



MOOIWERK MOOIWAD

Meer licht op duisternis

PROGRAMMA **NAAR EEN**
RIJKE WADDENZEE

Night Light 
Interreg Europe



European Union
European Regional
Development Fund

Meer licht op duisternis

Eind 2016 is in Zwarte Haan door een groot aantal partijen in het Waddengebied de intentieverklaring Dark Sky Werelderfgoed Waddengebied getekend om de duisternis in en om het Waddengebied te versterken.

Met deze ondertekening spreken de betrokken organisaties uit zich in te spannen voor vergroting van bewustwording van het belang van duisternis voor mens en dier en voor het versterken van de duisternis in en om de Waddenzee, passend binnen de wet- en regelgeving en rekening houdend met economische belangen. Minder lichtuitstoot betekent minder verstoring van het dag en nacht ritme van organismen in de Waddenzee. Dit draagt bij aan het ongestoord functioneren van de natuur in het Waddengebied.

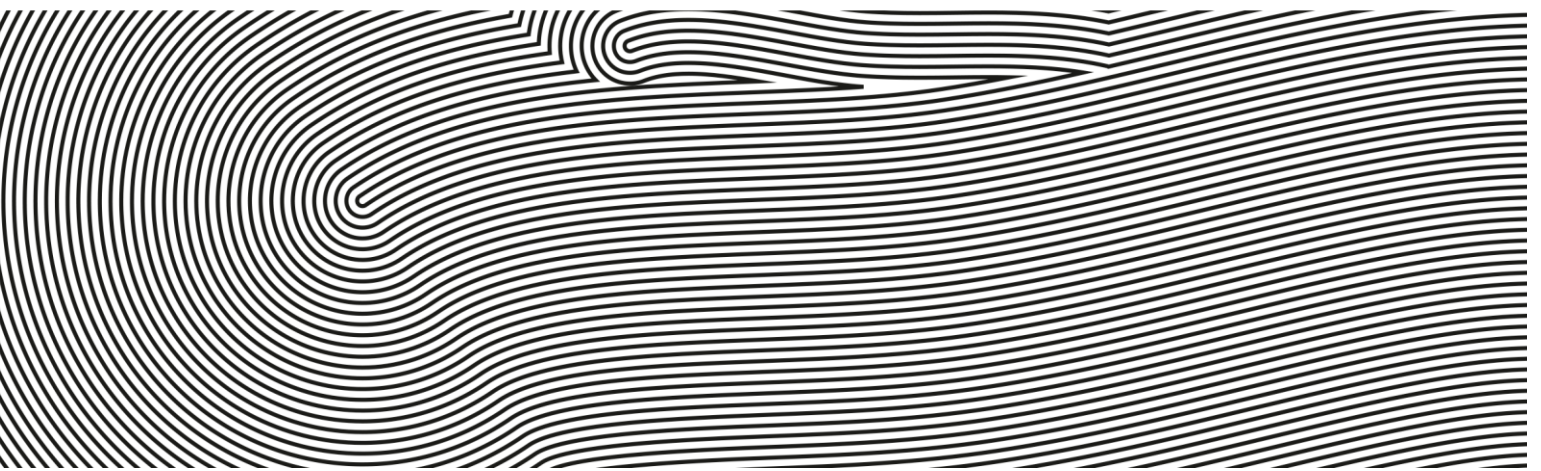
Onder de vlag van UNESCO werelderfgoed werken we gezamenlijk aan het versterken van duisternis. Maar waar heb je het dan precies over en hoe geef je invulling aan deze mooie ambitie?

Om deze vragen te beantwoorden is dit rapport opgesteld, met de bedoeling om kennis te delen en mogelijkheden aan te reiken om vanuit de verschillende doelgroepen concrete maatregelen te kunnen nemen.

We wensen u veel leesplezier en donkere nachten met een zichtbare sterrenhemel toe!

Datum: april 2017

Auteur: Wouter van Heusden



Inhoudsopgave

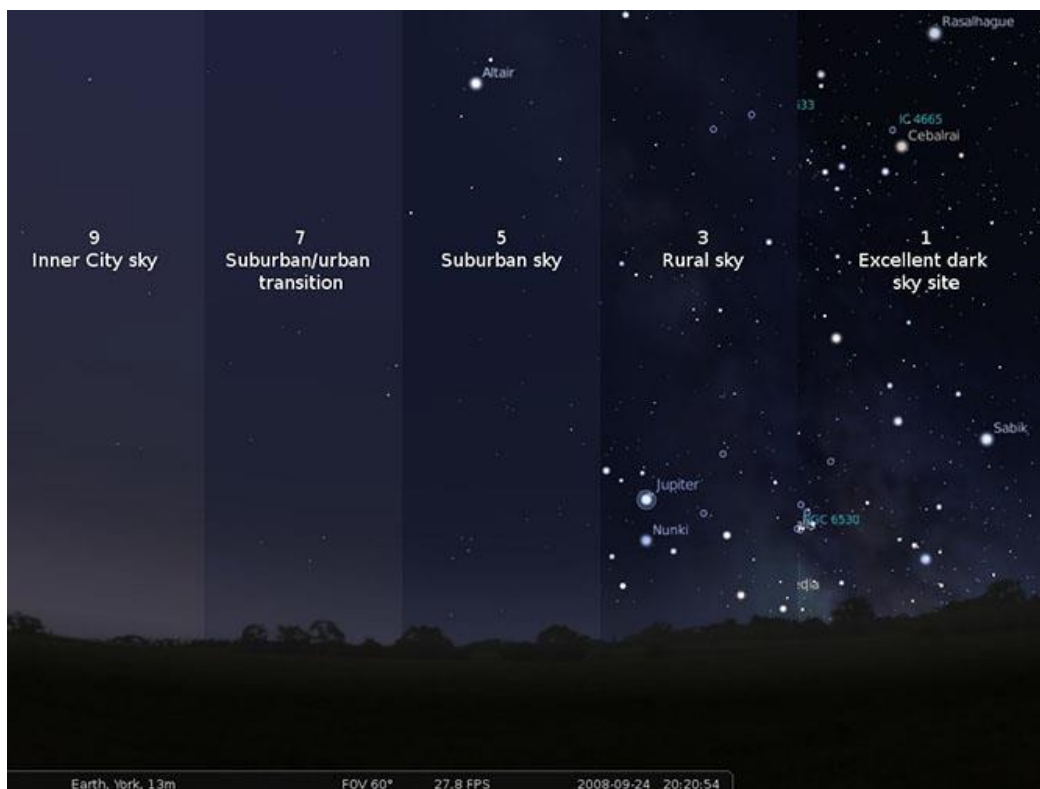
Inleiding.....	4
1. Verlichting en lampen	7
2. Effecten van licht op de natuur en de mens	9
3. Wat kan je doen om (meer) duisternis te realiseren?	11
4. Factsheets	13
Lampen en lichtkleur	14
Lichtarmaturen	16
Hoeveelheid licht.....	19
Reikwijdte van licht.....	21
Vogels en licht.....	23
Vleermuizen en licht	26
Overige dieren en planten en licht	28
Mensen en licht	31
Duisternis ervaren: de Bortle Dark-Sky scale	33
Checklist verlichting.....	37
Burgers: minder licht bij huis en tuin	39
Ondernemers – bewust omgaan met verlichting.....	42
Overheden: actief bevorderen duisternis	46
Haven- en industrieterreinen: werken actief aan versterken duisternis	52
Mee doen met duisternis onder de aandacht brengen en meer lezen.....	53

Inleiding

Duisternis is een landschappelijke kwaliteit. Voor de natuur, maar ook voor het toerisme. Duisternis draagt bij aan het ervaren van een unieke natuurbeleving. Duisternis is één van de kernkwaliteiten van het Werelderfgoed Waddenzee. Duisternis ervaren staat in de belangstelling: nachtelijke excursies zijn snel volgeboekt, apparatuur, boeken en apps voor op de telefoon om de sterrenhemel te bestuderen verkopen goed. Maar grote delen van Nederland baden in een zee van licht: steden, kassen, wegen. Het Waddengebied behoort tot de donkerste gebieden van Europa, terwijl de Randstad één van de meest verlichte gebieden ter wereld is. In grote delen van Nederland wordt het 's nachts niet meer echt donker. Het verschil tussen dag en nacht, en daarmee ook het besef van schemer en dageraad verdwijnt. Sterrenhemels en de Melkweg zijn op steeds meer plekken niet meer te zien. In het Waddengebied zijn op heldere dagen nog wel 3500 sterren te zien. Hoe zorgen we ervoor dat het donker blijft of juist dat er nog meer duisternis zal zijn in het Waddengebied? Een groot aantal partijen heeft daarom in 2016 een intentieverklaring getekend om gezamenlijk aan de slag te gaan om die duisternis van het Waddengebied te versterken.

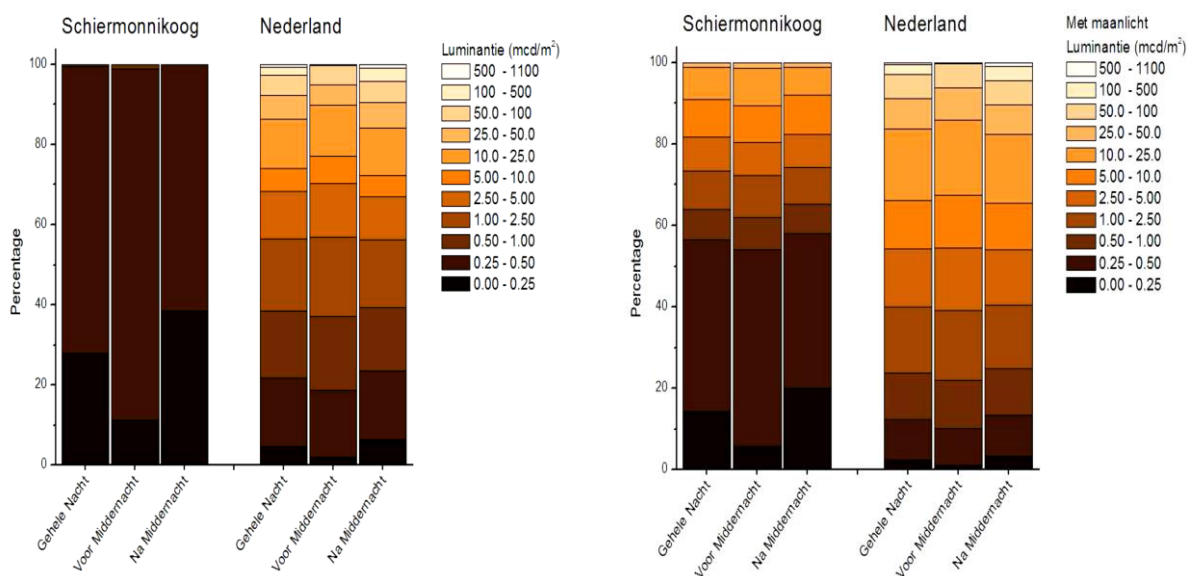


De hemel in Nederland wordt elk jaar tussen de 5 en 9 % lichter. De mate van duisternis kan worden weergegeven met de negendelige *Bortle Dark-sky scale*. Totaal donkere gebieden, vaak zeer afgelegen en niet bewoond, behoren tot klasse 1, zeer sterk verlichte gebieden als grootstedelijke gebieden, scoren klasse 9. Momenteel zijn nergens in het waddengebied gebieden met klasse 1 of 2 te vinden, ook niet op afgelegen plekken als de Boschplaat of de kwelders van Schiermonnikoog. De Waddenzee kent een aantal grote lichtbronnen: de havens van Den Helder, Harlingen, Eemshaven, Delfzijl en Emden. Daartussen bevinden zich de kleinere lichtbronnen van dorpen aan de vastelandkust van Friesland en Groningen en de dorpen op de eilanden. Tot slot zijn er de meer verspreid liggende lichtbronnen van afzonderlijke woningen en andere gebouwen. Meer op afstand van de Waddenzee bevinden zich op de Noordzee windparken en boorplatforms met hun (knipperende) verlichting en op het vaste land agrarische kassen en de grotere steden met hun lichtkoepels die op grote afstand nog te zien zijn door de reflectie van licht op stofdeeltjes, verontreinigingen en waterdruppels in de lucht.



Bron: <http://v-e-n-u-e.com/In-Search-of-Darkness-An-Interview-with-Paul-Bogard>

Als het heel donker is (bij afwezigheid van kunstmatige verlichting en afwezigheid van zon en maan) kan de hemelhelderheid kleiner zijn dan $0,25 \text{ mcd/m}^2$ (milicandela per vierkante meter; een maat voor de helderheid van de hemel). Kunstmatige verlichting heeft veel invloed op de hemelhelderheid. Het meetnet hemelhelderheid (nu: NachtMeetnet) meet op 9 plekken in Nederland de hemelhelderheid. Hemelhelderheid is een maat voor hoe donker het is. Het is de luminantie in het zenith, oftewel hoe donker het is als je recht omhoog kijkt. In de figuren hiernaast staan de resultaten voor het meetpunt op Schiermonnikoog ten opzichte van het gemiddelde van 9 meetpunten verspreid over Nederland. Dit zowel voor momenten met maan als zonder maanlicht. In beide gevallen bevestigt dit het beeld dat het in het Waddengebied aanzienlijk donkerder is dan in de rest van Nederland.



Helderheid van de hemel op Schiermonnikoog en gemiddeld voor Nederland, rechter figuur met bijdrage van maanlicht. Bron: <http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=13dcf06c-8a2a-4c66-85f5-b27bac8df407&type=org&disposition=inline>

Leeswijzer

Welke effecten heeft licht op mens en natuur? Hoe kan er anders worden omgegaan met het gebruik van licht, rekening houdend met economische bedrijvigheid, veiligheid en arbeidsomstandigheden? Welke kansen kunnen benut worden om de duisternis te versterken? Dit document geeft een stand van zaken van de informatie over effecten van licht / gebrek aan duisternis op welzijn mens en dier en mogelijke technische oplossingen aan lichtbronnen, lichtarmaturen e.d. Deze informatie kan door partijen gebruikt worden om meer donkerte te bereiken. Waar mogelijk is de informatie samengevat in factsheets die afzonderlijk te lezen en te gebruiken zijn. De inhoud is vooral gebaseerd op een gerichte internetscan; er is niet gestreefd naar volledigheid. Omwille van de leesbaarheid is er ook niet voor gekozen om in de tekst literatuurverwijzingen op te nemen.

Het document is opgebouwd rond drie invalshoeken om meer duisternis te bereiken: vanuit technische oplossingen, vanuit vermindering van effecten op natuurwaarden en vanuit mogelijkheden om als bewoner / betrokkene in het Waddengebied zelf maatregelen te treffen.

In het document wordt eerst ingegaan op een aantal eigenschappen en kenmerken van **verlichting en lampen** en welke aangrijpingspunten er zijn om hier slim mee om te gaan om meer duisternis te bereiken.

Vervolgens wordt de stand van zaken met betrekking tot de kennis van **effecten licht op natuurwaarden en op de mens** gepresenteerd.

Duisternis realiseren vraagt zoals gezegd een gezamenlijke aanpak. Voor een aantal groepen bewoners en gebruikers van het Werelderfgoed Waddenzee wordt een aantal mogelijkheden gepresenteerd in wat zij kunnen **bijdragen aan het bevorderen van duisternis**.

Per invalshoek is een aantal factsheets opgesteld. Met deze in totaal 15 factsheets wordt het document beëindigd.

1. Verlichting en lampen

Meer duisternis kan bereikt worden door na te denken over de te gebruiken lichtbronnen. Eerste vraag is natuurlijk altijd: is het licht dat ik wil gaan toepassen echt nodig? Als uit die afweging de conclusie getrokken kan worden dat licht nodig is, dan zijn er nog veel mogelijkheden om de effecten op de duisternis of op de natuurwaarden te niet te doen of te beperken. In dit hoofdstuk worden bouwstenen voor deze afweging aangedragen en worden oplossingsrichtingen aangegeven.

Er zijn veel verschillende soorten verlichting. De verschillen zitten vooral in de soort lamp en de behuizing waarin de lamp is geplaatst en de lichtkleur die uitgestraald wordt. Zo bestaan er bijvoorbeeld kwiklampen, natriumlampen en led-lampen die elk hun eigen lichtkleur hebben. De armatuur richt het licht naar de plek die verlicht moet worden. Daarbij is de plek van de lamp in de armatuur relevant en of er voorzieningen als spiegels of afschermingen zijn. Ook is er verschil in grootte van de lichtbron, bijvoorbeeld een tl-buis die groot en lang is en een led-lamp die klein en compact is. Verlichting kan statisch zijn, maar kan ook knipperen of bewegen door de ruimte zoals bij sky-beamers. Verlichting kan met behulp van een sensor aangezet worden op alleen die momenten dat het ook nodig is en na enige minuten weer vanzelf uitgaan.



Bron: http://www.nachtvandenacht.nl/friksbeheer/wp-content/uploads/2013/07/Presentatie_Workshop_Nachtbeleving.pdf

De volgende vier factsheets zijn bij dit onderdeel opgesteld:

1.1. Lampen en lichtkleuren

Er zijn veel verschillende typen lampen in gebruik. Elk type heeft zijn eigen formaat en lichtkleur en daarmee zijn toepassingsmogelijkheden.

1.2. Lichtarmaturen

Licht moet op de plek komen waar het nodig is en niet op de plekken waar het niet gewenst is. De armatuur

waar de lichtbron in geplaatst is bepaald veel van de effectiviteit hiervan. Ook de hoogte waarop zich de lichtbron bevindt is bepalend. In deze factsheet wordt een aantal voorbeelden gegeven van lichtarmaturen (en de daarbij toegepaste lampen) waarmee duisternis bevorderd kan worden of juist een negatieve uitwerking hebben.

1.3. Hoeveelheid licht

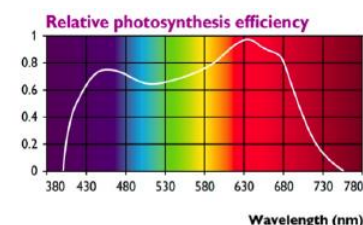
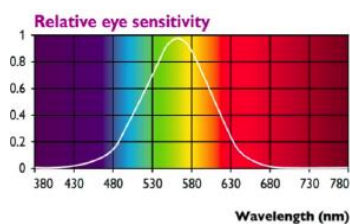
Meer duisternis bereiken begint met de vraag hoeveel licht je nodig hebt. Dat is afhankelijk van het doel waar je de verlichting voor gebruikt, maar ook van je eigen wensen. Ook maakt het uit hoeveel licht er al is, bijvoorbeeld in heldere nachten met volle maan is er al veel licht aanwezig. Soms zijn er ook wettelijke eisen.

