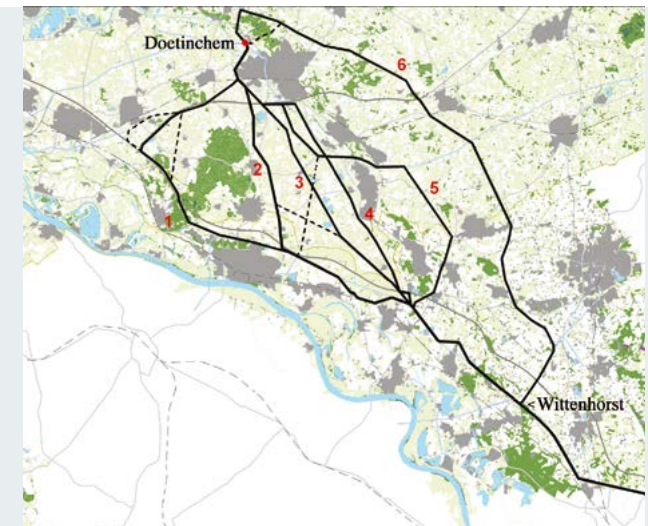
Figuur 20. Voorbeeld ontwerpend onderzoek en tracé-ontwikkeling in het project Doetinchem-Wesel 380 kV



Landschappelijk hoofdpatroon met gebieden met een eigen karakteristiek

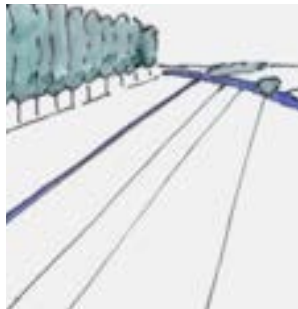
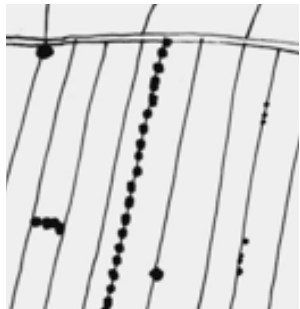


Bundel van allerlei tracéalternatieven, ontwikkeld naar aanleiding van het LHP



Selectie van tracéalternatieven als input voor het MER

Figuur 21. Voorbeeld van verbeelding en beschrijving van de gebiedskarakteristiek in het project Doetinchem-Wesel 380 kV, tevens gebruikt in het MER DW380 kV (Arcadis 2014)



Broekontginning:

- Strookvormig ontgonnen broek met afwateringsloten, uniek in het gebied
- Sterk uniform karakter door gelijkvormige percelen, sloten en enkele populierenrijen
- Krachtige lijnstructuur: oriëntatie op laag schaalniveau door beplante verkavelingstructuur
- Kleinschalig, toch open met een ruime horizon



Oud dekzandlandschap:

- Karakter pittoresk, 'opgeruimd' cultuurlandschap
- Licht golvend reliëf door kleinschalige hoogteverschillen
- Verspreide bomen en grotendeels korte lanen
- Sterk gedifferentieerde contrasten
- Veel cultuurhistorische elementen, zoals windmolens
- Geen horizon, zeer kleinschalig

6.3 Bundeling lijnvormige infrastructuur²⁰

In het dichtbevolkte en geheel verkavelde Nederland is de bouw van nieuwe hoogspanningslijnen een lastige opgave. Bundeling met andere lijnvormige infrastructuur zoals autosnelwegen, kanalen, spoorlijnen, hoogspanningslijnen en ondergrondse leidingstraten, kan de negatieve effecten op de omgeving verminderen.



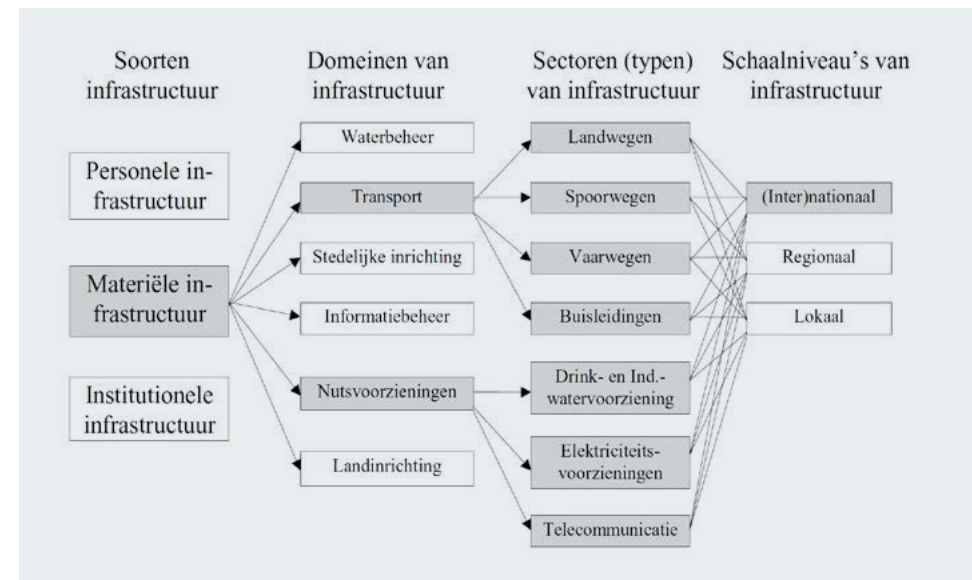
Bundel met infrastructuur van vergelijkbare aard en schaal

Door te bundelen blijven delen van het landelijk gebied vrij van nieuwe lijnvormige infrastructuur en de bijbehorende installaties. Bundeling voorkomt versnippering.

Een eerste voor de hand liggende mogelijkheid is het bundelen van hoogspanningslijnen zelf: nieuwe combineren met bestaande lijnen. Er kunnen meer lijnen op een mast worden gecombineerd, zeker de combinatie van 150 kV en 380 kV is zeer gangbaar. De combinatie van twee zware transportverbindingen van 380 kV is vaak niet gewenst, vanwege de netstrategische nadelen.

Het ontwerp van een nieuwe gecombineerde verbinding is vergelijkbaar met die van een 'gewone' nieuwe verbinding. Het Wintrack-mastontwerp biedt optimale mogelijkheden om twee hoogspanningsverbindingen te combineren. Bijkomend voordeel van de combinatie van twee lijnen is, dat een bestaande lijn kan worden geamoveerd.

²⁰ Willems 2001



Figuur 22. Schematisch overzicht soorten, domeinen, sectoren en schaalniveau's van infrastructuur (Willems 2001)



Geef aandacht aan locaties waar delen van het net verdwijnen

6.3.1 Bundeling in het Rijksbeleid

In de Tweede Nota Ruimtelijke Ordening (1973-1979) werd voor het eerst gesproken over versnippering door nieuwe infrastructuur. Bundeling werd daarin als middel gezien om verdere versnippering te voorkomen. De beperking van het ruimtebeslag is sindsdien steeds belangrijker geworden in Nederland. Hier volgt een overzicht van de ontwikkeling van het overheidsbeleid rond bundeling in verschillende nota's. Ook de Derde Nota

Ruimtelijke Ordening (1975), gaat uitgebreid in op bundeling in de context van efficiënt gebruik van de bestaande infrastructuur en het verminderen van hinder. Bundeling kan daaraan een belangrijke bijdrage leveren.

In de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra (Vinex, 1990-1991) is het bundelingsbeleid geëvalueerd:

“Zowel bij de aanleg van nieuwe lijninfrastructuur als bij het opheffen van knelpunten in de bestaande lijninfrastructuur wordt door middel van tracékeuze, ontwerp en uitvoering, alsmede door middel van bundeling gestreefd naar minimalisatie van barrièrewerking, van versnipperende effecten en van aantasting van ecologische waarden. (...) Voor zover dit bij afweging van belangen niet mogelijk blijkt zullen doeltreffende mitigerende maatregelen moeten worden getroffen, zoals gehele of gedeeltelijke verkabeling, bundeling met andere infrastructuur, aansluiting bij bebouwde zones, aangepaste mastuitvoering, draadmarkeringen en dergelijke.”

In het Structuurschema Elektriciteitsvoorziening, SEV (1980) is het volgende beleid opgenomen:

“Ruimte is in Nederland een schaars goed geworden. Het ruimtebeslag voor de elektriciteitsvoorziening moet dan ook zo beperkt mogelijk worden gehouden. In het directe ruimtebeslag van centrales en transformatiestations zijn de mogelijkheden voor beperking niet groot (...); hoogstens zou gesteld kunnen worden dat veel kleine centrales meer ruimte innemen dan enkele grote. Het indirecte ruimtebeslag van centrales en hoogspanningslijnen is minstens zo belangrijk als het directe. De milieuhygiënische zonering rond de centrales kan andere vormen van grondgebruik beperkingen opleggen, visuele hinder is mogelijk. De beperking van het indirect ruimtebeslag kan door bundeling met andere artefacten bereikt worden. Ook bij de hoogspanningslijnen doen zich dergelijke mogelijkheden voor.”

Tabel 2.1: Samenvatting: uitspraken over bundeling in planning met betrekking tot ruimtelijke ordening en infrastructuur van de Nederlandse overheid met betrekking tot bundeling van infrastructuur

Aspect:	B. vemeld	B. gepropageerd	Voordelen met betrekking tot:	Opmerkingen
Plan:				
1e Nota R.O. (1960) 2e Nota R.O. (1966)	nee ja	nee • impliciet voor pijpleidingen • genuanceerd	• versnippering	• uitbreidingsmoeilijkheden • bouwproblemen • ongelijke boogstralen geven problemen
3e Nota R.O (1973-1979)	ja	• sterk • genuanceerd	• open ruimte • landbouw • barrièrewerking • versnippering • ecologische waarden	• lokale verhoging visuele hinder • verband losse/compacte bundeling • compenserende maatregelen nodig
4e Nota R.O. Extra (1991)	ja	sterk	• behoud grootschalige gebieden • behoud grote maaswijdte net • versnippering	• ook bundeling relaties beschouwen
1e SS Verkeer en vervoer (1979)	ja	impliciet (bundeling netwerken)	• versnippering	-
2e SS Verkeer en vervoer (1990)	ja	ja	• ruimtebeslag • voorkomen doorsnijdingen	• onderdeel van integrale visie rond ruimtelijke inpassing • opname in leidingstroken
Perspectievennota Verkeer en Vervoer (1999)	ja	ja	-	-
1e SS Drink- en Industriewatervoorziening (1975)	ja	impliciet (opname in leidingstroken)	-	-
2e SS Drink- en Industriewatervoorziening (1981)	ja	sterk	• behoud landelijk gebied • versnippering	• combinatie met andere leidingen
1e SS Elektriciteitsvoorziening (1980)	ja	sterk	• ruimtebeslag • ruimtelijke structuur • beperking schade natuur&milieu • landschapsbeeld • behoud grote landelijke gebieden	• afweging op lokale schaal nodig • mogelijk afwijking kortste route nodig • aandacht voor lokaal landschapsbeeld • technische problemen • mogelijk hogere onveiligheid • te beoordelen in concrete situatie
2e SS Elektriciteitsvoorziening (1991)	ja	sterk	• behoud landelijk gebied • vrij blijven open gebied	-
SS Vaarwegen (1981)	ja	impliciet (mogelijkheid onderzoeken)	-	• ook verbetering bestaande verbindingen beschouwen ter behoud open ruimte
SS Buisleidingen (1984)	ja	sterk	• versnippering • doorsnijding	• steeds lokale situatie beschouwen • bundeling soms te mijden • mogelijk hogere onveiligheid • verhoging plaatselijke barrièrewerking • doorsnijding agrarische kavels

Figuur 23. Overzicht uitspraken over bundeling van infrastructuur in planning mbt ruimtelijke ordening en infrastructuur van de Nederlandse overheid. (Willems 2001)

SEV I heeft als belangrijk doel om een ruimtelijke structuur te creëren en om schade aan natuur en landschap te beperken. Bundeling van hoogspanningslijnen aan stedelijke zones en transportcorridors is een goed instrument daarvoor. In de verkenning van de structuur van de elektriciteitsvoorziening voor 2000 wordt het bundelingsprincipe bepleit, dat wil zeggen, het meer parallel laten lopen van infrastructurele werken. Ook het belang van schaalniveaus wordt in SEV I aangegeven:

“Op deze wijze worden de stedelijke gebieden onderling verbonden door verstedelijkte verbindingzones, waardoor relatief grote landelijke gebieden onverlet worden gelaten.” (...) “Een bundeling van infrastructuur op nationale en regionale schaal moet zeker worden nagestreefd. Een afwijken van het kortste tracé wordt daarmee gemotiveerd. Ten aanzien van de lokale schaal kan niet zo’n duidelijke uitspraak worden gedaan. Voor bundeling pleiten hier dezelfde overwegingen die ook op nationale en regionale schaal gelden. Daartegenover staat dat bundeling tot een geprononceerde invloed op het landschapsbeeld kan leiden, welke storend is voor bijvoorbeeld de bewoner van de stadsrand, de treinreiziger of de weggebruiker.”

6.3.2 Aspecten van bundeling Versnippering en barrièrewerking

De algemene gedachte is dat bundeling leidt tot minder versnippering. Lijnvormige infrastructuur laat soms grote eenheden in het landschap uiteenvallen in kleine, ruimtelijk gescheiden eenheden. Daarbij is een onderscheid van belang tussen functionele, ecologische en visueel/ruimtelijke barrièrewerking. Zo kan bundeling voordelen hebben als de barrièrewerking van twee gebundelde infrastructuren die vergelijkbaar van aard zijn en gedeeltelijk samenvallen, zoals bij spoor en weg, of maximaal: de weg op de dijk. De barrièrewerking van hoogspanningslijnen is vooral visueel, en dus heel anders dan die van het spoor of de snelweg.

Ruimtebeslag

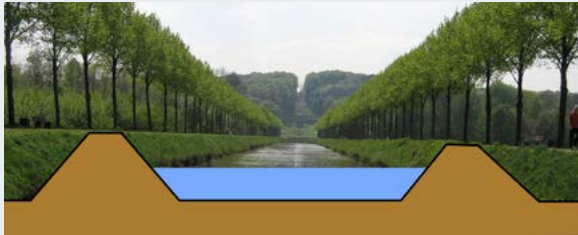
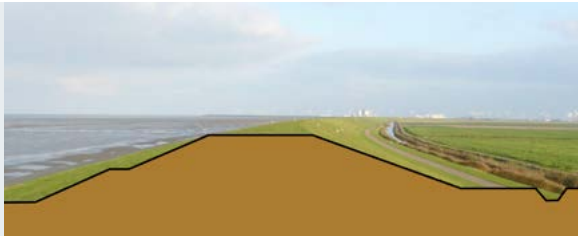
Er is sprake van direct en indirect ruimtebeslag door lijnvormige infrastructuur. Het direct ruimtebeslag is de oppervlakte die nodig is voor het primaire functioneren van de infrastructuur. Het indirect ruimtebeslag is het gebied, de zone waarin andere gebruiksvormen mogelijk zijn, maar die worden wel beïnvloed door de lijninfrastructuur²¹. Deze zone is over het algemeen gelijk aan de ‘zakelijkrecht strook’. De impact van gebundelde lijninfrastructuren kan elkaar overlappen, waarbij het de vraag is in hoeverre het ruimtebeslag van een infrastructuur ‘monopolistisch’ is, met andere woorden sluit een bepaalde functie een andere uit? Het asfalt van een autosnelweg is alléén geschikt voor verkeer en verdraagt geen nevengebruik door andere functies. Maar de bermen en de bermsloten van die autosnelweg kunnen wel dienen als een ecologische verbinding. En onder de hoogspanningslijn graast de koe en ploegt de boer zijn land.

Er is ook een nadeel aan bundeling. Bundeling van een nieuwe met een bestaande lijninfrastructuur heeft vaak tot gevolg dat er een omweg wordt gemaakt, dit betekent altijd een groter ruimtebeslag. De kortste weg is het goedkoopste en zorgt voor het minste ruimtebeslag.

Visueel ruimtelijk

De zichtbaarheid van een infrastructuur vanuit de omgeving is afhankelijk van de hoogteligging ten opzichte van het maaiveld, de hoogte van de infrastructuur zelf en het aantal en de aard van de verticale elementen. Een spoorlijn of autosnelweg op een dijklichaam heeft een heel andere invloed op de ruimtelijke opbouw van het landschap dan op maaiveldhoogte.

²¹ zie *Verdieping 10*



Verdieping 11

Lijnvormige infrastructuur, ruimtebeslag en versnippering Elke lijnvormige infrastructuur heeft, afhankelijk van zijn functie, een specifiek ruimtebeslag, een daarmee samenhangende barrièrewerking, die bepalend is voor de mate van versnippering van het landschap.

Van boven naar beneden:

Een dijk is naast zijn waterkerende functie in beperkte mate geschikt voor andere functies, soms is recreatie of wegverkeer mogelijk. Uit de aard van zijn functie is barrièrewerking leidend, hij moet immers het land en het water scheiden

Een kanaal heeft een functie voor de waterhuishouding, het waterverkeer, natuur en recreatie. Voor andere verkeersfuncties is de barrièrewerking groot

Spoorlijnen en autosnelwegen zijn bijna monofunctioneel. De ruimte tussen de berm sloten is bijna helemaal alleen geschikt voor de verkeersfunctie. De barrièrewerking is groot en ze hebben daardoor een sterk versnipperend effect

Soms kunnen de bermen van een weg ook een functie hebben voor de natuur. Steeds vaker worden spoorlijnen en autosnelwegen echter begrensd door hekken waardoor de barrièrewerking toeneemt

Het ruimtebeslag van het elektriciteitsnet is zeer beperkt. Alleen de mastvoeten, de opstijpunten en stations zijn monofunctioneel, het overige deel van de zro-zone (circa 90%) is ook geschikt voor andere functie. Er zijn slechts beperkingen in hoogte

Een spoorlijn heeft een bovenleiding met portalen, een autosnelweg heeft vaak verlichting, bewegwijzering en geluidwering. Vaak is er beeldbepalende lineaire beplanting. De masten van hoogspanningslijnen zijn meestal tussen 30 m en 60 m hoog en staan enkele honderden meters van elkaar. Daartussen hangen de geleiders tegen een overwegend blauwgrijze Hollandse lucht, kortom een transparant beeld en geen visuele blokkade. Bij bundeling van verschillende typen infrastructuur zijn met name de verschillen in verticale dimensies van belang en hoe die samen ruimtelijk visueel uitwerken.²²

Horizontaal alignement

Elk type infrastructuur heeft zijn eigen optimaal horizontaal alignement, een eigen vormtaal. Autosnelwegen zijn bochtig, spoorlijnen en kanalen hebben lange rechtstanden en flauwe bochten die weining invloed hebben op het beeld vanuit de omgeving.

Hoogspanningsmasten staan netjes in lijn. Af en toe zijn er knikken in die rechte lijn. Die knikken hebben grote invloed op het beeld van een hoogspanningslijn. Bij het bundelen van verschillende typen lijnvormige infrastructuur moet worden onderzocht of het horizontaal alignement bij elkaar past. Het aanpassen van het hoogspanningstracé voor bundeling met andere infrastructuur vanwege het gezochte horizontaal alignement, zorgt voor afwijking van de rechtstanden en bepaalt het aantal hoekmasten. Zo wordt het beeld van de lijn zelf veranderd.

Geluid

Geluid kan prettig zijn zoals het geruis van bomen en vogels of zeer vervelend zoals een voorbij razende trein. Hoogspanningslijnen produceren,

bij bepaalde weersomstandigheden ook een licht knetterend geluid (Corona). Voordeel van bundelen van een hoogspanningslijn met een autosnelweg is, dat het geluid van de lijn wegvalt. Overlap van geluidzones leidt zo tot een reductie van de totale geluidshinder, immers het totale geluid van twee verschillende bronnen samen is altijd minder dan elke geluidsbron apart naast elkaar.

6.3.3 Wijze van bundeling

Er zijn drie typen bundeling:

- Strakke bundeling
- Bundeling op afstand
- Zone-bundeling

De voor- en nadelen van bundeling worden duidelijker als we strakke bundeling verder onderverdelen in de mate van overlap van het ruimtegebruik.²³

Strakke bundeling met volledige overlap

Hierbij staat de ene infrastructuurlijn volledig in het fysieke ruimtebeslag van de andere lijn. Dit kan alleen als de verticale dimensies van de lijnen van elkaar moeten verschillen. De lijnen zijn zeer sterk fysiek aan elkaar gekoppeld en lopen volledig parallel in het verticale en horizontale vlak. Hoogspanningslijnen kunnen in principe op deze wijze met andere infrastructuren worden gebundeld. De geleiders bevinden zich immers voor het grootste deel 10 m of meer boven de grond. Alleen de masten hebben een direct ruimtebeslag, de geleiders hebben alleen een indirect ruimtebeslag. Een hoogspanningslijn zou bijvoorbeeld in de middenberm van een

²² Verdieping 11

²³ Willems 2001

Figuur 24. 150 kV in Uden Industrielaan. Strakke bundeling met volledige overlap. In de oostelijke stadsrand van Uden staat de 150 kV-verbinding Uden - Aarle-Rixtel in middenberm van de Industrielaan. De zro-zone van de lijn overlapt 100% met de gebruiksruimte van de weg



Figuur 25. 150 kV in Heerlen Melcherstraat. Strakke bundeling met gedeeltelijke overlap. De 150 kV-verbinding Huskensweg-Terwinselen staat in de berm van deze stadsautoweg



Figuur 26. 2 x 150 kV in Assen-West. Bundeling met volledige overlap. De twee 150 kV-verbindingen Beilen-Marsdijk en Beilen Zeyerveen staan op een afstand van slechts 20 m hart op hart van elkaar. De stad is onder de lijn door gegroeid, de bundel is in een informele parkzone is opgenomen



Figuur 27. 380 kV bij Goor Zone-bundeling. De 380 kV-verbinding Doetinchem-Hengelo is over grote lengte gebundeld met Twentekanaal. Soms heel dichtbij, soms op honderden meters. Langs kanaal staat op een aantal plaatsen begeleidende beplanting waardoor er plaatselijk een herkenbare ruimtelijke samenhang is ontstaan



Figuur 28. 380 kV Breukelen. Strakke bundeling zonder overlap. De 380 kV-verbinding Diemen-Krimpen is over een lengte van circa 5 km gebundeld met de A2. Door de strakke bundeling volgt het de bocht van de A2 om ter hoogte van de spoorlijn naar het westen te knikken. Hierdoor is een onrustige, visueel complexe situatie ontstaan. De lijn knikt naar het oosten, met de weg mee en vervolgens naar het westen



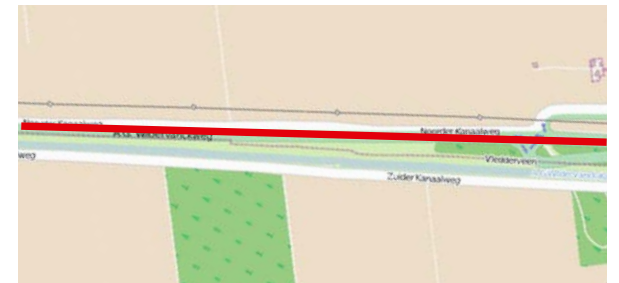
Figuur 29. 380 kV + 150 kV Rilland. Zone-bundeling. Als gevolg van de geringe breedte van Zuid-Beveland zijn de A58, de Oude Rijksweg, de spoorlijn, de twee hoogspanningsverbindingen 'noodgedwongen' gebundeld. De kruising met het Schelde-Rijnkanaal heeft geleid tot een verhoogde ligging van wegen en spoor. De 380 kV-verbinding Kreekrak-Zandvliet is strak gebundeld met het kanaal. Langs het kanaal worden windturbines in lijnopstelling gerealiseerd



Figuur 30. 380 kV bij Linschoten. Bundeling op afstand. De 380 kV-verbinding Diemen-Krimpen is over een lengte van circa 1,5 km gebundeld met de A12. De A12 heeft ligt op maaiveld en heeft geen begeleidende beplanting. Vanaf de weg is de bundeling zichtbaar en begrijpelijk. Vanuit het landschap is dat niet het geval



Figuur 31. 380 kV bij Muselkanaal. Strakke bundeling zonder overlap. De 380 kV-verbinding Zwolle- Eemshaven is over een lengte van circa 7 km gebundeld met Wildervanckkanaal. Het kanaal en de wegen op de kanaaldijkken hebben geen beplanting en zijn vanuit de omgeving niet zichtbaar. De hoogspanningslijn markeert het kanaal



autoweg kunnen staan. We kennen voorbeelden daarvan - de 150 kV-verbinding Uden-Aarle Rixtel in de middenberm van de Industrielaan in Uden. Echter een dergelijke strakke bundeling is niet wenselijk vanuit onderhoud en beheer van de lijn en vanwege de belemmeringen voor het autoverkeer bij mogelijke draadbreek. Belangrijk nadeel is het verschil in horizontaal alignement van de weg en de hoogspanningslijn. Door negatieve interferentie tussen de geleiders van het spoor en die van de hoogspanningslijn is deze wijze van strakke bundeling van hoogspanningslijnen met spoorlijnen en ondergrondse leidingstraten feitelijk zeer ongewenst

Strakke bundeling met gedeeltelijke overlap

Bij dit type bundeling is het totale ruimtebeslag van de bundel groter dan dat van elke infrastructuurlijn afzonderlijk, maar kleiner dan de som van de afzonderlijke lijnen. Er is eveneens sprake van een zeer nauw verband en parallel verloop. Het is echter mogelijk dat de infrastructuurlijnen zich in hetzelfde verticale vlak bevinden wanneer sommige delen gezamenlijk worden gebruikt. In de meeste gevallen gaat het om taluds en greppels. Voor hoogspanningslijnen geldt hier hetzelfde als bij strakke bundeling met volledige overlap.

