



LICHT VERSTOORT NATUUR

STROOIVERLICHTING IN NATUURGEBIEDEN

Licht kan een belangrijke verstoringfactor zijn voor natuurwaarden. In een effectenstudie voor een project bij de Waddenzee heeft BügelHajema Adviseurs een aantal jaren geleden een norm voorgesteld die inmiddels breed wordt toegepast. Dat gebeurt echter in een juridisch kader en de tijd leek rijp om de argumenten voor die norm nog eens op een rij te zetten. Daarnaast betreft het een norm voor verlichtingssterkte, terwijl nieuwe modellen juist de lichtsterkte berekenen. Voor die omzetting volgt een eerste vergelijking.

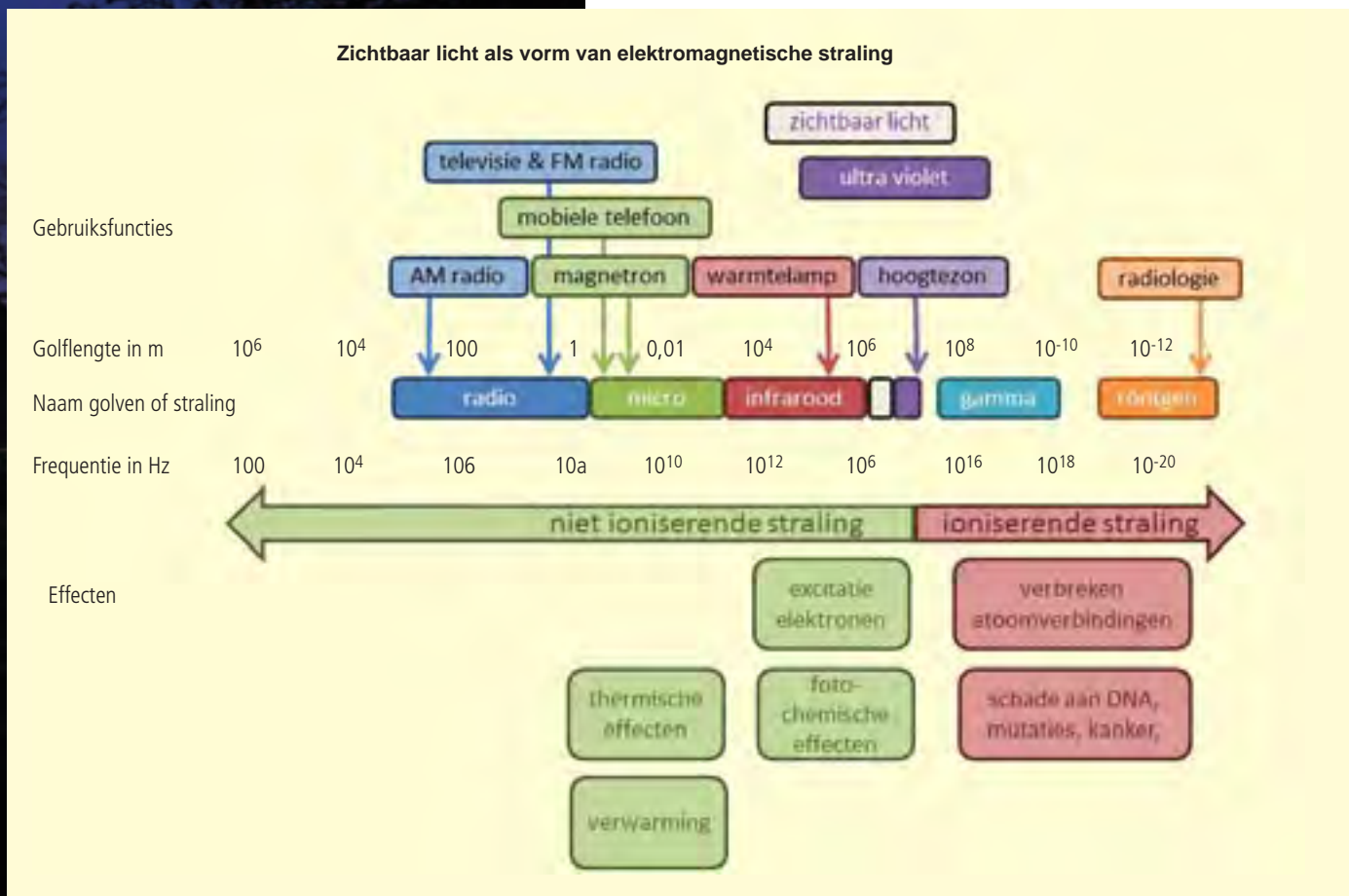
Reinier Meijer

In de Nieuwe Richtlijn Openbare Verlichting 2011 (ROVL-2011) herhaalt de NSVV Commissie (Nederlandse Stichting Voor Verlichtingskunde) voor lichthinder zijdelings de aanbeveling uit 1999 (naast het uitgangspunt 'niet verlichten, tenzij'), om gedurende de nacht voor natuurgebieden een verlichtingsintensiteit van 1,0 lux als maximum te hebben. Meer donker is goed voor de natuur, maar de focus in de nieuwe richtlijn ligt bij energiebesparende verlichting. Besparen is echter zeker niet het enige belang van spaarzaam met licht omgaan. Zo lijkt de grens van 1,0 lux onvoldoende bescherming te bieden, om met de noodzakelijke wetenschappelijke zekerheid te kunnen stellen dat zich geen significant

negatieve effecten op natuurwaarden zullen voordoen. Voor alle duidelijkheid: het gaat in dit artikel om weinig licht. Meestal is dat onbedoeld en vagebonderdend licht van naburige of gereflecteerde bronnen.

DE AUTEUR

Reinier Meijer (0592 316206, r.g.meijer@bugelhajema.nl) is senior projectleider en adviseur ecoplanologie bij BügelHajema Adviseurs.



Veilige ondergrens

