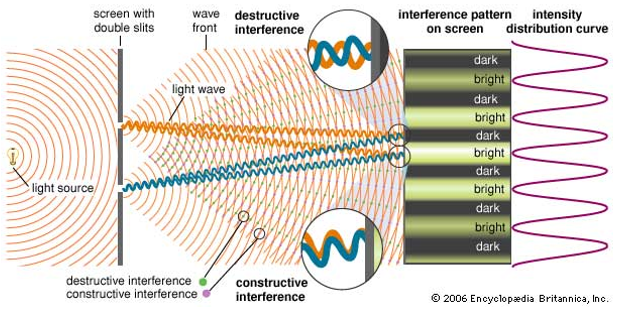
Lichttechnologie - Les 1

* Christiaan Huygens
  + “Licht is een golf die zich voortplant door ether”
* Isaac Newton
  + “Licht is een stroom van heel kleine deeltjes”
  + Experimentum crucis
* Thomas Young
  + Tweespletenexperiment
  + 
* James Maxwell
  + Elektromagnetische golven: oscillered elektrisch & magnetisch veld die zich samen voortplanten als een golf
* Licht = het deel van het elektromagnetisch spectrum dat we kunnen waarnemen via ons gezichtsvermogen (380-780 nm)
* Albert Einstein
  + Beschrijving van licht als stroom van deeltjes met een bepaalde energie-inhoud maar zonder massa (=fotonen)
* Lichtstraal
  + Er is sprake van een lichtstraal als de golflengte verwaarloosbaar is tov de afmetingen van het systeem
* UV-straling
  + Wekt licht op in fluorescerende stoffen
  + Fotochemische & bacteriedodende invloed
  + Bruint de menselijke huid
* Infrarood straling
  + Waargenomen als warmte

Lichttechnologie - Les 2

* Anatomie
  + Info van het linker gedeelte van het gezichtsveld komt toe in de rechter hersenhelft & vice versa
* Kegeltjes
  + Gevoeligheid van de verschillende types ifv golflente (Short, Medium, Long)
  + Vooral in gele vlek, (bijna) centraal op het netvlies
  + Waar gezichtszenus aansluit op netvlies: blinde vlek
* Accommodatie
  + = Het aanpassen van de sterkte van de ooglends om op de gewenste afstand scherp te zien
  + Bijziendheid: te sterke lichtbreking
  + Verziendheid: te zwakke lichtbreking
  + Astigmatisme: kromming van het hoornvlies niet in elke richting gelijk
  + Ouderdomsverziendheid: lens wordt minder flexibel 🡪 benodigde breking voor objecten dichtbij wordt niet meer behaald
* Meer licht nodig hoe ouder we worden
  + Maximale opening pupil wordt kleiner
  + Lens laat minder licht door
* Adaptatie
  + = Het vermogen van ons visueel systeem om zowel in heel donkere/heldere omstandigheden te werken
  + Mechanisch: vernauwen/verwijden van de pupil
  + Fotochemisch: tempo waaraan pigment geregenereerd wordt kan variëren 🡪 grootste effect
  + Neuraal: snelle wijzigingen in signaaloverdracht
  + De waarneembare helderheidsverschillen zijn altijd beperkt
  + Fotopisch zicht
    - Kegeltjes zorgen voor kleurwaarneming & fijn detail in heldere situaties
  + Scotopisch zicht
    - Staafjes zorgen bij lage helderheid voor gezichtsvermogen (zonder detail/kleur)
  + Mesopisch zicht
    - Overgangsgebied tussen fotopisch<->scotopisch zicht
* Kleurenblindheid
  + Meestal aangeboren
  + Oorzaak: genetische afwijkingen op X-chromosoon
* Verlies van gezichtsvermogen
  + Belangrijkste oorzaken
    - Cataract: ooglens wordt troebel
    - Maculadegeneratie: kegeltjes in de gele vlek sterven af
    - Glaucoom: verhoogde oogdruk
  + Andere invloeden
    - VB: biologische klok (onderdrukken van melatonine door licht met korte golflengtes (blauw licht))