Strakke bundeling zonder overlap

Hier worden de infrastructuurlijnen zo dicht mogelijk naast elkaar geplaatst, maar er wordt geen gebruik gemaakt van gemeenschappelijke delen. De zones van het indirect ruimtebeslag (zro-strook) sluiten op elkaar aan. Het ruimtebeslag van de bundel is gelijk aan de som van het ruimtebeslag van de afzonderlijke lijnen. Hiermee is de strakke bundeling exact gedefinieerd. Een ander belangrijk kenmerk is dat er tussen de parallel lopende lijnen rest- of tussenruimte is. Hoogspanningslijnen kunnen goed op deze wijze worden gebundeld. Belangrijke nadelen in verband met interferentie blijven

hier aanwezig. De nadelen voor het verschil in horizontaal alignement zijn minder groot.

Strakke bundeling met functionele tussenruimte

Soms bevinden zich in de tussenruimte functionele objecten die nodig zijn voor het functioneren, zoals onderhoudsvoorzieningen en stations. Dan spreken we nog steeds over strakke bundeling, zij het met een functionele tussenruimte.

Bundeling op afstand

Hierbij staan twee of meer elementen op grotere afstand van elkaar dan minimaal noodzakelijk. In de tussenruimte is plaats voor vele functie zoals bewoning, bedrijvigheid of natuur. Hoogspanningslijnen kunnen prima op deze wijze worden gebundeld. Het direct ruimtebeslag van een lijn is immers beperkt tot de oppervlakte van de mastvoeten. De meeste vormen van grondgebruik lopen onder de geleiders door, er zijn slechts beperkingen in hoogte. De tussenruimte is dan ook vaak niet als zodanig herkenbaar. Bij bundeling op afstand blijft het uitgangspunt dat de gebundelde elementen min of meer parallel lopen.

Zone-bundeling²⁴

Bundeling op afstand en zone-bundeling vertonen op het eerste zicht veel gelijkenissen qua maximale onderlinge afstand en qua functionele invulling van de ruimte tussen de infrastructuurlijnen. Het verschil schuilt in de wijze van tracering en dus in het horizontaal alignement: bij zone-bundeling is elke lijn apart optimaal getraceerd vanuit het eigen functioneren en de eigen verschijningsvorm. De onderlinge afstand varieert en er is geen constant

²⁴ Kerkstra 1981

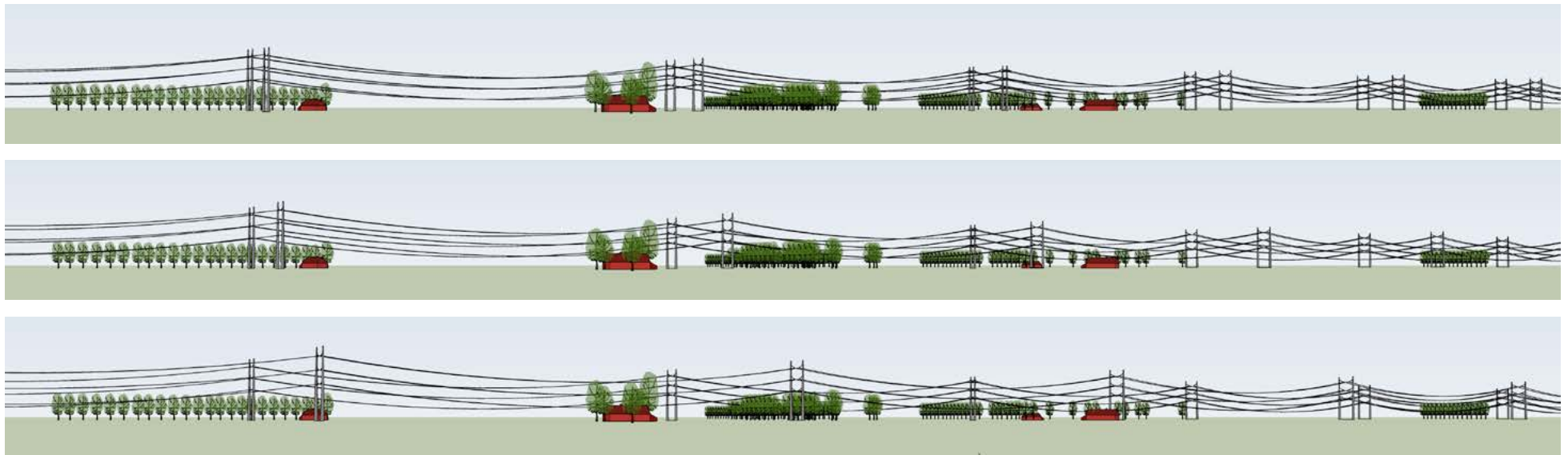
parallel verloop. Hierdoor is de bundeling moeilijker als zodanig herkenbaar. Bij een zone-bundeling heeft elke infrastructuurlijn haar eigen optimaal tracéverloop waardoor er grotendeels geen sprake is van parallelloop.

6.3.4 Lengte van de bundeling

Ook de lengte van een bundeling moet aansluiten op het juiste niveau. Een autosnelweg en een 380 kV-hoogspanningslijn moeten veel langer parallel lopen dan bijvoorbeeld een buurtweg en een fietspad. Een te korte bundeling werkt nadelig. Een hoogspanningslijn die slechts enkele veldlengten met een autosnelweg 'oploopt' betekent een korte rechtstand met twee zware hoekmasten vlak bij elkaar, die bovendien in de kijkrichting van het verkeer staan.

6.3.5 'In de pas'

Als op korte afstand van elkaar kan worden gebundeld, is het zinvol de veldlengte van de twee lijnen gelijk te maken. Dit 'in de pas' traceren van lijnen op korte afstand van elkaar, geeft een rustig beeld en dat verdient de voorkeur. Op grotere afstand is het 'in de pas' traceren minder zinvol. Door perspectivische vertekening verdwijnt dan het rustige beeld en is er weinig verschil tussen het beeld van 'in de pas' en 'uit de pas'.



Figuur 32. Bundeling in de pas. Bij een grotere bundelingsafstand wordt het 'in de pas' lopen van twee verbindingen als gevolg van de perspectivische vertekening minder effectief. Bundelingsafstand boven: 50 m, midden: 100 m, onder: 200 m



Figuur 33. Bundeling klein en groot



Verdieping 12. Visuele complexiteit

‘Eenvoudige’ autonoom (vormgegeven lijnen - dat wil zeggen: los van het lokale landschap - worden het beste opgenomen in het landschapsbeeld. Eenvoudige rechte lijnen, bestaande uit lange reeksen met dezelfde masten zijn het minst opvallend. Om dit beter te begrijpen is een vergelijking met het montuur van een bril verhelderend. Als iemand een nieuwe bril aanschaft zal het montuur de eerste dagen opvallend aanwezig zijn. Vrij snel echter verdwijnt het montuur uit het beeld, niet omdat het er niet meer is maar omdat onze hersenen het montuur als het ware wegfilteren. De bril zit altijd op dezelfde plaats in het blikveld, geeft steeds dezelfde informatie die na enige tijd niets meer toevoegt aan de waarneming en dus naar de achtergrond kan verdwijnen. Op vergelijkbare manier wordt de geleiderail naast de autosnelweg uit onze waarneming gefilterd. Hij is er bijna altijd, maar we nemen hem maar zelden bewust waar. Het montuur van een bril en de geleiderail naast de snelweg is voor de waarnemer eenvoudige visuele informatie die ‘kan worden overgeslagen’. De lage visuele complexiteit, eenvoudige vormen, steeds op min of meer dezelfde plaats in het blikveld, zorgt ervoor dat deze objecten naar de achtergrond verdwijnen en de waarneming niet verstoren. Hier kan een parallel getrokken worden met de vormgeving van hoogspanningslijnen. Eenvoudige lijnen met steeds dezelfde masten in een helder ritme, zonder afwijkingen in richting of hoogte erdwijnen naar de achtergrond van de waarneming.

7. Ontwerpen op lijnniveau



Op lijnniveau bekijken we hoe een verbinding, of een installatie in een bepaald gebied wordt waargenomen. Het gaat op dit niveau bij lijnen om de mate van variatie binnen een tracé en de relatie tot de gebiedskarakteristiek. Bij een station gaat het meer om de samenhang met andere ruimtelijke elementen in de directe omgeving zoals bosschages, lanen en gebouwen. Denk aan de samenhang tussen landschapstypen en richtingsveranderingen van de hoogspanningslijn. Wat is de juiste locatie van richtingsveranderingen, wat is de samenhang met bijvoorbeeld kavelrichtingen, variaties in de afstand tussen de masten en het ruimtebeslag? Het lijnniveau zien we duidelijk vanuit een bepaalde locatie en zeker

ook als we door het gebied gaan. De rechte lijn is het meest voor de hand liggende tracé voor een hoogspanningslijn: de kortste verbinding tussen twee punten. ‘Hoe eenvoudiger hoe beter’ is het uitgangspunt voor de vormgeving van een lijn in het landschap.



Maak rechte lijnen

‘Eenvoudige’ autonoom vormgegeven lijnen – dat wil zeggen los van het lokale landschap – worden het beste opgenomen in het landschapsbeeld.



Figuur 34. Fotomontage van wintrack 2x 380 kV + 2x 150 kV-verbinding

Hoogspanningslijnen mogen gezien worden, maar voorkomen moet worden dat ze te dominant worden in het landschapsbeeld.²⁵ Eenvoudige rechte lijnen van lange rijen met gelijkvormige masten, verdwijnen snel naar de achtergrond van de waarneming. Een hoogspanningslijn moet zo veel mogelijk los staan van de kleinschalige elementen het lokale landschap. Het ritme van rijen masten met de daartussen hangende 'golvende draden' geven de hoogspanningslijn een eigen specifieke ruimtelijke kwaliteit.



Ontwerp lijnen autonoom, los van het lokale landschap

Bij onvermijdelijke richtingsveranderingen of verschillen in masthoogte moet het tracé bij voorkeur een samenhang krijgen met gelijksoortige elementen van het Landschappelijk Hoofdpatroon. Denk daarbij aan bovenregionale, grootschalige infrastructuur zoals een autosnelweg of andere elementen van het Landschappelijk Hoofdpatroon, zoals rivieren, heuvelruggen, bossen en stedelijke zones. Eenvoudige vormgeving van het hoogspanningsnetwerk, het beperken van de visuele complexiteit op elk schaalniveau, staan centraal in het ontwerp.²⁶

De ideale lijn is een rechte lijn

In het sterk verkavelde, relatief kleinschalige en drukbezette Nederlands landschap is die rechte lijn feitelijk niet mogelijk. Er ontstaan noodzakelijkerwijs afwijkingen van de ideale rechte lijn. Dat vraagt aandacht in het ontwerp.

²⁵ *Verdieping 12*

²⁶ *Verdieping 12*



Voorkom afwijkingen

Voorkom afwijkingen van de gekozen standaard; plaats afwijkingen los van objecten in het lokale landschap. We kennen afwijkingen in:

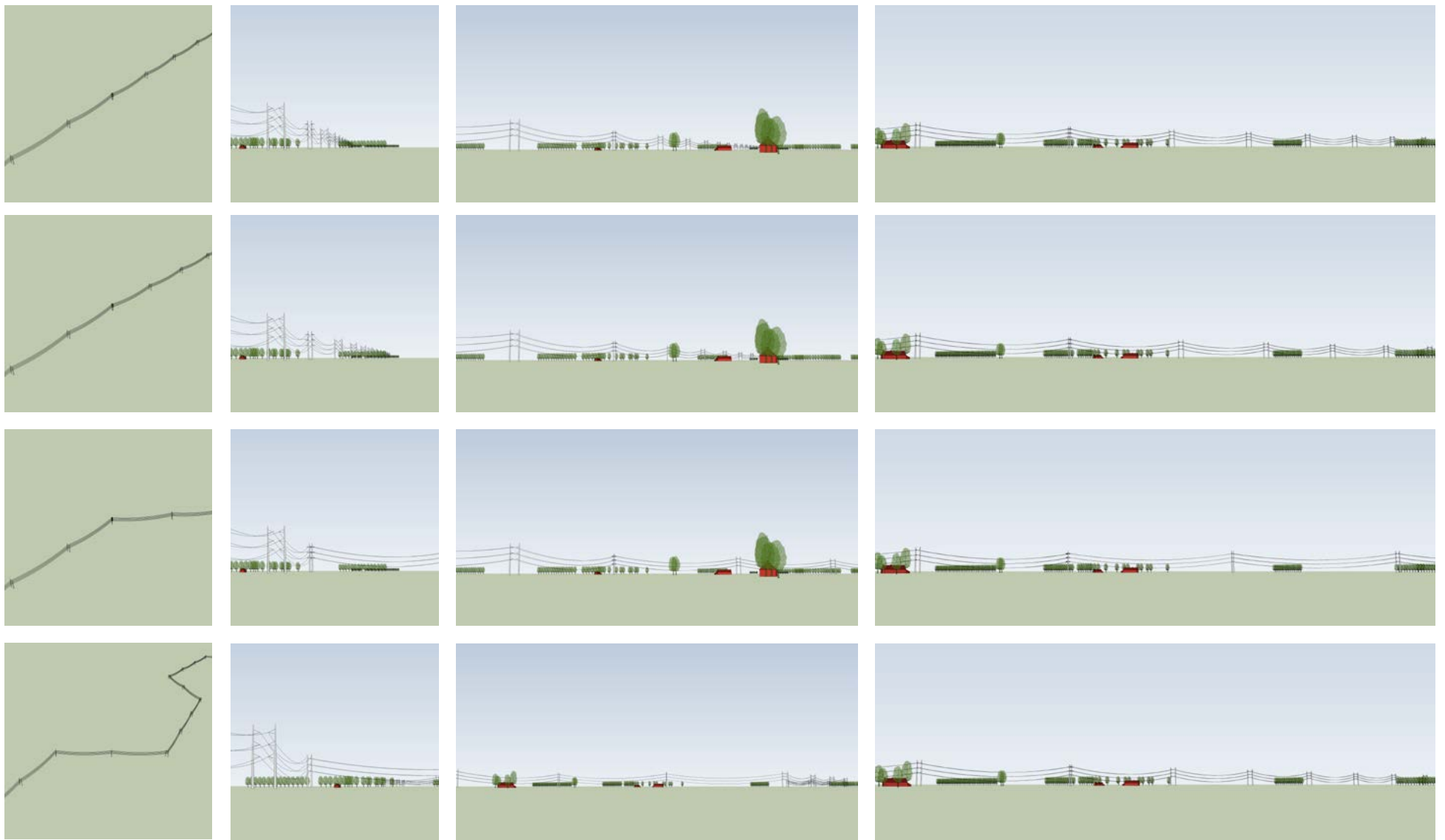
- Richting
- Masttypen
- Masthoogte
- Veldlengte
- Bovengronds-Ondergronds

7.1 Afwijkingen in richting

Een knik, richtingsverandering is sterk bepalend voor de verschijningsvorm van een hoogspanningslijn. Bij de knik wijzigt het beeld vanuit de omgeving én de vorm van de mast, omdat er een zwaardere hoekmast nodig is om de knik te kunnen maken.

Vanuit de omgeving wijzigt het beeld omdat de hoek tussen de kijkrichting (de optische as) en de hartlijn van de hoogspanningslijn aan beide zijden van de knik anders is. Voor de waarnemer verandert de optische afstand tussen de masten voor en na de knik, met als gevolg dat het ritme van masten en geleiders wordt verstoord. De grootte van deze verstoring hangt af van de scherpte van de knik én van de plek van de toeschouwer.

Bij een kleine richtingsverandering van bijvoorbeeld 5 graden is de verandering in het ritme beperkter dan bij een scherpe knik van bijvoorbeeld 40 graden. Staat men dichtbij en kijkt nagenoeg langs de hartlijn, dan is het optische verschil aan beide zijden van de knik veel duidelijker, dan wanneer men op afstand staat en min of meer haaks op de hoogspanningslijn kijkt. Soms is het beter een scherpe knik van 40 graden te verdelen over enkele minder scherpe knikken, zodat het optische verschil tussen de masten stapsgewijs verandert.



Figuur 35. Afwijkingen in richting: van boven naar beneden: Rechte lijn, knik van 5 graden, knik van 40 graden, enkele knikken van 20 graden



Figuur 36. Afwijking in richting. Door strakke bundeling met snelweg zijn kleine knikken ontstaan die het beeld rommelig maken

De locatie, de scherpte en de onderlinge afstand tussen verschillende richtingsveranderingen bepaalt het beeld van een hoogspanningslijn sterk. Is een knik onvermijdelijk, dan verdient de precieze plek van de knik bijzondere aandacht. Belangrijk is ervoor te zorgen dat er een samenhang ontstaat met elementen in het landschap van vergelijkbaar schaalniveau zodat de lijn onafhankelijk blijft van het lokale landschap. Wanneer een knik wordt gemaakt om bijvoorbeeld een boerderij in een open agrarisch gebied te ontwijken, ontstaat er een visueel-ruimtelijke samenhang tussen de lijn en een lokaal object. Daarmee wordt afbreuk gedaan aan het bovenregionale karakter van de hoogspanningsverbinding. Als een richtingsverandering in een lijn noodzakelijk is om bijvoorbeeld een ondergronds archeologisch monument te ontwijken dan ontstaat er zelfs een onduidelijke situatie. Niet alleen krijgt de lijn een verschijningsvorm die niet geëigend is voor een nationale infrastructuur, maar er ontstaat ook een onbegrijpelijke situatie. De lijn krijgt een extra visuele complexiteit waarvan de oorzaak onduidelijk is, iets wat snel als rommelig zal worden ervaren.

7.2 Afwijkingen in masthoogte

Om objecten te kunnen passeren, is het soms nodig de hoogte van de geleiders boven maaiveld te vergroten. Bijvoorbeeld bij het kruisen van een dijk met een weg, een kanaal voor grote schepen, of een gebouw. In zo'n situatie kiest TenneT hogere masten en/of een kortere veldlengtes. Hoge masten zijn sterk bepalend voor de verschijningsvorm van een lijn. Belangrijk is dat er een herkenbare samenhang ontstaat tussen de hoge masten en de aanleiding daarvoor in het landschap.

7.3 Afwijkingen in veldlengte

Zoveel mogelijk gelijke veldlengten lijken zinvol, zowel vanuit elektro-technische overwegingen als vanuit het streven naar een eenvoudige, rustige verschijningsvorm van een lijn.

Soms ontstaan kortere veldlengtes op plekken waar de geleiders hoger boven het maaiveld moeten komen.

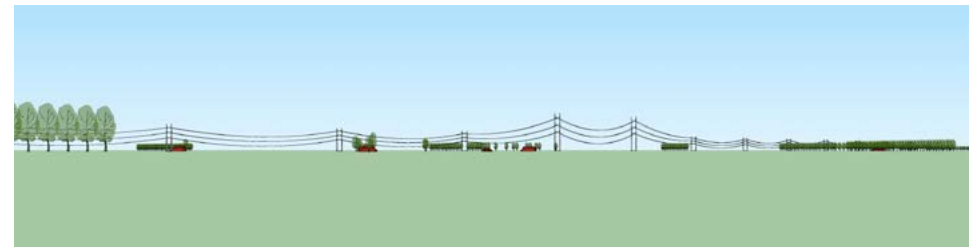
Een andere veel voorkomende aanleiding is het lokale grondgebruik. Voor de boer heeft het bijvoorbeeld praktische voordelen om een mast aan de rand van een perceel te situeren. Kleine variaties in veldlengte van enkele meters zijn nauwelijks waarneembaar, grotere afwijkingen van tientallen meters beïnvloeden de verschijningsvorm wel duidelijk.

7.4 Afwijkende masttypen

Elke verbinding wordt met één mastontwerp gebouwd, in beginsel de Wintrackmast.²⁷ Voor elk project wordt een optimum tussen masthoogte en veldlengte gekozen, gebaseerd op elektrotechnische eisen en bijvoorbeeld klimatologische omstandigheden in de betrokken regio.

De basismast in een verbinding is een steunmast, een mast die de geleiders en de bliksemdraden in de lucht houdt. Om de geleiders op de juiste spanning te houden, worden op bepaalde afstand span- of trekmasten geplaatst. Vanwege de trekkrachten zijn deze iets forser dan de standaardmast. Ook de ophanging van de geleiders heeft een andere vorm.

Bij een knik is een hoekmast nodig. Ook deze is vanwege de trekkrachten – in beide richtingen – forser dan de steunmast en heeft ook een andere ophanging. Het beeld van deze mast wijkt sterk af van de standaardmast.



