



BLINDVAREN
OP KLEUREN

*Een onderzoek naar de relatie
tussen kleurzin-stoornissen
en mogelijke ongevallen*

Scriptie: Hogere
Veiligheidskunde
Groep: PHOV U-42
Bedrijf: Aboma, Ede
Datum: juni 2013
Auteur: Ing. Pieter de Boer
Mentor: Henk de Raadt
Status: Openbaar

Blindvaren op kleuren

*Een onderzoek naar de relatie tussen kleurzin-stoornissen
en mogelijke ongevallen*

De ontwerper heeft het niet geleerd,
de machine was daardoor verkeerd.

De man met KZS werd voor de functie geweerd,
hij werd vanwege kleur gediscrimineerd.

Scriptie: Hogere Veiligheidskunde
Groep: PHOV U-42
Bedrijf: Aboma, Ede
Datum: juni 2013
Auteur: Ing. Pieter de Boer
Mentor: Henk de Raadt, veiligheidskundige
Status: Openbaar

Opgedragen aan:

schoonvader Herman van Vliet

zoon Pim de Boer



Foto 1 Zwart en wit



Foto 2 Kleurplaat van Pim

Samenvatting

*Veel veiligheidskundigen zijn idealisten die hun vak niet als een beroep, maar als een roeping beschouwen.
Walter Zwaard*

In deze scriptie voor de studie hogere veiligheidskunde wordt gekeken naar de rol van een kleurzin-stoornis op het functioneren in een beroep. Daarbij wordt vanuit verschillende gezichtspunten bekeken wat de invloed van een kleurzin-stoornis (KZS) is op de veiligheid van de werknemer en zijn omgeving.

In Nederland hebben zo'n 700.000 mensen een KZS. In deze scriptie wordt beschreven welke varianten aan stoornissen er zijn en in hoeverre deze onder het beroepsgeheim vallen. De wet- en regelgeving op dit gebied komt aan de orde, waarbij blijkt dat een werkgever een werknemer niet mag discrimineren op basis van handicap, tenzij de veiligheid nadrukkelijk in het geding is. Voor zo'n honderd beroepen worden eisen gesteld wat betreft het goed kunnen onderscheiden van kleuren. Bij ruim de helft van deze beroepen gaat het om kwaliteit, bijvoorbeeld een schilder die niet de juiste kleur kan bepalen. Bij andere beroepen ligt de reden hiervoor in veronderstelde gevaren die een medewerker zou lopen. In zulke gevallen is de veiligheid in het geding. In deze scriptie wordt hierop verder ingezoomd. Er zijn geen ongevallen bekend, ook niet uit het verleden, die als basisoorzaak hadden dat de betrokken persoon een KZS had. Wel is er een aantal voorbeelden van incidenten die hiermee verband houden. Tijdens de RI&E dient redundant kleurgebruik meegenomen te worden in het verslag en Plan van Aanpak. Om werkplekken en machines veiliger te maken dient er tijdens het ontwerpen en het nemen van technische en organisatorische maatregelen rekening te worden gehouden met functioneel kleurgebruik. Bedrijven moeten meer maatregelen gaan nemen om de toelatingseisen op het gebied van kleuren stapsgewijs af te bouwen.

De scriptie heb ik geschreven om de vraag te kunnen beantwoorden of mensen met een KZS een grotere kans lopen om bij een ongeval betrokken te raken dan mensen met een normale kleurzin. Ik beschrijf achtereenvolgens de fysieke achtergrond van KZS, de bekendheid van KZS bij beroepskeuzeadviseurs en HRM, de relatie tussen mogelijke ongevallen en KZS, eenduidig kleurgebruik bij het ontwerp, de bijdrage van technische en organisatorische interventies en de rol van het menselijk gedrag.

De aanbevelingen zijn als volgt samen te vatten:

- Neem werkplekblokkades voor KZS mee in de RI&E.
- Besteed bij incidenten- en ongevalsanalyse aandacht aan persoonskenmerken.
- Schaf bestaande afkeureisen voor KZS stapsgewijs af.