Lichttechnologie - Les 3

* Lichtstroom [insert symbol]
  + = De uitgestraalde hoeveelheid licht per tijdseenheid, gecorrigeerd voor de spectrale (=golflengteafhankelijke) gevoeligheid van het menselijk oog
  + In alle richtingen
  + Uitgedrukt in lumen (lm)
* Lichtsterkte (I)
  + = De lichtstroom die in een bepaalde richting uitgestraald wordt
  + = lumen/sterradiaal
  + Uitgedrukt in candela (cd)
* Verlichtingssterkte (illuminantie) (E)
  + = De lichtstroom die op een bepaald oppervlak invalt per oppervlakte-eenheid
  + = lumen/m²
  + Uitgedrukt in lux (lx)
* Luminantie (L)
  + De licchtsterkte die wordt uitgestraald door een bron/oppervlak, gedeeld door de geprojecteerde oppervlakte volgens de kijkrichting van de bron of het oppervlak
  + = candela/m²
  + Uitgedrukt in cd/m²
* Specifieke lichtstroom (lichtrendement) [insert symbol]
  + = De verhouding tussen de lichtstroom geproduceerd door een lichtbron, en het door deze bron opgenomen vermogen
  + = lumen/watt
  + Uitgedrukt in lm/W
* Kleurtemperatuur
  + = De temperatuur van een zwarte straler waarvan het uitgestraalde licht dezelfde kleurindruk geeft als de lichtbron
  + Uitgedrukt in Kelvin (K)
* Kleurweergave-index (Color Rendering Index (CRI))
  + = Een maat voor de kleurgetrouwheid van door de lichtbron belichte objecten
  + Er wordt vergeleken met de kleurweergave van dezelfde objecten belicht door een zwarte straler met dezelfde kleurtemperatuur als de lichtbron
    - Dit is CRI = 100
* Reflectie, absorptie, transmissie
  + [insert picture slide 22]
  + Gerichte en diffuse reflectie
    - [insert picture slide 23]
* Uniformiteit (gelijkmatigheid)
  + = De verhouding van de minimale verlichtingssterkte op een oppervlak tot de gemiddelde verlichtingssterkte op hetzelfde oppervlak
* Verblinding
  + = De beleving die veroorzaakt wordt door heldere oppervlakken binnen het gezichtsveld, en die als onbehaaglijk/storend ervaren kan worden
  + Directe verblinding: verblinding door armaturen e.a. lichtbronnen
  + Indirecte verblinding: verblinding door reflectie van een lichtbron op een glad oppervlak
* Unified Glare Rating (UGR)
  + = De verblinding die teweeggebracht wordt door een verlichtingsinstallatie
  + Hoe > de UGR-waarde, hoe sterker de verblinding
  + Waarde in [5, 40]