Figuur 37. Afwijkingen in masthoogte



Figuur 38. Afwijkingen in veldlengte. Zeer korte veldlengte om de geleiders hoog te houden

²⁷ Zwarts & Jansma 2007



Figuur 39. Samenhang mastlocatie en weg. Boven: Mast vlak bij weg, beneden: Mast in het veld



Figuur 40. Masten kunnen, bedoeld of onbedoeld een dominante rol spelen in de woonomgeving ('s-Hertogenbosch)

8. Ontwerpen op mastniveau



De positie van een mast moet recht doen aan de specifieke kwaliteiten van een locatie. Juist op dit niveau wordt het nieuwe element in de ruimte tamelijk direct ervaren. Dit impliceert goed omgaan met contrastverschil tussen de nieuwe, grote verticale stalen mast en lokale objecten. Ook de ruimtelijke opbouw met sloten, wegen, bruggen, beplanting, huizen, bedrijven en schuren vereist een nauwkeurige mastpositie. Vooral belangrijk is de visuele invloed op ooghoogte en het contrast met de directe omgeving.



Voorkom storende contrasten

Zinvol, zo is hiervoor aangegeven, is om het hoogspanningsnet, als landelijk, internationaal elektriciteitssysteem te benaderen. Het hoogspanningsnet als autonoom systeem, zonder directe functionele relatie met het lokale landschap. Echter, op het laagste schaalniveau, de mastlocatie, de stationslocatie of het hekwerk rond een installatie, ontstaat er wel degelijk een directe fysieke samenhang met het landschap. Uitdaging is om op mastniveau praktische oplossingen te ontwerpen die zowel passen binnen het concept van autonoom elektriciteitssysteem én die ook recht doen aan de lokale situatie. De elementen van het hoogspanningsnet zijn grote technische objecten in het landschap met afmetingen die de menselijke maat ver te boven gaan. De pilonen van een bi-polemast zijn van dichtbij grote massieve elementen met een onderlinge afstand (hart op hart) variërend van 7,5 m voor een 2 x 380 kV-hoekmast tot meer dan 24 meter bij een 4 x 380 kV-hoekmast. De diameter van de voet van een piloon varieert van 2,2 meter voor een standaard steunmast van een 2 x 380 kV-masttype tot een diameter van meer dan 4 meter voor een 4 x 380 kV-hoekmast. De afstand van de masten tot omwonenden is

van groot belang voor de beleving van de hoogspanningslijn door mensen die er wonen, werken of recreëren. Bij hoogspanningsstations is de situatie vergelijkbaar. Een installatie achter forse hekken - weliswaar niet zo hoog als een mast - is ook een technisch object waarvan de mens graag afstand houdt. Er is geen algemeen recept voor het ontwerpen op mastniveau, elke situatie vraagt om een specifieke, locatiegebonden oplossing.

8.1 Afstand tot een weg

Het bepalen van de optimale afstand van een mast tot een weg is een aandachtspunt. De voornaamste ontwerpaspecten hierbij zijn het (vaak agrarisch) gebruik van het perceel waarop de mast moet komen en het zicht vanaf de weg op die mast.



Figuur 41. Amsterdam IJburg, hoge mast als dominant element in het 'straatbeeld'

De gebruiker van het perceel wil de mast meestal aan de rand van een perceel. Zo wordt het grondgebruik het minst belemmerd. Een mast vlak bij een weg is echter voor de weggebruiker dominant aanwezig. Beplanting langs de weg kan hier de confrontatie met de mastvoet 'verzachten', de blik wordt naar elders geleid. Ook een mast die in het verlengde van een weg bij een bocht wordt gesitueerd, speelt een prominente rol in het beeld vanaf de weg. Een eenvoudige oplossing is om deze mast in de hartlijn van de kruisende verbinding iets te verschuiven naar links of rechts zodat hij meer uit het beeld verdwijnt.



Figuur 42. Samenhang mastlokatie en weg. Boven: Mast in verlengde van weg, beneden: Mast in het veld

8.2 Afstand tot beplanting

Onder de geleiders geldt voor beplanting een hoogtebeperking. Dichtbij de mast hangen de geleiders hoog en midden tussen twee masten hangen de geleiders relatief laag. Daarom kan beplanting dicht bij een mast hoger groeien dan midden tussen twee masten. Als een hoogspanningslijn waardevolle lineaire groenaanpant kruist, zoals houtsingels of wegbeplanting, kan de hoogtebeperking worden geminimaliseerd door plaatsing van een mast vlak bij deze lineaire beplanting.

8.3 Samenhang met stedenbouwkundige

opbouw en bijzondere uitzichten. Bij het situeren van een nieuwe verbinding dichtbij een woonwijk, moet voorkomen worden dat masten in het verlengde van woonstraten staan. De masten zullen daardoor te dominant worden in het straatbeeld, en onnodig de het stedenbouwkundig karakter van de wijk gaan bepalen. Dat zien we ook als een verbinding dichtbij een recreatieve rustplaats komt of bij het uitzicht vanuit bijvoorbeeld een historisch landgoed of monument. Het zorgvuldig situeren van masten, eventueel in combinatie met het plaatsen van beplanting kan in deze situaties zinvol zijn.

8.4 Ontwerpen aan stations

Er is een groot verschil tussen het ontwerpen van lijnen (bovengrondse verbindingen) en installaties, zoals stations en opstijgpunten. Lijnen hebben geen directe functionele relatie met het lokale landschap, ze passeren slechts, terwijl stations zo'n relatie juist wel hebben. De stations en andere installaties zoals opstijgpunten (hierna wordt voor de leesbaarheid alleen 'stations' gebruikt) zijn namelijk de functionele schakels tussen het nationale/regionale net en het lokale elektriciteitsnet, naar de stroomgebruikers in de regio. Bovendien nemen stations veel meer ruimte in dan mastvoeten en ze kennen andere specifieke afmetingen en vormen vanuit hun functie.



Ontwerp installaties in een functionele en ingetogen vorm

De inpassing van stations is dan ook een meer specifiek, locatiegebonden ontwerpvragestuk van de installatie zelf én van de directe omgeving.²⁷ Daarbij is het een groot verschil of het station in landelijk of stedelijk gebied ligt.

8.4.1 Oriëntatie ten opzichte van de omgeving

De primaire uitdaging ligt in het creëren van een goede samenhang van het station met de omgeving. Hoe sluit een station aan bij de lokale kavelpatronen? En ook: hoe sluit het station aan op de hoogspanningslijnen die vanuit verschillende windrichtingen op het station moeten worden aangesloten? Qua afmeting zijn stations te vergelijken met grote sportvelden, zodat het doorsnijden van kavelgrenzen bijna niet te voorkomen is.

Het aantakken van hoogspanningslijnen gebeurt bij voorkeur met een hoek van 90 graden, omdat anders extra masten of jukken nodig zijn. De masten en/of jukken (met de bijbehorende geleiders en bliksemraden) voor de aansluiting zijn hoger dan de stationsinstallaties en daarmee op afstand beeldbepalend. Gestreefd wordt naar een eenvoudig en overzichtelijk beeld.

Een station dat niet goed aansluit op de oriëntatie van verbindingen of op andere elementen van het elektriciteitsnet, levert vaak een ingewikkeld en visueel complex beeld op. Een station dat in zijn oriëntatie goed aansluit op het net, is vaak eenvoudig en weinig opvallend.

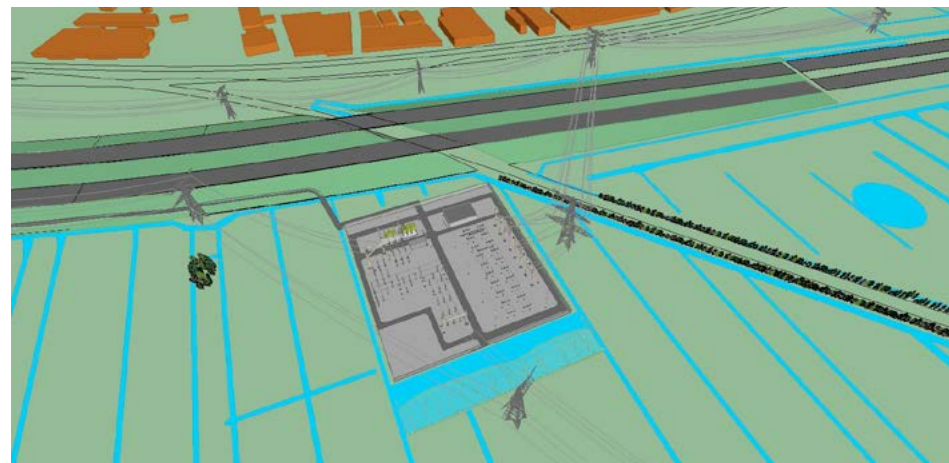
²⁷ Movares 2011

8.4.2 Hoogteligging

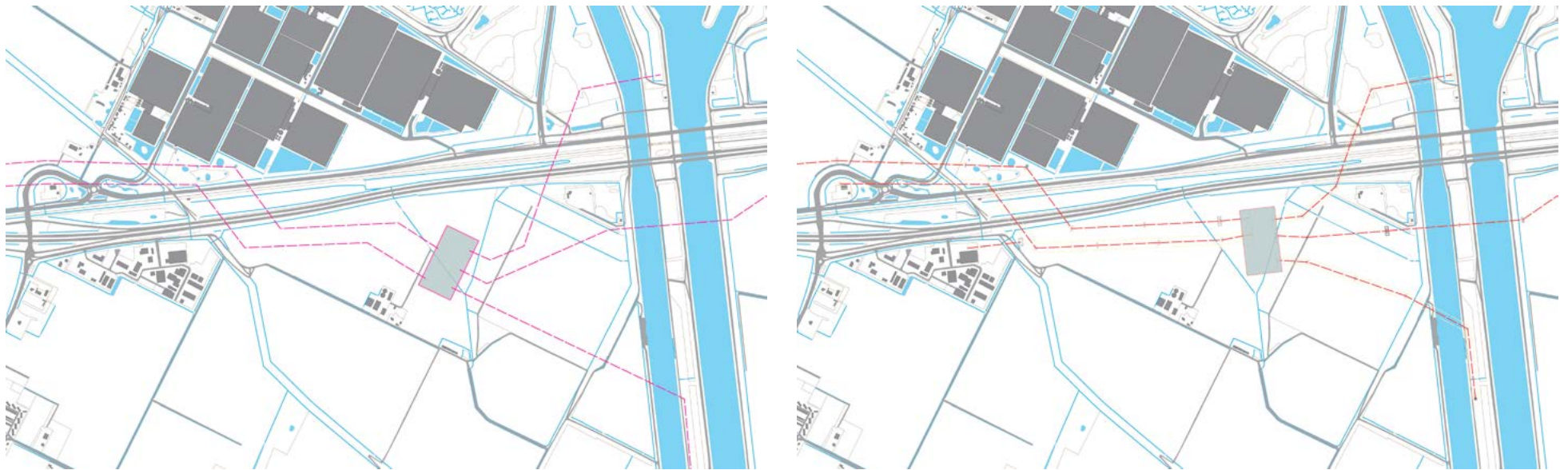
De hoogteligging van een station ten opzichte van het maaiveld is ook beeldbepalend. Een verdiept of halfverdiept station is minder zichtbaar vanuit de omgeving. De aangesloten bovengrondse verbindingen naar het station, blijven echter wel duidelijk te zien. Verdiepte ligging heeft grote impact op de omgeving bijvoorbeeld op de bodemopbouw, de waterhuishouding en de ecologie waarden, daarom leidt het niet altijd tot een betere inpassing.

8.4.3 Combineren met andere functies

Met name in stedelijke situaties zijn combinaties van stations met bestaande gebouwen mogelijk. Dat geldt voornamelijk voor 110/150 kV-verbindingen. 380 kV zijn over het algemeen niet in stedelijk gebied gesitueerd. Combinaties met bedrijfsgebouwen of gebouwen met een cultuurhistorische betekenis kunnen bijdragen aan een goede inpassing.



Figuur 43. Station Breukelen. De oriëntatie van het station is passend in het historisch kavelpatroon



Figuur 44. Station Rilland. Het station (te realiseren in 2017) wordt een schakel tussen de 380 kV-verbindingen Borssele-Geertruidenberg, 380 kV Borssele-Tilburg (te realiseren als onderdeel van ZW380kV), 380 kV Kreekrak-Zandvliet en 150 kV Goes-Rilland). Door een oriëntatie van het station passend in het historisch kavelpatroon zouden de verbindende lijnen veel knikken moeten maken, waardoor een visueel complexe situatie zou ontstaan met een onevenredig groot ruimtebeslag. Voorgesteld is het station haaks te plaatsen op de hoofdrichting van de lijnen en van de gehele bundel. Aanvullend is in het Landschapsplan een kleine herkaveling voorgesteld, zodat het aantal overhoeken wordt geminimaliseerd. Bovendien zijn er in deze opstelling minder zware en dure hoekmasten nodig

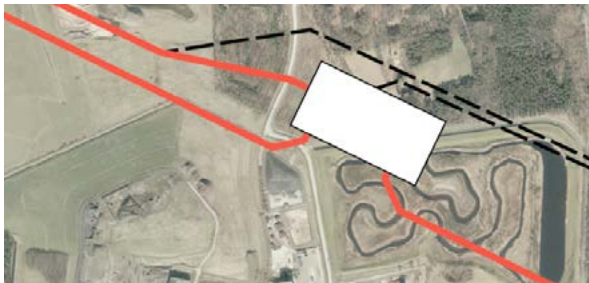


Figuur 45. Station Tilburg, gepland als onderdeel van het project Zuidwest380kV. Er moet een schakel tot stand komen tussen de bestaande 380 kV verbinding Geertruidenberg- Eindhoven, een nieuwe 380 kV-verbinding Rilland-Tilburg. Voor oriëntatie van het station zijn drie varianten ontwikkeld. De derde variant levert de meest eenvoudige constellatie van masten, jukken, geleiders en kabels op en heeft daarom de voorkeur

Figuur 45 a. Uitgangssituatie, bestaande verbinding zonder station



Figuur 45 b. Variant 1: station aansluitend bij het aanwezige kavelpatroon



Figuur 45 c. Variant 2: station in de lengte richting aansluitend op de bestaande lijn



Figuur 45 d. Variant 3: station haaks op de bestaande lijn

9. Ontwerp van de omgeving - Landschapsplan



9.1 Algemeen

Een Landschapsplan bevat alle inrichtingsmaatregelen die nodig zijn voor een goede ruimtelijke inpassing van een nieuw onderdeel van het hoogspanningsnet. Bij grote projecten, die onder de Rijkscoördinatie-regeling vallen worden deze maatregelen planologisch verankerd in het Inpassingsplan.



Maak een Landschapsplan

Het Landschapsplan bevat alle voor de ruimtelijke aanvaardbaarheid noodzakelijke inrichtingsmaatregelen. Het zijn inrichtingsmaatregelen vanuit alle relevante milieuaspecten: landschap en cultuurhistorie, natuur, leefomgeving en water. Zo mogelijk worden gecombineerde, integrale maatregelen ontworpen voor zowel de landschappelijke inpassing als de vereiste compensatie van ecologische waarden. Volgens de Wet ruimtelijke ordening moeten nieuwe hoogspanningsstations- en verbindingen voldoen aan de eis van goede ruimtelijke ordening:

“Ruimtelijke ordening is de verdeling van de ruimte voor verschillende functies. Daarbij worden keuzes gemaakt omdat ruimte schaars is. Om de ruimte te verdelen, worden alle ruimtelijk relevante aspecten op een rij gezet (geordend) en belangen afgewogen. Want belangen kunnen tegenstrijdig zijn. Deze belangenafweging is de ruimtelijke ordening. Bij een goede belangenafweging moet altijd duidelijk zijn waar welke functie is, en waarom die functie nodig is (nut en noodzaak) en juist op die plek is gelegen”²⁸

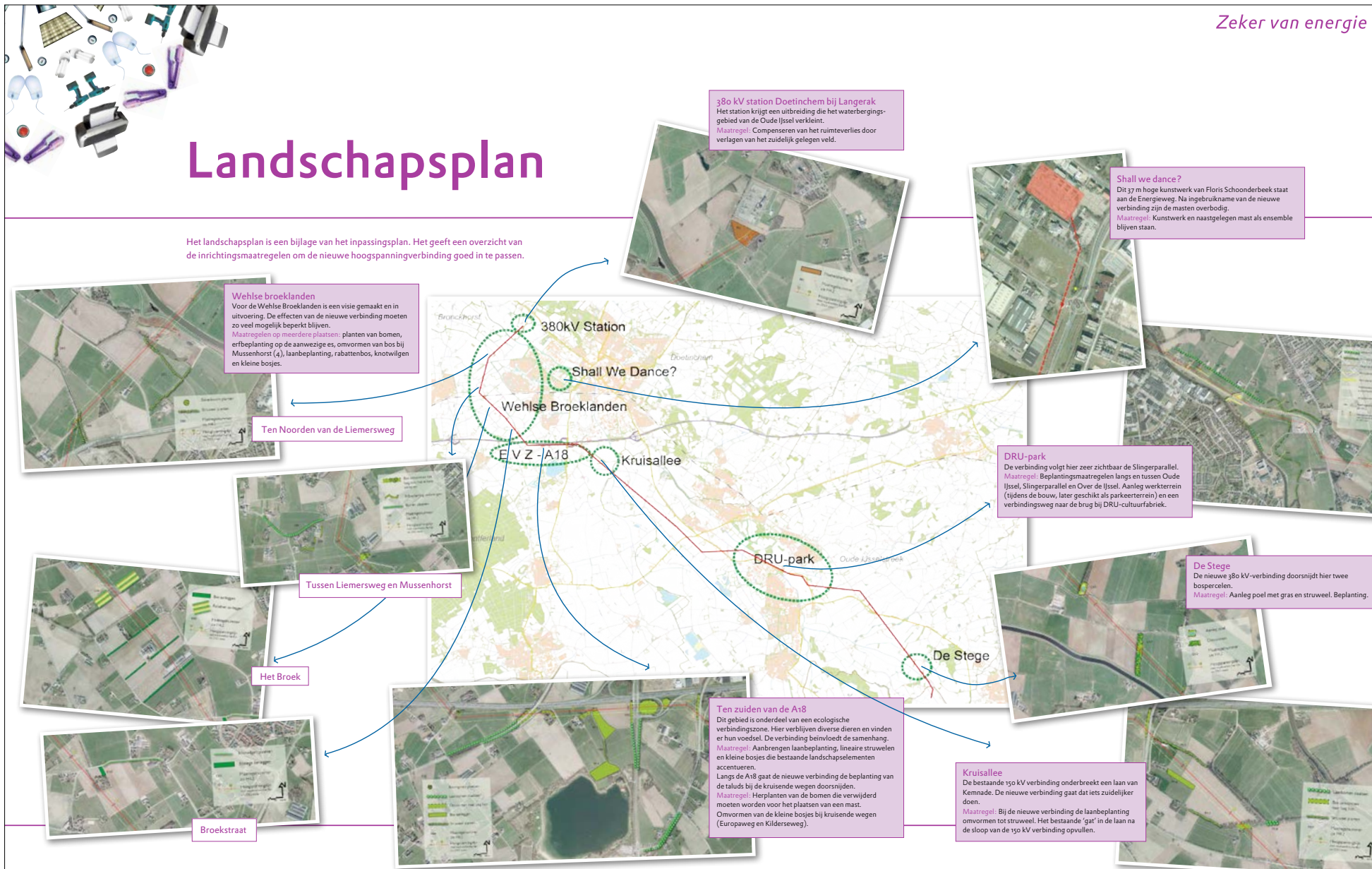
²⁸ S.A.B. 2013

Het opstellen van een Landschapsplan is geen opzichzelf staand proces. Het is van belang deze, ontwerpogave zo goed mogelijk te laten aansluiten op andere ontwikkelingen in het plangebied, zoals de aanleg van een nieuwe (snel)weg, nieuwe woningbouwontwikkelingen, een bedrijven-terrein of natuurontwikkelingsprojecten. Overleg met provincie, gemeenten, waterschap en natuurbeheerorganisaties is dan ook van groot belang. Het hele proces van traceren, locatie bepalen, inpassing, detaillering en uitvoering van een project, inclusief de in een landschapsplan opgenomen inrichtingsmaatregelen, moet worden beschouwd als goede ruimtelijke ordening zoals bedoeld in de Wet ruimtelijke ordening.

Voor alle inrichtingsmaatregelen in het Landschapsplan gelden als randvoorwaarden:

- De kosten staan in redelijke verhouding tot het te beperken of te compenseren effect
- De maatregelen passen binnen de situatie, en doen geen afbreuk aan de wezenlijke lokale kenmerken
- De maatregelen zijn op relatief korte termijn praktisch uitvoerbaar. Denk bijvoorbeeld het verwerven van gronden van veel verschillende eigendomssituaties

Bij de aanleg kan schade aan beplanting ontstaan. Soms is snoeien van bomen of struiken afdoende, soms is kappen en rooien overmijdelijk voor de aanleg van (tijdelijke) werkwegen en werkterreinen. Deze schade wordt zoveel mogelijk voorkomen en waar mogelijk wordt achteraf ter plaatse herplant. De inrichtingsmaatregelen van een Landschapsplan zijn aanvullend op het herstel van schade. De inrichtingsmaatregelen van het Landschapsplan Milieueffectrapport (MER) In een MER zijn de gevolgen van het voorkeustracé voor onder andere de milieuaspecten landschap, cultuurhistorie, natuur en water aangegeven. Hierop volgend bevat een

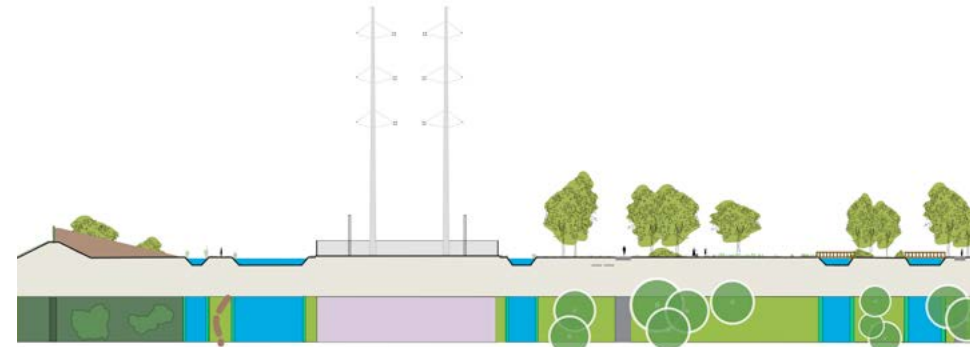


Figuur 46. Voorbeeld Landschapsplan; Poster van Landschapsplan Doetinchem-Wesel 380 kV zoals gebruikt op informatieavond najaar 2014

Landschapsplan de inrichtingsmaatregelen voor het mitigeren of compenseren van de negatieve gevolgen.