1.4. Reikwijdte van licht

Wanneer is een lichtbron hinderlijk voor de duisternis? Dit is afhankelijk van het type lichtbron, knipperend of niet, de hoeveelheid lichtbronnen bij elkaar. Licht kan op grote afstand nog zichtbaar zijn. De openheid van het landschap is ook een belangrijke factor: in een open gebied zie je lichtbronnen op vele tientallen kilometers afstand, in een besloten gebied praat je soms over meters. Maar ook afhankelijk van de eigen perceptie of van niet beïnvloedbare fenomenen als de weersomstandigheden.

2. Effecten van licht op de natuur en de mens

Licht kan het voortplantingssucces van dieren beïnvloeden, heeft effect op de oriëntatie en kan leiden tot sterfte van individuen door verblinding of verbranding. Diersoorten verschillen in hun reactie op de kleuren die in licht voorkomen. Ook de reactie op de intensiteit van het licht verschilt evenals op het moment op de dag of in het jaar wanneer het licht brandt. Informatie over lichtgevoeligheid van soorten die in het Waddenzeegebied voorkomen is slechts heel beperkt aanwezig. De hieronder in de factsheets genoemde effecten zijn in de meeste gevallen in ander(soortig)e gebieden waargenomen.



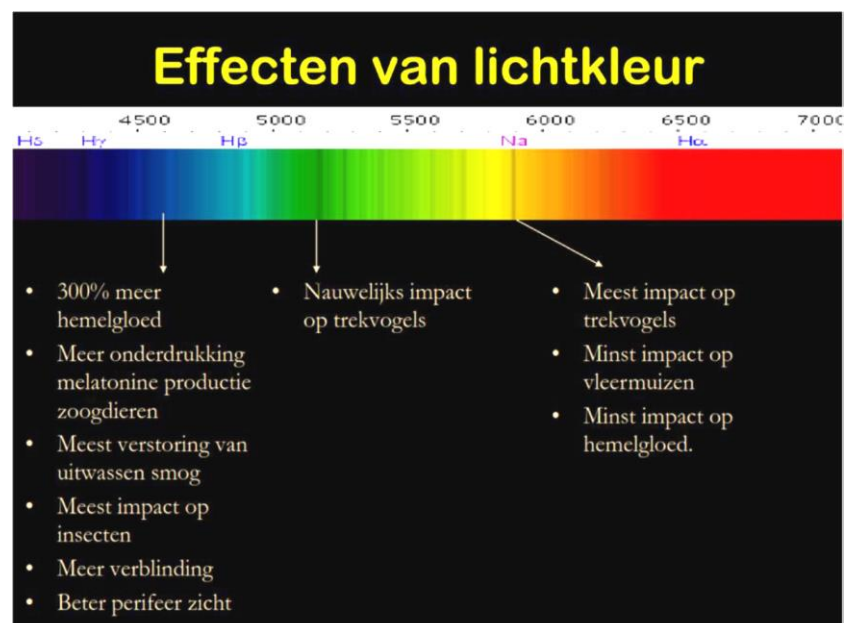
Bron: <http://www.hi-led.eu/wp-content/themes/hiled/images/wavves.png>

Voor elke soort of soortengroep ligt de waarneembaarheid van licht anders. Dit is afhankelijk van voor welke golflengten de ogen gevoelig zijn. Sommige soorten zitten meer aan blauwe kant van het spectrum, andere weer meer aan de rode kant en kunnen bijvoorbeeld ook warmte waarnemen. Dit betekent dat soorten verschillen in hun reactie op verlichtingsbronnen afhankelijk van de lichtkleur die uitgestraald wordt. Sommige soorten zien bepaalde kleuren domweg niet terwijl andere soorten juist erg gevoelig zijn voor die zelfde lichtkleuren. Wat wij als mensen als niet hinderlijk ervaren kan door sommige soorten als extreem hinderlijk worden ervaren.

De effecten van licht op vogels en vleermuizen zijn het meest onderzocht en het best in beeld gebracht. Veel van dit onderzoek heeft plaats gevonden op het land. In het Waddengebied, of vergelijkbare gebieden elders op de wereld, heeft niet of nauwelijks onderzoek plaats gevonden naar effecten van licht op organismen die daar voorkomen.

Er loopt nu een groot langjarig onderzoek naar effecten van licht op planten en dieren: Licht op Natuur. Resultaten zijn te vinden op <http://www.lichtopnatuur.org/>. Ook worden er lezingen en veldbijeenkomsten georganiseerd.

Bij de zoogdiervereniging is veel kennis aanwezig over effecten van licht op vleermuizen: <http://www.vleermuizenindestad.nl/vleermuizen-en-lichtverstoring>



Bron: http://www.nachtvandenacht.nl/friksbeheer/wp-content/uploads/2013/07/Presentatie_Workshop_Nachtbeleving.pdf

De volgende vijf factsheets zijn bij dit onderdeel opgesteld:

2.1. Vogels en licht

Lichtbronnen beïnvloeden het voortplantingssucces van vogels. Reacties zijn soortafhankelijk. Vogels trekken vooral in de onderste 1000 meter van de atmosfeer. Ze oriënteren zich daarbij op de sterrenhemel en het aardmagnetisch veld. Oriëntatie is daardoor ook onder bewolkte omstandigheden mogelijk. In de factsheet wordt een aantal bekende effecten van kunstmatig op vogels beschreven.

2.2. Vleermuizen en licht

Vleermuizen zijn in het algemeen nachtactief, ze mijden het daglicht. Belangrijk is het grotere gevaar voor predatie door natuurlijke vijanden in situaties met meer licht. In de factsheet wordt een aantal bekende effecten van kunstmatig op vleermuizen aangegeven.

2.3. Overige dieren en planten en licht

Van andere soortengroepen dan vogels of vleermuizen is nog weinig bekend over effecten van licht. In deze factsheet wordt aangegeven wat al wel bekend is over effecten van kunstlicht op bijvoorbeeld nachtvlinders, zoogdieren en vissen.

2.4. Mensen en licht

Licht maakt het mogelijk om te zien. Daarnaast beïnvloedt licht de herkenning, de perceptie, de stemming, de hormoonbalans en het bioritme. Licht beïnvloedt daarmee de gezondheid en de productiviteit van het individu, maar ook die van de samenleving als geheel. Goede studies van effecten van het gebruik van verschillende lichtspectra op zaken als alertheid, perceptie of bioritme ontbreken nog. In deze factsheet wordt ingegaan op wat bekend is op het gebied van effecten van licht op slaapstoornissen, verblinding en de perceptie van veiligheid.

2.5. Duisternis ervaren: de Bortle Dark-Sky scale

De mate van duisternis kan worden weergegeven met de negendelige internationale *Bortle Dark-sky scale*. In een Engelstalige factsheet wordt deze schaal toegelicht.

3. Wat kun je doen om (meer) duisternis te realiseren?

Duisternis creëer je niet alleen. Het vraagt een gezamenlijke aanpak waarbij partijen als burgers, bedrijven, overheden, terreinbeheerders, delfstofwinners, verlichtingsindustrie, communicatie- en adviesbureaus, et cetera ieder hun steentje bij kunnen dragen.

Verlichting is niet altijd nodig. Bewust omgaan met de keuze van het toepassen van wel of geen verlichting is altijd de eerste stap. En als er wel verlichting nodig is, wat kan je dan doen om de effecten te minimaliseren? Bewust toegepaste verlichting bestaat uit een combinatie van op een goede afstand van elkaar geplaatste lichtbronnen, laag geplaatst, degelijk afgeschermdde armaturen, spiegels die het licht goed richten en met lampen met een goede lichtkleur en intensiteit die alleen branden op momenten dat het werkelijk nodig is. Daarnaast kunnen belangrijke onderdelen van een leefgebied van een soort worden afgeschermd met voorzieningen als schermen en beplanting. Voor deze afweging wordt een checklist aangeboden.

Hoe richt ik mijn lamp af?

Aanstraling van bomen en gevels veroorzaakt veel lichtvervuiling van de hemel (Red X)

Indirecte verlichting onder bijv. een tuinhuisje is een prima oplossing om een accent in de tuin aan te brengen. (Green checkmark)

Transparante en mat-glasen bollen stralen uit naar alle kanten. (Red X)

Gebruik geen open naar de hemel stralende grond-schijnwerpers (Red X)

Verticale, mat-glasen armaturen stralen veel licht uit naar boven. (Red X)

Wanneer de lamp niet goed is weggewerkt in het armatuur, straalt het veel licht uit naar de hemel. (Red X)

Een lamp die zo diep mogelijk in de afscherming zit, geeft geen verblinding en uitstraling naar de hemel. (Green checkmark)

DO! (Green checkmark)

DON'T! (Red X)

DO! (Green checkmark)

DON'T! (Red X)

DO! (Green checkmark)

DON'T! (Red X)

DO! (Green checkmark)

Bron: tuinfolder platform lichthinder

Voor vier doelgroepen zijn factsheets opgesteld, met daarnaast een factsheet met een checklist die door elke doelgroep gebruikt kan worden en een factsheet gericht op het promoten en meedoen met het bereiken van meer duisternis of waar je terecht kan voor meer informatie:

3.1. Checklist verlichting

Vaak kan meer duisternis eenvoudig bereikt worden door een goede afweging te maken over het te gebruiken licht. Voor elke situatie komt steeds een aantal afwegingen terug. Hiervoor kan je gebruik maken van de in deze factsheet gepresenteerde checklist met een aantal vaak voorkomende vragen die je jezelf moet stellen.

3.2. Burgers: minder licht bij huis en tuin

Als burger kan je in je eigen huis- en tuinomgeving op een aantal eenvoudige wijzen een flinke bijdrage leveren aan het verkrijgen van meer duisternis om effecten op natuur- en landschapswaarden te verminderen.

3.3. Ondernemers: bewust omgaan met verlichting

Wat kan de individuele ondernemer bijdragen aan het bereiken van meer duisternis? De restauranthouder, de winkeleigenaar, de organisator van een festival: elke ondernemer kan op zijn of haar manier daar veel aan bijdragen.

3.4. Overheden: actief bevorderen duisternis

Overheden zijn een belangrijke speler in het tot stand brengen van meer duisternis in het gebied van het Werelderfgoed Waddenzee. Mogelijk de belangrijkste speler omdat veel aangrijpingspunten hier bij elkaar komen, bijvoorbeeld inrichting en beheer van openbare ruimten, vergunningverlening, promotie en het bij elkaar brengen van lokale partijen.

3.5. Haven- en industrieterreinen: werken actief aan versterken duisternis

Op haven- en industrieterreinen is veel verlichting te vinden. Ook grenzen deze terreinen vrijwel altijd aan open gebieden. In het Waddengebied liggen de haven- en industrieterreinen aan de rand van het echte donkere gebied en daarmee vormen ze een belangrijke bron van lichthinder op bovenregionaal niveau.

3.6. Meedoen met duisternis onder de aandacht brengen en meer lezen

In deze factsheet wordt een aantal voorbeelden gegeven van websites waar je meer informatie over het onderwerp duisternis en effecten op natuur en mens kan vinden.

4. Factsheets

De volgende factsheets zijn hier te vinden:

- 1.1 Lampen en lichtkleuren
- 1.2 Lichtarmaturen
- 1.3 Hoeveelheid licht
- 1.4 Reikwijdte van licht

- 2.1. Vogels en licht
- 2.2. Vleermuizen en licht
- 2.3. Overige dieren en planten en licht
- 2.4. Mensen en licht.
- 2.5. Duisternis ervaren: de Bortle Dark-Sky scale

- 3.1. Checklist verlichting
- 3.2. Burgers: minder licht bij huis en tuin
- 3.3. Ondernemers: bewust omgaan met verlichting
- 3.4. Overheden: actief bevorderen duisternis
- 3.5. Haven- en industrieterreinen: werken actief aan versterken duisternis
- 3.6. Meedoen met duisternis onder de aandacht brengen en meer lezen

Lampen en lichtkleur

Factsheet 1.1.

Meer licht op duisternis

Er zijn veel verschillende typen lampen in gebruik. Elk type heeft zijn eigen formaat en lichtkleur en daarmee zijn toepassingsmogelijkheden. Maar ook zijn eigen effecten op de natuur en op de duisternis.

Van links naar rechts: gloeilamp, halogeenlamp, tl-lamp, hogedruk natrium-lamp en led-lamp.



De **kwiklamp** geeft wit licht. Er zijn vele soorten, variërend van ronde buizen tot de bekende lange TL lamp. In de openbare verlichting worden in Nederland eigenlijk alleen de efficiënte lage druk kwik lampen gebruikt.



De **lagedruk natriumlamp** geeft oranje licht. Ze verlichten vooral de snelwegen en sommige grote straten in steden. De lichtopbrengst is hoog. De lamp is duur, maar gaat wel lang mee. De lampen zelf zijn erg lang en de armaturen hierdoor groot, waardoor het moeilijk is om het licht goed te richten.



De **hogedruk natriumlamp** geeft een goudgeel licht. Deze lampen komen vooral voor in de grotere straten. Ze zijn redelijk duur, maar gaan lang mee en zijn efficiënt in hun lichtopbrengst. De lampen en de armaturen zijn klein waardoor het licht goed gericht kan worden.



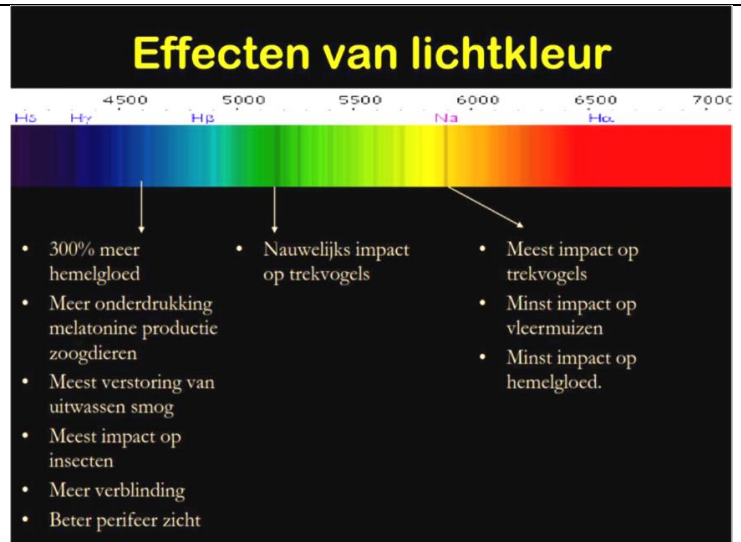
Tegenwoordig worden er meer en meer **led-lampen** gebruikt. De lichtopbrengst is nog niet zo hoog als de natrium lampen, maar de verwachting is dat ze veel langer meegaan en dat ze over een aantal jaren de andere soort verlichting gaan verdringen. Veel gebruikte led-lampen zijn te wit / te blauw, waardoor ze erg koud licht verspreiden. Ook zijn de lampjes zo klein dat je snel verblindt wordt.



Met led-lampen wordt nog geëxperimenteerd en er verschijnen meer en meer verschillende kleuren led-lampen. Led-lampen zijn tegenwoordig in allerlei kleuren te verkrijgen.



De verschillende lichtkleuren hebben verschillende effecten op mensen en dieren.



Bron: http://www.nachtvandenacht.nl/friksbeheer/wp-content/uploads/2013/07/Presentatie_Workshop_Nachtbeleving.pdf

Bronnen, meer informatie:

<http://www.zoogdiervereniging.nl/een-vleermuisvriendelijke-kleur-voor-verlichting>

Informatie over led-verlichting: <http://www.hi-led.eu/light-science/>

Lichtarmaturen

Factsheet 1.2.

Meer licht op duisternis

Licht moet op de plek komen waar het nodig is en niet op de plekken waar het niet gewenst is. De armatuur waar de lichtbron in geplaatst is, bepaald veel van de effectiviteit hiervan. Ook de hoogte waarop zich de lichtbron bevindt is bepalend. Hieronder wordt een aantal voorbeelden gegeven van lichtarmaturen (en de daarbij toegepaste lampen) waarmee duisternis bevorderd kan worden of juist een negatieve uitwerking hebben.

Het gebruik van compacte armaturen (zoals SON-T en CDO-TT) in plaats van langwerpige lampen (zoals SOX en TL en de PL-L lamp) levert veel winst op. Langwerpige lampen geven zeer gemakkelijk strooilicht omdat ze moeilijker te richten zijn naar de plek die daadwerkelijk verlicht moet worden. Ook zitten deze lampsoorten vaak in lompere armaturen. Bij compactere armaturen zijn gemakkelijker reflectoren in de armatuur aan te brengen waarmee het licht beter gericht kan worden.



Compacte lamp - weinig strooilicht



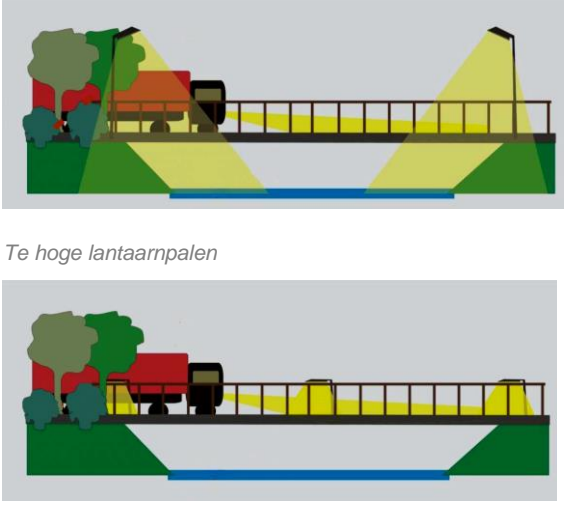



Langwerpige lamp - veel strooilicht

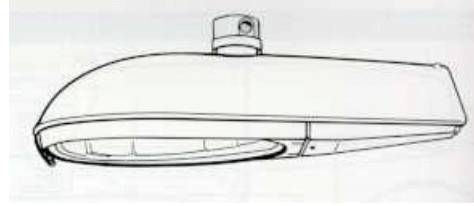
In de armatuur kunnen ook voorzieningen worden aangebracht waardoor lichthinder kan worden beperkt. Aan de buitenzijde kan een lichthinderkap worden aangebracht, aan de binnenzijde kunnen bijvoorbeeld lamellen worden aangebracht zodat het licht alleen naar beneden schijnt. Ook aan paaltoparmaturen kunnen lichthinderkappen worden toegepast zodat het licht niet naar boven of naar opzij schijnt.