Sinds 2005 heeft BügelHajema Adviseurs veel onderzoek gedaan naar projecten die licht of strooilicht kunnen veroorzaken in beschermde natuurgebieden of op soorten. Het gaat om vooronderzoeken of passende beoordelingen in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en de Flora- en faunawet. Deze projecten betreffen onder meer grootschalige glastuinbouw, sportcomplexen en stedelijke ontwikkeling. Het kernprobleem is dat het vrijwel ondoenlijk is om in elk gebied, voor alle soorten, van elk waarneembaar spectrum van het licht en in alle intensiteiten, vast te stellen dat er geen effecten zullen zijn. Daarom is gezocht naar een veilige ondergrens. Onder die beoogde waarde is het aannemelijk dat er geen negatieve effecten kunnen zijn op belangrijke natuurwaarden. Dit heeft geleid tot de norm voor verlichtingssterkte van 0,1 lux op de rand van een beschermd gebied. Die norm is zijn eigen leven gaan leiden en in diverse procedures bevestigd, maar vraagt telkens weer een onderbouwing. Bovendien berekent een nieuw programma als IPOLicht de lichtsterkte, wat vraagt om een norm in cd/m^2 . Daarom zetten we hier de argumenten nog eens op een rij voor de ondergrens van 0,1 lux op de rand van een beschermd gebied, waarbij met voldoende zekerheid kan worden gesteld dat er geen negatieve effecten optreden.

Verstorende bronnen van licht

In de tijd dat afdekking vanwege de temperatuurhuishouding in de kas nog niet goed mogelijk was, waren glastuinbouwkassen belangrijke bronnen van vagebonderend en tegen wolken gereflecteerd licht. Tegenwoordig zijn buitensportcomplexen tijdens avondtrainingen in het voor- en naseizoen opvallende veroorzakers van strooilicht. Daarnaast zijn stedelijke conglomeraties gedurende vele nachten van ver zichtbaar, door een lichtwaas boven de bebouwing. Voor natuurgebieden is het strooilicht van naburige bebouwing, wegverlichting of het aanlichten van objecten tot slot nog een af te wegen verstoringsfactor.