Flora- en faunawet

De Flora- en faunawet regelt de bescherming van planten en dieren. In de wet staat dat beschermde dieren niet mogen worden gedood, gevangen of verontrust en dat beschermde planten niet mogen worden geplukt, uitgestoken of verzameld. Ook mag de directe leefomgeving van soorten, waaronder nesten en holen, niet worden beschadigd, verstoord of vernield. Voor elk project wordt een Ecologisch Mitigatie- en compensatieplan opgesteld conform de voor de Flora- en faunawet noodzakelijke maatregelen. Een deel daarvan betreft inrichtingsmaatregelen. Deze zijn geïntegreerd in het landschapsplan.



Figuur 47. Randstad 380 kV-Zuidring Opstijpingspunt 14 Delft-Tansthof

In het gebied werden drie ruimtelijke ingrepen uitgevoerd:

- het realiseren van een 380 kV-hoogspanningsverbinding
- deels verkabelen van een bestaande 150 kV lijn
- de verlenging van de A4 in zuidelijke richting

De herinrichting van het gebied tussen de A4 en de wijk Tansthof is een gezamenlijk product van de gemeente Delft, Rijkswaterstaat en TenneT. Doelstelling van het plan is het gebied opnieuw in te richten tot een park, met speel- en wandelmogelijkheden voor de bewoners van de wijk Tansthof.

Het opstijpingspunt is niet 'weggeplant' maar opgenomen in de ruimtelijke opbouw van het parkje. Het hekwerk rond het opstijpingspunt is speciaal voor dit project ontworpen. zie www.bureaubotersloot.nl

Nationaal Natuurnetwerk (NNN)

Significante effecten op de wezenlijke kenmerken en waarden van het Nationaal Natuurnetwerk worden opgetekend. Daarvoor worden mitigatie en compensatiemaatregelen opgesteld, die zo mogelijk ook geïntegreerd worden met de andere inrichtingsmaatregelen.

Boswet

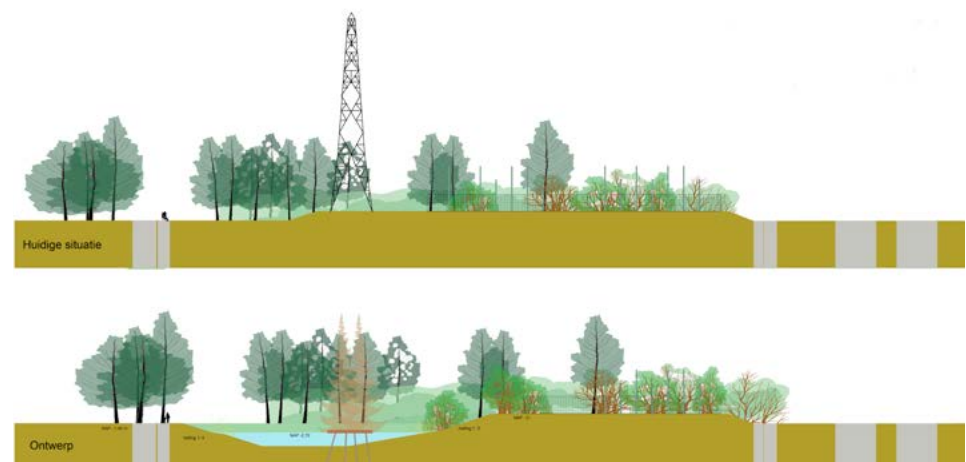
De Boswet heeft tot doel bossen te beschermen. Ergo: wat bos is, moet bos blijven. Als delen van bos en van laanbeplanting moeten worden gekapt, geldt een herplantplicht. Als dat niet kan op dezelfde plaats, moet dat elders gebeuren.

Gemeentelijke kapverordeningen

De gemeentelijke kapverordeningen schrijven vaak voor dat gekapte of fors gesnoeide bomen, herplant moeten worden. Deze herplantplicht wordt in het Landschapsplan meegenomen.

Watertoets

Op grond van de Wet ruimtelijke ordening en het Besluit ruimtelijke ordening worden de waterhuishoudkundige aspecten betrokken in de ruimtelijke plannen. De noodzakelijke waterhuishoudkundige inrichtingsmaatregelen worden integraal opgenomen in een Landschapsplan.



Figuur 48. 150 kV-opstijgpunt Tanthofdreef. Als gevolg van de verkabeling van een 150 kV verbinding kon een opstijgpunt worden geïmagineerd. Op het vrijgekomen terrein is in samenwerking met de omwonenden een parkje met vijver ontworpen. De fundering van de verwijderde mast is gebruikt als eilandje met beplant met piramidale bomen (moerascipressen)

9.2 Principes voor inpassing:

In deze paragraaf is een 'gereedschapskist' voor de inpassing van een nieuwe bovengrondse hoogspanningsverbinding en andere installaties beschreven en gevisualiseerd. Het is een overzicht van zinvolle en beschikbare inrichtingsmaatregelen voor inpassing. Ecologische, landschappelijke en waterhuishoudkundige maatregelen worden zoveel mogelijk geïntegreerd. Zo kan bijvoorbeeld noodzakelijke watercompensatie worden gecombineerd met het verbeteren van een natte ecologische verbinding. En noodzakelijke boscompensatie kan worden gecombineerd met het versterken van de landschapsstructuur, als mitigerende maatregel voor versnippering van karakteristieke laanbeplanting.

Voor het Landschapsplan wordt een aantal algemene inpassingsprincipes gehanteerd. Primair is het streven niet gericht op het zoveel mogelijk aan het zicht onttrekken van de lijn. Een goede samenhang van lijn en landschap vereist immers een balans tussen begrijpelijkheid - en dus zichtbaarheid - en het behoud van specifieke kenmerken van het landschap, waarvoor soms minder zichtbaar beter is. Ingrepen om zaken aan het zicht te onttrekken, kunnen er ook toe leiden dat er juist extra aandacht op wordt gevestigd. De inpassingsprincipes worden toegelicht aan de hand van een aantal representatieve situaties:

- Zicht op de verbinding
- Doorsnijding van lineaire beplanting
- Doorsnijding van bouselementen
- Inpassing van installaties
- Ondergrondse aanleg

De toepassing van deze principes in concrete situaties is uiteraard altijd maatwerk. Elke inpassingslocatie vraagt om een specifieke aanpak en een op de locatie toegesneden ontwerp.

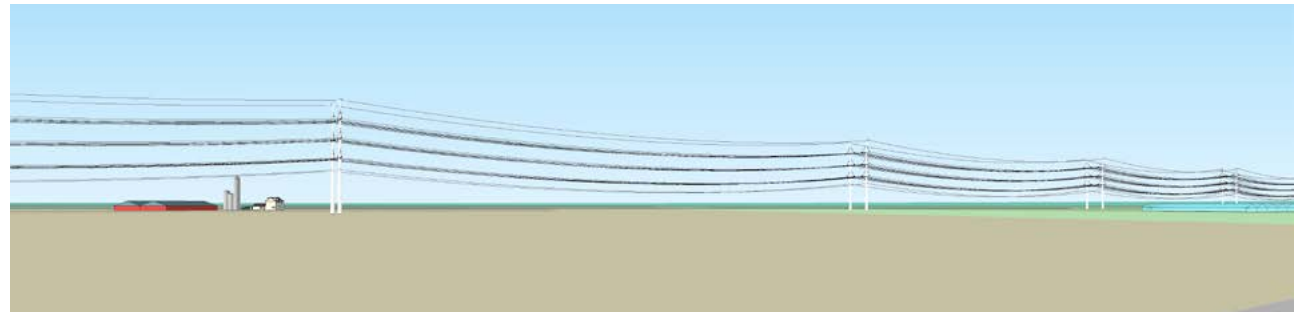
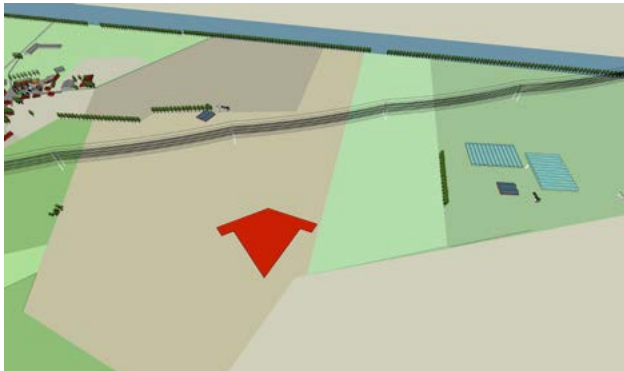
9.2.1 Zicht op de verbinding

Het 'verstopten' van de 380 kV-masten en lijnen door beplanting is praktisch niet mogelijk en niet zinvol. De masten zijn immers aanzienlijk hoger dan de meeste in Nederland voorkomende bomen en zullen er dus altijd bovenuit komen. Beplanting kan wel zinvol zijn in een groter gebied rond de lijn en vanuit het perspectief van verschillende waarnemers. Aanpassing van de ruimtelijke opbouw van het gebied door aanplant langs bijvoorbeeld kavelgrenzen of wegen kan positief zijn voor de waarnemer. Zo'n beplanting tussen lijn en waarnemer wijzigt namelijk de oriëntatie in het landschap en daarmee het zicht op de lijn. Dit werkt sterker naarmate de beplanting dicht bij de waarnemer is gesitueerd.

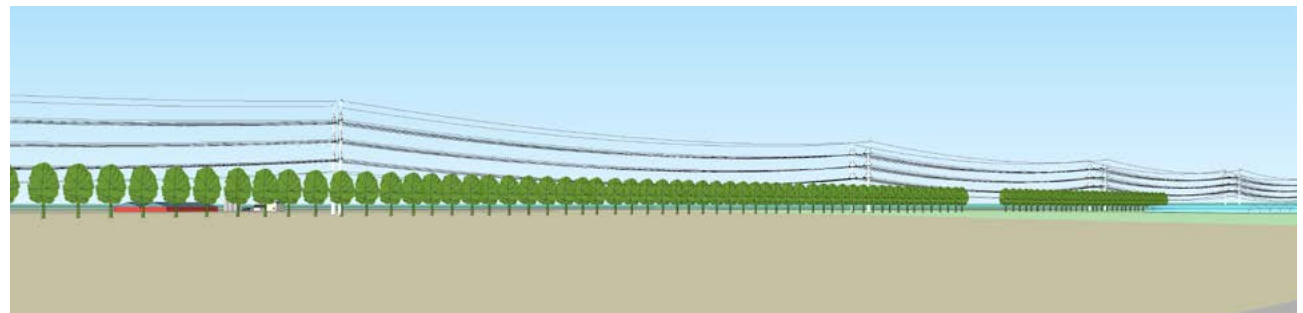
Dit inpassingsprincipe werkt goed in situaties met een recreatieve fiets- of wandelroute vanwaaruit het zicht op de lijn als hinderlijk wordt ervaren. Door bomen of heesters direct langs de recreatieve route richt de aandacht van de waarnemer zich op een ander deel van het landschap.

Dit inpassingsprincipe werkt ook voor locaties waarbij door een hoogspanningslijn een specifiek fraai uitzicht op het landschap wordt verstoord, zoals een doorzicht naar bijvoorbeeld een dorpsilhouet of een bepaald landmark. De afbeeldingen (figuur 50) tonen een fictieve situatie met een vrij uitzicht vanuit een dorpskern op de kerktoren van het naburige dorp.

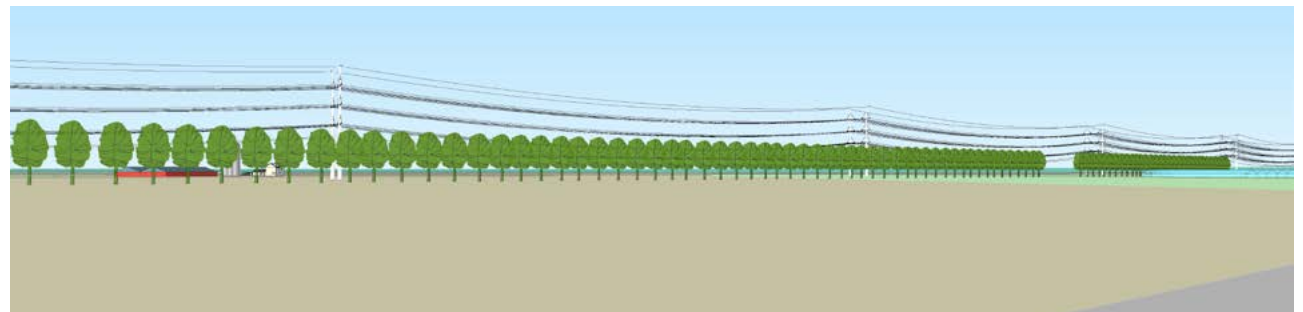
Figuur 49. Fictief landschap met een 380 kV-lijn. De afbeelding onder is een vogelvluchtperspectief, de afbeeldingen rechts en op de volgende pagina geven een beeld op maaiveld. De rode pijl geeft de standplaats en kijkrichting van een waarnemer op een afstand van circa 400 m van de lijn. In de figuren is geïllustreerd dat beplantingen dicht bij de waarnemer het zicht op de lijn kunnen beperken. In een aantal situaties zullen bomen volstaan, in andere situaties is het aanbrengen van struiken, wel of niet in combinatie met bomen gewenst



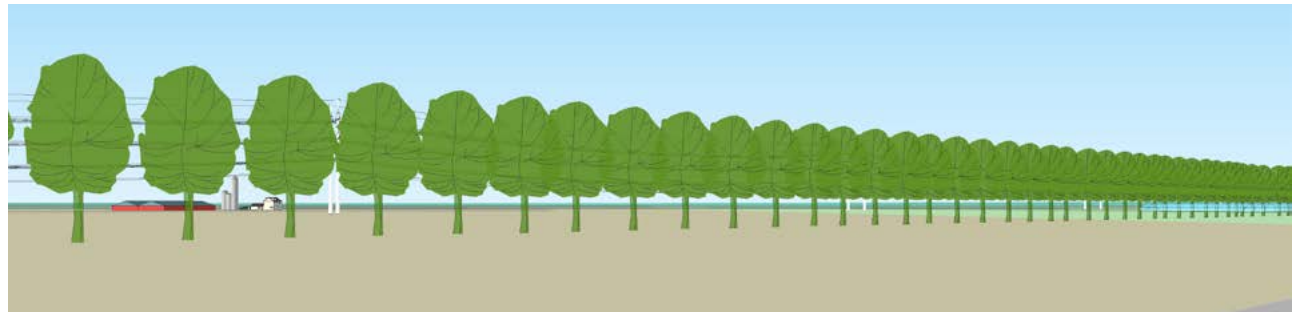
Figuur 49a. Hoogspanningsverbinding in open landschap



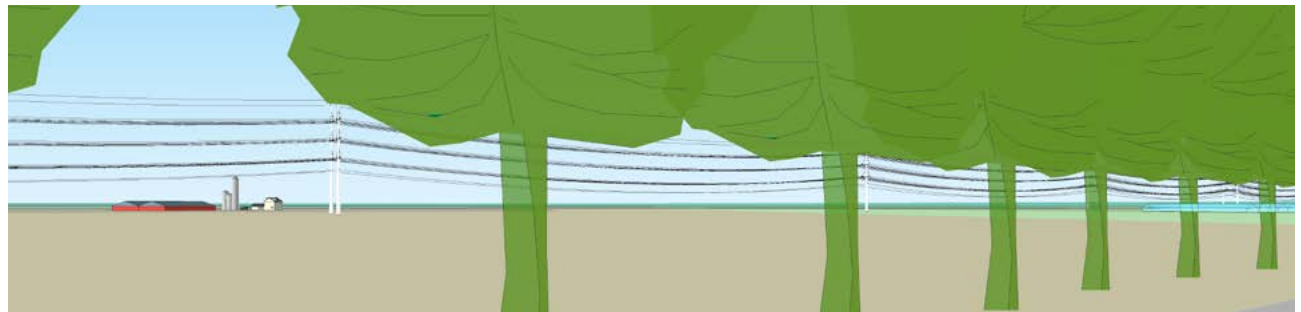
Figuur 49b. Beplanting van bomen met een hoogte van 20 m op een afstand van 50 m van de lijn. De lijn is zichtbaar boven de beplanting



Figuur 49c. Beplanting op 100 m van de lijn. De lijn is zichtbaar boven de beplanting



Figuur 49d. Beplanting op 300 m van de lijn. De beplanting neemt het zicht op de lijn weg

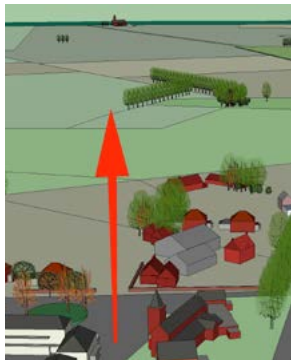


Figuur 49e. Beplanting op 400 m van de lijn. De lijn is zichtbaar onder de kruinen van de beplanting



Figuur 49f. Beplanting op 400 m van de lijn. De struweelbeplanting onder de bomen neemt het zicht op de lijn weg

*Figuur 50. Hoogspanningslijn nabij dorpskern
Links vogelvluchtweergave van de situatie, de rode pijl geeft het standpunt en kijkrichting aan, rechts beeld vanuit de dorpskern*



Figuur 50a. Situatie voor realisatie van de lijn



Figuur 50b. Situatie nadat de lijn is gebouwd



Figuur 50c. Door beplantingen in de dorpsrand is de mast niet meer zichtbaar

9.2.2 Doorsnijding lineaire beplanting

Hoge beplanting onder een hoogspanningsverbinding is vanuit veiligheidsnormen niet mogelijk. Bij het kruisen van laanbeplanting is een onderbreking daarvan soms niet te vermijden. Dit kan landschappelijk, maar ook ecologisch negatieve gevolgen hebben.

Beplanting onder de geleiders moet in hoogte worden beperkt, door regelmatig te snoeien of door het plaatsen van soorten struiken of bomen die van nature een beperkte hoogte krijgen.

Onderbreking van de continuïteit van het laanbeeld kan voor een deel worden ‘verzacht’ door de kruinen van de bomen onder de geleiders te snoeien tot een veilige hoogte. De kruinen worden lager, maar het ritme van de stammen blijft dan wel gehandhaafd.

De geleiders van een hoogspanningsverbinding hangen dicht bij de masten hoog en midden tussen twee masten iets lager. Door een mast bij de tracement en optimalisatie van de verbinding dichtbij een laanbeplanting te situeren, hangen de geleiders ter plaatse van de laanbeplanting redelijk hoog. Dit beperkt de snoeischade aan kruinen van bomen.

Beplanting zoals houtwallen en lanen, hebben dikwijls ook een ecologische betekenis, bijvoorbeeld als geleiding van vliegrouetes van vleermuizen. Onderbreking van deze beplanting door een hoogspanningsverbinding betekent soms een aantasting van het leefgebied van beschermde dieren. Deze aantasting kan worden voorkomen of beperkt door struweelbeplanting onder de geleiders. Hierdoor wordt de ecologische continuïteit in de beplanting hersteld. Om de eenheid in vorm van een dergelijke beplanting te herstellen, kan deze struweelbeplanting eventueel over een grotere lengte worden aangebracht.



Figuur 51. Doorsnijding van lineaire beplanting. Voorbeeld van in hoogte aangepaste beplanting onder geleiders van de 150 kV-verbinding Woensdrecht-Roosendaal ten zuidoosten van Bergen op Zoom. Het ritme van de stammen in de laanbeplanting blijft gehandhaafd



Figuur 52. Voorbeeld van gesnoeide beplanting onder geleiders

Figuur 53. Doorsnijing van lineaire beplanting



Figuur 53a. Onderbreking van een laanbeplanting bij kruising van een hoogspanningsverbinding. De lijn kruist de laan halverwege twee masten, waar de geleiders laag hangen



Figuur 53b. Onderbreking van een laanbeplanting bij kruising van een hoogspanningsverbinding. De lijn kruist de laan vlak bij een mast, onder de lijn kunnen de bomen blijven gehandhaafd maar moeten worden gesnoeid



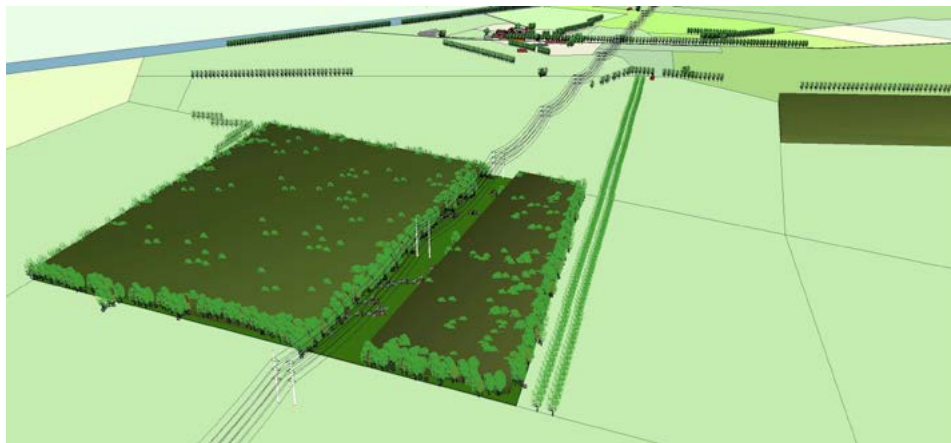
Figuur 53c. Ter plaatse van een onderbreking in een laan is voor bijvoorbeeld de continuïteit van een route van vleermuizen en struweelbeplanting aangebracht

9.2.3 Doorsnijding boselementen

Door zorgvuldige tracering wordt doorsnijding van bosgebieden zoveel mogelijk voorkomen. Waar dat toch onvermijdelijk is, ontstaat een coupure in het bos of wordt een rand van het bos 'afgesneden'. Dit heeft een belangrijke ecologische en landschappelijke impact. Bij de inpassing van de verbinding wordt vanuit landschappelijk oogpunt getracht te voorkomen dat een scherp begrensde, open strook in het bos ontstaat. Een scherpe doorsnijding geeft een onnodig groot contrast tussen het gebied naast en onder de lijn.

Ook ecologisch kan het nuttig zijn scherpe grenzen te voorkomen en randen zoveel mogelijk geleidelijk over te laten gaan van bos, via struweel

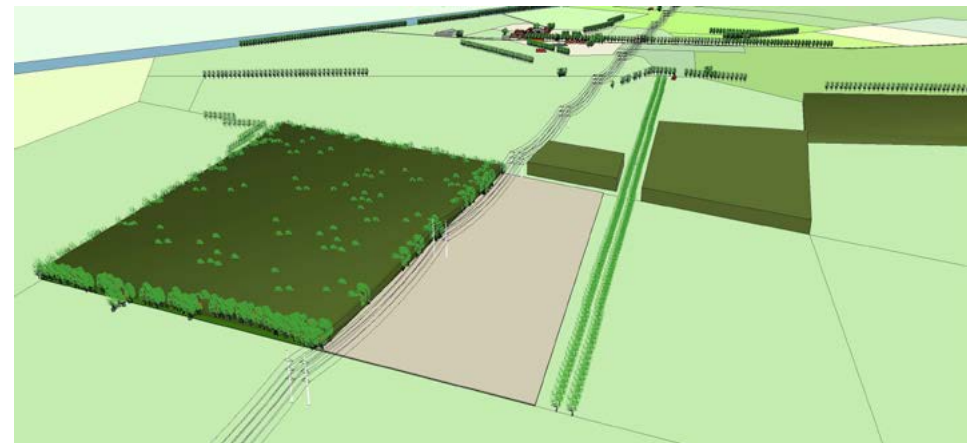
Figuur 54. Doorsnijding boselementen, voorbeeld van inpassing door wijziging van de landschapsopbouw



Figuur 54a. Bos doorsneden door een hoogspanningsverbinding. De randen van de coupure kunnen worden 'verzacht' met zoomvegetatie



Figuur 54b. Bij de doorsnijding van een bos kan een deel van het bos worden omgevormd tot een half open natuurlijk landschap waardoor de hoogspanningslijn op een meer logische plaats in het landschap komt



Figuur 54c. Bijdedoorsnijdingkan een deel van het bos worden omgevormd tot agrarisch gebied en kunnen aansluitend nieuwe boselementen worden gerealiseerd, bijvoorbeeld als onderdeel van een gewenste ecologische verbinding

naar open gebied. Ook kan men overwegen om een deel van het bos om te vormen tot een half open landschap. De nieuwe verbinding wordt dan niet meer zo sterk ervaren als doorsnijding van een bos, maar als een lijn aan de rand van een bos op de overgang van een besloten naar een open landschap. De lijn wordt daarmee meer ‘vanzelfsprekend’ in het landschap opgenomen.