Foto 3 Afwijkende kleurvolgorde

Stellingen

1. Ogen zijn gevaarlijk, je kunt erin verdrinken.
2. Verkeerslichten zijn door de zwarte behuizing en regenkap intrinsiek onveilig.
3. Waarom is een helm meestal verplicht in de bouw? Jaarlijks lopen in het verkeer circa 400 kinderen hersenletsel op na een valpartij, waarbij er gemiddeld 31 overlijden. In de bouw overlijden jaarlijks in totaal circa 25 medewerkers. Verplicht daarom de fietshelm voor 0 tot 16 jaar!
4. Als je minder kans wilt lopen op letsel in de bouw, kun je beter adembescherming dragen dan een helm.
5. Naast de 'Monitor Arbeidsongevallen' is het wenselijk dat er voor de bouw een jaarlijkse 'Monitor Gezondheidsgevolgen' komt.
6. Laat op een pakje sigaretten de tekst 'Roken is dodelijk' weg. Boven het lege vakje kan dan komen te staan: 'Vul in onderstaand vakje met rouwrand vast je naam in.'
7. Het oog is het wonderlijkste dat God heeft geschapen: een kleurverschil met een golflengtevariatie van slechts 0,5 nm kan worden opgemerkt.
8. Als je niet weet hoe je disleksie ... dyslexie ... dyslectie ... dislectie ... dislexie schrijft, dan heb je het.
9. Als de voornamen van P.C. Hooft Willem Corneliszoon waren geweest, zou het vast niet zo'n beroemde winkelstraat zijn geworden.
10. Je kunt niet leren van andermans fouten.

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
Nawoord vooraf	8
1 De fysieke kant van kleurzin-stoornissen	10
1.1 Aangeboren KZS	10
1.2 Verworven KZS	11
1.3 Afwijkingen bij normaal zien	12
1.4 Voordelen van KZS	13
1.5 Testen	13
1.6 Medisch beroepsgeheim (1)	14
1.7 Beroepsziekte	14
2 Bescherming van mens en organisatie	16
2.1 Wetgeving	16
2.2 Arbocatalogi	17
2.3 NEN en ISO normen	18
2.4 Maatschappelijk verantwoord ondernemen	19
2.5 Arbo Management Systemen	19
2.6 Medisch beroepsgeheim (2)	20
3.1 Beroepskeuze	22
3.2 Enkele beroepen nader bezien	23
3.3 Kleurzintesten en medische eisen	25
4 Ongevallen en KZS	26
4.1 Weten = meten	26
4.2 Ongevallenonderzoek methoden	27
4.3 Medisch beroepsgeheim (3)	29
5.1 Ontwerpen volgens de regelen der kunst	30
5.2 Verkeerd ontwikkelde systemen	32
5.3 Kleurenbril	33
5.4 Fotobewerking	33
6 Maatregelen nemen	34
6.1 Technische maatregelen	34
6.2 Organisatorische maatregelen	35
7 Gedrag	36
7.1 Soorten fouten	36
7.2 Omgevingsfactoren	37
8 Conclusies en aanbevelingen	38
8.1 Conclusies & discussie	38
8.2 Aanbevelingen	39
Eindnoten	41

Literatuur	43
Overige geraadpleegde relevante websites	45
Bijlagen	45

- A. Licht
- B. Scriptievoorstel, verwijderd
- C. Een KZS-bril
- D. Erfelijkheid KZS
- E. Foto's
- F. Beroepsgroepen
- G. Voorbeelden van veilige en onveilige situaties voor KZS
- H. Over Aboma
- I. Abomafoon 9.05 'Kleurgebruik en kleurzin-stoornissen'
- J. Voorbeelden van (bijna) ongevallen