Mogelijke effecten van licht

Over effecten van licht bij een lage intensiteit van enkele lux of minder, is voor alle natuurwaarden weinig bekend. Er valt daardoor niet met wetenschappelijke zekerheid te zeggen dat er geen effecten kunnen zijn, zoals verstoring van dag- en nachtritme, seizoensritme, foeragegedrag, oriëntatie, tijden van trek en het trekgedrag. De hierna te geven overwegingen en redeneringen maken het echter aannemelijk dat schadelijke of negatieve effecten bij of onder 0,1 lux waarschijnlijk niet voorkomen. Ook bij de vastgestelde onzekerheid over de verdeling van het strooilicht over het

Tabel 1. Referentie verlichtingssterkeniveaus

Zonnige dag	50.000 à 100.000 lux
Bewolkte dag	5000 lux
Sportveld	200 à 750 lux
Leestaken	500 lux
Kinderkamer	300 lux
Badkamer, toilet	100 lux
Lezingenzaal	30 lux
Noodverlichting	1 lux
Volle maan	0,25 lux
Maanloze nachthemel	0,01 lux

lichtspectrum en de kwalitatief welbekende, maar niet te kwantificeren gevolgen van de verschillende lichtkleuren, biedt de norm van 0,1 lux zeer waarschijnlijk voldoende bescherming.

Effecten op seizoensritme planten en dieren

De lichtsterkte 's nachts en vooral de daglengte zijn van belang bij de timing van (het begin van) het voortplantingsseizoen en de seizoenstrek. Het vaststellen van deze seizoensactiviteiten is belangrijk in verband met onder meer voedselbeschikbaarheid en weersomstandigheden tijdens het broed- of kraamseizoen. Het onderzoek hiernaar heeft plaatsgevonden bij lichtsterktes boven 3 lux. Inlandse amfibieën reageren al op de maancyclus. Voor hogere planten worden alleen effecten op toevallig sterk belichte delen verwacht. Bij algen is echter een seizoensveranderend effect niet uit te sluiten, waardoor bijvoorbeeld de voortplanting in de verkeerde tijd van het jaar zal plaatsvinden. Aangenomen wordt dat bij een lichtsterkte van meer dan 1 lux al effecten van verlengde dagen kunnen optreden. De belangrijkste onderzoeken hierover veronderstellen een drempelwaarde tussen 0,2 en 5,0 lux bij blauwgroen licht en tot 100 lux bij breedspectrum wit licht, waarboven neuro-endocrinologisch bepaalde effecten optreden. Het gaat bij glastuinbouw om oranjegeel licht, dat aan de veilige kant zit ten opzichte van blauwgroen licht. Voor vleermuizen is bovendien aangetoond dat amberkleurig licht het minst zichtbaar en verstorend is. Voor een natuurlijk seizoensritme lijkt een norm van 0,1 lux daarom ruimschoots zekerheid te bieden dat natuurwaarden niet in de knel komen.

Effecten op dag- en nachtritme

Extra verlichting 's nachts kan bij dagactieve vogels voor verkorting van de rustduur zorgen, met als gevolg een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere kans op predatie en mogelijk een lager voortplantingssucces. De drempelwaarde van dit effect is niet bekend, maar wordt op basis van neuro-endocriene metingen van processen, gedragsobservaties en gevoeligheid van dierenogen geschat op 0,1 tot 1 lux. Ook naar deze drempelwaarden is echter weinig experimenteel onderzoek verricht.

Effecten op foeragerende dieren

Bij het 's nachts foerageren kan licht effect hebben. Vogels die op zicht foerageren, kunnen baat hebben bij extra licht 's nachts. Zij kunnen een voorkeur vertonen voor het 's nachts zoeken naar voedsel bij volle maan, boven het foerageren overdag. Bekende voorbeelden zijn de Kievit en de Goudplevier. Dan gaat het om positieve effecten bij lichtniveaus van 0,25 lux. Uiteraard levert dit een negatief effect op voor de prooidieren van beide vogels. De watervleermuis heeft een voorkeur voor watergangen die tot 1,1 lux verlicht worden om te foerageren. Dat zorgt onder insecten dan voor een grotere sterftekans door predatie.

Theoretisch kan een verhoogde lichtsterkte 's nachts schadelijk zijn voor vogels, doordat de kans op predatie toeneemt; predatoren kunnen zich beter oriënteren en hun prooi beter vinden. Ook kunnen vogels tijdens lichtere nachten onrustiger worden doordat hun angst voor predatie toeneemt. Vogels kunnen zo verstoord raken, dat ze te veel energie verbruiken voor alertheid en vluchtgedrag en in een slechtere conditie raken.