Laat de inrichting van de ‘belemmerde’ strook van aansluiten op het karakter van de omgeving

Het zorgvuldig inrichten van de zro-strook in aansluiting op de omgeving kan vaak worden gezien als vorm van natuurbouw, al dan niet ter compensatie van een verlies aan leefgebied van flora en fauna door de aanleg van de lijn. Vanuit ecologisch opzicht kan een aaneenschakeling van bosclementen, als ecologische verbinding, een belangrijke meerwaarde opleveren. Bij de doorsnijding van een bestaand bos kan het zowel ecologisch als landschappelijk zinvol zijn een deel van het bos om te vormen tot agrarisch gebied en aansluitend nieuw bos te creëren waardoor een reeks bosclementen ontstaat. Dergelijke, meer structurele maatregelen, moeten aansluiten en passen in de bestaande ruimtelijke plannen in het gebied.

9.2.4 Inpassing van installaties

Hoogspanningsstations staan in Nederland vooral in (semi)industriële gebieden, stadsranden en landelijk gebied. Dichtbij woonwijken wordt meestal geprobeerd de installaties zoveel mogelijk te verbergen. Geïsoleerd in landelijk gebied zorgt het juist laten zien van de installatie tot een lage impact.²⁹

²⁹ Oudes 2013



Figuur 55. Voorbeeld van een te strakke open zro-strook in de 3 x 380 kV-verbinding Geertruidenberg-Eindhoven in het bosgebied van Huis ter Heide ten noorden van Tilburg



Figuur 56. Voorbeeld van zro-strook met natuurlijke, halfopen beplanting en geleidelijk overgangen naar bos

Beplanting om installaties aan het zicht te onttrekken, kan zinvol zijn; schakelstations en opstijgpunten zijn immers niet zo hoog als masten.³⁰ Daarmee ontstaat overigens niet in alle gevallen een betere situatie. Een geïsoleerd opstijgpunt in een open gebied mét beplanting is dominantier aanwezig dan een zonder beplanting. Met een zakelijke, terughoudende vormgeving en materiaalgebruik worden installaties vaak het beste opgenomen in het landschap.

In specifieke situaties kan wel door beplanting en aarden wallen de samenhang met de omgeving worden verbeterd. Dit werkt het beste in meer (half)besloten gebieden, waarin vanuit specifieke locaties het zicht op de omgeving door deze maatregelen wordt gewijzigd. De ‘groen omklede’ installaties kunnen zo een minder grote invloed op de gebiedskarakteristiek hebben.

Door de toepassing van verharde grondoppervlakte in stations is vaak watercompensatie vereist. Dit biedt goede mogelijkheden voor de combinatie met natuurbouw.



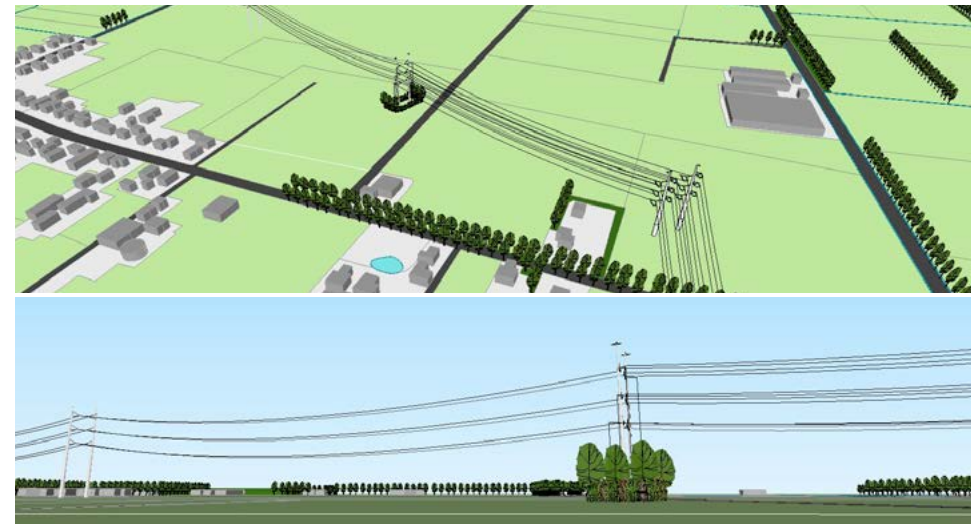
Figuur 57. Inpassing station Doetinchem-Langerak
Het 380/150 kV-station Doetinchem is een goed voorbeeld van landschappelijke inpassing. Rond het station zijn zorgvuldig, passend bij de gebiedskarakteristiek, een aantal boomgroepen en houtwallen gesitueerd. Het station blijft vanuit verschillende locaties zichtbaar waardoor het geheel systeem van lijnen en station begrijpelijk blijft

³⁰ *Verdieping* 13

Figuur 58. Inpassingsprincipes voor installaties



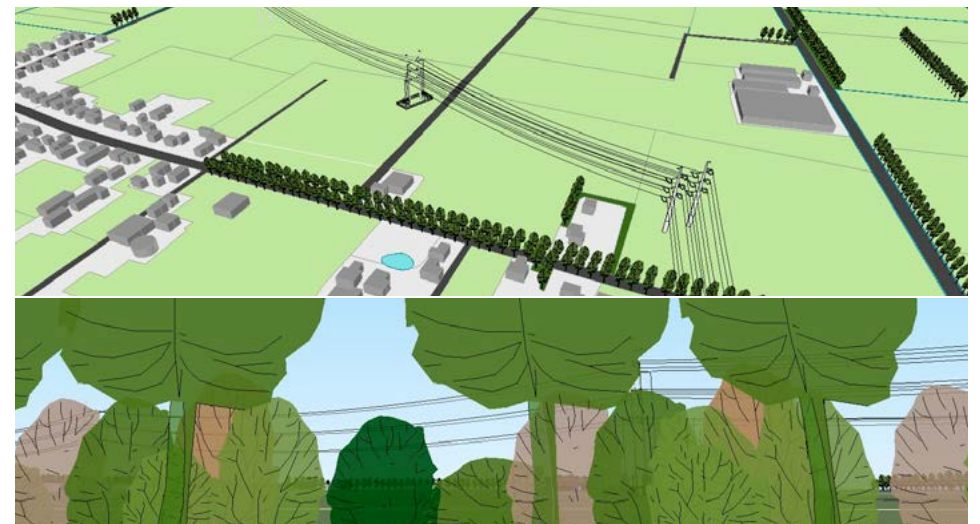
Figuur 58a. Afstappunt zonder inpassingsmaatregel



Figuur 58b. Inpassing door aanbrengen van bomen en stuweel rond een afstappunt



Figuur 58c. Inpassing door versterking van de landschapstructuur in de omgeving door het aanbrengen van kavel- en erfbeplanting



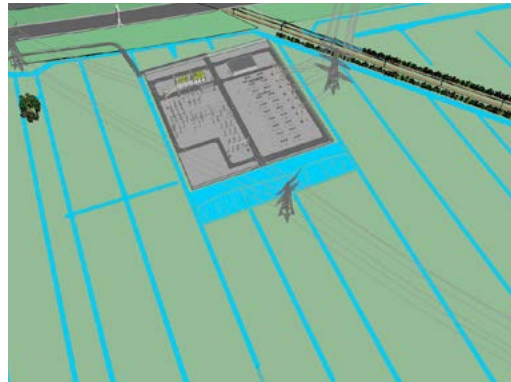
Figuur 58d. Inpassing door het aanbrengen van een wegbeplanting bestaande uit laanbomen en struweel

Figuur 59. Inpassing 380 kV-station Breukelen

Boven: Het station wordt aangesloten op de bestaande 380 kV-lijn Diemen-Krimpen en de 150 kV-lijn Breukelen-Lage Weide ten oosten van de A2. Het station van circa 150 m x 170 m is ingepast in het aanwezige slotenpatroon van het veenweidegebied

Midden: Variant zoals voorgesteld door bewoners in de nabije omgeving. Door een grondwal van 5 m hoog rond het station, met beplanting van bomen en struweel wordt het station aan het zicht onttrokken. Onder de geleiders moet de beplanting worden onderbroken. Het station past, inclusief de grondwal niet binnen het cultuurhistorische slotenpatroon. Het effect van de grondwal en beplanting in het open veenweidelandschap is dat de aandacht juist extra wordt gevestigd op het station

Onder : Variant 'Landschap': Geriefhoutbosjes. Dit zijn voor het landschap rond Kortrijk karakteristieke elementen. Deze bosjes hebben een geringe invloed op de openheid door hun beperkte omvang en hoogte en omdat ze als losse elementen verspreid in het landschap liggen. Door een zorgvuldige locatie van enkele nieuwe geriefhoutbosjes kan het zicht op het station vanuit Kortrijk worden beperkt zonder dat de openheid van het veenweidelandschap ernstig wordt aangetast



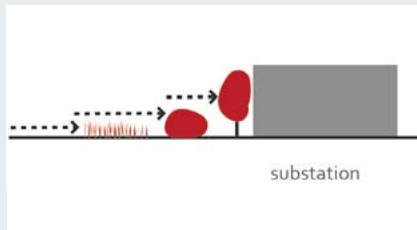
Verdieping 13. Guidelines for specific approaches substations (Oudes 2013)



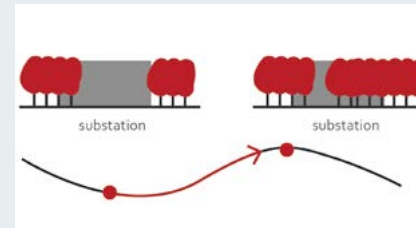
Trees close to the point of perception:
 By placing trees close to the point of perception, high vertical elements can be hidden if they are placed at a distance from the tree. As a result, this will have an effect on a local scale, while the vertical elements (such as the substation) can be visible from a larger distance



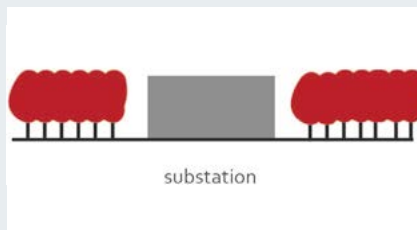
Using the existing landscape
 By using the existing landscape, the view towards the substation can be differentiated. Existing vegetation structures can be emphasized or extended to show or obscure (certain parts of) the substation



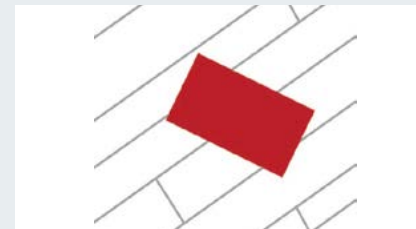
Using vegetation of different heights
 Trees, shrubs and grasses have different structures and dimensions and can therefore be used to reduce the visibility of the substation in different degrees. Combining trees with undergrowth can be used to preserve the visually blocking effect, even in autumn and winter



Discontinuous view towards substation
 By looking at the main points of perception towards the substation, and positioning certain objects (such as clumps) on specific positions, and interesting view towards the substation can be directed

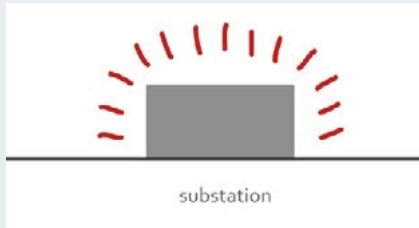


Changing surrounding land use
 By altering the land use around the substation, the substation can be made less conspicuous. In this way, the visually blocking element has a main function, besides the visually blocking function. Examples are a leisure forest and a tree nursery



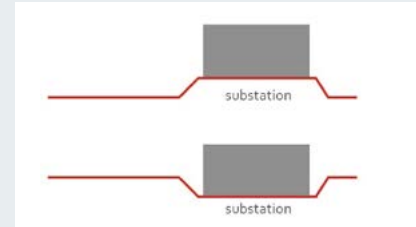
Contrasting orientation
 By contrasting the substation with the underlying parcel structure, the substation is better understandable as a part of the electricity grid. This will work best if the parcel structure is dense

>>



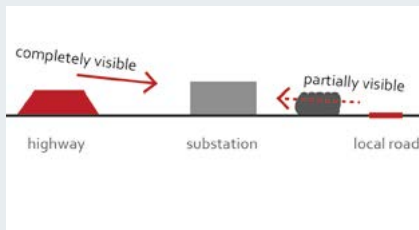
Colour of the substation

By altering the appearance, and especially the colour of the substation, different effects can occur. If unsaturated colours are used the substation can recede to the background. Furthermore, colouring specific parts can be used to show functioning of the substation



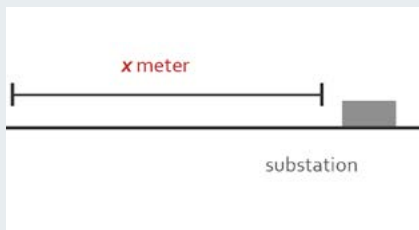
Altering height

Heightening the substation, it will attract more attention. It could even be perceived as emphasizing the functioning on a large scale. This effect can also be reversed: by lowering the substation into the ground, the substation will become less visible



Different experience on different levels

If a substation is located e.g., near road structures of the same hierarchy, this can be a motive to design conditions for different experiences on different levels



Large distance from point of perception to substation

By ensuring a large distance between the point of perception and the substation, the scale of the substation is less conspicuously experienced and the functioning of the substation better understandable

9.2.5 Toepassen van kunst en architectuur

In uitzonderlijke situaties ontstaat meerwaarde als een of enkele masten een heel specifieke vormgeving krijgen, of als bijzondere architectonische elementen worden toegevoegd.

9.2.6 Ondergrondse aanleg

In een aantal situaties worden nieuwe verbindingen ondergronds aangelegd en/of worden bestaande verbindingen ondergronds gebracht; verkabeld.

Dat kan op twee manieren:

- Via open ontgraving
- Via een boring

Bij open ontgraving wordt er een sleuf gegraven waarin de kabels worden gelegd; de aanwezige beplanting wordt dan dus gerooid. De sleuf wordt vervolgens gevuld met aarde, waarop alleen nietdiepwortelende beplanting is toegestaan. Hierdoor ontstaan open gras-, weide- en akkerstroken. Open ontgraving is niet altijd mogelijk, bijvoorbeeld bij een kruising van een weg of vaart, of als er te weinig ruimte is. Dan kan er worden geboord, waarbij de kabels in buizen worden gelegd. Hierbij gelden minder beperkingen voor groenaanplant op het tracé.

Bij de keuze van een ondergronds tracé wordt bestaand waardevol groen zoveel mogelijk ontweken. Als met een kabeltracé dat wordt gerealiseerd met ‘open ontgraving’ en bosschages worden doorsneden en er een onbeplante strook boven het kabeltracé ontstaat, moet worden gestreefd naar een goede overgang van de open zone boven het kabeltracé naar aangrenzend bos of bosschages. Er kan in zo’n situatie ook worden gekozen voor een ‘boring’ zodat er geen schade aan die beplanting ontstaat. Zowel ecologisch als landschappelijk verdient het de voorkeur strakke coupures te voorkomen.



Figuur 60. Kunst als middel voor inpassing : The Source
 “The artwork ‘Source’ is unique because of its concept and its dimensions. It is a monumental art installation on a High Voltage 225 kV of transmission line ‘Amnéville - Montois’ France. Four high-tension towers and 1.5 kilometers of the line are transformed into works of art.” www.art-elena.com

Bij verkabeling van (delen van) een verbinding spelen de volgende aspecten een rol:

- Lengte van de verkabeling
- Aantal verkabelde tracédelen
- Locatie van opstijgpunten
- Verandering grondgebruik op het kabelbed

Lengte van de verkabeling

• Mede bepalend voor kwaliteit tracé

Houd de herkenbaarheid van een verbinding als geheel en van de bovenregionale betekenis ervan zoveel mogelijk intact. Mate van deze herkenbaarheid is afhankelijk van de mate van openheid van het landschap .

Voorbeeld:

Bij de korte verkabeling onder het Noordzeekanaal zijn de tracédelen aan beide zijden van het kanaal zichtbaar en blijft de herkenbaarheid van de verbinding als geheel intact.

Voorbeeld:

Wordt het tracédeel 380 kV Wateringen-DelftTanthof herkend als onderdeel van dezelfde verbinding als het tracédeel Pijnacker-Bleiswijk?

• Kies de locatie van een verkabeling in samenhang met het Landschappelijke Hoofdpatroon

Voorbeeld:

Het OPS bij Tanthof heeft nu een samenhang met de Kruithuisweg (=lokale weg) en niet met de zuidelijke rand van Delft-Zuid en de noordelijke grens van 'Midden Delftland (=onderdeel LHP)

• Samenhang lengte verkabeling en doel/aanleiding

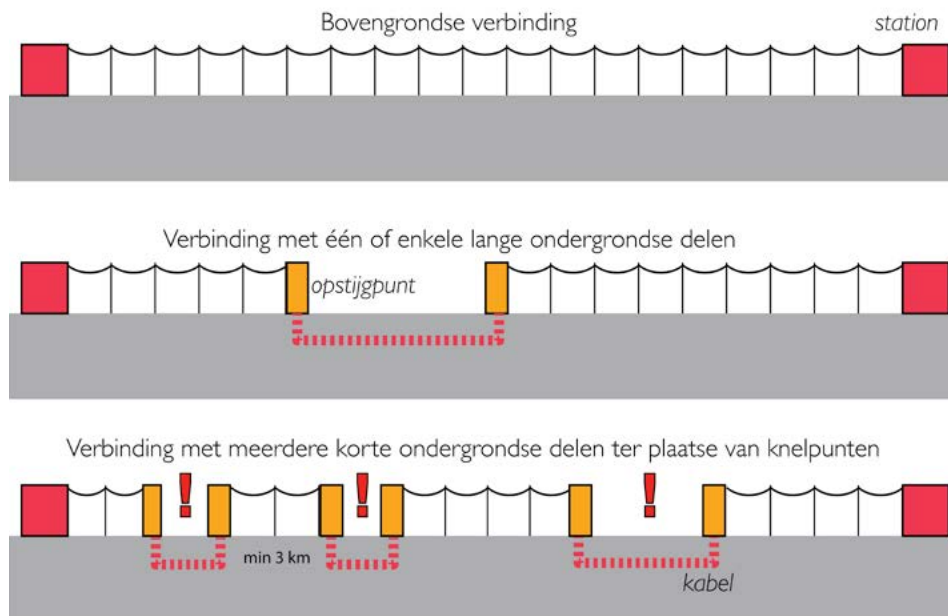
Zorg ervoor dat de aanleiding en doel van een korte verkabeling herkenbaar blijft. Maak de lengte van een verkabeling afhankelijk van het doel ervan.



Figuur 61. Kunst als middel voor inpassing: Shall We Dance?

Kunstenaar Floris Schoonderbeek: "Shall we dance? maakt de elegantie van de echte masten zichtbaar: een dans tussen stalen reuzen. Het is een vriendelijk welkomstgebaar voor bezoeker en passant, een uitnodiging om met verbeelding en inspiratie naar je omgeving te kijken. Geen elektriciteitsmast zal ooit nog hetzelfde zijn. Het kunstwerk is gemaakt met dezelfde materialen en constructietechniek als de bestaande hoogspanningsmasten en daardoor, ondanks de afmeting, subtiel van opzet." www.florisschoonderbeek.com

Een korte verkabeling moet worden gezien als een ‘plaatselijke afwijking’ vergelijkbaar met het toepassen van extra hoge masten bij het kruisen van een rivier of kanaal met grote doorvaarhoogte. De onderbreking van de bovengrondse geleiders en het OSP met afspanmasten zijn sterk bepalend voor de verschijningsvorm van een verbinding. Belangrijk is dat er een herkenbare samenhang is tussen het toepassen van een korte verkabeling en aanleiding daarvoor in het landschap.



Figuur 62. Principe van ondergrondse delen als onderdeel van een bovengrondse verbinding

Voorbeeld:

De noodzaak van de korte verkabeling onder het Noordzeekanaal is evident mede omdat er regelmatig hoge schepen langskomen en omdat de opstijpunten aan beide zijden van de verkabeling zichtbaar zijn.

Aantal verkabelde tracédelen

Korte verkabelingen worden primair toegepast bij het oplossen van knelpunten zoals de aanwezigheid van een vaarweg met hoge doorvaarhoogte, als er heel dicht bij een woonwijk moet worden getraceerd, of ter plaatse van een N2000 gebied. Als er binnen een verbinding meerdere verkabelingen op korte afstand van elkaar onvermijdelijk zijn ontstaat er snel een onrustig beeld. Dat ontstaat niet alleen door de onderbrekingen in de lijn maar ook door de relatief grote opstijpunten. Dit is afhankelijk van de mate van openheid in het landschap. Dit aspect speelt een rol op lijn niveau als op mastniveau.

In het algemeen geldt:

- Als verkabelingen op korte afstand van elkaar noodzakelijk zijn voeg ze dan samen tot één langere
- De minimale afstand tussen twee verkabelingen is in beginsel 3 km (vuistregel afhankelijk van landschapsopbouw)

Locatie van opstijpunten

De locaties van opstijpunten zullen primair herkenbaar samenhangen moeten hebben met hun ‘aanleiding’. Probeer daarnaast: de opstijpunten aan te laten sluiten bij andere gebouwde objecten en/of installaties in de omgeving. Verandering grondgebruik kabelbed Verkabeling kan op twee manieren: via open ontgraving of via een boring. Bij een open ontgraving zal

op het kabelbed in principe alleen niet-diepwortelende beplanting toegestaan zijn. Ter plaatse ontstaan daardoor open gras-, weide- en akkerstroken.

- Voorkom bij openontgraving dat er stroken ontstaan die wat betreft verschijningsvorm afwijken van de omgeving
- Traceer een verbinding bijvoorkeur in open akker of weide gebied en niet in bosgebieden

Als een kabeltracé in ‘open ontgraving’ onvermijdelijk bosschages doorsnijdt streef dan naar een goede overgang van de zone boven het kabeltracé naar aangrenzend bos of bosschages. Zowel ecologisch als landschappelijk verdient het de voorkeur strakke coupures te voorkomen.