Lichttechnologie - Les 4 & 5 & 6

* Lampen met elkaar vergelijken
  + Lichtstroom (lumen)
  + Specifieke lichtstroom (=lichtrendement) (lm/W)
  + Kleur (spectrum vs [kleurpunt, kleurweergave, CRI,...])
  + Levensduur
  + Andere aspecten (afmetingen, ecologische voetafdruk, prijs,...)
* Gloeilamp
  + Werking
    - Stroom door wolfraamfilament 🡪 Joule-effect
    - Wolfraam begint te gloeien 🡪 straling (deels zichtbaar, meeste straling bij onzichtbare golflengtes
    - Gloeilampen zijn thermische stralers
  + Vermogenbalans, VB: input 100W
    - 8W zichtbaar licht
    - 80W warmtestraling van de gloeidraad
    - 12W verliezen in het glas
    - 🡪 = 92W warmtestraling naar de omgeving
  + Gasmengsel
    - Verliezen via geleiding naar de omgeving beperken
    - Overslag tussen de toevoerdraden vermijden
    - Chemische reacties met lamponderdelen vermijden
      * Dus: geen zuurstof (anders verbrandt de gloeidraad)
    - ~95% argon, ~5% stikstof
  + Veroudering
    - Wolfraamspiraal verdampt langzaam
      * 🡪 Meer weerstand op dunste plekken
      * 🡪 Meer opwarming
      * 🡪 Meer verdamping
      * 🡪 Breekt op dunste plekken
      * Verdamte wolfraam slaat neer op glaswand = “zwarting”
* Halogeenlamp
  + Werking
    - Gloeilamp met extra halogeengasvulling (jodium of broom)
    - Halogeencyclus zorgt voor regeneratie gloeidraaid
      * (1) Wolfraam verdampt uit de gloeidraad
      * (2) In de koelere zone van de lamp bindt het verdampte wolfraam met het broom 🡪 wolfraambromide ontstaat
      * (3) Wolfraambromide valt weer uiteen in de hete zone 🡪 wolfraam zet zich terug af op de gloeidraad, broom komt terug vrij
      * Temperatuur
        + Glas moet > 250°C, anders: zwarting
        + Dus: kleine glasballon, gemaakt uit speciaal glas (kwartsglas)
        + Maar: vingerafdrukken 🡪 interne spanningen 🡪 breuk
    - Bijkomend: verhoogde druk 🡪 minder verdamping
    - Hogere temp. mogelijk 🡪 hogere lichtstroom & lichtrendement
  + Veroudering: minder snel dan bij gloeilamp
  + Typische vorm: kleine capsule + behuizing met reflector
    - HIR (halogen infrared)
      * Infraroodreflector: warmtestraling terugreflecteren naar gloeidraad
      * 🡪 Hoger rendement
  + Laagspanningshalogeenlampen
    - Hebben transformator nodig
      * Klassieke transfo
        + Koperen wikkelingen rond kern, zwaar, wordt warm
      * Elektronische transfo
        + Elektronische schakeling, wordt minder warm, beperkte levensduur
* Gasontladingslampen
  + Werking
    - Stroom door een met-gas-gevulde glazen buis sturen
      * Spanning aanleggen aan gastontladingsbuis
        + Elektrisch veld in gesloten glazen buis
      * Doorslag & boog (gas ioniseert)
        + Geleidend pad van anode->kathode
      * Excitatie van atomen 🡪 licht
  + 3 soorten botsingen tussen vrije elektronen & gasatomen
    - Elastische botsing: opwarming van het gas
    - Opwekkende botsing: veroorzaakt elektromagnetische straling
      * Elektron gaat naar hoger energie niveau
      * Elektron keert terug naar grondtoestand
      * Energie komt vrij als elektromagnetische straling met specifieke golflengte (discreet spectrum)
    - Ioniserende botsing: houdt boog in stand
  + Spectrum afhankelijk van gasvulling
  + Elektroluminiscentie
    - Als discreet spectrum in zichtbaar gebied
  + Fotoluminiscentie
    - Fluorescentie of fosforescentie
    - Als discreet spectrum in UV-gebied