Verhoogde kans op predatie kan, evenals verhoogde kans op infecties, ook een indirect effect zijn van desoriëntatie of een verkorte rustduur. Tegelijkertijd kunnen de vogels de predator in een verlichte nacht beter zien dan in een niet-verlichte nacht. De jagende zoogdieren als vos, hermelijn, wezel en bunzing jagen zowel overdag als 's nachts en zullen profiteren van extra nachtelijk licht. De drempelwaarde van een eventueel effect is niet bekend. In de praktijk zullen dieren een als onprettig verlicht ervaren gebied proberen te vermijden.

Het effect van een verlichtingsbron op een vogelsoort is afhankelijk van het gedrag van die soort. Onder andere het dag- en nachtritme, het broedgedrag, de rustplaatsen en de vliegroutes bepalen of en wanneer een soort in de buurt van de verlichtingsbron komt. Een lichtsterkte van meer dan 1 lux treedt bijvoorbeeld bij de intussen genormeerde 99 procent bovenafscherming van glastuinbouw alleen op vlakbij kassen of nabij verlichte sportvelden of aangestraalde objecten, waar weinig of geen vogelsoorten zullen foerageren of broeden. De meeste soorten foerageren maar voor een korte periode in het jaar in een gebied, vanwege bijvoorbeeld de beperkte beschikbaarheid van de specifieke begroeiing of gewasresten.

(Des)oriëntatie vogels

Licht kan verstorend werken bij de oriëntatie tijdens nachtelijke seizoenstrek, foerageer- en slaaptrek. Bij vogels die 's nachts lange afstanden vliegen (seizoenstrek), is oriëntatie met behulp van het aardmagnetisch veld dominant over andere oriëntatiemogelijkheden. Met name bij een bedekte hemel, wanneer maan en sterren niet zichtbaar zijn, wordt uitsluitend op het aardmagnetisch kompas gevlogen. Hiermee worden de richting en de plek waar ze zijn bepaald. Het magnetisch oriëntatievermogen kan ontregeld raken door extra strooilicht, bijvoorbeeld door een lichtgloed. Vooral bij geel en rood licht treedt dit effect op. Het gaat hierbij echter om lichtsterkten zoals die voorkomen bij een niet-afgeschermd kas. Het gebruik van blauwgroen licht biedt tegen dit effect overigens redelijke bescherming, vandaar de opmars van groene led-verlichting.

In een heldere nacht zal geen lichtgloed zichtbaar zijn, omdat hiervoor de reflectie van de wolken boven de bron is vereist. In een analyse is aangegeven dat statistisch de nacht helder zal zijn bij circa 24 procent van de avonden en nachten waarop de assimilatiebelichting in een glastuinbouwgebied brandt of een sportveld is verlicht. Kassen worden niet het gehele jaar verlicht, maar juist wel in de periode waarin het grootste



Jonge ransuil in gewone es.

deel van de vogeltrek plaatsvindt (september tot en met april). Het optreden van effecten op vogels bij lagere lichtsterktes is op dit moment onzeker. Vogels kunnen op hun route in een lichtgloed terecht komen en raken dan door de uitval van hun magnetisch kompas gedesoriënteerd. Alterra vermeldt dat de drempel voor dit effect, op basis van de lichtgevoeligheid van de ogen van vogels en bij risicoverhogende omstandigheden (zoals weinig achtergrondverlichting, slecht zicht en laaghangende bewolking), zeer laag kan zijn; wellicht lager dan 0,1 lux. Kwantitatieve gegevens over de drempelwaarde zijn er weliswaar niet, maar in een Noord-Amerikaans experiment is waargenomen dat lichtgloed met een sterkte van afgerond 0,001 lux al een significant effect heeft op de oriëntatie van eerstejaars witbekroonde mussen (*Zonotrichia leucophrys*). Uit experimenten blijkt dat vooral jonge vogels zich sterk richten op een lichtgloed.