Voorbeeld:

Het kabeltracé ten zuiden van Delft, project Randstad 380 kV Zuidring, was aanleiding de ruimtelijke opbouw van het aanwezige park te herzien zodat het tracé in grasland kwam te liggen.

10. Effectbepaling en beoordeling



10.1 Algemeen

Effectbepaling- en beoordeling en is onderdeel van een Milieu Effect Rapportage (MER). Volgens het Besluit milieueffectrapportage dient voor een besluit over de aanleg van een bovengrondse hoogspanningsverbinding met een spanning van 220 kV en hoger met een lengte langer dan 15 km een procedure van milieueffectrapportage (m.e.r.) gevolgd te worden. De Ministers van Economische Zaken en van Infrastructuur en Milieu voeren, als degenen die het besluit (Inpassingsplan) nemen de m.e.r.-procedure uit. Een m.e.r. is een onderzoek naar de mogelijke tracéligging (alternatieven) en de milieueffecten daarvan.

Via een m.e.r. komt alle informatie op tafel die nodig is om het milieubelang volwaardig te kunnen meewegen bij de besluitvorming. Deze informatie wordt gebundeld in een openbaar document: het MER.

Het hier opgenomen beoordelingskader is een methode van effectbepaling en beoordeling ontwikkeld in de periode 2006-2014 in de 380 kV-hoogspanningsprojecten:

Randstad 380 kV Noordring en Zuidring, een verbinding van station Wateringen via station Bleiswijk naar station Beverwijk. Doetinchem-Wesel (D) 380 kV, een internationale verbinding tussen het Nederlandse en Duitse net.

Noord-West 380 kV, een verbinding van station Diemen naar station Eemshaven.

Zuid-West 380 kV, een verbinding van station Borssele naar station Tilburg. Andere onderdelen van het hoogspanningsnet zijn vaak niet m.e.r.-plichting. Ook voor die onderdelen is het vaak zinvol een bepaalde vorm van effectbepalingen beoordeling toe te passen. Als onderdeel het locatieonderzoek voor het 380 -150 kV-station Breukelen bleek de hier beschreven methode ook bruikbaar.

10.2 Beoordelingskader

Een stap verder in het planningsproces is het de vraag hoe de uitgewerkte plannen voor inpassing moeten worden beoordeeld op het aspect Landschap en Cultuurhistorie. Voortbouwend op de omschrijving van landschappelijke kwaliteit is dit beoordelingskader ook opgebouwd uit drie onderling niveaus

- Tracéniveau
- Lijnniveau
- Mastniveau

Wat zijn de effecten van de verschillende onderzochte alternatieven op de eerder gekozen schaalniveaus: trace, lijn, mast? Hoe worden die effecten beoordeeld en met welke criteria? Zijn de effecten tijdelijk of blijvend, is het alleen negatief of kan er ook sprake zijn van een positief effect op het landschap?

Uitgangspunt voor tracering en ontwerp van de alternatieven is de hiervoor geschetste systematische, integrale benadering voor goede landschappelijke inpassing. Bovendien is bij de alternatieven gewerkt volgens verschillende traceringsprincipes, zoals bundeling of een autonome lijn. De verschillende alternatieven worden beoordeeld met de criteria:

Tracéniveau (hoogste niveau)

- Beïnvloeding van bestaande samenhangen die het Landschappelijk Hoofdpatroon bepalen
- Kwaliteit tracé: Vormgeving van het tracé van de lijn (b.v. masttypes, traceringsprincipes)

Lijnniveau (middelste niveau)

- Beïnvloeding van bestaande samenhang die de gebiedskarakteristiek van gebieden bepaalt.
- Beïnvloeding van samenhang tussen specifieke elementen en hun context

Mastniveau (laagste niveau)

- Beïnvloeding van samenhang tussen specifieke elementen en hun context
- Fysieke beïnvloeding specifieke elementen

Tijdelijke en permanente effecten

Bij de aanleg wordt gegraven en worden bouwterreinen ingericht. Dat heeft een tijdelijk, relatief klein effect, op het landschap. Dit effect zal per alternatief weinig verschillen en wordt daarom vaak niet meegenomen in de effectbeoordeling. Voor kabeltrace's, die worden geraliseerd in open ontgraving, geldt dat er na de aanleg geen beplanting meer aanwezig is. In verdichte groengebieden ontstaan dus onbeplante zones boven het kabeltracé.

Vanwege de zetting van de kabel en de inklinking, wordt bovenop het kabeltracé een 'ruggetje' aangebracht, dat na enkele jaar gezakt is tot de hoogte van het maaiveld. Gedurende deze zettingsperiode is er derhalve een zeer beperkt landschappelijk effect, dat in de beoordeling vaak niet wordt meegenomen.

Onderzoeksgebied per (sub)criterium

Voor alle criteria geldt dat het studiegebied wordt bepaald door de afstand waarop een effect geobserveerd, waargenomen en ervaren kan worden, met andere woorden: de reikwijdte van de landschappelijke effecten.

Cultuurhistorie

Cultuurhistorie is een integraal onderdeel van de landschappelijke beoordeling. Landschap wordt immers beschouwd als een proces waarvan de huidige situatie een momentopname is. Het huidige cultuurlandschap is het product, de neerslag van een jarenlange ontwikkeling. De cultuurhistorische aspecten vormen dus een integraal onderdeel van de kenmerken en de kwaliteit van het landschap. De landschappelijke beoordeling is daarom automatisch ook een cultuurhistorische beoordeling. Als cultuurhistorische aspecten worden beïnvloed, raakt dit direct het landschap. 'Erkende' landschappelijke rijksmonumenten (gebouwen, parken, landgoederen, watergebieden etc.) worden expliciet meegenomen in de effectbepaling. Archeologie is onderdeel van cultuurhistorie, maar wordt hier niet behandeld; dat gebeurt in bij Archeologie, Bodem en Water.

Operationalisering beoordelingscriteria

De effectbepaling voor het aspect landschap gebeurt door beoordeling op basis van een 'deskundigenoordeel' in een zevenpuntsschaal.

Schaalverdeling effectbeoordeling

+++	Zeer positief effect
++	Positief effect
+	Licht positief effect
0	Nauwelijks effect
-	Licht negatief effect
--	Negatief effect
---	Zeer negatief effect

Grenzen van de schaalverdeling

De beschrijving en beoordeling van de milieugevolgen (naast landschap en cultuurhistorie ook natuur, bodem en water, ruimtelijke functies etc.) in een MER heeft als doel een goede afweging van de tracéalternatieven mogelijk te maken en om de besluitvorming rondom het voorkeursalternatief te onderbouwen. Bij de vertaling van kwantitatief beschreven effecten (zoals bijvoorbeeld het ruimtebeslag van masten in een archeologisch waardevol gebied) kunnen klassengrenzen gebruikt. Deze klassengrenzen zijn projectspecifiek, omdat rekening moet worden gehouden met project-specifieke omstandigheden zoals tracélengte, uitvoeringsvorm, gebiedseigenschappen etc.

Per project worden de klassengrenzen zodanig gedefinieerd, dat relevante verschillen tussen de alternatieven zichtbaar worden en ook de absolute omvang of ernst van het effect. Door deze (voor m.e.r. -procedures gebruikelijke) aanpak is het niet mogelijk de kwalitatieve effectbeoordeling van verschillende hoogspanningsprojecten met elkaar te vergelijken: elk project is in feite uniek. Voor een verantwoorde tracé-afweging binnen een specifiek hoogspanningsproject is dit geen belemmering.

Aanvullend op de tabel kan op lijnniveau de beïnvloeding van de gebiedskarakteristiek als positief worden beoordeeld, wanneer de lijn iets toevoegt aan de specifieke landschapsbeleving, of als door verdwijnen van een bestaande verbinding de gebiedskarakteristiek positief beïnvloed wordt.

10.2.1 Effecten op tracéniveau

- Beïnvloeding Landschappelijk Hoofdpatroon
- Kwaliteit tracé

De beoordeling op tracéniveau gebeurt uitsluitend voor de volledige tracé-alternatieven, dus niet op secties of details.

10.2.1.a Kwaliteit tracé

Dit beoordelingscriterium kijkt naar de herkenbaarheid van een verbinding als bovenregionale infrastructuur. Welke traceringsprincipes worden toegepast en gebeurt dat consequent, wat is de mastkeuze, is er sprake van een verbrokkeld beeld door bijvoorbeeld ondergrondse delen. De combinatie van deze factoren bepaalt de kwaliteit van het tracé. Dit betekent dat een verbinding die erg ongunstig scoort op één van deze aspecten niet automatisch heel negatief scoort. Het betekent ook dat een verbinding die één goed scoort op één aspect, niet automatisch heel goed scoort op het geheel.

Op basis van dit criterium kan worden beoordeeld of een tracéontwerp optimaal recht doet aan het karakter van de lijn als bovenregionale infrastructuur in samenhang met het Landschappelijk Hoofdpatroon. Dat hoofdpatroon wordt met name gevormd door de variatie van open en gesloten landschap, de stedelijke en landelijke gebieden en de bovenregionale infrastructurele netwerken – wegen, spoor, rivier, kanaal, dijk etc. – De mate van herkenbaarheid van de verbinding als bovenregionale infrastructuur bepaalt de score. Belangrijk is ook dat een verbinding helder en begrijpelijk is en herkenbaar als eenheid. Een verbinding die sterk verbrokkeld is door bijvoorbeeld ondergrondse delen mist deze helderheid, begrijpelijkheid en eenheid. Het aantal ondergrondse delen, de lengte ervan en de locatie van de opstijgpunten bepaalt of een verbinding neutraal tot negatief scoort.

Bundeling van een nieuwe verbinding met lokale infrastructuur met bijvoorbeeld veel bochten, kan leiden tot een zeer grote visuele complexiteit, wat zeer negatief wordt beoordeeld. Belangrijk voor de kwaliteit van het tracé is bovendien dat er zo min mogelijk verschillende traceringsprincipes naast elkaar voorkomen. Het uniform gebruik van een traceringsprincipe in het tracé zorgt voor een rustige lijn.

Kwaliteit tracé

Effect	Omschrijving
Zeer positief effect	nvt
Positief effect	nvt
Licht positief effect	nvt
Nauwelijks effect	Tracé is goed herkenbaar als bovenregionale infrastructuur en reageert niet op lokale verschijnselen
Licht negatief effect	Tracé is matig herkenbaar als bovenregionale infrastructuur en reageert weinig op lokale verschijnselen
Negatief effect	Tracé is slecht herkenbaar als bovenregionale infrastructuur en reageert vrij veel op lokale verschijnselen
Zeer negatief effect	Tracé is niet herkenbaar als bovenregionale infrastructuur en reageert veel op lokale verschijnselen

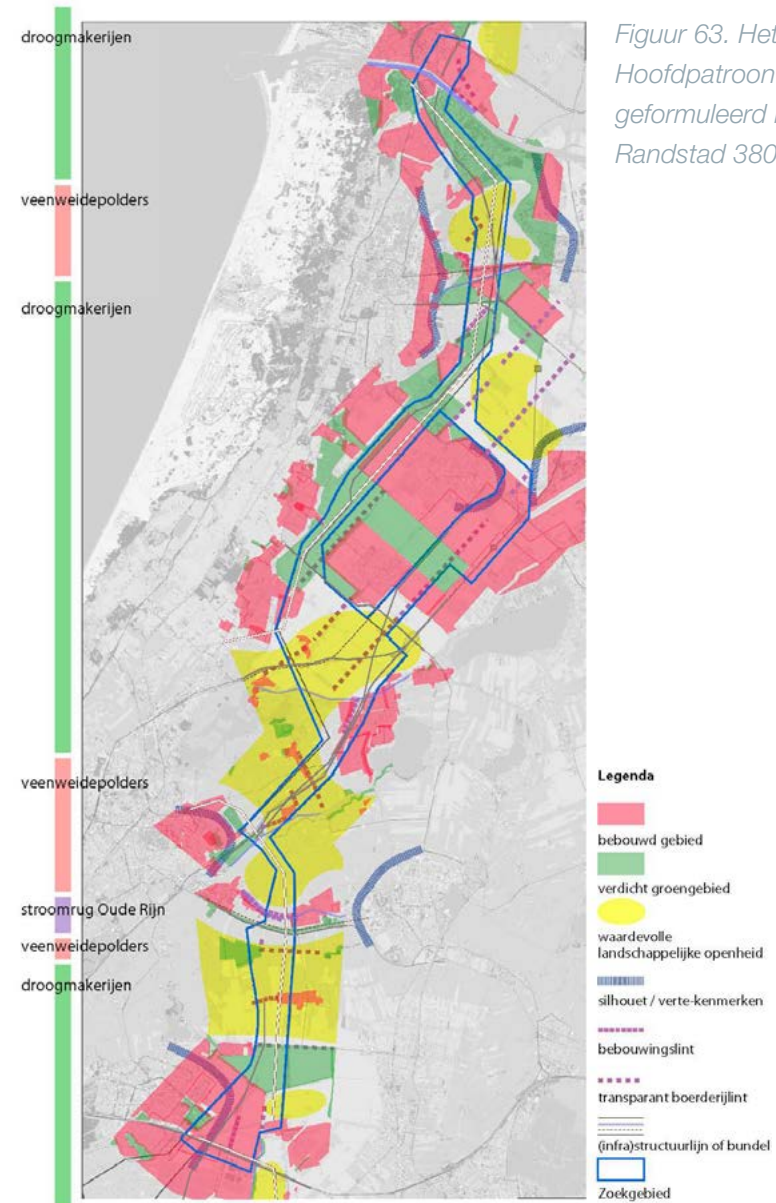
10.2.1.b Beïnvloeding Landschappelijk Hoofdpatroon

Het tracé van een hoogspanningsverbinding kan het bestaande Landschappelijk Hoofdpatroon beïnvloeden.

Dit gebeurt als de beleving van het Landschappelijk Hoofdpatroon anders wordt, bijvoorbeeld doordat de verbinding een heel nieuwe zichtbare lijn in het landschap vormt. De aard en ernst van de beïnvloeding is sterk afhankelijk van het landschap ter plaatse en is dus locatiespecifiek.

De mate van beïnvloeding van het Landschappelijk Hoofdpatroon bepaalt de effectbeoordeling. Een neutrale score (0) wordt toegekend aan een alternatief dat geen veranderingen veroorzaakt in het Landschappelijk Hoofdpatroon.

Beïnvloeding van het Landschappelijk Hoofdpatroon zou plaats kunnen



Figuur 63. Het Landschappelijk Hoofdpatroon zoals geformuleerd in het MER Randstad 380 kV Noordring

vinden in zeer open gebieden waar nog geen hoogspanningsverbinding aanwezig is. Een lijn is echter zodanig transparant en beperkt ruimtevormend, dat dit niet snel aan de orde is.

Beïnvloeding Landschappelijk Hoofdpatroon

<i>Effect</i>	<i>Omschrijving</i>
Zeer positief effect	Grote versterking van het landschappelijk hoofdpatroon
Positief effect	Versterking van het landschappelijk hoofdpatroon
Licht positief effect	Enige versterking van het landschappelijk hoofdpatroon
Nauwelijks effect	Geen beïnvloeding van het landschappelijk hoofdpatroon
Licht negatief effect	Enige verzwakking van het landschappelijk hoofdpatroon
Negatief effect	Verzwakking van het landschappelijk hoofdpatroon
Zeer negatief effect	Grote verzwakking van het landschappelijk hoofdpatroon

Effecten op kaart

Effecten moeten naast een beschrijving ook worden weergegeven in kaartbeelden. Daarbij zal aandacht kunnen zijn voor een schematische weergave van de traceringsprincipes en uitvoeringswijzen, bijvoorbeeld door de opeenvolging van de onderbrekingen door ondergrondse delen, en de verschillende masttype en bundelingswijzen aan te geven.

10.2.2 Effecten op lijnniveau

Op lijnniveau zijn de volgende twee beoordelingscriteria van belang:

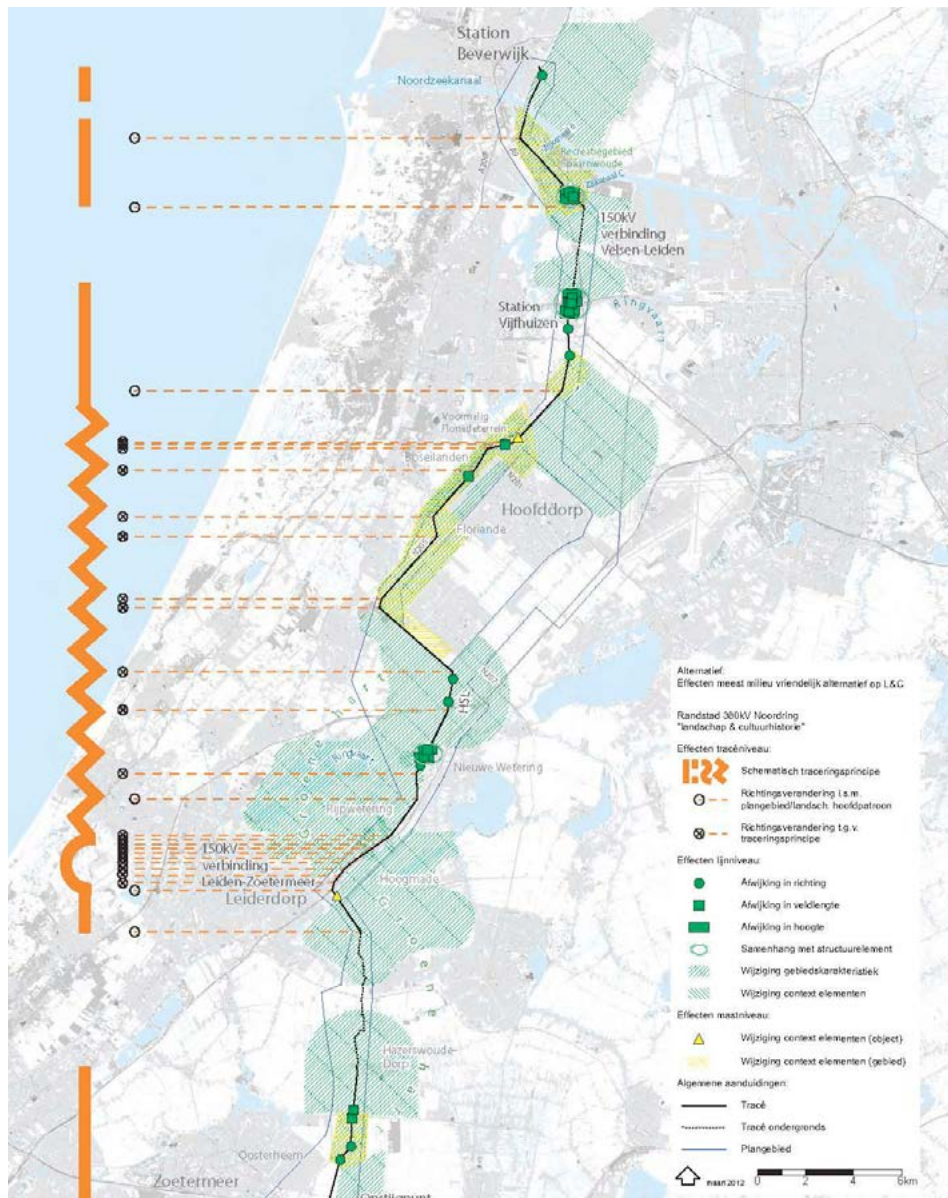
- Beïnvloeding gebiedskarakteristiek
- Beïnvloeding samenhang tussen specifieke elementen en hun context op lijnniveau

10.2.2.a Beïnvloeding gebiedskarakteristiek

De gebiedskarakteristiek wordt bepaald door de aard, verschijningsvorm en betekenis van een gebied. Een landschap rond een snelweg heeft een heel ander karakter dan een semi-natuurlijk veenweidelandschap met veel water. Een hoogspanningsverbinding heeft in het gebied met een snelweg een heel andere invloed dan in een meer natuurlijk ingericht landschap. Afhankelijk van de aard van het gebied en de uitvoering van de lijn, is er een sterk of minder sterk contrast tussen de hoogspanningsverbinding en het karakter van het landschap.

(Sub)gebieden

In een MER wordt vaak een indeling in deelgebieden gehanteerd om het geheel wat overzichtelijk te houden. De gebiedskarakteristieken worden beschreven en beoordeeld aan de hand van subgebieden. Dit zijn geografische eenheden met een dusdanige eigen gebiedskarakteristiek dat ze zich onderscheiden van de omgeving. Gebieden met een herkenbaar, eigen karakter. Een indeling in subgebieden kan tot gevolg hebben dat effecten grensoverschrijdend kunnen zijn. Zo kunnen bijvoorbeeld positieve effecten als gevolg van de sloop van een bestaande verbinding (deels) in het ene subgebied optreden en de effecten van de nieuwe verbinding in een ander subgebied. Daarnaast hebben subgebieden vaak een verschillende oppervlakte. In de totaalbeoordeling wordt hier rekening mee gehouden.



Figuur 64. Voorbeeld presentatie landschappelijke effecten van het Bundelingsalternatief zoals toegepast in het MER Randstad 380 kV Noordring

Effecten kunnen naast een beschrijving ook worden weergegeven in kaartbeelden. In oranje vinden we de effecten op tracéniveau. Hierbij is de oranje balk een schematische weergave van de traceringsprincipes en de opeenvolging hierin. In deze balk zijn ook de onderbrekingen door ondergrondse delen terug te vinden. Naast deze balk zijn de afwijkingen aangegeven die een gevolg zijn van het zoekgebied (en niet als negatief effect gezien worden) en de afwijkingen als gevolg van het traceringsprincipe (die meewegen in de beoordeling van de kwaliteit van het tracé).

In groen zijn plaatselijke afwijkingen van verschillende aard aangegeven en eventueel samenhangen hiervan met landschapselementen. Tevens zijn gebieden waar de gebiedskarakteristiek duidelijk beïnvloed wordt en beïnvloedingen van elementen op lijnniveau aangeduid.

In geel is de beïnvloeding van elementen op mastniveau aangeduid, zowel in de vorm van individuele objecten als in de vorm van gebieden waar mastposities in meer algemene zin invloed hebben

Visuele complexiteit

Bij de beoordeling van de zichtbaarheid speelt de visuele complexiteit van de verbindingen een belangrijke rol. Deze wordt onder meer bepaald door het ritme van de masten, de zichtbaarheid van de afwijkingen daarin zoals knikken, verschillende technische constructies zoals kruisingen en opstijp-punten, ongelijke veldlengtes of verschillen in hoogte van de masten. Ook speelt het lijnperspectief van de verbinding in relatie tot andere elementen in het landschap en rol. Plaatselijke afwijkingen in vormgeving en uitvoering van de lijn zijn mede bepalend voor de kwaliteit van een verbinding en de visuele complexiteit ervan.

Alternatieve tracés zijn in eerste instantie ontworpen vanuit bepaalde principes: zoals bundeling of het maken van een zo recht mogelijke lijn. Afwijkingen van deze principes treden op, zoals bij plaatselijke richtingsveranderingen, een knik om een gebouw te ontwijken. Ook zijn er afwijkingen in hoogte en veldlengte.