Lantaarnpaal met lichthinderkap

	 <p><i>Armatuur boven met lichthinderkap – weinig strooilicht</i></p>
<p>Bolarmaturen zorgen ervoor dat het licht alle kanten op schijnt, dus ook naar kanten waar geen licht nodig is. Vermijd het gebruik van bolarmaturen.</p>	 <p><i>Klassieke bolarmatuur 's nachts - veel strooilicht naar boven</i></p>
<p>Ook de hoogte van een lantaarnpaal is belangrijk in de effectiviteit van een lantaarnpaal. Kortere lantaarnpalen zorgen er voor dat het licht ook beter gericht wordt op de plek waar het licht nodig is. Te hoge lantaarnpalen zorgen voor teveel strooilicht, en vragen ook een feller licht om de weg evengoed te verlichten. Voor grotere wegen wordt geadviseerd geen hogere lantaarnpalen dan 6 meter te gebruiken, maar bij voorkeur zo laag mogelijk.</p>	 <p><i>Te hoge lantaarnpalen</i></p> <p><i>Goed geplaatste lage verlichting. Bron: zoogdierverseniging</i></p>
<p>Licht moet naar beneden gericht worden: naar de plek waar het nodig is. Ook moet voorkomen worden dat het licht de berm / aangrenzende groenstrook inschijnt.</p>	

Aanpassingen in de armatuur, waardoor een scherpere afsnede ontstaat tussen verlichte en niet verlichte delen, maken het mogelijk het licht goed te richten.



Bronnen, meer informatie:

Informatie over lantaarnpalen: http://www.lantaarnpaalgek.nl/pages/lantaarnpalen_i.html

www.zoogdiervereniging.nl

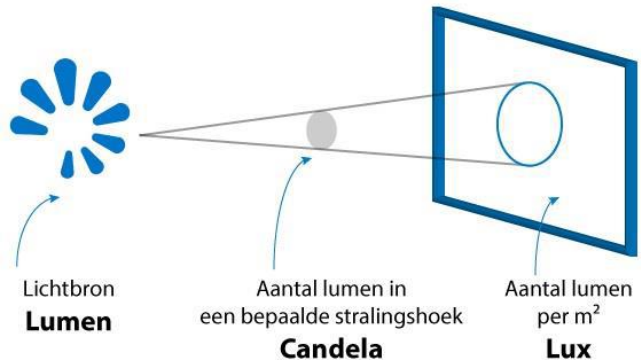
<https://www.rijkswaterstaat.nl/wegen/wegbeheer/natuur-en-milieu/verbinden-natuurgebieden/vleermuisvriendelijke-verlichting/documenten.aspx>

Hoeveelheid licht

Factsheet 1.3.
Meer licht op duisternis

Meer duisternis bereiken begint met de vraag hoeveel licht je nodig hebt. Dat is afhankelijk van het doel waar je de verlichting voor gebruikt, maar ook van je eigen wensen. Ook maakt het uit hoeveel licht er al is, bijvoorbeeld in heldere nachten met volle maan is er al veel licht aanwezig. Verlicht niet meer dan nodig is. Stem hier het aantal lichtbronnen en de lichtintensiteit op af. Verlicht alleen op de momenten dat het nodig is. Soms zijn er ook wettelijke eisen.

De hoeveelheid licht die een lichtbron uitstraalt wordt gemeten in **lumen**. De hoeveelheid licht die in elk stukje van de lichtbundel aanwezig is wordt uitgedrukt in **candela**. Het aantal lumen dat uitgestraald wordt en de invalshoek van de lichtbundel bepalen het aantal candela. De uiteindelijke verlichtingssterkte van een lichtbron wordt aangeduid met **lux** en wordt bepaald door het aantal lumen per m² hetgeen weer afhankelijk is van de invalshoek en de door het licht afgelegde weg.



Bron:
<https://milieudedefensie.nl/lokaal/arnhem/achtergrondinformatie/eindrapport/chthinderonderzoek.pdf>

Of je verlichting nodig hebt is afhankelijk van het doel waarvoor het licht nodig is. Ook de hoeveelheid licht die je nodig hebt is afhankelijk van je doel. Er zijn vuistregels, maar soms is er sprake van wettelijke eisen. In bijgaande figuur wordt een aantal voorbeelden gegeven:

- Vuistregel: zorg dat je buiten niet feller licht dan de openbare verlichting
- Inbraakpreventie: variabel
- Verkeersveiligheid: 2 – 25 lux
- Sport verlichting: variabel (training 75 lux, nationale wedstrijd: 200 lux, internationale wedstrijd: 500 lux)
- Werklicht buiten: 10 – 100 lux
- Sociale veiligheid: 2 – 10 lux
- Werklicht binnen: 150 – 1000 lux

Bron: <https://www.sterrendichterbij.nl>

TIP 1: WAAR DIENT HET LICHT VOOR?

TIP 3: HOEVEEL LICHT IS GENOEG?

VUISTREGEL

ZORG DAT JE BUITEN NIET FELLER VERLICHT DAN DE OPENBARE VERLICHTING

INBRAAKPREVENTIE-VARIABEL

VERKEERS-VEILIGHEID (2-25 LUX)

SPORT VERLICHTING (VARIABEL)

WERKLICHT BINNEN (150-1000 LUX)

SOCIALE VEILIGHEID (2-10 LUX)

WERKLICHT BUITEN (10-100 LUX)

TRAINING: 75 LUX
 NATIONALE WEDSTRIJD: 200 LUX
 INTERNATIONALE WEDSTRIJD: 500 LUX

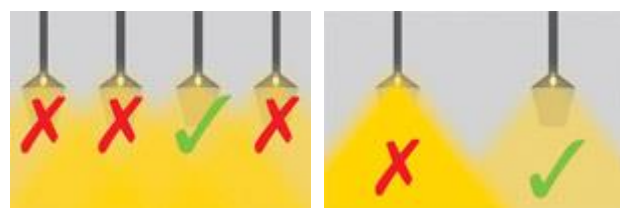
Ook is de hoeveelheid licht die je nodig hebt afhankelijk van het tijdstip op de dag (nacht). Na middernacht zijn er bijvoorbeeld minder verkeersgebruikers en zou je met minder licht toe kunnen. Of als je in bed ligt zie je de sfeerverlichting in de tuin toch niet. In heldere nachten met veel maanlicht kan je wellicht ook met minder licht toe. Er bestaan systemen die hier rekening mee houden.



Bron: <http://www.civiltwilightcollective.com/lunar-resonant-streetlights/>

Als verlichting noodzakelijk is dan moet je je afvragen of je met minder lichtbronnen toe kan om eenzelfde doel te bereiken. Wat is de minimale hoeveelheid lichtbronnen die je nodig hebt?

Ook kan er mogelijk gebruik gemaakt worden van lichtbronnen met een lager wattage.



Veel lichtvervuiling treedt op omdat er overlap van verlichting plaats vindt. Het aantal lichtbronnen, bijvoorbeeld lantaampalen langs een weg, moet hierop worden afgestemd. Maar ook in meer stedelijk gebied vindt een overdaad aan verlichting plaats vanuit allerlei lichtbronnen.



Belangrijk is dat lampen op een goede wijze worden afgesteld. Gericht op alleen de plek die verlicht moet worden.

Hoe richt ik mijn lamp af?

- Aanstraling van bomen en gevels veroorzaakt veel lichtvervuiling van de hemel** (Red X)
- Indirecte verlichting onder bijv. een tuinhuisje is een prima oplossing om een accent in de tuin aan te brengen.** (Green checkmark)
- Transparante en mat-glasen ballen stralen uit naar alle kanten.** (Red X)
- Gebruik geen open naar de hemel stralende grond-schijnwerpers** (Red X)
- Verticale, mat-glasen armaturen stralen veel licht uit naar boven.** (Red X)
- Wanneer de lamp niet goed is weggewerkt in het armatuur, straalt het veel licht uit naar de hemel.** (Red X)
- Een lamp die zo diep mogelijk in de afscherming zit, geeft geen verblinding en uitstraling naar de hemel.** (Green checkmark)

Bronnen, meer informatie:

<http://www.naturtipp.at/lichtverschmutzung.html>

<http://www.platformlichthinder.nl/docs/tuinverlichtingsfolder-klein.pdf>

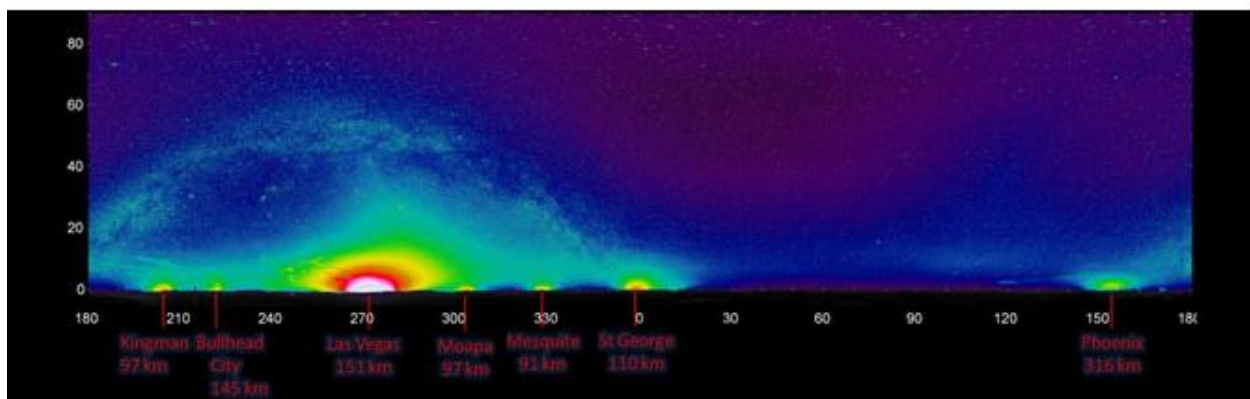
Reikwijdte van licht

Factsheet 1.4.

Meer licht op duisternis

Wanneer is een lichtbron hinderlijk voor de duisternis? Dit is afhankelijk van het type lichtbron, knipperend of niet, de hoeveelheid lichtbronnen bij elkaar. Licht kan op grote afstand nog zichtbaar zijn. De openheid van het landschap is ook een belangrijke factor: in een open gebied zie je lichtbronnen op vele tientallen kilometers afstand, in een besloten gebied praat je soms over meters. Maar ook afhankelijk van de eigen perceptie of van niet beïnvloedbare fenomenen als de weersomstandigheden.

De duisternis kan op verschillende schalen worden beïnvloed: over grote gebieden tot zeer lokaal. Licht dat ongehinderd naar boven uitstraalt of gereflecteerd wordt beïnvloedt de duisternis op grote, bovenregionale schaal. Veel lichtbronnen bij elkaar, over grote oppervlakten zoals in grotere steden en op haven- en industrieterreinen zijn van ver te zien onder donkere omstandigheden. Maar ook bronnen op beperktere oppervlakte, zoals bij sportterreinen en verkeersknooppunten, zijn van veraf te zien. Hetzelfde geldt voor puntbronnen die fel licht recht omhoog schijnen, zoals skybeamers of lichtbronnen in een open landschap, bijvoorbeeld schepen of lichtbakens op zee.





Bron: [NPS photo](#).

Hoe beperk je de hoeveelheid licht die de hemel in geschonen wordt?

- Vermijd lichtbronnen die op de hemel gericht zijn (skybeamers, aanlichten van gebouwen)
- Werk de lichtbron weg in de armatuur zodat niet alle kanten op geschonen kan worden
- Kies voor een lage opstelling
- Verlicht alleen die delen die het licht nodig hebben, niet het aangrenzende groen of de burens
- Pas een lage lichtintensiteit toe
- Kritisch moment zijn vochtige luchtomstandigheden. Voor vogels met name in de trekperiode.



Bron: www.sterrendichterbij.nl

<p>Licht dat reflecteert tegen bijvoorbeeld wolken kan een soort van lichtdeken vormen boven de lichtbron: lichtkoepels. Voorbeelden zijn grotere en kleinere steden, dorpen, kassen. Deze lichtkoepels zijn op grote afstand nog zichtbaar. Lichtkoepels verstoren het oriëntatie vermogen van vogels.</p>	
<p>Op lokale schaal kunnen individuele lichtbronnen al effect hebben op dieren en mensen. Lichtbronnen die schijnen op een uitvliegopening van een plek waar vleermuizen verblijven kunnen er voor zorgen dat de dieren niet uitvliegen.</p>	<p>Meer informatie hierover: Soortenstandaards voor vleermuizen op de website van RVO.nl (met ingang van juli 2017: soortenkennisdocumenten via www.portaalnatuurenlanschap.nl).</p>
<p>Skybeamers en ook lasers sturen een grote hoeveelheid licht de hemel in en zijn een belangrijke bron van lichtvervuiling. Dit licht is op grote afstand nog zichtbaar en verstoort trekkende vogels en dieren sterk.</p>	 <p><i>Linksboven: McBeamer in Deventer; rechtsboven: lasershow op de Eusebiuskerk in Arnhem (beeld: Sjoerd Kulsdom); linksonder: skybeamer in Breda; rechtsonder: skybeamer in Tilburg (beeld: Erik Korsten).</i></p>
<p>Bronnen, meer informatie: https://www.waddenvereniging.nl/landschapOUD/duisternis.php http://v-e-n-u-e.com/In-Search-of-Darkness-An-Interview-with-Paul-Bogard</p>	

Vogels en licht

Factsheet 2.1.

Meer licht op duisternis

Meest kritische periode(n)	Hele nacht gedurende trekperiodes Het uur voor zonsopgang, vooral febr-april
Kleur verlichting	Gebruik groen licht, geen wit licht
Specifieke aandachtspunten lichtbronnen	Naast algemene punten als niet verlichten en het gebruik van sensoren of tijdschakelaars: Lage afstelling lampen Afscherming armatuur Niet op (aangrenzend) groen laten schijnen

Broedvogels

Lichtbronnen beïnvloeden het voortplantingssucces van vogels. Reacties zijn soortafhankelijk.

Effect van licht op broedvogels is complex. Momenteel loopt er een groot onderzoek onder leiding van het NIOO naar effecten van licht op diverse diersoorten. Het onderzoek is nog te kort van duur om effecten op populatieniveau te meten. De eerste jaren van het onderzoek werden (nog) geen effecten gemeten op overleving of op voortplantingssucces. Wel laat het onderzoek zien dat in 2013 koolmezen op plekken met in de nacht extra groen of wit licht iets eerder broeden dan normaal. Het jaar daarop was er geen effect meetbaar. Het voorjaar was toen warmer dan in 2013. Onder invloed hiervan gingen de mezen waarschijnlijk toch al eerder broeden: het effect van het kunstlicht speelde daardoor waarschijnlijk een mindere rol. Gevolg van eerder broeden kan zijn dat dan de oorspronkelijk aanwezige synchronisatie met bijvoorbeeld het overvloedig beschikbaar zijn van voedsel voor de jongen verstoord wordt. Bij een trekvogel (bonte vliegenvanger) werden geen noemenswaardige effecten gemeten. Dit wordt verklaard vanuit het feit dat zij in hun broedgebied aankomen op een moment met langere daglengten en dat ze korter werden blootgesteld aan de extra toevoeging van licht.

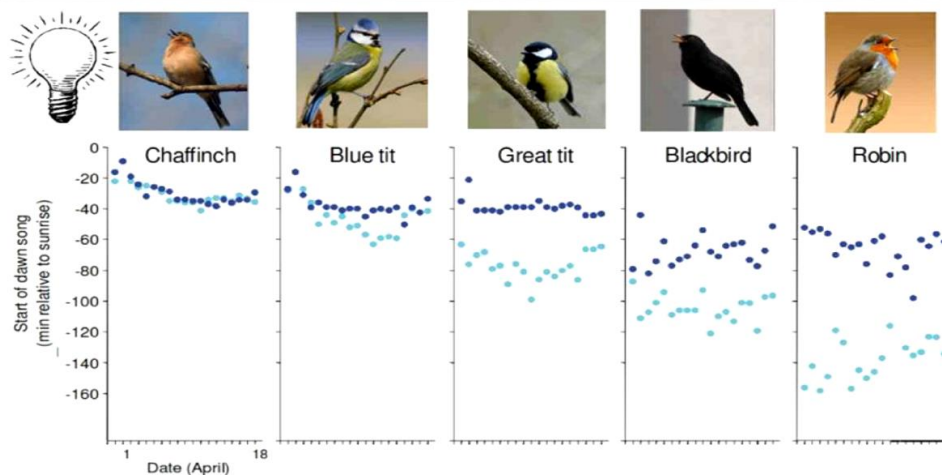
Extra licht, ongeacht de kleur, heeft invloed op het dag/nacht-ritme van de onderzochte vogels. Zowel koolmezen als pimpelmezen vervroegde de start van hun activiteiten met een uur of twee en 's avonds gingen ze ook iets langer door. Door het extra licht slapen de vogels lichter omdat ze de gehele nacht actief blijven. Overigens nemen de vogels overdag rustmomenten waardoor de vogels alles bij elkaar over een etmaal gezien niet actiever zijn.

Extra lichtbronnen beïnvloeden het seksuele gedrag. Hoe dichter nesten bij opstellingen met wit of met rood licht lagen, hoe minder buitenechtelijke jongen er te vinden waren. Het aantal jongen werd niet beïnvloed. Het gewicht van de jongen was wel iets lager.

In een ander onderzoek werd bij merels een effect aangetoond op de geslachtscyclus. Zowel de afmetingen van de testikels als het testosterongehalte van jonge merels in stedelijk gebied met een lichtvervuiling van 0,3 lux bleven achter op die van merels in donkere landelijke gebieden. Verondersteld wordt dat dit komt doordat voortplantingsorganen zich niet zullen ontwikkelen bij langdurig licht, zoals dat ook van nature wordt waargenomen in de periode van de lange zomerdagen. De rui van het verenkleed verliep in de lichte stedelijke gebieden veel onregelmatiger dan in de donkere landelijke gebieden.

Effecten op zangvogels

Effects of artificial night lighting on dawn song



Kempnaers et al. (2010) *Curr Biol*

Soorten reageren verschillend op kunstlicht: donkerblauwe punten geen kunstlicht, lichtblauwe punten wel kunstlicht.

In weer een ander onderzoek werd aangetoond dat zangvogels in de buurt van staartlantaarns of verlichte stadsparken 's ochtends eerder met zingen beginnen dan zangvogels in het bos. De mate van vervroeging is afhankelijk van de soort en van de hoeveelheid licht.

Vogels die overwinteren in gebieden met meer kunstmatig licht vetten sneller op en starten de trek eerder dan individuen die in gebieden zonder kunstmatig licht overwinteren. De vogels kunnen daardoor te vroeg terugkeren in het broedgebied waardoor de overlevingskansen verminderen.

Wegverlichting blijkt een aantasting van de habitatkwaliteit voor de grutto te betekenen.