    - Omzetten naar zichtbaar licht via coatings
* Fluorescentielampen (lagedruk-kwikdamplampen)
  + Gasontlading
  + Fluorescentiepoeders bepalen [omzetting naar zichtbaar licht, CRI, kleurtemp.]
  + Hoge doorslagspanning nodig (nodig om geleidend pad te creëren) (starter)
  + Zodra er een boogontlading is: stroombeperking nodig (ballast)
    - Spanning over starter, stroom door neon = gloeien
    - Bimetaal wordt warm & maakt kortsluiting
    - Stroom door gloeidraden van TL 🡪 gas warmt op
    - Starter koelt af door kortsluiten, bimetaal opent contact
    - Zelfinductie van spoel 🡪 hoge spanning over elektroden
    - Lamp ontsteekt 🡪 booglading ontstaat
    - Spoel beperkt de stroom zodat de lamp niet doorbrandt
  + Elektrisch voorschakelapparaat
    - Zelfde lichtopbrengst, minder energieopname 🡪 lager energieverbruik & aansluitvermogen
    - Minder warmtedissipatie 🡪 verhoging thermisch comfort 🡪 lager koelvermogen bij grote installaties
    - Stijging levensduur 🡪 daling onderhoudskosten
    - Flikkerloos starten 🡪 defectie lamp blijft niet pinken 🡪 verlengde levensduur 🡪 halvering recyclagekost
    - Hoge frequentie 🡪 geen flikkeringen tijdens branden van de lamp
  + Invloedfactoren
    - Frequentie voedingsspanning
    - Brandtijd
    - Schakelcyclus
    - Werkingstemp.
  + Soorten fluorescentielampen
    - FL (Fluorescent Lamp)
    - CFL (Compact Fluorescent Lamp) (spaarlamp)
    - CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp)
      * Vaak als achtergrondverlichting voor LCD-schermen
* Hogedruk-kwiklampen (HPL)
  + Voordelen
    - Compact
    - Grote lichtsterkte
    - Lange levensduur
    - Ongevoelig voor lage temperaturen
  + Nadelen
    - Slechte kleurweergave
    - Lampkoeling noodzakelijk
    - Niet onmiddellijk herstarten
  + Toepassing: industriële & openbare verlichting
* Lagedruk-natriumdamplampen (LPS)
  + Roodachtig bij opstart door aanwezigheid neon & argon
  + Geel licht
  + Toepassing: wegenverlichting (goed contract, hoge doordringbaarheid bij mist)
  + Hoogste lichtrendement van alle gasontladingslampen
* Hogedruk-natriumdamplamp (HPS)
  + Lichtgeel/lichtroze licht
  + Toepassing: straat-/tunnel-/sportverlichting
* Metaalhalogeenlamp
  + Ontwikkeld uit HPL
  + Betere kleurweergave & rendement
  + Fel wit licht
  + Toepassing: terrein-/wegen-/winkel-/fabrieksverlichting
* Elektrodenloze lamp
  + De energie om gasontladen te laten plaatsvinden, wordt van buiten de lamp toegevoerd
  + Resultaat: hogere levensduur (100.000 uren)
  + Voordelen
    - Snelle & flikkervrije ontsteking
    - Lange levensduur
    - Dimbaar
  + Nadeel
    - Prijs
* Solid state light (SSL)
  + Licht opgewekt in vaste stof
  + Anorganische, kristallijne halfgeleiderjunctie
    - VB: LED
  + Organische halfgeleiderjunctie
    - VB: OLED
  + Halfgeleider = materiaal met gedrag dat tussen geleider & isolator in ligt
* LED
  + Alle diodes zenden elektromagnetische straling uit (meestal IR)
    - Zodanig ontworpen dat de straling...
      * In het zichtbare gebied ligt
      * Kan ontsnappen uit de LED
  + Kleur is afhankelijk van de gebruikte halfgeleidermaterialen
  + Geen LEDs die wit licht uitstralen
    - Om toch wit licht te verkrijgen met LEDs:
      * 3 LEDs (R/G/B) 🡪 wit licht
        + Voordeel: alle kleuren mogelijk
        + Nadelen: 3 LEDs aansturen, lage kleurweergaveindex
      * Fosformethode
        + Blauwe of UV-LED + fosfor 🡪 wit licht