Dergelijke afwijkingen in volgorde van ernstig naar minder ernstig:

- Richtingsveranderingen
- Hoogteafwijkingen
- Afwijkingen in veldlengte

De combinatie van de afwijkingen in aantal, type en onderlinge afstand bepaalt de visuele complexiteit van een lijn. De ernst van de afwijkingen is afhankelijk van de landschappelijke situatie, bijvoorbeeld de mate van openheid van het gebied ter plaatse. Soms vertonen plaatselijke afwijkingen een duidelijke samenhang met het Landschappelijk Hoofdpatroon, bijvoorbeeld hoge masten met een korte veldlengte bij het kruisen van een belangrijke vaarweg. De logica van dergelijke afwijkingen is begrijpelijk en zo sterk dat dit landschappelijk niet negatief werkt.

De invloed op de gebiedskarakteristiek hangt af van; aantal en aard van de afwijkingen de daaruit volgende visuele complexiteit.

In die gevallen waarbij de nieuwe verbinding naast een bestaande verbinding wordt gebouwd is ook van belang in hoeverre de beide verbindingen parallel of uit elkaar lopen (het zogenaamde ‘geren’)

Specifieke situaties

Door hun hoogte kunnen hoogspanningsverbindingen bijvoorbeeld ‘vertekenmerken’ verstoren. Verte-kenmerken zijn markante hoge elementen in het landschap (landmarks) zoals kerktorens, die op grote afstand waarneembaar zijn. Dit effect is sterk afhankelijk van de waarnemingspositie.

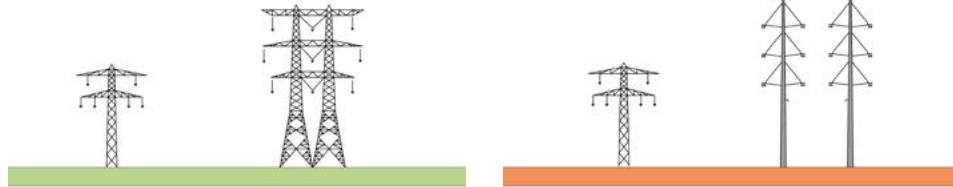


Figuur 65. Voorbeeld van visualisatie van effecten op het landschap in de vorm van een fotomontage voor (boven) en na (beneden) de realisatie van een nieuwe 380 kV verbinding zoals gebruikt in het MER Doetinchem-Wesel

Figuur 66. Overzicht masttypen in verschillende bundelingssituaties en het relatieve ruimtelijk effect



Figuur 66a. Als een 3 x 380 kV-vakwerkverbinding wordt vervangen door een Wintrack 4 x 380 kV-verbinding: neutraal



Figuur 66b. Als in een bundel van een 2 x 150 kV- + 3 x 380 kV-verbindingen de 380 kV vakwerk wordt vervangen door Wintrack 4 x 380 kV: neutraal



Figuur 66c. Als een 2 x 380 kV-vakwerkverbinding wordt vervangen door een Wintrack 4 x 380 kV-verbinding: forser



Figuur 66d. Als in een bundel van een 2 x 150 kV- + 2 x 380 kV-verbindingen de 380 kV-vakwerk wordt vervangen door Wintrack 4 x 380 kV: veel forser



Figuur 66e. Als een 3 x 380 kV-vakwerkverbinding wordt gebundeld met Wintrack 2 x 150 kV + 2 x 380 kV: veel forser



Figuur 66.f Als een 2 x 380 kV-vakwerkverbinding wordt gebundeld met Wintrack 2 x 150 kV + 2 x 380 kV: forser



Figuur 66g. Als een 2 x 150 kV-vakwerkverbinding wordt gebundeld met Wintrack 4 x 380 kV: veel forser

Onder de geleiders van de hoogspanningsverbinding dient voldoende vrije ruimte gelaten te worden en op een kabelbed mag geen diepwortelende beplanting aanwezig zijn. Daardoor kan het voorkomen dat beplantingsstructuren, zoals karakteristieke bomerijen op dijken, of lanen van een landgoed moeten worden onderbroken.

Bundeling in de effectbepaling

Bundeling met andere hoogspanningsverbindingen De invloed op de gebiedskarakteristiek is afhankelijk van de mate waarin een hoogspanningsverbinding nadrukkelijk in het landschap aanwezig is, in hoeverre een nieuwe verbinding zich voegt in het landschap, past bij de gebiedskarakteristiek of er juist mee contrasteert. In 380 kV-projecten kunnen een groot aantal verschillende combinaties voorkomen van:

- Bestaande 150 kV-verbindingen uitgevoerd met vakwerkmasten
- Bestaande 380 kV-verbindingen uitgevoerd met vakwerkmasten

Deze worden soms geamoveerd, gebundeld of gecombineerd met:

- Nieuwe verbindingen uitgevoerd met Wintrack 2-circuits masten
- Nieuwe verbindingen uitgevoerd met Wintrack 2-circuits 380 kV + 2-circuits 150 kV-masten
- Nieuwe verbindingen uitgevoerd met Wintrack 4-circuits 380 kV-masten

In het landschap kunnen nieuwe verbindingen worden:

- Gebundeld met bestaande verbindingen
- Gesitueerd op enige afstand van de bestaande verbindingen
- Gesitueerd in gebied waar nog geen verbinding aanwezig is

Ten behoeve van een zorgvuldige en navolgbare effectbepaling is een overzicht opgesteld van verschillende verbindingen en combinaties van verbindingen. Doel van het overzicht is een beperkt aantal begrippen te

definiëren die in de effectbeschrijving kunnen worden gebruikt en waarmee op een navolgbare wijze de effectbeoordeling kan worden opgesteld.

Het overzicht geeft op basis van verschillende masttypen inzicht in het verschil tussen een aantal bestaande en nieuwe situaties. Bij de effectbeschrijvingen wordt uitgegaan van een verbinding of deel van een verbinding uitgevoerd met deze masttypen en wordt ook gekeken naar van het effect van afwijkingen zoals richtingsveranderingen, afwijkende veldlengten, afwijkende masten of masthoogten.

Er zijn een beperkt aantal categorieën gehanteerd die geen absolute waarden aangeven maar relatieve waarden binnen de relevante reikwijdte: Neutraal; Fors of forser; Veel forser; Zeer fors.

De term 'fors' is geïntroduceerd om verwarring te voorkomen met begrippen als 'zwaar' dat verwijst naar gewicht of transportvermogen of 'groot' dat verwijst naar afmetingen. Fors is bedoeld als indicatie van de mate van aanwezigheid, de mate waarin een verbinding in het landschap opvallend is.

Het effect op de gebiedskarakteristiek wordt kwalitatief beschreven en gevisualiseerd aan de hand van projecties op de kaart, dwarsprofielen, perspectieftekeningen en fotomontages gekoppeld aan de scoringsmethodiek. De specifieke landschappelijke en cultuurhistorische karakteristieken van een gebied zijn uiteindelijk bepalend voor het vaststellen van het effect.

Als de verschijningsvorm en daarmee de beleving van een gebied niet verandert en er geen contrast ontstaat, is er geen effect. Er is sprake van een positief effect wanneer het eigen karakter van de lijn iets toevoegt aan de gebiedskarakteristiek, bijvoorbeeld doordat de lijn perspectief aanbrengt

in een open landschap. Ook wanneer een bestaande lijn geamoveerd wordt, kan dit een positief effect hebben op de gebiedskarakteristiek. Lichte beïnvloedingen van het karakter en/of lichte contrasten vormen een minimaal negatief effect. Wanneer het karakter anders wordt en/of er een contrast is, leidt dit tot een negatieve score. Een sterk ander karakter en/of een sterk contrast leidt tot een zeer negatieve score.

Beïnvloeding Gebiedskarakteristiek

Effect	Omschrijving
Zeer positief effect	Grote versterking gebiedskarakteristiek
Positief effect	Versterking gebiedskarakteristiek
Licht positief effect	Enige versterking gebiedskarakteristiek
Nauwelijks effect	Geen beïnvloeding van de gebiedskarakteristiek of elkaar per saldo opheffende versterking en verzwakking van de gebiedskarakteristiek
Licht negatief effect	Enige verzwakking gebiedskarakteristiek
Negatief effect	Verzwakking gebiedskarakteristiek
Zeer negatief effect	Grote verzwakking gebiedskarakteristiek

10.2.2.b Beïnvloeding samenhang tussen specifieke elementen en hun context op lijnniveau

Bij dit criterium gaat het om landschapselementen zoals dorps- en stadssilhouetten, verte-kenmerken, bebouwingslinten of bijzondere bosjes of lanen.

Wanneer door een ingreep, zoals het bouwen van een hoogspanningsverbinding, de samenhang tussen deze elementen en het landschap wordt



Figuur 67. Voorbeeld van visualisatie van effecten op het landschap in de vorm van een fotomontage op een openlucht foto voor (boven) en na (beneden) de realisatie van een nieuwe 380 kV-verbinding zoals gebruikt in het MER NW380

verstoord of landschapselementen worden aangetast is sprake van een negatief effect. Er ontstaat als het ware een ruis in het landschappelijke ‘verhaal’ van de plek. Een voorbeeld van een landschapselement op lijnniveau is een bebouwingslint.

Als een bebouwingslint op korte afstand wordt gepasseerd of wordt gekruist door een hoogspanningsverbinding leidt dit tot een negatief effect. Bij dit criterium kunnen ook positieve effecten optreden, bijvoorbeeld als door het slopen van een bestaande verbinding een verbroken samenhang wordt hersteld en ‘ruis’ wordt weggehaald.

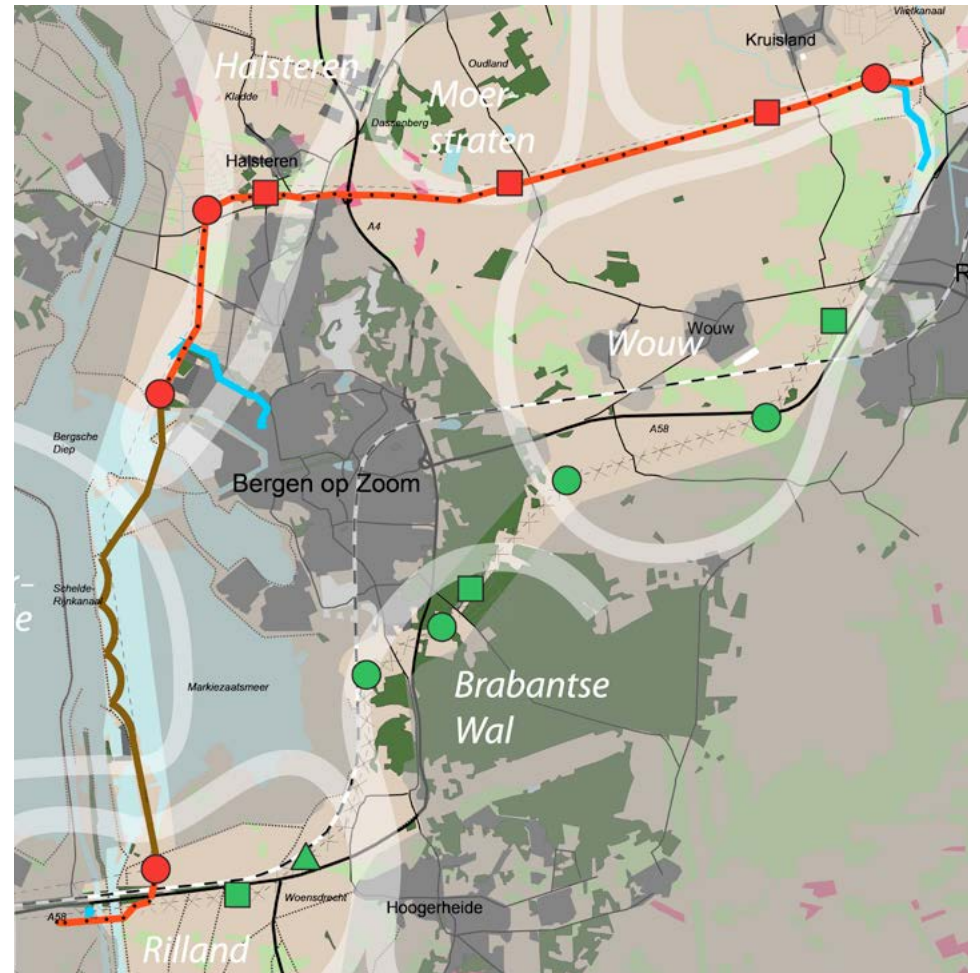
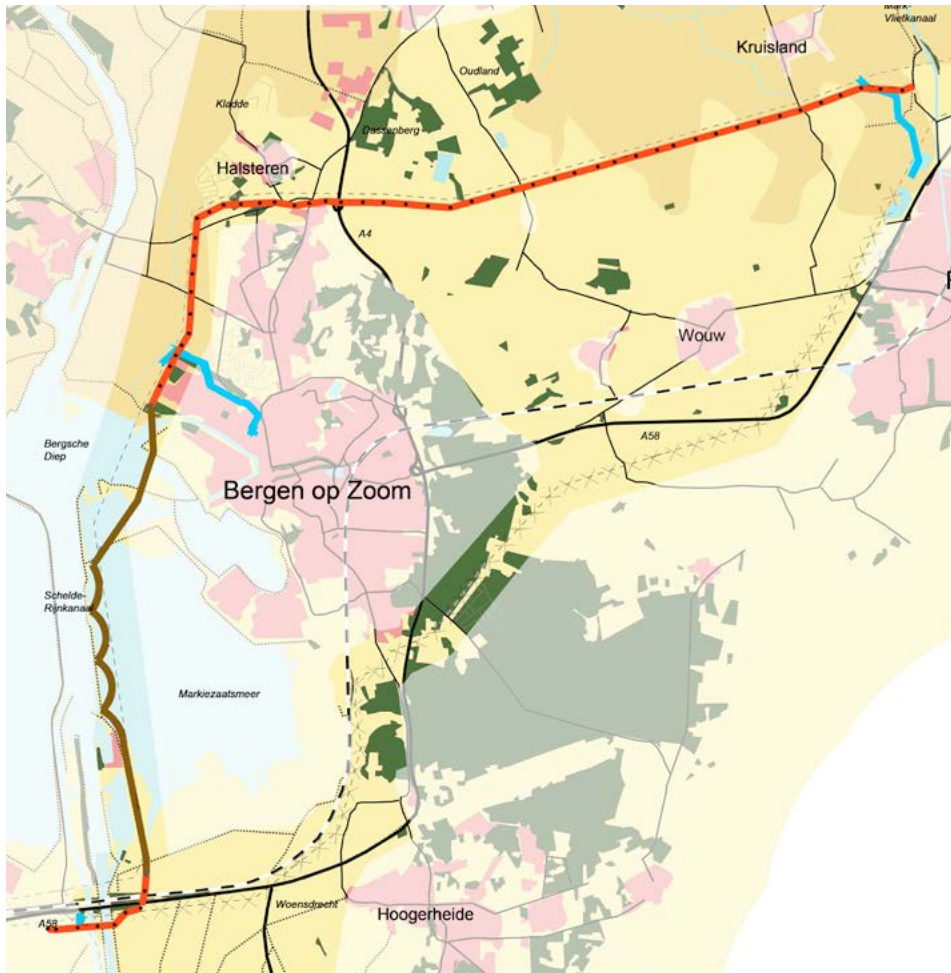
Voor de beoordeling van de effecten op elementen in hun landschappelijke context is in alle gevallen de lokale situatie (waar, welke elementen, welke samenhang) maatgevend voor de beoordeling. Voorbeelden van elementen op lijnniveau zijn een bebouwingslint of landgoed met lanen en zichtassen. Een nieuwe verbinding heeft een negatief effect als de samenhang van een (cultuurhistorisch) element op lijnniveau met de omgeving verandert. Dit gebeurt bijvoorbeeld door een lint op korte afstand te passeren of onder een flauwe hoek te kruisen.

Beïnvloeding samenhang tussen specifieke elementen en hun context op lijnniveau

<i>Effect</i>	<i>Omschrijving</i>
Zeer positief effect	Grote versterking van samenhangen
Positief effect	Versterking van samenhangen
Licht positief effect	Enige versterking van samenhangen
Nauwelijks effect	Geen beïnvloeding van samenhangen van elementen of elkaar per saldo opheffende versterking en verzwakking van samenhangen
Licht negatief effect	Enige verzwakking van samenhangen
Negatief effect	Verzwakking van samenhangen
Zeer negatief effect	Grote verzwakking van samenhangen

Effecten op kaart

Op de kaarten die worden gebruikt ter verduidelijking van de effectbeschrijving op lijnniveau worden de effecten met symbolen weergegeven.



Figuur 68. Voorbeeld van visualisatie van effecten op kaarten zoals gebruikt in ZW380 Oost. Links effecten op tracéniveau, rechts effecten op lijnniveau

10.2.3 Effecten op mastniveau

10.2.3.a Beïnvloeding van samenhang tussen specifieke elementen en hun context op mastniveau

Het plaatsen van een mast of een opstijgpunt of het graven van een kabelsleuf dichtbij erkende bouwhistorische objecten of historisch geografisch belangrijke elementen, zoals solitaire bomen of restanten van voormalige verdedigingswerken, kan een negatief effect hebben. Als masten dichtbij bijzondere landschapselementen staan, zoals een eendenkooi, een kade, een waterloop of een monumentaal gebouw, verandert de specifieke ruimtelijke samenhang tussen dat element en zijn omgeving. Ook aan stadsranden of in recreatieve groengebieden is er sprake van beïnvloeding. Bijvoorbeeld vanuit speelplekken, sportvelden, woonstraten en paden kunnen masten confronterend zijn en daarmee de landschappelijke, stedenbouwkundige samenhang beïnvloeden. Uitgangspunt is dat fysieke schade, doordat hier in de tracering rekening mee gehouden is waarbij er bijvoorbeeld geen mast op een monumentaal gebouw wordt geplaatst. Wel kan het voorkomen dat een mast, opstijgpunt of kabeltracé in de nabijheid van beschermde gebouwde objecten of beschermde historisch geografisch elementen wordt geplaatst. In dergelijke gevallen wordt op basis van de bekende mastposities, kabeltracés of opstijpunten het effect beschreven. De betreffende locaties worden op kaart ingetekend op basis waarvan de effecten worden beschreven. Dit gebeurt kwalitatief waarbij zowel aandacht wordt besteed aan de samenhang tussen elementen en hun context als aan de fysieke beïnvloeding van het specifieke element of object.

Rijksmonumenten

De invloed op de situatie bij rijksmonumenten wordt niet als apart aspect onder mastniveau meegenomen. In overleg met de Rijksdienst voor het

Cultureel Erfgoed (RCE) wordt de volgende methode gehanteerd. De rijksmonumenten binnen een zone van 100 meter aan weerszijden van de verbinding worden weergegeven, voor elk monument wordt het effect van de lijn op het de relevante monumentale aspecten van het monument in de omgeving aangegeven.

10.2.4 Maatregelen om effecten te voorkomen of te mitigeren

Bij het beoordelen van de effecten is voor de verschillende thema's rekening gehouden met maatregelen die, als onderdeel van het voornemen, 'standaard' worden genomen om effecten te voorkomen of te beperken. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan bemaling bij het plaatsen van de masten, daar waar nodig.

Specifiek voor het thema landschap en cultuurhistorie zijn er geen maatregelen die als onderdeel van het voornemen standaard worden getroffen om negatieve effecten op het landschap en de cultuurhistorie te voorkomen dan wel te beperken.

Met de mitigerende maatregelen, die niet 'standaard' onderdeel zijn van het voornemen of van het werkproces, zoals opgenomen in het Landschapsplan wordt in de effectbeoordeling geen rekening gehouden. Het gaat om maatregelen waarvan per specifieke situatie besloten dient te worden of deze worden toegepast.

Rekening houden met positieve effecten vanwege 'opruimen' bestaande verbindingen Naast de (veelal) negatieve effecten van de aanleg van de nieuwe verbinding, is ook sprake zijn van positieve effecten op de plaatsen waar bestaande verbindingen worden verwijderd. Hier kan zich bijvoorbeeld begroeiing herstellen (gunstig voor planten en dieren).

Ook vanuit landschappelijk oogpunt is het verdwijnen van een verbinding vaak als positief te beschouwen, zeker als er niet in de directe nabijheid een nieuwe verbinding wordt aangelegd.

11. Uitvoering en beheer



11.1 Algemeen

Landschappelijke aspecten spelen niet alleen een rol in de planvorming, maar zijn juist ook tijdens de aanleg van een lijn of station belangrijk.

Eenmaal in bedrijf genomen, doen de installaties decennia lang hun taak. Juist in deze beheerfase is het belangrijk de landschappelijke aspecten goed te managen en te waarborgen voor de langere termijn.

We onderscheiden tijdelijke maatregelen en de permanente beheerfase van lijnen, opstijgpunten, stations. Tijdelijke maatregelen om het net aan te leggen, leiden soms ook tot permanente of langdurige schade, zoals :

- Verstoring van flora en fauna of vernietiging van leefomgeving
- Verdichting van de bodem (zowel ecologische als landbouwkundige schade)
- Verdroging als gevolg van bemaling
- Snoeien of kappen van bomen en struiken

De goede organisatie van het uitvoeringsproces biedt mogelijkheden om de schade door tijdelijke maatregelen/activiteiten te beperken.



Maak niet meer kapot dan strikt noodzakelijk; herstel schade

Binnen de strikte veiligheidsnormen voor de bouwfase, moet gezocht worden naar de speelruimte om de schade te beperken. Soms kan worden volstaan met het snoeien van bomen of struiken, maar op andere plaatsen is kappen en rooien onvermijdelijk. Deze schade heeft landschappelijke gevolgen en vaak ook ecologische. Soms zijn mitigerende maatregelen nodig voor bijvoorbeeld de habitat van vleermuizen of steenuilen. Probeer zoveel mogelijk schade ter plaatse te voorkomen. Schade die toch ontstaat, is grotendeels mitigeerbaar of compenseerbaar.

11.2 Groenbestek

Voor de uitvoering wordt een groenbestek opgesteld. Dat bevat een uitwerking van de voorgestelde inrichtingsmaatregelen uit het Landschapsplan en van de herstelwerkzaamheden als gevolg van de bouw.

Het groenbestek is onderdeel van de uitvoeringsfase, het is onderdeel van het bestek voor de uitvoering van de gehele verbinding c.q. het station. Het is verstandig al in de planfase met het groenbestek te starten, als link naar de uitvoeringsfase.

Het Landschapsplan bevat alle voor een goede inpassing van de verbinding noodzakelijke, en uit het Inpassingsplanverplichte inrichtingsmaatregelen. In het Ecologisch Mitigatie- en compensatieplan staan verplichte maatregelen vanuit Ecologische Hoofdstructuur en Flora- en faunawet.