Wegverlichting heeft een significant negatieve invloed op de geschiktheid als broedterrein, die zich lijkt uit te kunnen strekken over enige honderden meters afstand van de verlichting. Daarnaast blijken de vogels die als eerste beginnen te nestelen, hun nestplaats significant verder van de lichtbron af te kiezen dan vogels die later gaan nestelen. Een invloed van verlichting op het gemiddelde eivolume per nest, als indicatie voor het broedsucces en de conditie van de oudervogels, is in het onderzoek niet aangetoond. Evenmin is een invloed van verlichting op de predatie van gruttolegsels aangetoond.

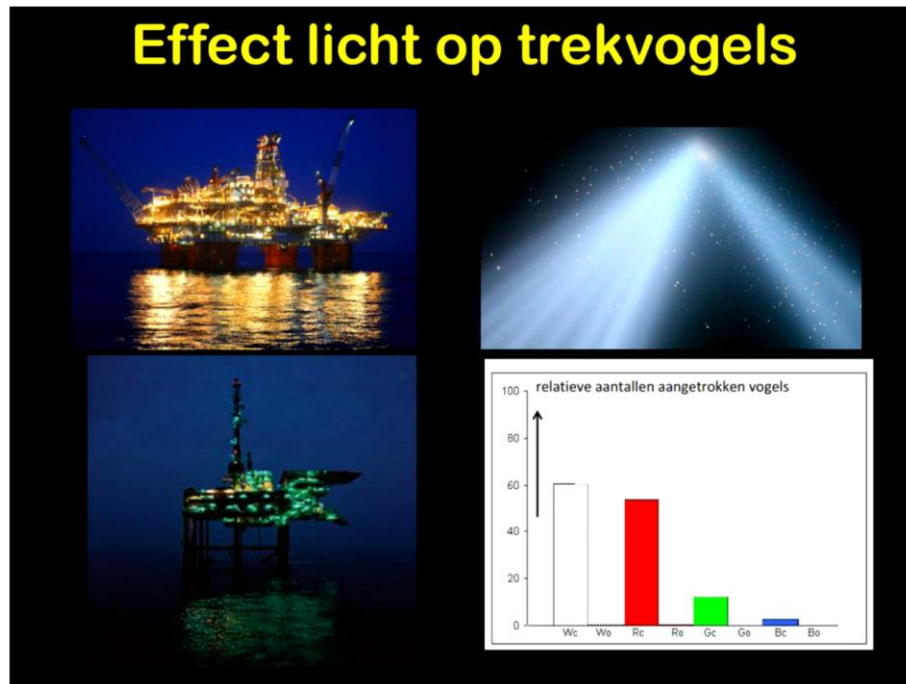
Trekvogels

Vogels trekken vooral in de onderste 1000 meter van de atmosfeer. Ze oriënteren zich daarbij op de sterrenhemel en het aardmagnetisch veld. Oriëntatie is daardoor ook onder bewolkte omstandigheden mogelijk. Kunstmatig licht heeft effect.

Onder omstandigheden met lage bewolking of mist wordt kunstmatig licht gereflecteerd op de aanwezige waterdruppeltjes. Dit veroorzaakt zogenaamde lichtkoepels. Ondanks de oriëntatie op het aardmagnetisch veld trekken deze lichtkoepels vogels aan en worden "gevangen" in deze lichtkoepels. Door uitputting sterven hierbij veel vogels, of ze vliegen zich dood tegen objecten binnen deze lichtkoepels. Deze "vallen" van lichtkoepels treden onafhankelijk van de grootte van de lichtbron op: zowel losstaande verlichte gebouwen (bijvoorbeeld vuurtorens) als bij stedelijke gebieden. Onder heldere omstandigheden treden deze effecten niet op. Knipperend wit of rood licht geven minder slachtoffers dan continu brandend licht. Om slachtoffers onder de trekkende vogels te voorkomen is het nog beter om blauw of groen licht te gebruiken. Daarmee kan het aantal slachtoffers met 80% worden verminderd.

Licht kan (trekkende) vogels aantrekken. Hoe sterker het licht, hoe meer vogels naar bijvoorbeeld een verlicht platform toe komen. Bij weinig (witkleurig) licht (300 watt) werden in een onderzoek geen vogels aangetrokken, bij 1500 watt worden de eerste vogels aangetrokken en bij 30 kilowatt werden grote hoeveelheden vogels aangetrokken. Ook de periode hoe lang het licht al aanstaat is van invloed: na 30 minuten waren bij een lichtsterkte van 30 kilowatt al tussen de 4000 en 5000 vogels aanwezig. Nadat het licht uitgezet was waren in dit onderzoek alle vogels in 15 minuten weer vertrokken.

Alle kleuren licht trekken vogels aan, maar wit en rood licht trekken veruit de meeste vogels aan. Rood licht verstoort het interne kompas van vogels. Als mitigatie wordt een groenachtig licht voorgesteld dat 90% van de effecten wegneemt: een klein beetje rood in het licht is noodzakelijk vanuit veiligheid (zichtbaarheid van veiligheidsvoorzieningen als brandblussers en noodknoppen). Voorzieningen die van groen licht gebruik maken zijn echter minder goed zichtbaar.



Bron: http://www.nachtvandenacht.nl/friksbeheer/wp-content/uploads/2013/07/Presentatie_Workshop_Nachtbeleving.pdf

Plotselinge lichtbronnen (schijnwerpers, skybeamers) geven een schrikreactie. Trekvogels wijken hierdoor af van hun oorspronkelijke richting, ze verminderen hun snelheid en proberen de lichtstralen verticaal te mijden. De invloed van deze lichtstralen zijn tot op een kilometer merkbaar en treedt op onder alle lichtomstandigheden (helder weer, lage bewolking, mist).

In Groot-Brittannië werd de invloed van lichthinder op overwinterende Kleine Zwanen onderzocht. Elk jaar trekken Kleine Zwanen vanuit Noord-Europa en Siberië naar West-Europa (met name Engeland en Nederland) om er te overwinteren. Ze verblijven er op plassen, graslanden en akkers waar ze voedsel vinden. Engelse onderzoekers merkten dat Kleine zwanen in sterk verlichte omgeving ook 's nachts verder foerageren. In donkere gebieden slapen Kleine Zwanen 's nachts. Het gevolg was dat het vetgehalte van de Kleine zwanen in de meer verlichte gebieden sneller toenam, zodat deze vogels vroeger dan normaal klaar waren om de terugtrek naar de broedgebieden aan te vatten. Die terugtrek vroeger aanvatten heeft echter weinig zin: als de Kleine zwanen vroeger in Siberië arriveren, treffen ze daar nog sneeuw en ijsmassa's aan.

Bronnen, meer informatie:

Onderzoek NIOO LichtOpNatuur - wat zijn de effecten van kunstlicht op onze natuur?: <http://www.lichtopnatuur.org/>

Algemeen overzicht: http://www.nachtvandenacht.nl/friksbeheer/wp-content/uploads/2013/07/Presentatie_Workshop_Nachtbeleving.pdf

Vleermuizen en licht

Factsheet 2.2.

Meer licht op duisternis

Meest kritische periode(n)	Het uur voor en na zonsondergang, het uur voor en na zonsopgang; vooral april tot en met oktober Trekperiode Kraamperiode Winterperiode ook effecten van licht binnen gebouwen
Kleur verlichting	Gebruik amberkleurig licht; gebruik geen wit of groen licht
Specifieke aandachtspunten lichtbronnen	Naast algemene punten als niet verlichten en het gebruik van sensoren of tijdschakelaars: Lage afstelling lampen Afscherming armatuur Niet op in- en uitgangen verblijfplaatsen of (aangrenzend) groen laten schijnen

Vleermuizen zijn in het algemeen nachtactief, ze mijden het daglicht. Belangrijk is het grotere gevaar voor predatie door natuurlijke vijanden in situaties met meer licht. Verder lijkt het erop dat 's avonds in donkerder delen wordt gefoerageerd dan 's ochtends; waarschijnlijk komt dit doordat uilen 's avonds actiever zijn dan 's ochtends.

Vleermuizen gebruiken het landschap verschillend maar vrijwel altijd is er sprake van de volgende, vaak ruimtelijke gescheiden, onderdelen binnen het leefgebied:

- Verblijfplaatsen, waarbij onderscheid gemaakt kan worden tussen winterverblijfplaatsen waar de winter doorgebracht wordt, kraamverblijfplaatsen waar de jongen worden geboren en opgroeien en waar de (volwassen) vrouwtjes verblijven, zomerverblijfplaatsen waar veelal de mannetjes verblijven, paarverblijven en zwermverblijven die een rol spelen bij de voortplanting. Afhankelijk van de soort en de functie bevinden zich deze verblijfplaatsen in bomen (holen, scheuren e.d), gebouwen, bruggen, bunkers, grotten etc.
- Foerageergebieden: de plekken waar voedsel gezocht wordt
- Migratieroutes: veelal lijnvormige landschappelijke structuren als beplantingen en wateren waar langs of over gevlogen wordt om van verblijfplaats naar foerageergebied of tussen foerageergebieden te vliegen
- Trekroutes: waarbij veelal de grotere landschapsstructuren worden gevolgd.

Ook is er veelal sprake van het gebruik van een netwerk van meerdere objecten die een vergelijkbare functie vervullen.

Vleermuizen mijden kunstmatige verlichting. Ze worden niet aangetrokken door lichtbronnen maar komen af op de insecten die rond deze lichtbronnen vliegen. Ze worden dus indirect aangetrokken door lichtbronnen. Dit speelt vooral bij de wendbare en snel vliegende vleermuissoorten. Deze kunnen zich richten op het alleen nog maar foerageren bij lichtbronnen. De grotere en minder wendbare soorten, die veelal ook zeldzamer zijn, mijden altijd de lichtbronnen. Omdat de insecten uit een grotere omgeving naar de lichtbron worden getrokken zijn er voor deze licht mijdende soorten minder insecten beschikbaar.

Verlichting van de uitvliegopening van zomerverblijfplaatsen leidt er toe dat vleermuizen deze niet of later verlaten. Hierdoor is er minder of geen tijd om te foerageren. Ook kan het tot gevolg hebben dat de kwalitatief goede (voedselrijke) schemerperiode wordt gemist. De verblijfplaats kan ook zijn functie voor de vleermuis verliezen. Laat uitvliegende soorten lijken hier gevoeliger voor te zijn dan de vroeg uitvliegende soorten. Gevolg kan zijn dat jongen een geringere overlevingskans hebben of in grootte achterblijven. Verlichting in een in gebruik zijnde of te nemen verblijfplaats zal tot gevolg hebben dat de verblijfplaats verlaten wordt en mogelijk niet meer gebruikt zal worden.

Verlichting van migratieroutes kan tot gevolg hebben dat deze die functie niet meer kunnen uitoefenen. Hierdoor moeten de vleermuizen langs andere, langere routes vliegen (kost meer energie) of langs minder geschikte

routes (bijvoorbeeld meer wind of predatoren). Indien alternatieve routes niet aanwezig zijn kan dit tot gevolg hebben dat het gehele gebied ongeschikt wordt met negatieve gevolgen voor de overlevingskans van populaties. Verlichte tunnels worden ook gemeden.

Kunstmatig verlichte foerageergebieden worden gemeden. Het negatieve effect is het grootst als de verlichting plaatsvindt tijdens de voedselpiek gedurende de nacht of het seizoen.

Vleermuisogen zijn gevoeliger voor wit en blauw licht dan voor rood licht. Kleuren aan de rode kant van het spectrum worden minder goed of helemaal niet waargenomen door vleermuizen. Wit en groen licht hebben een vergelijkbaar groot negatief effect op vleermuizen (Groen licht heeft juist minder effect bij vogels). Op basis van deze kennis is een amberkleurige lamp ontwikkeld; deze heeft een oranje-rode kleur.

Bronnen, meer informatie:

Gedegen overzicht effecten licht en vleermuizen:

<http://www.ecologica.eu/symposium/presentaties2013/hlimpens.pdf>

Onderzoek NIOO LichtOpNatuur - wat zijn de effecten van kunstlicht op onze natuur?:

<http://www.lichtopnatuur.org/>

<http://www.vleermuizenindestad.nl/de-relatie-tussen-vleermuizen-en-licht-en>

<http://www.vleermuizenindestad.nl/vleermuizen-en-lichtverstoring>

Soortenstandaards voor vleermuizen op de website van RVO.nl (met ingang van juli 2017: soortenkennisdocumenten via www.portaalnatuurenlanschap.nl).

Algemeen overzicht: http://www.nachtvandenacht.nl/friksbeheer/wp-content/uploads/2013/07/Presentatie_Workshop_Nachtbeleving.pdf

Overige dieren en planten en licht

Factsheet 2.3.

Meer licht op duisternis

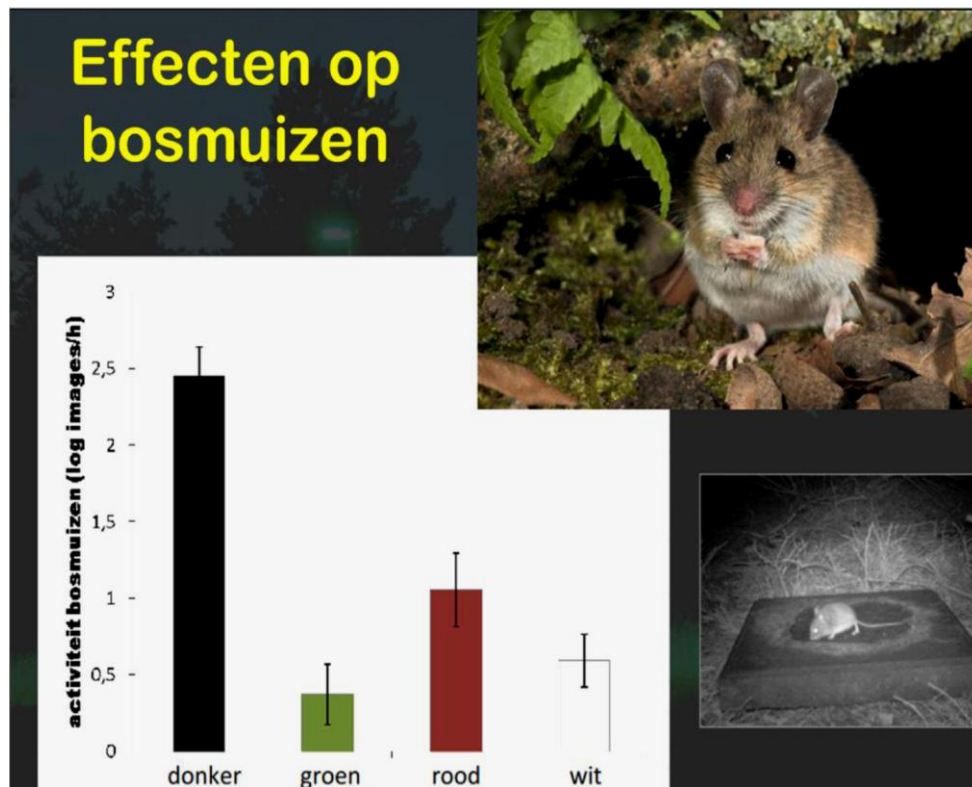
Van andere soortengroepen dan vogels of vleermuizen is nog weinig bekend over effecten van licht. In deze factsheet wordt aangegeven wat al wel bekend is over effecten van kunstlicht op bijvoorbeeld nachtvlinders, zoogdieren en vissen.

Overige zoogdieren

Veel (land)zoogdieren zijn nachtactief, maar er is nog weinig bekend over effecten van licht.

Het dag- en nacht ritme van muizen kan als gevolg van kleine hoeveelheden kunstlicht veranderen in laboratorium situaties. Over effecten van kunstlicht in het veld is nog niet veel bekend. Op basis van de kennis van effecten binnen kan worden verondersteld dat licht sterke effecten heeft op muizen. Het is de verwachting dat rondom lichtbronnen lagere dichtheden aan muizen zullen zijn.

Bosmuizen reageren sterker op witte en groene verlichting dan op rode. Indirect kunnen er effecten op het hele ecosysteem plaatsvinden omdat muizen een rol spelen bij de verspreiding van planten.



Nacht-actieve insecten

Het natuurlijk gedrag van nachtvlinders wordt sterk verstoord door kunstlicht. Dit geldt ook al voor erg zwak licht. Vrouwtjes van nachtvlinders maken minder lokstoffen voor mannetjes aan. Nachtvlinders zijn minder actief, eten minder en zijn minder geneigd te paren als het niet donker is.

Bij veel kunstlicht produceren vrouwtjes minder aantrekkende feromonen en meer afstotende feromonen met als gevolg dat er minder wordt gepaard.

Nachtvlinders oriënteren zich op de Uv-stralen van de avondzon en aan de positie van de maan. Een kunstlichtbron neemt die rol over waardoor de nachtvlinders in spiraalvormige vlucht naar de bron worden aangetrokken. LED-licht lijkt wel minder insecten aan te trekken dan de traditionele lichtbronnen. Met name het blauwe licht geeft effecten. Door oververmoeidheid van het continue vliegen, door verbranding tegen de lamp en door predatoren sterven hierdoor grote aantallen nachtvlinders. De insecten worden uit hun natuurlijke

leefomgeving weggetrokken. Mogelijk dat de achteruitgang van nachtvlinders in West-Europa wordt veroorzaakt door de effecten van licht. Overigens zijn er verschillen in reactie op licht tussen de soorten.

Kunstlicht verstoort de biologische klok van nachtvlinders. Bij veel kunstlicht ontpoppen de tweede generatie rupsen al in het najaar in plaats van normaal in het voorjaar. Hierdoor treedt meer sterfte op in de winter. Dit treedt vooral op bij wit en groen licht; bij rood en geeloranje licht zijn er geen effecten. Warm wit licht lijkt minder effect te hebben dan koud wit licht.

Wegen met verlichting om de 30 à 50 meter kunnen hierdoor als barrière voor nachtvlinders functioneren en zorgen voor versnippering van het leefgebied.

Amfibieën, reptielen

Padden komen niet op licht af en ze verzamelen zich ook niet onder lantaarnpalen. Er zijn ook onderzoeken bekend waar geconcludeerd werd dat amfibieën juist wel aangetrokken werden door licht en dat ze in lichte situaties langer op de weg bleven zitten.

Mogelijk kan licht gebruikt worden om padden veiliger te laten oversteken door op momenten met druk verkeer meer wit licht te laten schijnen en op veiliger momenten het licht uit te zetten. Paddentunnels kunnen het beste worden aangelegd op plekken met donkerte of op plekken waar rood licht wordt gebruikt. Afgeraden wordt om ze aan te leggen op plekken waar wit, blauw of groen licht wordt gebruikt.