Voordelen: eenvoudige aansturing, goede CRI

Nadelen: efficiëntieverlies, veel (ongezond) blauw licht aanwezig

* + - * Combinatie van vorige methodes
        + LEDs met fosformethode combineren met rode of amberkleurige LEDs
        + Verschillende kleurtemperaturen mogelijk met 1 module
  + Voordelen
    - Lange nuttige levensduur
    - Hoge energie-efficiëntie mogelijk
    - Goede kleurweergave, keuze in kleurtemp.
    - Stabiele performantie over groot temperatuurbereik
    - Onmiddellijke lichtopbrengst bij opstarten
    - Goed dimbaar over breed bereik
    - Milieuvriendelijk
    - Geen IR-/UV-straling in de lichtbundel
      * De LED produceert wel warmte, maar die wordt weggeleid van het te verlichten object
  + Aandachtspunten
    - Lumenbehoud & kleur: temperatuursgevoeligheid
    - Onderlinge kleurafwijkingen bij productie
    - Warmte afvoeren is essentieel
  + Dimming
    - Stroomdimming/CCR-dimming
      * Stroom door LED wordt gewijzigd
      * Lagere stroom 🡪 hogere levensduur
      * Minder ruis
      * Hogere efficiëntie LED in gedimde toestand
      * Geen flikkering (LED blijft altijd aan)
      * Mogelijke kleur(temperatuur)verandering
      * Moeilijk te dimmen naar zeer lage niveaus
    - PWM-dimming
      * Stroom blijft gelijk, LED wordt aan-/uitgeschakeld
      * Lagere gemiddelde stroom 🡪 hogere levensduur
      * Zeer goed & nauwkeurig dimbaar
      * Geen kleur(temperatuur)verandering
      * Mogelijks ruis
      * PWM frequentie is bepalend
        + Ongewenste flikkering
        + Minimale dimniveaus
    - Dimmen via netspanning
      * Fase dimming
        + Een stuk van de sinus wordt afgekapt om het vermogen te beperken

Leading of Trailing edge

* + - * + Ontwikkeld om gloeilampen te dimmen
        + Mogelijks problemen met LED-lampen:

False triggering (flikkeren op lage niveaus)

Niet/amper dimmen

Minimum belasting

Zoemen van LED

Niet alle 230V LED-lampen/drivers zijn dimbaar

* + - * + Steeds combinatie LED + (trafo-)dimmer 🡪 grondig testen!
  + Optica
    - LED = LED zelf + primaire optica (epoxy lens & kleine reflector)
    - Secundaire optica (reflectoren, lenzen, catadioptrische lenzen)
      * Catadioptrische lenzen = TIR (Total Internal Reflection) lenzen
        + Standaard: lenswerking (centraal deel) + reflectie (buitenkant) 🡪 smalle of brede lichtstraal
        + Andere types: centraal deel met reflectie, zijkant lenswerking, licht vooral uitgezonden langs de zijkanten
    - Ternaire optica
      * Soms aanwezig, zorgen voor diffuus licht
* OLED
  + Werking
    - Emitterende laag bestaande uit organische moleculen die oplichten wanneer er een stroom doorheen gestuurd wordt
  + Voordelen
    - Goedkopere productiekost in de toekomst
    - Lichtgewicht & flexibele ondergronden
    - Geen puntbron 🡪 hele vlakken kunnen oplichten
  + Nadelen
    - Kortere levensduur dan LED
    - Lagere lichtopbrengst

Lichttechnologie - Les 7

* Verlichtingstoestellen
  + = Een armatuur met een lichtbron die het licht van de lichtbron naar de gewenste richtingen verspreidt
    - Armatuur = een draagconstructie voor 1+ lichtbronnen
  + Bevatten...
    - Lichtbronnen
    - Voorschakelapparaat
    - Optica (reflectoren, diffusors, lenssystemen, lamellen,...)
  + Aandachtspunten voor LED-armaturen
    - Voldoende warmteafvoer via de behuizing
      * LED moet < 85°C blijven
    - De driver moet gemakkelijk vervangen kunnen worden
  + Keuzecriteria
    - Type lichtbron
      * TL, CFL, HID, LEDs,...
    - Totale lichtstroom (lumen) die het toestel verlaat
      * Afhankelijk van...
        + Totaal opgenomen vermogen (watt)
        + Efficiëntie lichtbron(nen) (lumen/watt)
        + Efficiëntie armatuur

Light Output Ratio (LOR) = φ armatuur/ φ lamp(en)

VB: LOR 0.8 🡪 20% van de lichtstroom gaat verloren in deze armatuur

Maar: LOR zegt niets over de lichtverdeling!