Het Groenbestek bevat daarnaast de noodzakelijke maatregelen voor het herstel van de schade die ontstaat bij de aanleg

Uitgangspunten voor het Groenbestek:

- Elektrische veiligheid conform de (NEN-)normen
- Optimale en veilige werkbaarheid bij de bouw van een verbinding of installatie
- Minimaliseren schade aan beplanting; niet meer schade dan nodig
- Verantwoorde uitvoerings- en beheerkosten

Onderdelen van het Groenbestek

- Maatregelen uit een landschapsplan
- Maatregelen uit het Ecologisch Mitigatie- en compensatieplan
- Het kappen, snoeien en herplanten voor werkwegen en werkkerreinen
- Het kappen, snoeien en herplanten in de zroostrook voor conditionering voorafgaand aan de bouw
- Het groenbeheer in de zro-zone tijdens de bedrijfsvoeringsfase

11.3 Uitvoering stap voor stap

We moeten ons realiseren dat het hele bouwproces, van de aanleg van de toegangsweg tot en met het herstellen van de oorspronkelijke situatie, circa drie jaar duurt. In die periode wordt er niet continu, maar met grote tussenpozen op de locatie gewerkt.

11.3.1 Bovengrondse verbinding of installatie

Stap 1: een toegangsweg (werkweg) naar de locatie

Voor de bouw van een hoogspanningsmast of een installatie moeten veel machines en materiaal worden aangevoerd. Vaak is het daarvoor voldoende



Figuur 69. Beplantingsplan: parkje rond opstijgpunt Tanthofdreef

om rijplaten op het land te leggen, maar soms moet de ondergrond eerst versterkt worden. De bodemlagen worden dan afgegraven en opgeslagen en als het werk klaar is, kan de oorspronkelijke situatie worden hersteld. Dit is vooral van belang bij landbouwgrond.

De toegangsweg naar de bouwplaats is, afhankelijk van het project, ongeveer 8 m breed. De oppervlakte van het werkterrein voor een nieuwe mast is zo'n 3.000 m². Daarnaast is ruimte nodig voor opslag van de afgegraven grond.

Het zorgvuldig bepalen van de route van de tijdelijke werkweg kan veel schade aan bestaande beplanting voorkomen: het mijden van bosschages en overhangende takken voor het werkverkeer van opleggers en kranen. Met name inritten naar de werkweg vanaf een openbare weg met wegbeplanting vragen aandacht.

Stap 2: de fundering

Hoogspanningsmasten en stations hebben stevige fundering nodig. Hiervoor worden allereerst betonnen palen in de grond geheid. Vervolgens wordt een bouwput gemaakt met daarin een fundering van beton. Indien noodzakelijk wordt via bronbemaling wordt deze bouwput vrijgehouden van water. Deze tijdelijke bemaling kan grote invloed hebben, zeker als de bouwput dicht bij oudere bomen ligt. Onderzoek is nodig naar het effect van bemaling in relatie tot het seizoen en de plaatselijke grondsoort.

Stap 3: de mast, juk of transformator

De te bouwen onderdelen worden met grote vrachtwagens (vaak in delen) aangevoerd en met montagekranen opgebouwd. Het is van belang zorgvuldig te kijken naar de aanvoerroute, ook buiten de tijdelijke werkweg. De opleggers met de bijvoorbeeld mastdelen zijn tientallen meters lang en hebben een grote draaicirkel. Met name wegbeplanting in de binnenbocht van kleinere kronkelige wegen kan een belemmering zijn.

Figuur 70. Uitvoering stap voor stap



Figuur 70a. Tijdelijke werkweg



Figuur 70b. Werkterrein met fundering



Figuur 70c. Werkterrein met fundering mastvoeten



Figuur 70d. Verbinding in aanbouw met werkterreinen

Stap 4: de draden ('geleiders')

De geleiders kunnen pas gemondeerd worden als er al een aantal masten of jukken staan. Bij masten wordt eerst met katrollen een nylon draad (voordraad) in de masten getrokken. Dit gebeurt handmatig. Met deze nylondraad wordt een staaldraad de mast in getrokken waaraan de geleiders vastzitten. De geleiders staan op haspels klaar. De geleiders worden met lier- en remmachines in de masten getrokken.

Deze machines staan op enige afstand opgesteld van de eerste en de laatste mast. Dit proces gebeurt meestal bij de hoekmasten en de plek ligt buiten de eerder genoemde bouwplaats voor masten.

Zowel bij het trekken van de voordraad als op de lierlocaties kan schade aan bestaande beplanting ontstaan. Beplanting onder de geleiders moet een beperking in hoogte krijgen. Vooraf wordt bepaald welke beplanting redelijkerwijs, eventueel met specifiek (snoei of hakhout-)beheer, kan worden gehandhaafd.

Stap 5: herstellen oude staat

Na de bouw worden de bouwplaats en toegangsweg opgeruimd. Daarna wordt de grond in de oorspronkelijke staat teruggebracht. Waar mogelijk en zinvol wordt ook de beplanting hersteld.

Stap 6: afbreken van een oude verbinding

In een aantal gevallen wordt een bestaande verbinding afgebroken als gevolg van de aanleg van een nieuwe lijn. Dit proces kent dezelfde stappen als het bouwen, maar dan in de omgekeerde volgorde. Ook het weghalen van geleiders moet machinaal gebeuren. De masten worden in grote stukken verdeeld endoor een kraan plat in het veld gelegd. Vervolgens worden ze in stukken geknipt en afgevoerd. De fundering wordt tot twee meter onder het maaiveld weggehaald. Daarna wordt de grond in de oorspronkelijke staat hersteld. Ook bij het amoveren van masten kan



Figuur 70e. Plaasten van delen van Wintrackmasten



Figuur. 70f. Geleiderstrekken



Figuur 70g. Amoveren 150 kV-vakwerkmast

schade aan bestaande beplanting ontstaan. Net als voor de bouw, geldt bij sloop dat door zorgvuldige situering van bouwplaats, werkweg en afvoer-route, veel schade kan worden voorkomen.

11.3.2 Ondergrondse kabelverbinding

Een ondergrondse kabel wordt in principe aangelegd in een open ontgraving: er wordt een kabelbed gegraven waarin de kabel kan liggen. Soms is het onmogelijk om te graven, bijvoorbeeld bij een weg of water, of bij waardevolle natuur. Bij het bepalen van het kabeltracé is het meestal mogelijk waardevolle beplanting te mijden. Waar graven niet mogelijk is,

wordt geboord: buizen gaan de grond, waardoor de kabels worden getrokken. De diepte van de kabel bij open ontgraving is ongeveer 1,80 m onder het maaiveld op agrarische gronden en 1,20 m in andere gronden. Op deze diepte kan men er nog makkelijk bij in geval van storing. Normale agrarische werkzaamheden, zoals ploegen, blijven goed mogelijk. De breedte van het kabelbed is afhankelijk van het aantal kabels dat nodig is; dit is mede afhankelijk van de capaciteit van de verbinding. De kabels zitten op grote haspels, waarop tot 1000 m kabel is opgerold. Met een staakabel worden de kabels door de sleuven getrokken. Als de kabel op zijn plek ligt, wordt de omgeving zoveel mogelijk in de oorspronkelijke staat hersteld.



Figuur 70h. 150 kV-kabelbed



Figuur 70i. 380 kV-kabelbed open ontgraving



Figuur 70j. 380 kV-kabeluitleg tbv boring

11.4 Beheer en onderhoud

Ruimtelijk kwaliteit is verankerd in het ontwerp van de inrichting, zoals vastgelegd in het Landschapsplan. Naast de inrichting is adequaat beheer belangrijk voor het duurzaam waarborgen van de ruimtelijke kwaliteit. Door optimaal beheer blijft bijvoorbeeld bosplantsoen op de eindhoogte zoals in

het ontwerp (en de gewaskeuze) bedoeld. Bij slecht beheer verdwijnt het beeld geleidelijk en kunnen er ongewenste, onveilige situaties ontstaan. Een belangrijk uitgangspunt is dan ook het beheerbewust ontwerpen en ontwerpbewust beheren. Hiermee wordt bedoeld dat beheer nodig is om een ontwerp tot zijn recht te laten komen, maar een ontwerp moet ook wel zodanig zijn opgebouwd, dat het goed beheerd kan worden. Dit vraagt goede communicatie tussen de ontwerper en de beheerder, afstemming tussen Landschapsplan en beheerplan. De communicatie over en weer tussen ontwerpers, bestekschrijvers en beheerders maakt duidelijk welke speelruimte voor beide plannen nodig is.

De continuïteit en houdbaarheid van een gerealiseerd ontwerp is sterk afhankelijk van doelgericht beheer over vele jaren. Dit betekent dat het ontwerp rekening houdt met alle relevante beheeraspecten. Daarom is het van belang dat de beheerder inbreng heeft in het ontwerpproces.

De ontwerper moet daarnaast duidelijk maken wat het eindbeeld is dat de beheerder moet nastreven. Beheerders hebben de neiging zich op de kwaliteit van afzonderlijke onderdelen te focussen. De ontwerper kan dit voorkomen door juist de samenhang en de relaties in het ontwerp te benadrukken.³¹

³¹ *Recreatieschap Noord-Holland 2014*

12. Bijlagen



12.1 Gebruikte literatuur

Alexander, C. e.a. (1977). A Pattern Language, Towns-Building-Constructions.

Alterra (2006). Belevingskaart van het Nederlandse Landschap

Antrop, M. (1999). Perspectieven op het landschap

Arcadis (2014). MER 380 kV-hoogspanningsverbinding Doetingem-Wesel, traject Doetinchem Duitse grens

Bakema (1964), Van stoel tot stad

Bakker, J.H. (1970). 380 000 volt voor Nederland
(toespraak bij de inbedrijfstelling van het 380 kV-net)

Bal, D e.a. (2001). Handboek Natuurdoeltypen

Berg, A. Van den (1982). e.a.: Visuele simulatie van
hoogspanningslijnen in het pandschap

Bijl, R. van der (2010). Paria's in het Landschap. Blauwe Kamer

Botton, Alain de (2009). Ode aan de arbeid

BRO (2012). Structuurvisie buitengebied Reimerswaal

Brochman, Odd (1996). Over mooi en Lelijk. Over de vorm der
dingen, hun wezen en inhoud en de indruk die ze op ons maken

Coeterier, J.F. (1981). Elektriciteitswerken in het landschap. Betekenis van
de omgeving.

Dauvalier, P en **Yelle Alkema** (2008). Ruimte met karakter; sturen op de
kwaliteit van het cultuurlandschap

Doyle, J. e.a. (2010). Use of reduced visual impact designs on 220 kV and
400 kV overhead lines in Ireland and their integration into the landscape

Druif, F. (2011). Een Lat-relatie met Landschap

Duinhoven, G. van (2010). Krasjes in het landschap, in tijdschrift
Landwerk

Eco, Umberto (2005). De geschiedenis van de schoonheid.

Farjon, J.M.J. e.a. (2004). Kennismodel voor de bepaling van de effecten
van ruimtegebruiksveranderingen op de landschapskwaliteit, KELK
landschapsmodule

Feddes, Y e.a. (1988). Een scherpe grens. Ontwerpstudie naar de
ruimtelijke kwaliteit van verzwaarde rivierdijken

Gombrich, E.H. (2009). Eeuwige schoonheid

Goossen, C.M. e.a. (2006). Landschap Idols, Het ideale landschap
volgens de Nederlanders op basis van de halfjaarlijkse analyse van de
website www.daarmoetikzijn.nl, Alterra rapport 1402

Groffen, Bert e.a. (2008). Evaluatie Belvedere Op na(ar). 2009

H.G. Baas, L.H. Albers, (2001). Ontgonnen verleden, inzoomen op de
historisch-geografische ontwikkeling van het Nederlandse landschap

Haring, Bas (2009). Waarom zou een zendmast niet net zo mooi kunnen
zijn als een boom?

Harms, W.B. e.a. (1980). Elektriciteitswerken in het landschap: een
landschapsecologische benadering

Hendriks, J.A. (1998). De ontginning van Nederland, het ontstaan van de
agrarische cultuurlandschappen in Nederland

Herrmann, Uwe (2012). Netzausbau und Landschaft

HNS (1996). Over scherven en geluk, een rapport over de versnippering
van de natuur in Nederland

Hofland, A. (2010). Logica achter Schoonheid. In Webmagazine
Ruimtevolk

Holford (1971 + 2011). The Holford Rules

Holford, W. (1970). The Architect and power engineering

Holisko, G (). Guidelines for development Near Overhead Transmission
Lines in BC

Ironside Farrar Ltd and University of Newcastle (2011). Beauty to
Denny Overhead Transmission Line

Jong, Jessica de (2004). Snelweglandschap, Routeontwerp A12 is af

Kerkstra, K, J van Veelen, P. Vrijlandt, (1981). Landschapstudie en
tracé-ontwerp Goor-Hengelo

Kolen, Jan (2005). De Biografie van het Landschap. Drie Essays over Landschap, Geschiedenis en Erfgoed

Kolen, Jan & Ton Lemaire (1999). Landschap in Meervoud. Perspectieven op het Nederlandse Landschap in de 20ste/21ste eeuw

Kooger, J.P. (1984). 100 jaar elektriciteit in Nederland energie vonkte door ons land. (artikel in tijdschrift voor elektrotechniek)

Kroll, Dr. C.A. (1992). The effects of overhead transmissinlines on property values

Lynch, K. (1960). The Image of the City, MIT Press, Cambridge MA

Marshall, R & R. Baxter (2002). Strategic Routeing and Enviromental impact accesment fot overhead electrical transmission lines

Movares (2011). Samen Schakelen. Modellenstudie (stads) landschappelijke integratie hoogspanningsstations

National Grid UK (). Sense of Place: Development for Guidelines Near High Voltage Lines

Nijhuis, S E.A (2011). Exploring the visual landscape NN, (). Uitgestelde koppeling, 1930-1950

Oudes, Dirk (2012). Designing landscapes with highvoltage substations

Paroucheva, E. (2007). "Source" Une Installation Monumentale en Lorraine

Persson, Michael (2009). Groen versus groen. Is waardering van moderne landschappen een kwestie van wennen?

Pleister, E & P.Veenstra (2009). Parken onder Spanning. Tijdschrift Landschap

Raay, Rob van (2002). Wat heet mooi? Klein filosofisch citatenboek

Ramandeep Singh Gill (2002). Electric transmission line routing using a decision landcape based methodology

Recreatie Noord-Holland (2014). Plan van aanpak: Uitvoeringsplan deeltracé Randstad 380 kV "Spaarnwoude"

Reinhard, Rebekka (2014). Mooi! Mooi zijn, mooi lijken, mooi leven. Een

filosofische gebruiksaanwijzing

Rijksadviseur voor het Landschap (2007). Windmolens in het Nederlandse landschap

Rijksadviseur voor het Landschap (2009). Windmolens hebben landschappelijk verhaal nodig

Rijksadviseur voor het Landschap (2010). Advies Landschappelijke inpassing van Hoogspanningslijnen

Rijksadviseur voor het Landschap (2010). Een choreografie voor 1000 molens

Rijksbouwmeester, College van Rijksadviseurs (2014). Advies Esthetisch Concept Wintrackmasten

Rooijackers, M. Landschapsbeleving bij de komst van windturbines

Roos-Klein Lankhorst, J (2002). BelevingsGIS

S.A.B (1990). De inpassing van hoogspanningsmasten in het landschap

Schöne, MB (2007). Advies Wintrackmasten

Schöne, MB (2007). Windturbines in het landschap

Scruton, Roger (2010). Schoonheid

Sijmons, D. e.a. (2014). Landschap en Energie, ontwerpen voor transitie

Soini, K. e.a. (2011). Perceptions of power transmission lines among local residents: A case study from Finland

Steenbergen, C.M. (2008). Ontwerpen met landschap. De tekening als vorm van onderzoek

Stevenson, J. e.a. (2012). Guidelines for Landsape and Visuel Impact Assement

Stichting Wetenschappelijke Atlas van Nederland (1984-1990). Atlas van Nederland

Technische adviescommissie voor de waterkering TAW, (1994). Dijkversterking als ontwerpopgave

Veelen, J. van (1986). Ontwerpen van hoogspanningslijnen in: De schoonheid van hoogspanningslijnen in het Hollandse landschap, De Hef

- Veelen, J. van** (2010). Operationalisering van het Uitrustingsbeginsel
- Veelen, J. van** (2011). 380 kV hoogspanningsverbinding Wateringen-Zoetermeer - Landschapsplan
- Veelen, J. van** (2011). Landscape under Tension, RGI Glasgow.
- Veelen, J. van** (2012). 380 kV/150 kV-hoogspanningsstation Breukelen-Kortrijk - Landschapsplan
- Veelen, J. van** (2013). 150 kV Tanthofdreef Delft - Landschapsplan, beheerplan
- Veelen, J. van** (2014). 380 kV-hoogspanningsverbinding Doetinchem-Wesel traject Doetinchem Duitse grens - Landschapsplan
- Veelen, J. van** (2014). 380 kV Station Oostzaan Landschapsplan
- Veelen, J. van** (2014). Uitbreiding 110 kV-Schakelstation Emmeloort Zuidervaart - Landschapsplan
- Veelen, J. van** (2015). 380 kV-hoogspanningsstation Rilland - Landschapsplan
- Veelen, J. van** (2015). 380 kV-hoogspanningsverbinding Borssele-Rilland - Landschapsplan
- Veelen, J. van & J. Goudeseune** (2009). Zuidring Randstad R380 achtergrondrapport MER, landschap en cultuurhistorie
- Veelen, J. van & J. Goudeseune** (2009). Zuidring Randstad R380 Landschapsplan
- Veelen, J. van & J. Goudeseune** (2013). MER 380 kV Beverwijk-Bleiswijk - Achtergronddocument Landschap en cultuurhistorie
- Veelen, J. van & J. Goudeseune** (2013). Randstad 380 kV Beverwijk-Bleiswijk - Landschapsplan
- Veelen, J. van & K. Kerkstra** (1983). Perspectiefstudie Hoogspanningslijnen
- Veelen, J. van** e.a. (2008). 380 kV Doetinchem-Wesel Verkenning Landschap
- Veelen, J. van** e.a. (2009). Basis Effecten Studie / Basiseffectenstudie 380 kV Doetinchem-Wesel
- Veelen, J. van, K. Kerkstra** (1981). Landschapstudie en tracé-ontwerp Bemmelen-Doetinchem
- Vervloet, J.A.J.** (1984). Inleiding tot de historische geografie van de Nederlandse cultuurlandschappen
- Vries, S de & E. Gerritsen** (2003). Van fysieke kenmerken naar landschappelijke schoonheid. Alterra rapport 718, Reeks belevingsonderzoek nr 7
- Vrijlandt, P** e.a. (1980). Elektriciteitswerken in het Landschap: Probleemverkenning en conceptvorming Dorschkamp
- Vrijlandt, P** e.a. (1980). Elektriciteitswerken in het Landschap: Toepassing van het concept in een proefgebied Dorschkamp.
- Vrijlandt, P. en K.Kerkstra** (1984). Infrastructuur en landschap als teken van leven
- Vroom, M.** (2010). Lexicon van de tuin- en landschapsarchitectuur
- Weber, W.M.** (2004). Schoonheid en betrokkenheid. Kort begrip van de theorie der vier niveaus in de esthetische waardering
- Willems, J.** (2001). Bundeling van infrastructuur. Theoretische en praktische waarde van een ruimtelijk inrichtingsconcept
- Wirdum, van** (2011). Milieuaspecten bij de keuze van een locatie voor het hoogspanningsstation Breukelen
- Zonneveld, J.I.S.** (1984) De geografie van het Nederlandse Landschap
- Zwarts & Jansma** (2007). Magneetveldarme Hoogspanningsmasten
- Zwarts & Jansma** (2014). Wintrack II, Beeldkwaliteitseis

12.2 Lijst beplanting op kabels

Op een kabelbed is het alleen toegestaan ondiep wortelende beplanting aan te brengen:

Latijnse benaming:

Acer campestre
Amelanchier laevis
Amelanchier lamarckii
Cornus mas
Cornus sanguinea
Corylus avellana
Crataegus laevigata
Crataegus monogyna
Cytisus scoparius
Elaeagnus angustifolia
Eunonymus europaeus
Hippophae rhamnoides
Ligustrum vulgare
Malus sylvestris
Mespilus germanica
Prunus padus
Prunus spinosa
Pyrus communis
Rhamnus cathartica
Rhamnus frangula
Rosa canina
Rosa rubiginosa
Rosa rugosa
Salix aurita

Nederlandse benaming:

Veldesdoorn
Krent
Krent
Gele kornoelje
Rode kornoelje
Hazelaar
Tweestijlige meidoorn
Eenstijlige meidoorn
Bezembrem
Olijfwilg
Kardinaalsmuts
Duindoorn
Liguster
Wilde appel
Mispel
Vogelkers
Sleedoorn
Wilde peer
Wegedoorn
Vuilboom
Hondsroos (doornen)
Egelantierroos
Bottelroos
Geoorde wilg

Salix caprea
Calix cinerea
Salix pentandra
Salix purpurea
Salix repens
Salix rosmarinifolia
Salix triandra
Salix viminalis
Sambucus nigra
Sambucus racemosa
Sorbus aria
Sorbus aucuparia
Viburnum opulus

Waterwilg
Grijze wilg
Laurierwilg
Bitterwilg
Kruipwilg
Rozemarijn
Amandelwilg
Katwilg
Vlier
Bergvlier/trosvlier
Meelbes
Lijsterbijs
Gelderse roos

12.3 Afstanden beplanting tot geleiders

	<i>Norm</i>	<i>D, ab</i>	<i>D, lv</i>	<i>RSG</i>	<i>150 kV</i>	<i>380 kV</i>
<i>Bomen, beklimbaar (horizontaal)</i>	1,5	0,5	0	2,5	4,15	4,93
<i>Bomen, beklimbaar</i>	1,5	0,5	0	2,5	4,15	4,93
<i>Bomen, niet beklimbaar (horizontaal)</i>	0	0,5	0	1	2,65	3,43
<i>Bomen, niet beklimbaar 0</i>	0	0,5	0	1	2,65	3,43

Voor de retourstroomgeleider (RSG) 2,5 m voor beklimbare bomen (1,5 volgens de norm, D, ab = 0,5 extra voor afwijkingen in de bouw, 0,5 m tbv de elektrische afstand). Voor de 150 kV is dit 4,15 m, voor de 380 kV is dit 4,93 m.

12.4 Lijst van afbeeldingen

Figuur 1, 2, 3, 6, 8, 9, 15, 19, 20, 21, 24 t/m 33,
35 t/m 56, 58 t/m 64, 66, 69 : Auteur

Figuur 16, 17: Bosatlas

Figuur 4, 5, 6, 7, 16, 65, 67: Auteur + TenneT

Figuur : 70a t/m 70g: Chris Pennaerts

Figuur 13, 14, 34, : Zwarts&Jangma

Figuur 10, 11, 12, 66 en niet genummerde afbeeldingen: TenneT afd GIS

Figuur 57: Dirk Oudes

Figuur 68: TAUW

Verdieping 1: Volkskrant

Verdieping 2, 3: onbekend - internet

Verdieping 8: Zwarts&Jangma

Verdieping 9: TenneT

Verdieping 10, 11, 12: Auteur

Verdieping 13: Dirk Oudes

Colofon

Auteurs

Jhon van Veelen – Landschapsarchitect

Alma Scholten – projectleiding

Jan Brauer – beleidsadviseur

TenneT TSO 2017