Bij veel licht kwaken mannelijke kikkers in het paarseizoen minder, waardoor de paarfrequentie negatief wordt beïnvloed. Bij veel licht duurt het ook langer voordat kikkervisjes uitgroeien tot kikkertje.

Vrouwtjes van zeeschildpadden oriënteren zich op de maan om naar de stranden te zwemmen waar ze haar eieren gaat leggen. Dit doet ze op de donkerste delen van het strand. De jongen komen 's nachts uit het ei en lopen dan zo snel mogelijk naar de zee waarbij ze zich oriënteren op de reflectie van het licht van de maan of de sterren op de golven van de zee. Kunstmatige verlichting verstoort de oriëntatie en ze worden een makkelijker prooi voor predatoren.

Van effecten van licht op reptielen die op het land leven is weinig bekend. Reptielen zijn warmte minnend, zeker onder koele weersomstandigheden. Mogelijk is er een relatie met de warmte die de lichtbronnen veroorzaken.

Vissen, waterorganismen

Er is niet veel bekend over effecten van licht op vissen. Pelagische vissen bevinden zich 's nachts hoger en meer verspreid in de waterkolom terwijl ze overdag meer in scholen samenkomen en bevinden ze zich laag in de waterkolom. Verwacht kan worden dat er dus wel een effect van licht zal zijn.

Ook garnalen zijn vooral 's nachts actief en zijn wormen in de nacht actief aan de oppervlakte.

Veel zal te maken hebben met "wijkgedrag" ten opzichte van de dag actieve, op zicht jagende predatoren van deze organismen.

Onderzoek naar cichlyden toonde ook een effect aan van licht op het voortplantingssucces. Het visuele systeem van cichlyden is aangepast aan de lichtomstandigheden waar ze leven. De vissen die in andere lichtcondities dan normaal opgroeiden gingen eerder dood. Mogelijk dat er sprake was van minder effectief voedsel vangen.

Vissers ervaren dat bepaalde soorten vissen bij de overgang van licht naar donker gemakkelijker te vangen zijn vanaf de kant. Waarschijnlijk verplaatsen de vissen zich dan naar de voedselrijker delen. Mogelijk dat lichtbronnen dit teniet doen waardoor er dus minder effectief voedsel gezocht kan worden en dat er veranderingen in het ruimte gebruik worden veroorzaakt.

Japanse vissers gebruiken felle lampen om bijvoorbeeld tonijn naar de oppervlakte te lokken.

Planten

Veel planten zijn daglengte gevoelig: het tijdstip van in blad of in bloei komen en het blad weer laten vallen wordt gestuurd door de daglengte. Verschillende soorten reageren hier anders op: elke soort heeft zijn eigen optimum.

Kunstmatig licht kan er voor zorgen dat planten eerder in blad komen, eerder gaan bloeien of tot een tweede bloei

komen en planten kunnen hun bladeren langer vasthouden. Als er al effect optreedt lijkt dit beperkt te zijn tot de onmiddellijke omgeving van de lichtbron. Aangenomen wordt dat de lichtintensiteit van de meeste lichtbronnen te beperkt is om effect op te leveren. Soorten die meer temperatuurgevoelig zijn dan daglengte gevoelig lijken geen effect te hebben van extra kunstlicht.

Extra licht kan tot gevolg hebben dat algen sneller groeien, met gevolgen voor het gehele waterecosysteem.

Om te groeien hebben planten kortgolvig licht (violet, blauw) nodig, voor bloei is roodkleurig licht nodig.

Bronnen, meer informatie:

Onderzoek NIOO LichtOpNatuur - wat zijn de effecten van kunstlicht op onze natuur?:

<http://www.lichtopnatuur.org/>

Vissen: http://www.rug.nl/sciencelinx/nieuws/2016/11/20161129_maan

Algemeen: http://www.nachtvandenacht.nl/friksbeheer/wp-content/uploads/2013/07/Presentatie_Workshop_Nachtbeleving.pdf

Onderzoek in stadsparken Arnhem:

<https://milieudefensie.nl/lokaal/arnhem/achtergrondinformatie/eindrapporthinderonderzoek.pdf>

Onderzoek effecten licht op natuurwaarden van meren in noord Duitsland: <https://www.natur-und-landschaft.de/de/news/360>, en <http://www.seelabor.de/index.php/iles.html>

Mensen en licht

Factsheet 2.4.

Meer licht op duisternis

Meest kritische periode(n)	Nacht
Kleur verlichting	Vermijd blauw licht
Specifieke aandachtspunten lichtbronnen	Vermijd scherpe afgrenzing licht – donker Altijd en meer licht is vaak niet veiliger

Elke 24 uur wisselen licht en donker elkaar af. Hierdoor treden voorspelbare veranderingen op in bijvoorbeeld temperatuur en de hoeveelheid en samenstelling van het licht. Kunstlicht beïnvloedt die voorspelbaarheid sterk. Het verschil tussen dag en nacht is hierdoor tegenwoordig veel minder groot. Als gevolg hiervan treden verstoringen in het (slaap)ritme op, met aandoeningen als verminderende alertheid en geheugen, depressie en overgewicht.

Licht maakt het mogelijk om te zien. Daarnaast beïnvloedt licht de herkenning, de perceptie, de stemming, de hormoonbalans en het bioritme. Licht beïnvloedt daarmee de gezondheid en de productiviteit van het individu, maar ook die van de samenleving als geheel. Goede studies van effecten van het gebruik van verschillende lichtspectra op zaken als alertheid, perceptie of bioritme ontbreken.

Slaapstoornissen

Zonder licht geen leven, maar zonder duisternis geen rust. Slapen doe je het best in het donker. Licht beïnvloedt de productie van bepaalde hormonen die zorgen dat je slaperig wordt of juist wakkerder wordt. Het hormoon melatonine heeft invloed op het slaapritme. Als het donker wordt gaat in de pijnappelklier, onderdeel van de hersenen, de productie hiervan omhoog met als gevolg dat je slaperig wordt. Zelfs bij weinig extra licht gaat de productie van melatonine al omlaag. Extra licht kan dan ook leiden tot een slaaptekort. Melatonine heeft ook effect op het immuunsysteem en op de productie van geslachtshormonen. Een tekort aan donkerte kan ook leiden tot kanker omdat het tumor remmende oestrogeenhormoon minder geproduceerd wordt.

LED lichten geven 's avonds relatief grote hoeveelheden (blauw) licht af. Het 's avonds gebruiken van LED-schermen onderdrukt de melatonine, verhoogt de alertheid en verschuift de slaap naar een later tijdstip.

Verblindings

Plotselinge momenten van veel licht op een moment dat de ogen gewend zijn aan de donkerte kunnen verblindings opleveren. Oudere mensen hebben hier meer last van dan jongere mensen. Het duurt enige tijd voordat de ogen gewend zijn aan het felle licht, maar het kost nog meer tijd voordat de ogen weer gewend zijn aan de eerdere lichthoeveelheid. In die hersteltijd worden contrasten tussen licht en donker minder goed waargenomen.



Beeld: Alfonso Surroca

Vervanging van de traditionele natriumlampen naar de witte LED-lampen veroorzaakt een vijf maal zo lage aanmaak van de melatonine productie bij een zelfde lichtopbrengst, met als gevolg meer slaapproblemen.

Ook als mensen door felle lichtbronnen gestoord worden in hun blikveld wordt er gesproken over verblindings.

Dit is een vorm van psychologische verblinding, omdat een ieder dit verschillend ervaart. Wit licht, groen, rood of blauw licht worden in afnemende mate als storend ervaren, evenals (snel) knipperend licht.

Zicht en veiligheid

Het menselijk oog past zich aan de hoogste lichtintensiteit aan. Hier is enige tijd voor nodig. Zwak verlichte objecten naast een fel verlicht object zie je niet. Zo zie je naast de volle maan ook geen sterren en valt het licht van een straatlantaarn weg als die vlakbij een sterke bouwlamp staat. Goed zicht is dan ook een relatief begrip.

Meer licht geeft een gevoel van grotere veiligheid. In de praktijk blijkt juist het tegenovergestelde het geval te zijn. Inbrekers hoeven geen zaklampen vast te houden, het schijnsel van de lamp trekt geen aandacht, je hebt je handen vrij. Een onverlicht gebouw, waar bij onraad het licht plotseling aanspringt door een bewegingsdetector trekt meer de aandacht dan een gebouw waar continue de verlichting aan staat. En, overdag vinden de meeste inbraken plaats. Ook het aantal misdaden blijkt volgens onderzoek niet af te nemen bij meer verlichting. Vandalisme nam sterk af na het doven van de nachtelijke verlichting. Mensen die in het licht staan zijn voor mensen die in de donkerte staan goed te zien, terwijl dat andersom niet het geval is.



Bron: www.sterrendichterbij.nl

Meer verlichting op wegen leidt ook tot meer ongelukken. Omdat er een veiligheidsgevoel ontstaat nemen mensen meer risico's door bijvoorbeeld harder te rijden. Het meest veilige lichtniveau is een gelijkmatige verlichting zonder plots opduikende verlichtingsbronnen als reclameborden en lantaarns verblinden bestuurders. Verkeersveiligheid wordt beter behouden door het tegengaan van de toename van reclameborden en door straatverlichting goed af te stemmen dan door het plaatsen van meer lichtbronnen.

Bij gebruik van camera's is licht noodzakelijk om beelden op te kunnen nemen. Betere camera's vragen minder benodigd licht. Infrarood camera's hebben helemaal geen licht nodig.

Bronnen, meer informatie:

http://www.nachtvandenacht.nl/friksbeheer/wp-content/uploads/2013/07/Presentatie_Workshop_Nachtbeleving.pdf

Licht en gezondheid: <http://www.solg.nl/nl/> , <http://www.sterrendichterbij.nl>

<https:// zwolle.nl/wonen-en-leven/natuur-en-milieu/projecten/bewust-verlichten>

Duisternis ervaren: de Bortle Dark-Sky scale

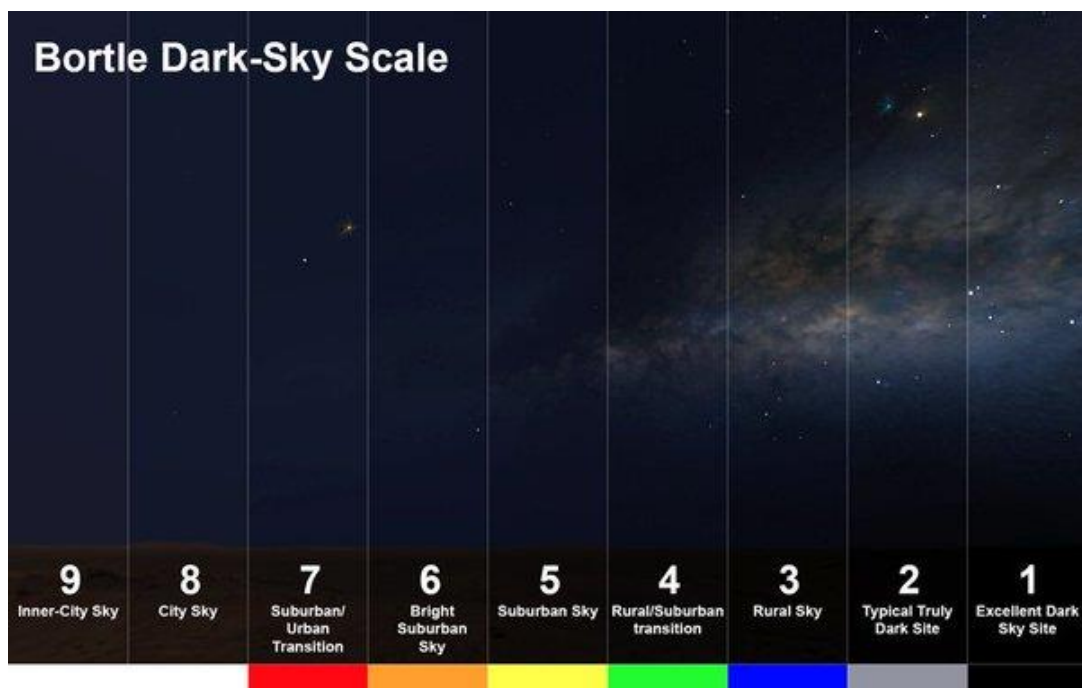
Factsheet 2.5.

Meer licht op duisternis

Door lichtvervuiling zijn er minder sterren zichtbaar. Normaal gesproken zijn er 's nachts zo'n 2500 sterren met het blote oog zichtbaar. Door de overvloedige verlichting die omhoog schijnt worden de zwakke sterren overstraald. Vergelijk dit met heldere letters tegen een lichte achtergrond die moeilijk leesbaar zijn terwijl die tegen een donkere achtergrond veel beter leesbaar zijn.

In een stedelijke omgeving is de hemel op heldere nachten zonder maan 14-23 x helderder dan in een situatie zonder lichtbronnen. In het landelijk gebied met veel bebouwing is dat circa 7x en met weinig bebouwing circa 2x. Op momenten met veel bewolking wordt in stedelijk gebied 25 x zo veel licht weerkaatst als op wolkeloze momenten. Het effect van het extra licht van de maan valt vrijwel in het niet in stedelijke gebieden. Ook de kleur van het licht speelt een rol. In LED verlichting zit meer blauw licht waar het menselijk oog gevoeliger voor is. Blauwlicht dringt meer door in de atmosfeer. LED verlichting verstoort daardoor het zicht op de sterrenhemel meer dan traditionele lichtbronnen.

De mate van duisternis kan worden weergegeven met de negendelige internationale *Bortle Dark-sky scale*. Deze is opgesteld voor Amerikaanse omstandigheden. Totaal donkere gebieden, vaak zeer afgelegen en niet bewoond, behoren tot klasse 1, zeer sterk verlichte gebieden als grootstedelijke gebieden, scoren klasse 9. Momenteel zijn nergens in het waddengebied gebieden met klasse 1 of 2 te vinden, ook niet op afgelegen plekken als de Boschplaat of de kwelders van Schiermonnikoog. Er is geen Nederlandstalige versie van deze indeling beschikbaar.



Class	Title	NELM	Approx. SQM mag/arcsec ²	Description
1	Excellent dark-sky site	7.6–8.0	21.7–22.0	<ul style="list-style-type: none"> the zodiacal light is visible and colorful the gegenschein is visible the zodiacal band is visible airglow is readily visible the Scorpius and Sagittarius regions of the Milky Way cast obvious shadows many constellations, particularly fainter ones, are barely recognizable due to the large number of stars many Messier and globular clusters are naked-eye objects M33 is a direct vision naked-eye object limiting magnitude with 12.5" reflectors is 17.5 (with effort)

				<p>The zodiacal light, gegenschein, and zodiacal band are all visible — the light to a striking degree, and the zodiacal band spanning the entire sky. In direct vision, the galaxy M33 is an obvious naked-eye object. The Scorpius-Sagittarius region of the Milky Way casts obvious diffuse shadows on the sky to the unaided eye; the limiting magnitude is 7.6 to 8.0 (with effort); the presence of Jupiter or Venus in the sky seems to degrade dark adaptation. Airglow (a naturally occurring glow most evident within about 15° of the horizon) is clearly apparent. With a 32-centimeter (12½-inch) scope, stars to magnitude 17 are detected with effort, while a 50-cm (20-inch) instrument used with moderate magnification will reach 19th magnitude. If you are observing on a grassy field bordered by trees, your telescope, companions, and vehicle are all clearly visible. This is an observer's Nirvana!</p>
2	Typical truly dark site	7.1–7.5	21.5–21.7	<ul style="list-style-type: none"> • the zodiacal light is distinctly yellowish and bright enough to cast shadows at dusk and dawn • airglow may be weakly visible near horizon • clouds are only visible as dark holes against the sky • surroundings are barely visible silhouetted against the sky • the summer Milky Way is highly structured • many Messier objects and globular clusters are naked-eye objects • M33 is easily seen with naked eye • limiting magnitude with 12.5" reflector is 16.5 <p>Airglow may be weakly apparent along the horizon. M33 is rather easily seen with direct vision. The summer Milky Way is highly structured to the unaided eye, and its brightest parts look like veined marble when viewed with ordinary binoculars. The zodiacal light is still bright enough to cast weak shadows just before dawn and after dusk, and its color can be seen as distinctly yellowish when compared with the blue-white of the Milky Way. Any clouds in the sky are visible only as dark holes or voids in the starry background. You can see your telescope and surroundings only vaguely, except where they project against the sky. Many of the Messier globular clusters are distinct naked-eye objects. The limiting naked-eye magnitude is as faint as 7.1 to 7.5, while a 32-cm telescope reaches to magnitude 16 or 17.</p>
3	Rural sky	6.6–7.0	21.3–21.5	<ul style="list-style-type: none"> • the zodiacal light is striking in spring and autumn, and color is still visible • some light pollution evident at the horizon • clouds are illuminated near the horizon, dark overhead • nearer surroundings are vaguely visible • the summer Milky Way still appears complex • M15, M4, M5, and M22 are naked-eye objects • M33 is easily visible with averted vision • limiting magnitude with 12.5" reflector is 16 <p>Some indication of light pollution is evident along the horizon. Clouds may appear faintly illuminated in the brightest parts of the sky near the horizon but are dark overhead. The Milky Way still appears complex, and globular clusters such as M4, M5, M15, and M22 are all distinct naked-eye objects. M33 is easy to see with averted vision. The zodiacal light is striking in spring and autumn (when it extends 60° above the horizon after dusk and before dawn) and its color is at least weakly indicated. Your telescope is vaguely apparent at a distance of 20 or 30 feet. The naked-eye limiting magnitude is 6.6 to 7.0, and a 32-cm reflector will reach to 16th magnitude. Winter constellations in a suburban or rural-suburban transition sky, with the winter Milky Way visible but not dramatically so. Such a sky, fairly good by many people's standards, might rate 4 or 5 on Bortle's scale. Many fainter stars than are depicted here would be visible with close scrutiny.</p>