Soms: LOR > 100%

Metingen gebeuren bij omgevingstemp. 25°C

Inwendige temp. kan hoger zijn

Dus: als temp. > 25°C 🡪 meer licht

Light Efficacy Rating (LER): geeft aan hoeveel lumen de armatuur verlaat tov het benodigde elektrische vermogen

Bij LED-armaturen: armatuur is 1 geheel 🡪 systeem wordt beschouwd als lichtbron 🡪 LOR = 100% 🡪 Enkel LER wordt vermeld

* + - Dim-/schakelbaarheid
    - Wijze van montage
      * Inbouw in plafonds, opbouw op plafond, hangend onder plafond, tegen de muur, vrijstaand
    - Lichtverdeling
      * 🡪 “In welke richting verlaat het licht de armatuur?”
      * (In)direct stralend, combinatie direct+indirect, asymmetrisch stralend in 1 richting (bvb wand-/bordverlichting), zijdelings stralend in 2 richtingen (bvb gangverlichting)
    - Esthetiek

Lichttechnologie - Les 10

* Lichtregelsystemen
  + Niet enkel het vermogen, maar ook het schakelen & dimmen van de verlichting heeft impact op de hoeveelheid verbruikte elektrische energie
  + Bijkomend voordeel: mogelijkheid om comfort te verhogen door automatische de juiste verlichtingscondities aan te houde
  + VB eenvoudig systeem: 1 manuele schakelaar per ruimte
  + VB complex systeem: automatische & herprogrammeerbare regelaars met afwezigheidsdetectie
  + Regeling adhv analoge/digitale signalen
  + Uitgebreide programmeerbaarheid mbv DALI (Digital Adressable Lighting Interface)
  + Basisprincipes:
    - Opsplitsing in zones (=zonering)
      * = De mogelijkheid om het licht slechts in een bepaald deel van de ruimte aan te schakelen
    - Daglichtregeling
      * De lichtstroom wordt geregeold op basis van het beschikbare daglicht
      * Open loop
        + Gericht op buitenomgeving
        + Meting van enkel daglicht
        + Geen terugkoppeling
      * Closed loop
        + Gericht naar taakoppervlak
        + Meting van dag- en kunstlicht
        + Wel terugkoppeling
    - Bezettingsregeling
      * Aanwezigheidsdetectie
        + Automatisch aan/uit
      * Afwezigheidsdetectie
        + Manueel aan, automatisch uit
        + Meest efficiënte oplossing
    - Tijdgestuurde regeling
      * Voor ruimtes met vaste & regelmatige bezetting
  + Mogelijke voordelen
    - Visueel comfort, energiebesparing, flexibiliteit, vereenvoudigd ontwerp & installatie
    - MAAR: lichtregelsystemen gebruiken zelf ook energie (soms absoluut niet verwaarloosbaar)