Beperkte effecten onder 0,1 lux

In de praktijk zal onder de meest voorkomende omstandigheden een lichtniveau onder 0,1 lux echter geen probleem opleveren. Hierbij speelt in de eerste plaats de achtergrondverlichting in bewoond Nederland een belangrijke rol. De omgeving van elk (natuur)gebied kent al verschillende grote en meer of minder permanente lichtbronnen die voor een achtergrondniveau zorgen. Daarnaast zijn er diverse vogels die in de schemering vliegen. Het natuurlijke verlichtingsniveau is dan 1 tot 10 lux.

In de tweede plaats zijn vooral jonge, eerstejaarsvogels zeer gevoelig voor

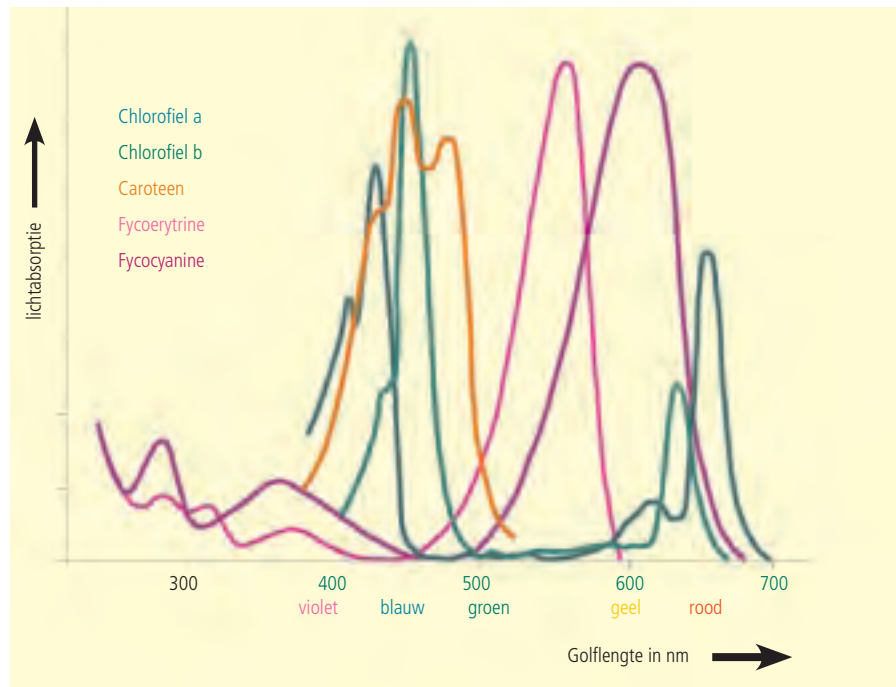
de aantrekkingskracht van verlichting. Als de jonge vogels meevliegen met oudere vogels of oudervogels (ganzen, zwanen) verlaten ze de groep of de ouders waarschijnlijk niet en vliegen dus niet naar de airglow. Het mogelijke effect is dan beperkt tot lokale, jonge standvogels op foerageer- of rusttrek, die echter vanwege hun bekendheid met de omgeving nauwelijks risico zullen lopen. Bij die vogels speelt het aardmagnetisch oriëntatie-instrument namelijk een ondergeschikte rol.

Slecht zicht of laaghangende bewolking zijn geen frequent voorkomende omstandigheden. Het aantal nachten dat verslechterende omstandigheden samenvallen met sterke verlichtingsbronnen en een vorm van vogeltrek, is daarom klein. Daarnaast mag worden verwacht dat vogels, indien zij 's nacht over het gebied trekken, de lijnvormige elementen van het gebied zullen aanhouden, zoals kustlijn, dijken, waterlopen of weg- en spoortracés. Deze lijnvormige elementen helpen de vogels bij de oriëntatie.

Uttredend lichtspectrum glastuinbouw

Waarschijnlijk bevat het uit kassen weerkaatste licht minder rood licht dan het licht van de assimilatiebelichting, doordat planten in de kassen veel van het rode en oranjegele spectrum absorberen. De planten gebruiken juist de golflengten tussen 400 en 550 nm, naast 682 en 703 nm voor fotosynthese. Het uit kassen tredende spectrum is daardoor voor hogere planten weinig geschikt en om die reden worden geen negatieve effecten op (wilde) hogere planten verwacht.

De mate van lichtabsorptie in de verschillende spectra.