4	Rural/ suburban transition	6.1–6.5	20.4–21.3	<ul style="list-style-type: none"> • the zodiacal light is still visible, but does not extend halfway to the zenith at dusk or dawn • light pollution domes visible in several directions • clouds are illuminated in the directions of the light sources, dark overhead • surroundings are clearly visible, even at a distance • the Milky Way well above the horizon is still impressive, but lacks detail • M33 is a difficult averted vision object, only visible when high in the sky • limiting magnitude with 12.5" reflector is 15.5 <p>Fairly obvious light-pollution domes are apparent over population centers in several directions. The zodiacal light is clearly evident but doesn't even extend halfway to the zenith at the beginning or end of twilight. The Milky Way well above the horizon is still impressive but lacks all but the most obvious structure. M33 is a difficult averted-vision object and is detectable only when at an altitude higher than 50°. Clouds in the direction of light-pollution sources are illuminated but only slightly so, and are still dark overhead. You can make out your telescope rather clearly at a distance. The maximum naked-eye limiting magnitude is 6.1 to 6.5, and a 32-cm reflector used with moderate magnification will reveal stars of magnitude 15.5.</p>
5	Suburban sky	5.6–6.0	19.1–20.4	<ul style="list-style-type: none"> • only hints of zodiacal light are seen on the best nights in autumn and spring • light pollution is visible in most, if not all, directions • clouds are noticeably brighter than the sky • the Milky Way is very weak or invisible near the horizon, and looks washed out overhead • when it is half moon (first/last quarter) in a dark location the sky appears like this, but with the difference that the sky appears dark blue • limiting magnitude with 12.5" reflector is 15 <p>Only hints of the zodiacal light are seen on the best spring and autumn nights. The Milky Way is very weak or invisible near the horizon and looks rather washed out overhead. Light sources are evident in most if not all directions. Over most or all of the sky, clouds are quite noticeably brighter than the sky itself. The naked-eye limit is around 5.6 to 6.0, and a 32-cm reflector will reach about magnitude 14.5 to 15.</p>
6	Bright suburban sky	5.1–5.5	18.0–19.1	<ul style="list-style-type: none"> • the zodiacal light is invisible • light pollution makes the sky within 35° of the horizon glows grayish white • clouds anywhere in the sky appear fairly bright • even high clouds (cirrus) appear brighter than the sky background • surroundings are easily visible • the Milky Way is only visible near the zenith • M33 is not visible, M31 is modestly apparent • limiting magnitude with 12.5" reflector is 14.5 <p>No trace of the zodiacal light can be seen, even on the best nights. Any indications of the Milky Way are apparent only toward the zenith. The sky within 35° of the horizon glows grayish white. Clouds anywhere in the sky appear fairly bright. You have no trouble seeing eyepieces and telescope accessories on an observing table. M33 is impossible to see without binoculars, and M31 is only modestly apparent to the unaided eye. The naked-eye limit is about 5.5, and a 32-cm telescope used at moderate powers will show stars at magnitude 14.0 to 14.5.</p>

7	Suburban/ urban transition	4.6–5.0		<ul style="list-style-type: none"> • light pollution makes the entire sky light gray • strong light sources are evident in all directions • clouds are brightly lit • the Milky Way is invisible • M31 and M44 may be glimpsed, but with no detail • through a telescope, the brightest Messier objects are pale ghosts of their true selves • when it is full moon in a dark location the sky appears like this, but with the difference that the sky appears blue • limiting magnitude with 12.5" reflector is 14 <p>The entire sky background has a vague, grayish white hue. Strong light sources are evident in all directions. The Milky Way is totally invisible or nearly so. M44 or M31 may be glimpsed with the unaided eye but are very indistinct. Clouds are brilliantly lit. Even in moderate-size telescopes, the brightest Messier objects are pale ghosts of their true selves. The naked-eye limiting magnitude is 5.0 if you really try, and a 32-cm reflector will barely reach 14th magnitude.</p>
8	City sky	4.1–4.5	<18.0	<ul style="list-style-type: none"> • the sky is light gray or orange - one can easily read • stars forming familiar constellation patterns may be weak or invisible • M31 and M44 are barely glimpsed by an experienced observer on good nights • even with a telescope, only bright Messier objects can be detected • limiting magnitude with 12.5" reflector is 13 <p>The sky glows whitish gray or orangish, and you can read newspaper headlines without difficulty. M31 and M44 may be barely glimpsed by an experienced observer on good nights, and only the bright Messier objects are detectable with a modest-size telescope. Some of the stars making up the familiar constellation patterns are difficult to see or are absent entirely. The naked eye can pick out stars down to magnitude 4.5 at best, if you know just where to look, and the stellar limit for a 32-cm reflector is little better than magnitude 13.</p>
9	Inner-city sky	4.0		<ul style="list-style-type: none"> • The sky is brilliantly lit • many stars forming constellations are invisible and many fainter constellations are invisible • aside from the Pleiades, no Messier object is visible to the naked eye • the only objects to observe are the Moon, the planets, and a few of the brightest star clusters <p>The entire sky is brightly lit, even at the zenith. Many stars making up familiar constellation figures are invisible, and dim constellations such as Cancer and Pisces are not seen at all. Aside from perhaps the Pleiades, no Messier objects are visible to the unaided eye. The only celestial objects that really provide pleasing telescopic views are the Moon, the planets, and a few of the brightest star clusters (if you can find them). The naked-eye limiting magnitude is 4.0 or less.</p>

Bronnen, meer informatie:

https://en.wikipedia.org/wiki/Bortle_scale

<http://www.skyandtelescope.com/astronomy-resources/light-pollution-and-astronomy-the-bortle-dark-sky-scale/>

Checklist verlichting

Factsheet 3.1.

Meer licht op duisternis

Vaak kan meer duisternis eenvoudig bereikt worden door een goede afweging te maken over het te gebruiken licht.. Hiervoor kan je gebruik maken van een checklist met een aantal vaak voorkomende vragen die je jezelf moet stellen. Voor elke situatie komt steeds een aantal afwegingen terug. Deze zijn hieronder samengevat.

Voor grotere projecten en gebieden kan een lichtmanagement plan worden opgesteld.

Bron: [https:// www.sterrendichterbij.nl](https://www.sterrendichterbij.nl)



Te stellen vraag	voorbeelden	✓ of ✗
<p>Waar dient het licht voor?</p>	<p>Wat is het doel van de verlichting?</p> <p>TIP 1: WAAR DIEN HET LICHT VOOR?</p> <p>WELK LICHT STAAT AAN?</p> <p>WERKLIJCH VAN BINNEN?</p> <p>LOGO / RECLAME</p> <p>AANLICHTING VAN GEBOUWEN</p> <p>ENTRÉE?</p> <p>PARKEERTERRAIN / STRAATLICHT?</p> <p>BIJ DE BUREN?</p> <p>GA 'S NACHTS EENS KIJKEN OP EIGEN TERREIN</p> <p>MAAK FOTO'S EN PRAAT EROVER</p>	
<p>Is de lichtbron echt nodig?</p>	<p>Kan in plaats van straatverlichting gebruik gemaakt worden van oplichtende belijning, van reflecterende kattenogen of bempaaltes?</p> <p>Is het gebouw waard om aangelicht te worden; als alle gebouwen aangelicht zijn vallen de gebouwen die er werkelijk toe doen niet meer op. Hetzelfde geldt voor reclame verlichting.</p>	
<p>Kunnen er minder lichtbronnen worden toegepast?</p>	<p>Kan je met de helft van de lantaarnpalen ook de weg, het parkeerterrein of het laad- en losterrein acceptabel verlichten?</p> <p>Moet het hele tuinpad verlicht worden of is een lamp bij het huis en bij de schuur voldoende?</p>	
<p>Moet het licht continu in de nacht branden?</p>	<p>In de loop van de avond neemt het aantal mensen dat buiten is af. Is de straatverlichting nog nodig, de reclame verlichting, het aanschijnen van monumenten en andere gebouwen.</p>	

	<p>Voor veiligheid hoeft licht niet continu te branden; effectiever is het om licht aan te laten gaan als er beweging is: gebruik lichtsensoren.</p> <p>Gaat het licht niet te vroeg al aan, of te laat uit?</p>	
Moet het licht gedurende het gehele jaar branden?	<p>Is de verlichting ook nodig buiten het toeristenseizoen?</p> <p>Kan verlichting uitgezet worden op momenten dat er belangrijke vogeltrek is?</p>	
Is minder fel licht te gebruiken?	<p>Wanneer er al verlichting vanuit andere bronnen is kan er minder fel licht worden gebruikt.</p> <p>Voor geleiding van verkeer kan ook minder fel licht gebruikt worden.</p> <p>Minder fel licht verblind ook minder.</p>	
Kan licht met een andere kleur gebruikt worden?	<p>Welke kleur licht komt het meest in aanmerking gezien het voorkomen van bepaalde soorten in de omgeving? Vogels bijvoorbeeld hebben minder last van groen licht dan van wit of blauwlicht; vleermuizen hebben minder last van amberkleurig licht dan van wit of groen licht.</p>	
Kan het licht beter gericht worden?	<p>Alleen de plekken die licht nodig hebben moeten verlicht worden; niet de hemel, het aangrenzend groen of de burens.</p> <p>Gebruik lichtarmaturen die licht goed richten, waar de lamp in de armatuur verwerkt zit.</p> <p>Plaats de verlichtingsbron laag dan treedt er minder verstrooiing op en kan de plek die het licht nodig heeft beter verlicht worden</p>	
Kan het licht afgeschermd worden?	<p>Kan je beplanting of andere vormen van afscherming plaatsen om verlichting van de omgeving te vermijden?</p>	
Is het zinvol om een uitgebreider lichtmanagementplan op te gaan stellen?	<p>Het opstellen van een lichtmanagementplan is vooral van belang als er meerdere partijen betrokken zijn bij het bevorderen van meer duisternis: bijvoorbeeld bij haven- en bedrijventerreinen, of op het niveau van een gemeente of van een wijk, of voor het open wad, een polder of een andere landschappelijke eenheid.</p> <p>Ook als er andere doelen moeten worden gerealiseerd is een aanvullend lichtmanagement op te stellen, bijvoorbeeld in duurzaamheidsplannen, energiebesparingsplannen, omgevingsplannen.</p>	
<p><i>Bronnen, meer informatie:</i></p> <p>Bron: https://www.sterrendichterbij.nl en https://www.zwolle.nl/wonen-en-leven/natuur-en-milieu/projecten/bewust-verlichten</p>		

Burgers: minder licht bij huis en tuin

Factsheet 3.2.

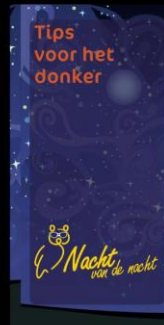
Meer licht op duisternis

Als burger kan je in je eigen huis- en tuinomgeving op een aantal eenvoudige wijzen een flinke bijdrage leveren aan het verkrijgen van meer duisternis om effecten op natuur- en landschapswaarden te verminderen.

Lichtbronnen bij huizen en in tuinen of op erven hebben meestal een lokaal effect op de duisternis. Veel huizen samen (steden) hebben echter ook regionale effecten.

- Is de verlichting écht nodig?
- Kan je gebruik maken van sensoren zodat licht alleen brandt op die momenten dat je het nodig hebt?
- Plaats lichtbronnen laag, zodat ze alleen die plekken verlichten die verlicht moeten worden
- Gebruik niet het felle witte - blauwe led-licht

Tips voor verlichting om uw huis



- Richt de lamp naar beneden
- Gebruik reflectoren
- Buitenverlichting niet fel en gebruik laag vermogen
- Gebruik liever oranje of geel licht dan wit licht
- Gordijnen dicht: binnen warm en buiten donker

Bij huizen en in tuinen wordt vaak in de buitenruimte verlichting gebruikt. Deels is dit functionele verlichting: een lamp bij de voordeur of de schuur of garage maakt het gemakkelijker om het slot in de deur te vinden en om personen die aangebeld hebben te herkennen; verlichting van het pad door de tuin gebeurt om de weg van de schuur naar de huisdeur gemakkelijker te vinden. Naast deze functionele verlichting kan er ook sprake zijn van sfeerverlichting, bijvoorbeeld de kerstverlichting die in de winterperiode wordt aangestoken of de verlichting van het terras op warme zomeravonden. Ook wordt er verlichting in de tuin gebruikt om het gevoel van veiligheid te vergroten. In sommige gevallen wordt de woning zelf in het licht gezet om bijvoorbeeld de architectuur tot uiting te laten komen.

Daarnaast is er bij woningen ook sprake van lichtvervuiling door het licht dat binnenshuis gebruikt wordt en door de ramen naar buiten straalt.



Beeld: Sotto le Stelle.

Geen licht

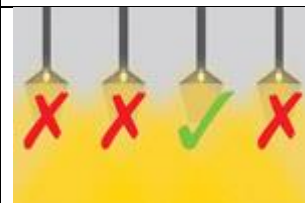
De eerste vraag die je je moet stellen: is het aanbrengen en aanzetten van de verlichting echt noodzakelijk? Vaak zal dit een persoonlijke afweging zijn.



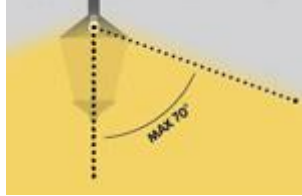

Aantal lichtbronnen, lichtintensiteit

Als verlichting noodzakelijk is dan moet je je afvragen of je met minder lichtbronnen toe kan om eenzelfde doel te bereiken. Wat is de minimale hoeveelheid lichtbronnen die je nodig hebt?

Moet het hele pad van huisdeur tot aan schuur worden verlicht?

Ook kan er mogelijk gebruik gemaakt worden van lichtbronnen met een lager wattage.



	 <p>Bron: tuinverlichtingsfolder. Platform Lichthinder</p>
<p>Tijdschakelaar, bewegingssensor</p> <p>Als er een verlichtingsbron aangebracht is, kan deze dan zodanig worden afgesteld dat deze alleen brandt op de momenten dat verlichting nodig is? Met een tijdschakelaar kan de periode vrij grof worden ingesteld, daarmee kan je bijvoorbeeld zorgen dat sfeerlicht niet brandt als je in bed ligt. Met een bewegingssensor kan de periode dat het licht echt moet branden nog sterker beperkt worden door het licht na bijvoorbeeld 2 tot 3 minuten automatisch uit te laten gaan. Ook kan het aangaan van verlichting worden gekoppeld met het drukken op de deurbel.</p>	 <p>Bron: tuinverlichtingsfolder. Platform Lichthinder</p>
<p>Schijnrichting</p> <p>Richt het licht zodanig dat alleen die plekken verlicht worden waar dat nodig is, bijvoorbeeld alleen op het pad waarop je loopt. Zorg dat er geen licht omhoog schijnt door de lichtbron bovenin de armatuur te plaatsen. En voor je eigen comfort: vermijd daarbij scherpe overgangen tussen lichte en donkere delen en voorkom verblinding door een goede plaatsing van de lichtbron en door het gebruik van een kopspiegellamp.</p>	 <p>Bron: tuinverlichtingsfolder. Platform Lichthinder</p>
<p>Aanpassingen aan armaturen, voorkom verstrooiing</p> <p>Gebruik armaturen waarbij de lamp weggewerkt is in de armatuur. Daarmee wordt voorkomen dat licht naar boven de hemel in wordt uitgestraald terwijl het vrijwel altijd de bedoeling is dat het licht op de grond schijnt. Daarnaast voorkomt dit ook verblinding. Als er op dit moment een buitenlamp is die alle kanten kan opstralen, is vervanging van de oude lamparmatuur meestal de meest effectieve oplossing. En als daar ook een energiezuinige lamp in wordt geplaatst dan wordt de investering vaak al in een paar jaar terugverdiend.</p>	
<p>Lichtkleur</p> <p>Vermijd het gebruik van het koude, witte licht: dit is de lichtkleur waar de meeste planten en dieren het meest hinder van ondervinden. Teveel blauw-wit licht kan het slaappatroon van de bewoners van het huis verstoren. Gebruik bij voorkeur de warmere kleuren; let daarop bij aanschaf van LED-lampen in de winkel.</p>	
<p>Licht niet laten branden op momenten op de dag of in het jaar dat de natuur er last van heeft</p> <p>In sommige perioden van het jaar heeft licht meer of grotere negatieve effecten op planten en dieren dan in andere perioden in het jaar. Per plek is dit maatwerk: welke soorten zijn op welk moment aanwezig in de omgeving van je huis.</p>	

Uitstraling van licht dat binnenshuis wordt gebruikt

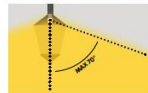
Op veel manieren kan voorkomen worden dat binnenshuis gebruikt licht naar buiten kan schijnen. Gebruik van gordijnen, lamellen en horren kunnen veel licht tegen houden. Speciale aandacht vragen dan ook dakramen vanwege het licht dat hierdoor ongestoord de hemel in schijnt. In de ontwerpfase van nieuwbouw kan aandacht geschonken worden aan het beperken van de oppervlakte raam of door het aanbrengen van overkappingen die voorkomen dat licht naar boven de hemel in schijnt.

Promotiemateriaal

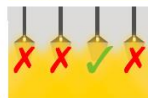
Door het platform Lichthinder is voor de burger een folder opgesteld voor het beperken van verlichting in de eigen tuinomgeving.

Bron: tuinverlichtingsfolder. Platform Lichthinder

4 basis tips



Verlicht alleen halvegen je wilt verlichten. Zorg dat er geen directe uitstraling naar de hemel en de zijanten ontstaat.



Gebruik een minimum aantal lampen.



Verlicht alleen wanneer het nodig is. Tijdschakelaars en bewegingsmelders bieden uitkomst.



Gebruik een minimum aan lichtsterkte. Gebruik een zo laag mogelijk wattage.

De nacht wordt steeds lichter...

Tips hoe u hier iets tegen kunt doen met...
Duisternisvriendelijke tuinverlichting

Meer info
Platform Lichthinder
www.platformlichthinder.nl
Campagne Laat het Donker Donker
www.loathedonkerdonker.nl
Stichting Onderzoek Licht & Gezondheid
www.sodg.nl
Werkgroep Lichthinder van de Vereniging voor Sterrenkunde in Vlaanderen
www.lichthinder.be
International Dark Sky Association
www.darksky.org

Dit is een uitgave van Platform Lichthinder ©2007
PLATFORM LICHTHINDER

Bronnen, meer informatie:

Aanvullende voordelen van het slim om gaan met verlichting bij huis om duisternis te bevorderen is dat de energiekosten (sterk) beperkt kunnen worden. Ook kan de veiligheid tegen bijvoorbeeld inbraak worden verhoogd en bij minder licht neemt het slaapcomfort toe.

<http://www.platformlichthinder.nl/docs/tuinverlichtingsfolder-klein.pdf>

Ondernemers – bewust omgaan met verlichting

Factsheet 3.3.

Meer licht op duisternis

Wat kan de individuele ondernemer bijdragen aan het bereiken van meer duisternis? De restauranthouder, de winkeleigenaar, de organisator van een festival, elke ondernemer kan op zijn of haar manier daar veel aan bijdragen. Effecten van dit type bedrijvigheid beperken zich veelal tot lokale effecten.

Gebouwde omgeving: winkels, restaurants, kantoren e.d.

Lichtvervuiling door kantoren, winkels, restaurants wordt vooral veroorzaakt door de uitstraling van licht van binnen naar buiten. Gebouwen met veel glas (ramen) zullen meer uitstraling hebben dan gebouwen met minder glas in de constructie.