Lichttechnologie - Les 11

* Human centric lighting (HCL)
  + Focus op...
    - Het uitvoeren van visuele taken mogelijk maken
    - Ongevallen vermijden
    - Visueel comfort
  + Licht heeft ook een positieve invloed op gezondheid, welzijn & emoties
  + Waarom HCL?
    - Gezondheid, welzijn & tevredenheid zijn belangrijk
    - Voor bedrijven: productiviteitswinst dankzij aandacht voor HCL significanter dan winst door energiebesparing
* Circadiaans ritme
  + = Slaap-/waakritme zonder aanwezigheid van daglicht/klok
  + Menselijk circadiaans systeem coördineert vele inwendige klokken (leverfunctie, lichaamstemp.,...)
  + Circadiaans ritme aligneert deze klokken met het natuurlijk ritme van de natuur (24h)
  + Menselijke processen starten met vertraging tov master klok
    - Master klok: synchronisatie op 24h door zeitgeber
      * Licht is de belangrijkste zeitgeber
        + “A zeitgeber is any external/environmental cue that synchronizes an organism's biological rhythms to the Earth's 24-hour light/dark cycle and 12-month cycle”
  + Circadiaans ritme heeft tijdsverschuiving tov de zeitgeber
    - Verschillend van persoon tot persoon, genetisch bepaald
    - Vroege/gemiddelde/late chronotypes
      * Chronotype = de neiging voor iemand om op een bepaald tijdstip te slapen in een periode van 24h
      * (=ochtend-/middag-/avondmens)
    - Social jetlag = verschil tussen inwendige klok & omgevingstijd
  + Tijdsverschuiving verandert met leeftijd
  + Sterkere blootstelling aan licht in de voormiddag
    - 🡪 Minder slaperig overdag & betere slaap ’s nachts
    - 🡪 Beter functioneren, welzijn & gezondheid
  + Tijdstip, dosis & spectrum van het licht beïnvloeden de zeitgeber
  + Gevolgen van slechte slaapkwaliteit & verstoring van het circadiaans ritme:
    - Emotionele gevolgen
      * Gevoel
        + Uitputting, irriteerbaarheid, stemmingswisselingen, depressieve stemming
      * Stress
      * Gedrag
        + Frustratie/woede, impulsiviteit, risicovol gedrag, alcohol-/drugsgebruik
    - Cognitieve gevolgen
      * Aandacht
        + Slechtere concentratie, minder aandacht
      * Geheugen
        + Slechter geheugen (feiten & gebeurtenissen)
      * Uitvoerende functies
        + Slechter multitasken, verminderde creativiteit & productiviteit, slechtere beslissingsvorming
    - Somantische gevolgen
      * Microslaap, pijn & koudte, metabolische problemen, verhoogde kans op kanker & diabetes, verminderde immuniteit
  + “5 principes van gezonde verlichting”
    - Dagelijkse dosis licht in westerse landen is te laag
    - Gezond licht ⬄ gezonde duisternis
    - De dosis licht die van belang is, is diegene die ((on)rechtstreeks) invalt op het oog
    - Het lichtspectrum tijdens actieve periodes moet rijk zijn aan golflengtes waarvoor het niet-visuele systeem het meest gevoelig is (blauw/groen)
    - Het tijdstip van blootstelling is van belang
* Impact van licht op ons functioneren
  + Sport
    - Piek prestaties bij maximum lichaamstemp. = vooravond
    - Dip prestaties bij minimum lichaamstemp. = vroege ochtend
    - Aanpassing aan andere tijdzones en/of andere tijdstippen van de competitie, via verschuiven circadiaans ritme
    - Directe impact van licht op fysieke prestaties
  + ADHD
    - Verstoord circadiaans ritme
      * Zwakke amplitude
      * Grotere tijdsverschuiving tov zeitgeber
    - 1 van de mogelijke(!) oorzaken: te weinig licht tijdens opgroeien
  + Therapie na hersenschudding
    - 30 minuten blauw licht in de voormiddag
      * 🡪 sneller inslapen & beter 30-minuten-geheugen

Lichttechnologie - Gastles

* Lichtontwerpers: 2 verschillende categorieën
  + Focus op normen
  + Focus op uitzicht/concept
* NBN EN 12464-1
  + Basiseisen:
    - Visueel comfort
      * Zich goed voelen, hoog productieniveau
    - Visuele prestatie
      * Gedurende de ganse werktijd & onder alle omstandigheden
    - Veiligheid
      * Geen ongevallen
  + Verschillende criteria
    - luminantieverdeling, verlichtingssterkte, verblinding, lichtrichting, kleurweergave & kleur, flikkering, variabiliteit, energie-efficiëntie
* Maintenance factor (MF)
  + - LLMF (lamp lumen maintenance factor): de daling van de lichtstroom van de lamp na verloop van tijd
      * De levensduur van de lichtbron wordt niet langer bepaald door de tijdsduur tot gemiddeld defect, maar wel door de tijdsduur waarbij er nuttige werking is
    - LSF (lamp service factor): het ‘sterven’ van de lamp
    - LMF (luminaire maintenance factor): de vervuiling/veroudering van de armatuur
    - RSMF (room service maintenance factor): de vervuiling van het lokaal
* Taakoppervlakken
  + Taakoppervlak/werkvlak
  + Directe omgeving
    - +0.5m rond de taak binnen het visuele veld
  + Achtergrond/overige deel van een ruimte
    - +3m rondom de directe omgeving