Verstoring ecosysteem

24 Over effecten van licht op (zee)waterflora en -fauna is weinig bekend. Wel is een effect bekend op zoöplankton. Dat houdt zich bij daglicht op in de diepte en komt 's nachts nabij de oppervlakte om te foerageren. Nachtelijke verlichting kan de migratie naar de oppervlakte beperken en tenietdoen, en daarmee de ecologie van bijvoorbeeld meren, Waddenzee en watergangen verstoren. Hierdoor kunnen algen gaan woekeren en kan de hoeveelheid zoöplankton afnemen, met consequenties voor het gehele voedselweb en de waterkwaliteit. De kennis hierover is echter nog globaal. Boven watergangen naast kassen of een verlichte weg, is waarschijnlijk sprake van een lichtsterkte van 1,0 tot 3,0 lux. Dat is te weinig voor een explosieve algengroei. Bovendien kennen veel watergangen een vorm van doorstroming, waardoor het zoöplankton niet op dezelfde plaats blijft. In zee is met eb enloed evident dat effecten op het water plaatselijk zijn en sterk 'verdund' worden.

Conclusies drempelwaarde

De voorgaande uiteenzetting levert de volgende conclusies op:

- Bij hogere planten worden geen effecten van licht verwacht. Bij algen is een populatie-effect bij meer dan 0,1 lux niet uit te sluiten.
- Voor effecten op seizoensritmen wordt op basis van neuro-endocrinologische gegevens een drempelwaarde verondersteld tussen 0,2 en 5 lux bij blauwgroen licht, en veel hoger bij breedband wit licht.
- De drempelwaarde van een eventueel effect van nachtelijke verlichting op gedrag wordt op basis van neuro-endocriene processen, gedragsobservaties en gevoeligheid van ogen van diersoorten geschat op 0,1 tot 1 lux.
- Lichtsterktes onder 0,1 lux hebben waarschijnlijk geen aantrekkende werking op vliegende vogels, omdat de achtergrondverlichting van Nederland reeds hoog is en de, meest gevoelige, jonge vogels waarschijnlijk de groep niet verlaten waarin zij vliegen.
- De meeste vogelsoorten vliegen in de avond- en ochtendschemering (1-10 lux) naar hun slaapplekken en foerageergebieden.

De ondergrens van 0,1 lux op de rand van een beschermd natuurgebied is daarom bij de huidige stand van kennis en ervaring een veilige. Hierbij kan gesteld worden dat er geen natuurwaarden negatieve effecten en geen instandhoudingsdoelen significant negatieve effecten zullen ondervinden.

Andere maat

Een studie door Witteveen+Bos met het eigen lichtmodel naar verlichtingssterkte (in lux), heeft aangetoond dat de cumulatieve hoeveelheid strooilicht op de rand van de Waddenzee – de rand van de zeedijk rond het Eemshaventerrein – niet hoger is dan 0,1 lux. Een aanvullende modelstudie met het model IPOLicht op basis van lichtsterkte (in mcd/m²), heeft aannemelijk gemaakt dat de hoeveelheid strooilicht op de rand van de zeedijk rond het Eemshaventerrein ligt op 3,0 mcd/m². Uit het samenvallen van de contourlijn voor verlichtingssterkte van 0,1 lux met de contourlijn van de lichtsterkte 3,0 mcd/m², is op te maken dat beide grootheden vergelijkbaar zijn. Het voordeel van het openbaar beschikbare model IPOLicht is dat daardoor het effect van meerdere bronnen gezamenlijk kan worden gemodelleerd.

De contourlijnen van mcd/m² komen overeen met de contourlijnen lux:

- 3,00 mcd/m² ~ 0,10 lux;
- 1,90 mcd/m² ~ 0,05 lux; en
- 0,50 mcd/m² ~ 0,01 lux.

De veilige norm voor weinig licht in natuurgebieden en belangrijke gebieden voor soorten, kan worden omschreven als 0,1 lux of 3,0 mcd/m². Als aan deze norm kan worden voldaan, is het niet nodig verder onderzoek te doen naar voorkomende beschermde soorten, wezenlijke kenmerken en waarden of instandhoudingsdoelen, in relatie tot de vraag of een van die soorten effecten van het licht kunnen ondervinden.