Naast het gebouw zelf is er vaak ook nog sprake van een directe omgeving: de entrees, de parkeerterreinen en het groen er omheen.

Lichtbronnen bij een gebouw hebben meestal een lokaal effect op de duisternis. Veel kantoren, winkels, restaurants en huizen samen (steden) hebben echter ook regionale effecten.

Als beheerder van een gebouw kan je op een aantal eenvoudige wijzen een flinke bijdrage leveren aan het verkrijgen van meer duisternis om vooral lokale effecten op natuur- en landschapswaarden te verminderen. Het opstellen van een lichtplan, niet alleen bij nieuwbouw of renovatie maar ook bij bestaande situaties, kan inzicht geven in de noodzaak van en keuze in verlichting. Ook verlichting van de bouwplaats op het moment van bouwen vraagt aandacht.

Geen licht

De eerste vraag die je als beheerder/eigenaar moet stellen: is het aanbrengen en aanzetten van de verlichting echt noodzakelijk? Belangrijke afweging voor het gebruik van licht in het gebouw vormt het (werk)comfort van de medewerkers en gasten die in het gebouw verblijven. Voor de noodzaak van het gebruik van licht in de buitenruimte van het gebouw spelen andere overwegingen. Kale gevels zonder ramen hoeven niet verlicht te worden.

Aantal verlichtingsbronnen, lichtintensiteit

Deze vraag speelt vooral bij de buitenruimte van het gebouw. Gebruik een zo laag mogelijk wattage, geen wit LED-licht. Er zijn plekken die geen licht nodig hebben, zoals gevels waar zich geen deuren in bevinden die toegang tot het gebouw verschaffen.

Tijdschakelaars, bewegingssensoren

Kantoorgebouwen worden buiten kantooruren zelden gebruikt. Het gebruik van bewegingssensoren kan er voor zorgen dat de verlichting alleen gaat branden als de ruimte gebruikt wordt. Bouwplaatsen kunnen effectief verlichting die gebruik maakt van bewegingssensors worden verlicht.

Geen verlichting op lege parkeerplaatsen

Schijnrichting

Richt het licht op de plek waar het nodig is

Vermijd scherpe licht-donker overgangen

Zorg dat je niet verblind wordt door het licht, bijvoorbeeld gebruik een kopspiegellamp

Zorg dat er geen licht omhoog schijnt

Lichtkleur

Vermijd het gebruik van het koude witte led-licht.

Uitstraling van licht dat binnenshuis wordt gebruikt

Het aanbrengen van lamellen of horren aan de binnenzijde van de ramen kan er voor zorgen dat er een mogelijkheid is om te voorkomen dat er op de donkere momenten licht naar buiten straalt. Dit vraagt discipline van degenen die werken in het gebouw. Veel (nieuwe) kantoren hebben al voorzieningen aan de buitenzijde als onderdeel van de klimaatbeheersing in het gebouw die sluiten bij te veel zonlicht; deze voorzieningen kunnen ook zo worden afgesteld dat ze naar beneden gaan op het

moment dat de duisternis bevorderd moet worden.
Bij nieuwbouw en renovatie kan als ontwerp-eis worden meegegeven dat er geen of zo min mogelijk licht naar buiten gestraald mag worden. Minder glas (ramen) in de pui kan een oplossing zijn, evenals de hierboven genoemde voorzieningen.

Aanvullende voordelen van het slim om gaan met verlichting bij gebouwen om duisternis te bevorderen is dat de energiekosten (sterk) beperkt kunnen worden. Ook kan de veiligheid tegen bijvoorbeeld inbraak worden verhoogd. Daarnaast kan je als bedrijf aan je groene imago werken door rekening te houden met de duisternis kwaliteit van het Waddengebied.

Reclame, logo's

Door de steeds toenemende druk van concurrentie moeten bedrijven opvallen voor haar klanten. Reclame is daarbij een belangrijk aandachtspunt. Dit, gecombineerd met het streven naar een 24-uurs economie, zorgt ervoor dat reclame ook in de nachtelijke periode te zien moet zijn.

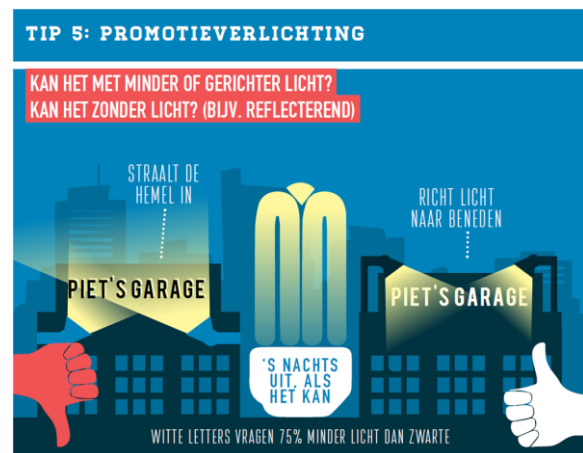
Reclameverlichting bestaat vaak uit fel gekleurde en knipperende (neon)lampen en tegenwoordig wordt meer en meer (felle) led-lamp verlichting gebruikt. Om meer op te vallen dan de concurrerende winkels worden vaak lampen geïnstalleerd met een hoog vermogen. Dit veroorzaakt een sneeuwbaaleffect doordat de buurman ook sterker gaat verlichten. Hierdoor zijn reclameborden en gevels vaak overbelicht.



De Hofweg/Spui in Den Haag. Beeld: Pieter Musterd

Beperk reclameverlichting:

- Het kan zonder licht bijvoorbeeld met reflecterend reclameobjecten.
- Richt licht naar beneden en niet naar de hemel.
- 's nachts uit, als het kan.
- Witte letters vragen 75% minder licht dan zwarte
- Reclameverlichting heeft in de nachtelijke uren weinig zin omdat er nauwelijks mensen op straat zijn.



Bron: [https:// www.sterrendichterbij.nl](https://www.sterrendichterbij.nl)

Skybeamers hebben grote impact omdat ze kilometers ver te zien zijn en een snelle beweging kennen. Skybeamers worden vaker ingezet dan lasers voor aantrekking van de aandacht van mensen. Vooral discotheken en andere ondernemingen die de aandacht van jongeren willen trekken gebruiken skybeamers. De straal is vooral zichtbaar als er veel waterdamp of andere deeltjes in de atmosfeer aanwezig zijn of bij lage bewolking. In skybeamers worden metaalhalide lampen gebruikt van 2500 watt die tot 200.000 lumen omhoog stralen. Deze hoeveelheid is vergelijkbaar met het licht van een dorpje van 12.000 inwoners.

De lichten zijn nog op grote afstand te zien en verstoren natuurwaarden sterk. Trekvogels en nacht actieve vlinders ondervinden de meeste hinder.



Beperken van reclameverlichting vraagt vaak een gezamenlijke aanpak van de ondernemers, city-marketers en gemeentelijke overheden. Hetzelfde geldt voor het gebruik van Skybeamers; dit moet zo veel mogelijk worden voorkomen vanwege hun grote effect op de duisternis en zeker niet gebruikt worden in de perioden dat vogels trekken.

Festivals, evenementen

Festivals en evenementen zijn vaak kortdurend. Maar er is een trend om meer en meer festivals te organiseren. Vaak vinden ze ook plaats in het voortplantingsseizoen van vogels en andere dieren.

Bij evenementen en festivals moet aandacht worden geschonken op welke wijze de verlichting wordt geplaatst. Voorkomen moet worden dat het licht richting de "groene" delen schijnt.

Ook bij kunst-uitingen (verlichte kunst-objecten, licht als kunst) moet rekening gehouden worden met de effecten die kunnen optreden en er moet een gedegen afweging plaats vinden of dit past in de ambitie om in het waddengebied duisternis te kunnen beleven.

Vaak is een ontheffing van de natuurbeschermingswet nodig vanwege het mogelijk effect op aanwezige soorten vogels en andere dieren.

Agrariërs

Voor het bereiken van meer duisternis in het Waddengebied zijn de agrariërs een belangrijke speler. Agrarische bedrijven liggen vaak in het open gebied waardoor licht op grote afstand zichtbaar is.

Zeker de sterk verlichte kassen hebben veel invloed, ook op regionale schaal. Via wettelijke maatregelen is al veel bereikt in het terugdringen van lichtvervuiling.

Effect is dat er roodgele luchten boven kassen en kasgebieden optreden. De lichtintensiteit is relatief hoog in vergelijking met bijvoorbeeld die van wegen. Het gaat om grote oppervlakten. Zowel bij stallen als kassen is het zaak om zo min mogelijk licht naar buiten te laten treden. Het meeste verlies gaat via het dak en voorzieningen in het dak zullen de meeste effectiviteit resulteren.



Nieuwe wijzen van verlichting met LED-lampen (links) zal de kleur van de luchten boven kassen in de toekomst veranderen van een oranjegloed (midden) naar een roze gloed (rechts).

LTO Noord heeft samen met de milieufederaties van Groningen en Friesland een convenant voor melkveestallen opgesteld. Dit heeft geleid tot een aantal aanbevelingen, bijvoorbeeld omtrent een donkerteperiode, grenswaarden ten aanzien van de verlichtingssterkte, voorwaarden ten aanzien van de montage van de verlichting en criteria voor een op te stellen lichtplan.

Bron: Sotto le Stelle en Rofianda, 2015. Technisch document bij Convenant lichthinder melkveehouderij LTO Noord / FMF / NMF.

Overheden: actief bevorderen duisternis

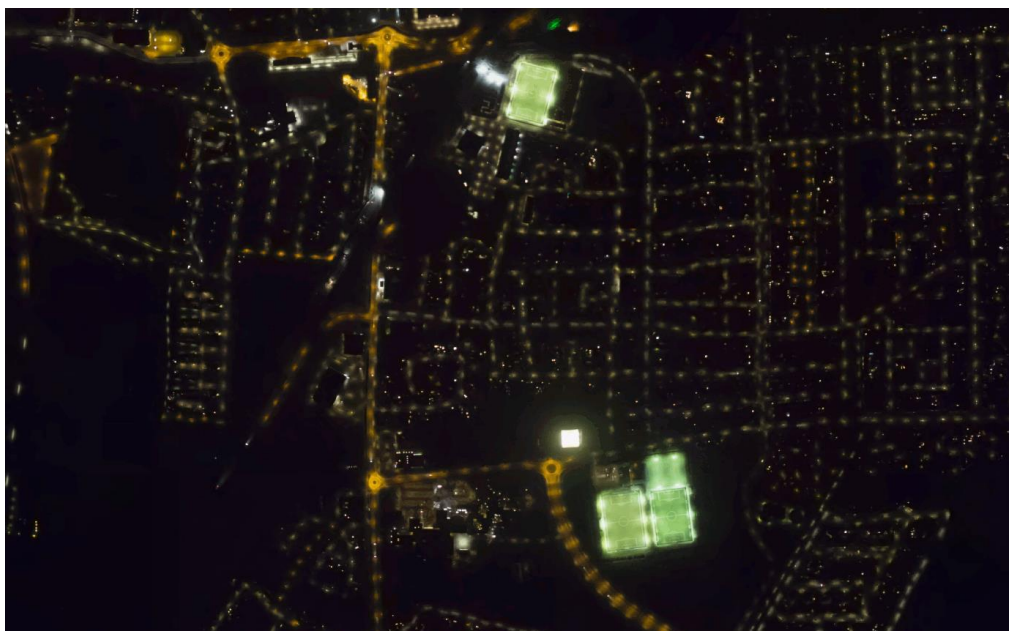
Factsheet 3.4.

Meer licht op duisternis

Overheden zijn een belangrijke speler in het tot stand brengen van meer duisternis in het gebied van het Werelderfgoed Waddenzee. Mogelijk de belangrijkste speler omdat veel aangrijpingspunten hier bij elkaar komen:

- Als inrichter en beheerder van de openbare ruimte hebben ze veel lichtbronnen in hun bezit of beheer: wegverlichting, sportvelden, monumentale gebouwen e.d.
- Promotie vindt vaak op gemeentelijk niveau plaats.
- Voor vergunningverlening moeten ondernemers bij de gemeente terecht. Denk aan vergunningen voor festiviteiten, reclame uitingen, renovatie en nieuwbouw. Effecten op beschermde natuurwaarden kunnen daar ook bij aan de orde komen.
- De gemeente kan de (lokale) partijen bij elkaar brengen.
- De gemeente heeft vaak een rol in de handhaving
- Tot slot kan de gemeente, als laatste redmiddel, verordeningen opstellen om meer duisternis te realiseren.

Voor overheden geldt dat een lichtmanagementplan voor de gemeente een belangrijk hulpmiddel is om duisternis te realiseren. Bij het opstellen en uitvoeren hiervan moet gezamenlijk worden opgetrokken met burgers, ondernemers, belangengroepen, etcetera.



Bron: <http://miramap.com/userfiles/dsgmaps/nachtscanfriesland.htm>

De gemeente Zwolle heeft een informatieve website waar allerlei maatregelen worden gepresenteerd om in de openbare ruimte duisternis te versterken.

Bron: <https://www.zwolle.nl/wonen-en-leven/natuur-en-milieu/projecten/bewust-verlichten>

A screenshot of the Zwolle website. The page is titled 'Bewust verlichten' and features a navigation menu at the top with options like 'Home', 'Wonen en leven', 'Werk en inkomen', 'Zorg en welzijn', 'Ondernemen', 'Vrije tijd', 'Recreatie', and 'Actueel'. The main content area includes a search bar, a 'thuis Zwolle' logo, and a list of categories such as 'Wonen en leven', 'Afsak', 'Bekalingen', 'Bouwen en verbouwen', 'Jeugd, onderwijs en studeren', 'Leven, reizen en papieren', 'Mediën, klachten en bezwaren', 'Natuur en milieu', 'Openbaar groen', 'Zelf doen in het groen', 'Dieren', 'Projecten', 'Gebouwen en plaatsen', 'Ruimte voor de maas', 'Bewust verlichten', 'Leven met water', 'Milieu', 'Veiligheid', 'Verkeer en vervoer', and 'Wijken'. A prominent image shows a building at night with the text 'BEWUST VERLICHTEN' and a play button icon.

Aanlichten van gebouwen, bruggen, kunstwerken etc.

Monumenten en andere gebouwen worden vaak aangelicht om ze voor toeristen ook in de donkere tijd van de dag beter zichtbaar te maken. Verlichting van deze gebouwen gebeurt veelal van de grond af naar boven en met felle schijnwerpers. Veel licht verdwijnt de hemel in.

De meeste lichtvervuiling die optreedt bij aanlichten van gebouwen wordt veroorzaakt doordat een groot deel van het licht niet op het gebouw schijnt maar rechtstreeks de hemel in wordt gezonden. Door de felheid van het licht is er vaak sprake van een regionale invloed. Soms is er op kilometers afstand een cirkel van geel licht te zien op de wolken boven het aangelichte gebouw.

Effecten op natuur zitten onder andere bij de trekvogels, in het monument broedende vogels, de verblijfplaatsen van vleermuizen en nacht actieve vlinders.



Bron: links Sotto le Stelle; rechts <http://v-e-n-u-e.com/In-Search-of-Darkness-An-Interview-with-Paul-Bogard>

Als beheerder van een bouwwerk dat aangelicht wordt kan je op een aantal eenvoudige wijzen een flinke bijdrage leveren aan het verkrijgen van meer duisternis om naast lokale ook regionale effecten op natuur- en landschapswaarden te verminderen.

Als iedereen verlicht valt er niets meer op. Keuze is om alleen die gebouwen aan te lichten die het echt verdienen.

Gebouwen met lichte puien vragen minder belichting dan donkere gebouwen. Gebouwen in een al sterk verlichte omgeving vragen ook minder extra belichting. Een belichtingssterkte van 10 Lux wordt vaak als voldoende beschouwd.

Gebruik een zo laag mogelijk wattage. Voordeel is tevens dat er dan ook minder scherpe grenzen tussen wel en niet belichte delen van het monument ontstaan waardoor het geheel beter zichtbaar wordt. Het aanlichten van details kan aantrekkelijker zijn dan het aanlichten van het hele gebouw.

Aanlichten van gebouwen met spiegellende oppervlakten (glas, metaal) moet vermeden worden. Dit soort verlichte gebouwen trekken veel nachtvlinders aan over afstanden van meerdere honderden meters.

Toeristen slapen 's nachts: aanlichten is dan minder zinvol. Stop de belichting 's avonds na 10 of 11 uur: "Waddenzee toeristen" zijn dan nauwelijks meer op pad.

Aanpassingen die gedaan kunnen worden betreft het meer richten op het aanlichten van details van het gebouw zelf. Hiermee kunnen ook scherpe overgangen van licht –donker meer worden vermeden en zijn de details beter zichtbaar dan het geval van een belichting gericht op het gehele gebouw.



Praktijkvoorbeeld van vleermuis-vriendelijke verlichting

Aanlichten van boven naar beneden in plaats van beneden naar boven komt meer overeen met de natuurlijke situatie overdag. Ook wordt hiermee veel minder licht de hemel ingestuurd. Aanbrengen van dit soort verlichting op monumentale panden is niet altijd toegestaan maar vaak zijn er wel degelijk plekken te vinden waar deze lichtbronnen niet zichtbaar, zoals onder dakgoten verstopt. Een spot die iets scheef geplaatst is en daarmee meer gericht op het gebouw is, heeft als nevenvoordeel dat deze ook minder vocht en vuil vasthoudt. De felle lampen die veelal op laag niveau geplaatst zijn kunnen zorgen voor verblinding van personen.

Vleermuizen hebben bij en na het vallen van de duisternis een belangrijk foerageermoment in de nacht. Uitvliegen gebeurt dan ook. Dit is ook het moment dat aanlichten van gebouwen voor toeristische doelen het meest effectief is. Vleermuizen foerageren alleen in hun actieve seizoen, in de periode met winterrust foerageren ze niet.

Bewustmaking van city-marketers is belangrijk om op dit punt winst te behalen.



Bron: <https://www.sterrendichterbij.nl>

Aanvullende voordelen van het slim om gaan met aanlichtende verlichting bij monumenten en dergelijke om duisternis te bevorderen is dat de energiekosten (sterk) beperkt kunnen worden. Daarnaast kan er een beter onderscheid komen tussen de gebouwen die een wezenlijke bijdrage leveren aan het beleven van het Werelderfgoed en de overige gebouwen.

Wegen en parkeerplaatsen

Licht langs wegen wordt om verschillende redenen aangebracht. Enerzijds om de weggebruiker te geleiden naar waar die naar toe moet rijden. Verlichting langs wegen is een belangrijke bron van lichtvervuiling, zowel op lokaal als op regionaal niveau.

Er bestaan richtlijnen voor het gebruik van verlichting, zowel nationaal als Europees (IGOV: InterGemeentelijk overleg Openbare [Verlichting](https://www.igov.nl/ov-publicaties/247-richtlijn-wegverlichting); <https://www.igov.nl/ov-publicaties/247-richtlijn-wegverlichting>).

Openbare verlichting is noodzakelijk, maar kan tegenwoordig veel efficiënter en minder licht uitstotend geplaatst worden. Als wegbeheerder kan je op een aantal eenvoudige wijzen een flinke bijdrage leveren aan het verkrijgen van meer duisternis in het Waddengebied om naast lokale ook regionale effecten op natuur- en landschapswaarden te verminderen. Goede wegverlichting bestaat uit een combinatie van op een goede afstand van elkaar geplaatste lichtbronnen, laag geplaatst, degelijk afgeschermd armaturen, spiegels die het licht goed richten en met lampen met een goede lichtkleur die alleen branden op momenten dat het werkelijk nodig is.

Is de verlichting nodig?

Verlichting kan nodig zijn om de gebruiker van de weg te geleiden. Is daarvoor de verlichting nodig of kan je gebruik maken van reflectoren langs de weg of van kattenogen of oplichtende belijning op de weg?



Bron: Sotto le Stelle



Kattenogen geven de richting aan (© Erik Korsten)

Behalve langs wegen wordt ook op parkeerterreinen verlichting geplaatst. Deze verlichting is ook niet altijd nodig.

- Kies een armatuur dat licht goed richt.
- Richt lager dan horizontaal.
- Richt op eigen terrein (niet naar de burens).
- Gelijk of minder fel dan openbare verlichting.
- Overal dezelfde soort lampen.
- Gelijkmatic verdeeld.
- Uit als mensen weg zijn.



Bron: <https://www.sterrendichterbij.nl>

Kunnen er minder verlichtingsbronnen worden gebruikt of minder fel licht?

Verlicht niet meer dan nodig is. Op buitenwegen is een intensiteit van 3 candela per vierkante meter vaak al voldoende. Vaak is het mogelijk om minder lichtmasten te plaatsen of om een minder hoog wattage te gebruiken. De afstand moet zodanig zijn dat eenzelfde stukje weg niet door meerdere lampen wordt verlicht maar de weg moet ook gelijkmatic verlicht zijn. In bestaande situaties is het wellicht mogelijk om bijvoorbeeld elke tweede lantaarn uit te schakelen. Ook kunnen voorzieningen worden aangebracht waardoor het licht dimbaar is. Gebruik geen wit LED-licht.

Kan de verlichting zodanig worden afgesteld dat het alleen brandt wanneer dat nodig is?

Na middernacht, maar vaak al na 10 of 11 uur 's avonds zijn er niet veel mensen meer op pad. Verlichting hoeft dan niet meer te branden. Verlichting kan met sensoren zodanig worden afgesteld dat ze alleen brandt wanneer er voertuigen of voetgangers passeren en na enkele minuten weer doven. Hierbij kan het systeem zodanig worden ingesteld dat de

verlichting niet te abrupt aan en uit gaat zodat verblinding wordt voorkomen.

Het licht niet laten branden op momenten op de dag of in het jaar dat de natuur er last van heeft

Het bepalen van op welk tijdstip de verlichting in- en uitschakelt kan gebeuren door gebruik te maken van een astronomische klok.

Aanpassingen aan lichtkleur

Door de lichtkleur aan te passen kunnen veel nadelige effecten op de natuur worden voorkomen. Aangezien elk dier op een verschillende manier licht ziet, dat wil zeggen een verschillende bandbreedte van het spectrum gebruikt voor het zien, is het haast ondoenlijk om een algemeen bruikbare kleur te kiezen.

Het witte spectrum levert voor de meeste soorten negatieve effecten op. Vooral voor het blauwe en ultraviolette licht treedt gevoeligheid op.

Vleermuizen zijn het minst gevoelig voor het rood-oranje deel van het spectrum (amberkleurig licht). De vleermuisvriendelijke verlichting (batlamps) zijn daarop gebaseerd. Deze hebben een "Human-Bat Response Ratio" (een maat die aangeeft hoe goed mensen kunnen zien en hoeveel lichthinder een lamp voor vleermuizen veroorzaakt) die groter is dan 40, waarvan aangetoond is dat er geen significante invloed is tussen verlichten op het buitengebied niveau en het vlieggedrag van vleermuizen. Let op: vleermuizen zijn gevoelig voor groen licht.



Sportvelden

Verlichting van sportvelden is op grote afstand te zien: er wordt gebruik gemaakt van hoge masten en fel licht. In toenemende mate worden ook de avonduren gebruikt om te sporten, waardoor de verlichting vaker en langer aan zal staan. Bij de sportvelden zijn vaak ook parkeerplaatsen aanwezig (zie hiervoor onder "wegen").

Er worden al grote stappen gemaakt in verbeteringen van armaturen waardoor het licht meer op de velden terecht komt en minder de omgeving in wordt geschenen.

Het licht moet direct gedoofd worden op momenten dat er niet meer gesport wordt.



Beeld: Austin Light Pollution.

Wet- en regelgeving

Nederland kent geen overkoepelende wet over lichthinder zoals er wel bestaat over geluidshinder. De Wet Milieubeheer besteedt wel aandacht aan lichthinder. Voor het onderwerp donkertebescherming zijn met name het Besluit glastuinbouw en Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer (bekend onder de naam Activiteitenbesluit) van belang.

In het kader van lichtvervuiling en donkertebescherming is de zorgplicht van artikel 2.1 een belangrijk element van het Activiteitenbesluit. Lichthinder en donkertebescherming worden er expliciet in genoemd, evenals doelmatig gebruik van energie. Met de zorgplicht in het Activiteitenbesluit milieubeheer kan lichthinder voor omwonenden worden voorkomen of verminderd tot een aanvaardbaar niveau. Het beschermen van de duisternis en het donkere landschap valt ook onder de zorgplicht. Het bevoegd gezag kan met de zorgplicht maatregelen of voorzieningen voorschrijven. Dat kan alleen, als de inrichting in een aangewezen gebied ligt. Dat wil zeggen: een gebied waarvoor het bevoegd gezag eisen

heeft opgesteld om de duisternis of het donkere landschap te beschermen. Bijvoorbeeld met een beleidsregel, verordening of een bestemmingsplan.

Schijnwerpers en armaturen goed afstellen en richten, kan hinder voorkomen. Goed overleg tussen bevoegd gezag en ondernemer is belangrijk voor het voorkomen en oplossen van knelpunten. Daarnaast zijn in het Activiteitenbesluit speciale voorschriften opgenomen voor assimilatiebelichting bij glastuinbouw en voor verlichting van sportterreinen. Voor kassen gelden regels voor afscherming; voor sportterreinen gelden regels voor tijdstippen van verlichting.

Bron: Kenniscentrum InfoMil: www.infomil.nl.

Meer informatie is ook te vinden op: <http://www.omgevingsweb.nl/nieuws/de-duisternis-beschermen-op-gebiedsniveau>

Voor sportveldverlichting bestaan er twee regelingen om hinder naar omwonenden te beperken: de Algemene Maatregel van Bestuur en een richtlijn van de Nederlandse Stichting Voor Verlichtingskunde (NSVV). Een uitgebreide bespreking van deze regels is te vinden op <http://www.platformlichthinder.nl/thema/sportveldverlichting/>.

In de rapportage van het IPO (Handboek licht/donker – beleid en uitvoeringsinstrumenten voor provincies; <http://www.platformlichthinder.nl/docs/Handboek-lichtdonker.pdf>) wordt een uitgebreid overzicht gegeven van de relevante wet- en regelgeving.

Promotie

Wedstrijden

Schrijf een ontwerp-wedstrijd uit voor een nieuwe verlichtingsconcept voor een bepaald gebied (straat, haven, etc) gericht op het bereiken van duisternis. In Noord-Holland is door de provincie en de Natuur en Milieufederatie Noord-Holland bijvoorbeeld een prijs voor bedrijven, overheden en organisaties ingesteld met als doel de lichtvervuiling terug te dringen (en energie te besparen). (<http://sterrendichterbij.nl/geen-categorie/de-winnaars-van-de-ster-van-de-nachtprijs/>)

Keurmerk

In Groot-Brittannië wordt ervaring opgedaan met het (vrijwillig) opstellen van een keurmerk voor de bijdrage aan duisternis van nieuw te bouwen gebouwen, te vergelijken met het in Nederland bekende energielabel.

Bronnen, meer informatie:

<http://waddenfonds.nl/projecten/41/veilig-en-verlicht-texel/>

<http://www.duurzamebedrijfsvoeringoverheden.nl/locaties/openbareverlichting/lichtvervuiling.html>

<http://www.omgevingsweb.nl/nieuws/de-duisternis-beschermen-op-gebiedsniveau>

http://www.harlingen.nl/inwoners/nieuws_42144/item/nachtscan-brengt-lichtvervuiling-fryslan-en-harlingen-in-kaart_33160.html

<https://www.lightronics.nl/nl/nieuws/item/stimuleren-van-dark-sky>

<http://www.platformlichthinder.nl/docs/Handboek-lichtdonker.pdf>

Haven- en industrieterreinen: werken actief aan versterken duisternis

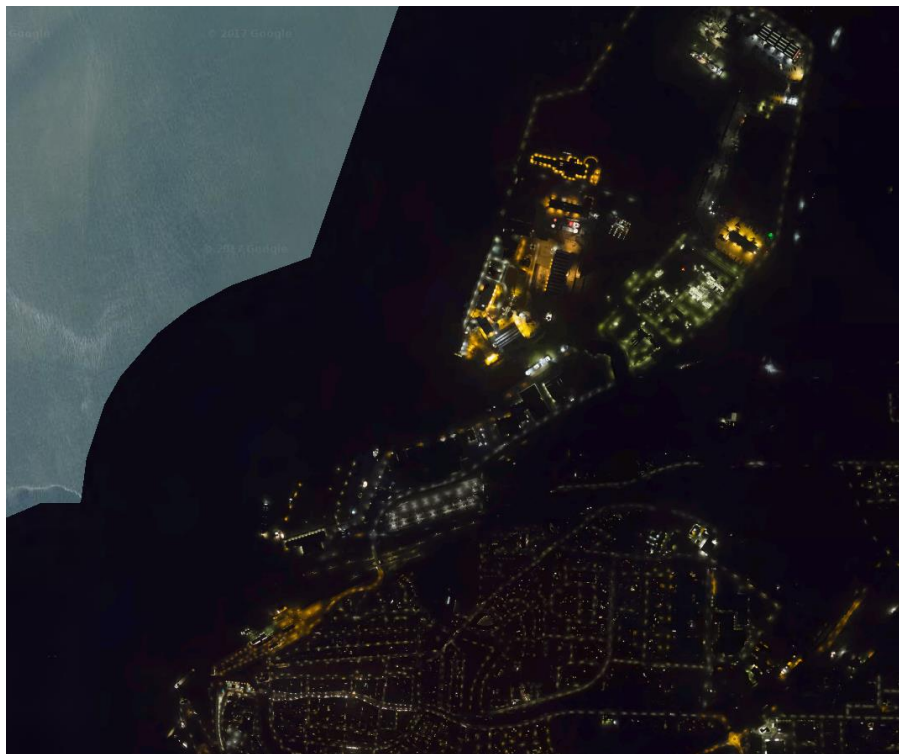
Factsheet 3.5.

Meer licht op duisternis

Op haven- en industrieterreinen is veel verlichting te vinden. Ook grenzen deze terreinen vrijwel altijd aan open gebieden. In het Waddengebied liggen de haven- en industrieterreinen aan de rand van het echte donkere gebied en daarmee vormen ze een belangrijke bron van lichthinder op bovenregionaal niveau.

Veel onderdelen van deze terreinen worden ook verlicht vanwege veiligheidsredenen en omdat er vaak sprake is van een 24-uurs gebruik.

Maatregelen om duisternis te bevorderen vragen hier een gezamenlijke aanpak van alle bedrijven.



Verlichting in Harlingen

Het gezamenlijk opstellen en uitvoeren van een lichtmanagementplan kan veel winst opleveren voor het bereiken van meer duisternis in het Werelderfgoed Waddenzee. Ook hier geldt dat veel winst geboekt kan worden door aandacht te schenken aan lichtarmaturen, lichtkleur, lichtbronnen, het gericht verlichten van die onderdelen die daadwerkelijk ook verlicht moeten worden. Verschillende havens zijn hier al actief mee aan de slag.

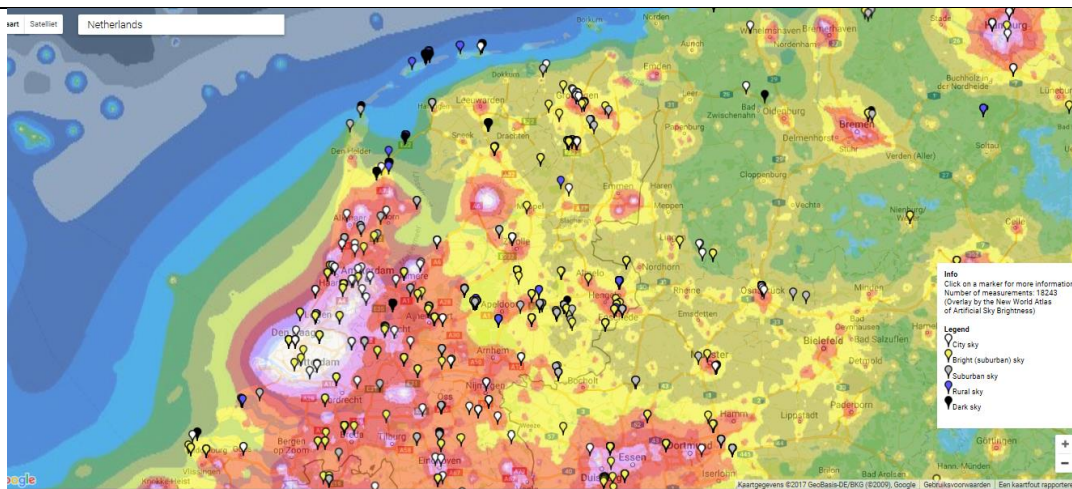
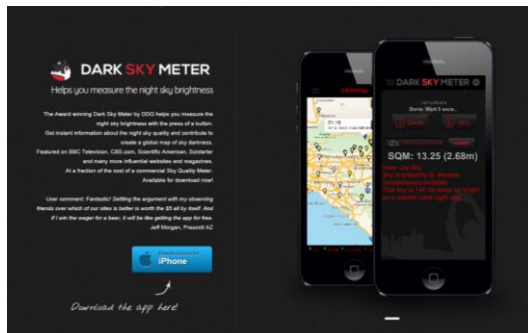
Mee doen met duisternis onder de aandacht brengen en meer lezen

Factsheet 3.6.
Meer licht op duisternis

In deze factsheet wordt een aantal voorbeelden gegeven van websites waar je meer informatie over het onderwerp duisternis en effecten op natuur en mens kan vinden.

Meten van de duisternis bij jou in de buurt.

Voor de telefoon is een app beschikbaar waarmee je duisternis kan meten: de Dark Sky Meter (*Dark Sky Meter*). Resultaten zijn wereldwijd op kaart opvraagbaar. Op onderstaande kaart zijn de donkere waarnemingen op de Waddeneilanden duidelijk terug te vinden, evenals de verlichte objecten op de Noordzee.



Bron: <http://www.darksnymeter.com/map/>

Globe at night is een ander wereldwijd citizen-science initiatief om duisternis te promoten:

<https://www.globeatnight.org/>

http://citiesatnight.org/	Duizenden foto's genomen via iss space station, allemaal gecatalogiseerd met foto's en coördinaten etc.
www.sterrendichterbij.nl	Website met informatie over lichthinder, oplossingen en een meldportal voor lichthinder.
https://www.lightpollutionmap.info	Overzichtelijke kaart met lichthinder/lichtvervuiling.
http://www.vvs.be/	Belgische website over lichthinder en nieuws over het onderwerp.
http://nachtmeetnet.nl/index.html	Zeer informatieve website over het onderwerp. Samenwerking tussen Sotto Le Stelle en Lumineux Consult. Foto's, kaarten, tabellen, vooral over het meten van de duisternis en de lichthinder.
http://www.nachtvandenacht.nl/friksbeheer/wp-content/uploads/2013/07/Presentatie_Worksh op_Nachtbeleving.pdf https://www.west-vlaanderen.be/kwaliteit/Leefomgeving/milieu/openbareverlichting/lichtvisie/documents/syllabus%20_%20wat%20is%20lichthinder.pdf http://www.hellenot.org/fileadmin/user_upload/PDF/Helle_Not_01/index.html#/2/	Geven overzicht van effecten licht op natuur en duisternis.
http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/370/1667	Themanummer met resultaten van wetenschappelijk onderzoek effecten licht: <i>The biological impacts of artificial light at night: from molecules to communities</i>
https://rijkwaddenzee.nl/wp-content/uploads/2016/11/Tjuster_Final_Dark_Sky_Waddengebied.pdf	Geeft een overzicht van achtergronden bij en kennis van lichteffecten op natuur van de Waddenzee.
Andere initiatieven	http://darkskyterschelling.nl/de-waarde-van-een-donkere-nacht/ http://www.darkskypark.nl/Links.html http://www.lichtverschmutzung.de/ (Duitsland) http://darksky.org/ Informatie over de Dark Sky Association, onder andere de Dark Sky Parks en Dark Sky Reserves.
Evenementen en Nachtexcursies	Elke laatste zaterdag van oktober wordt "de nacht van de nacht" georganiseerd om het donkerder maken van de nacht onder de aandacht te brengen. Overheden en bedrijven zeten voor een paar uur de buiten- en binnenverlichting uit. Ook worden er festiviteiten en excursies georganiseerd. Excursies in het donker worden als spannend ervaren. Ze trekken veel deelnemers. Ze kunnen thema's worden ingericht: droog vallen op het wad om de meteorenregen te zien, op zoek naar uilen en vleermuizen, vissen in de nacht.

Bronvermeldingen.

PRW heeft bij het achterhalen en voldoen aan rechten en illustraties de grootste mogelijke zorgvuldigheid betracht. Mochten er desondanks personen of instanties zijn die rechten menen te kunnen doen gelden op tekstgedeeltes of illustraties, dan worden zij verzocht zich in verbinding te stellen met PRW.



PROGRAMMA **NAAR EEN
RIJKE WADDENZEE**

Zuidersingel 3, 8911 AV Leeuwarden

info@rijkwaddenzee.nl
www.rijkwaddenzee.nl

 [RijkeWaddenzee](https://twitter.com/RijkeWaddenzee)