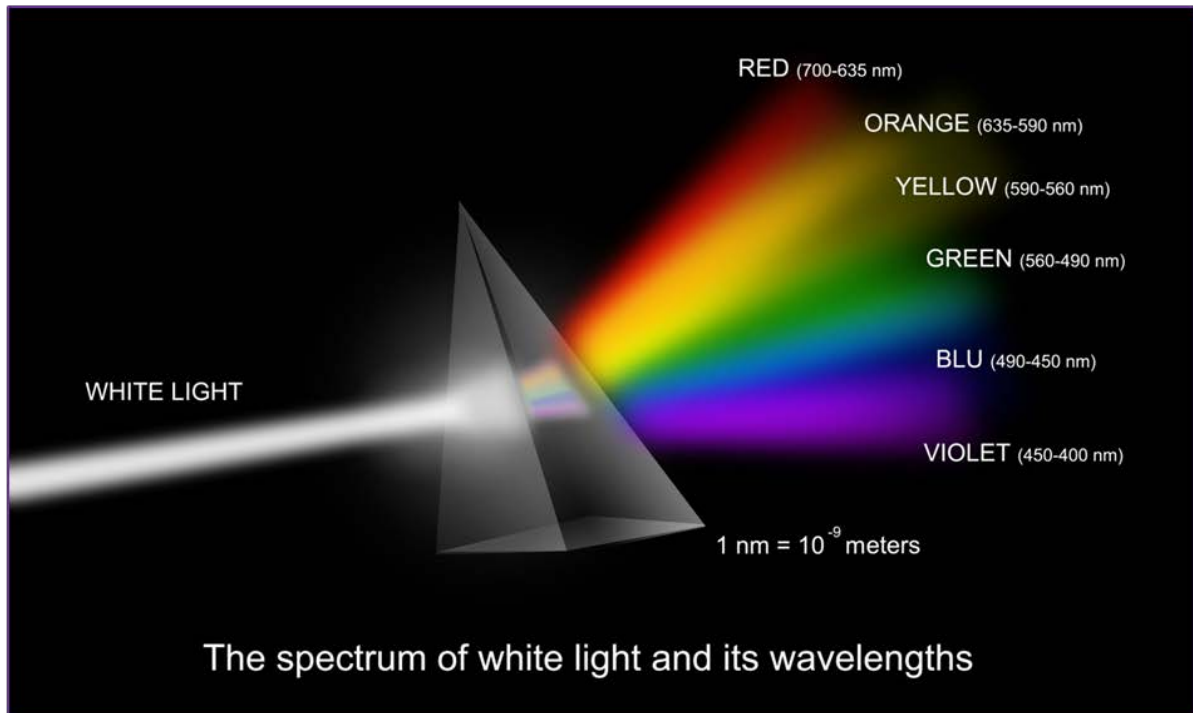


Foto 4 Het spectrum van het witte licht en de golflengten

Nawoord vooraf

*Bij het schrijven van de conclusie weet je
wat de probleemstelling had moeten zijn.
Vrij naar Blaise Pascal (1623-1662), Gedachten*

Tijdens natuurkundelessen op de LTS was ik al verwonderd over het wegvallen van licht en kleuren. De docent vertelde dat lichtsterkte kwadratisch afneemt met de afstand. Hoe kan het dan, vroeg ik me af, dat ik vanuit Enkhuizen een radiotoren aan de andere zijde van het IJsselmeer op afstand van circa 30 km kan zien staan, terwijl je zou verwachten dat de intensiteit van het licht na weerkaatsing op de toren over deze afstand tot nul gereduceerd zou moeten zijn. Ook viel het me op dat de kleur van de toren niet meer was waar te nemen. Volgens de docent, de heer Spaander, zag je niet de weerkaatsing van de toren, maar de afwezigheid van achtergrondlicht in de vorm van de toren.

We waren pas getrouwd toen een lamp die uit de boedel van mijn vrouw kwam kapot ging. Een nieuw bolletje erin leverde niets op. Dus maakte ik de aan-uitschakelaar open. Tot mijn verbazing waren de draden aangesloten met de verkeerde kleuren. Ik vroeg haar: 'Wie heeft dit zo kunnen aan sluiten?' Ze antwoordde: 'Mijn vader, hij is 'kleurenblind'. Daarom is hij geen elektricien geworden, maar organist, zodat hij alleen te maken heeft met notenbalken en toetsen in zwart-wit.' Dat was mijn eerste bewuste kennismaking met dit fenomeen. Later kwam in een gesprek met mijn schoonvader aan de orde dat het zo praktisch is dat steeds meer fietspaden een rode kleur hebben in plaats van zwart. 'Nou,' zei hij, 'dat hebben ze hier nog niet ingevoerd.' Op dat moment ging voor de tweede maal een lichtje bij me op: hij kon het verschil tussen rood en zwart natuurlijk onvoldoende waarnemen.

Toen onze zoon Pim wat ouder werd kwamen we erachter dat hij niet alleen qua karakter op zijn opa lijkt, maar ook de 'kleurenblindheid' heeft meegekregen. Dit viel bijvoorbeeld op bij de tekeningen die hij inkleurde (zie 'Prinses en de prins op het zwarte paard'). Hierdoor ben ik me steeds meer voor dit onderwerp gaan interesseren. Met name na het lezen van het boekje van J. Walraven 'Kleurenblind. Zien en toch niet zien' werd ik getriiggerd om hier verder onderzoek naar te doen. Waarom zijn een aantal beroepen voor Pim en anderen bij voorbaat uitgesloten, enkel vanwege het feit dat zij een andere waarneming hebben van kleuren? Voldoende reden om hier een scriptie aan te wijden. Tijdens de opleiding van de PHOV heb ik boeiende dingen geleerd over veiligheid, met name het terrein van de human error was bijzonder om te ontdekken. Voor dit onderzoek was dat heel verhelderend.

Bedankt!

Mijn dank gaat uit naar mijn vrouw Eveline en onze zoons Pim en Pascal, voor alle tijd die ze mij gunden om de studie hogere veiligheidskunde te kunnen volgen. Niels, Siebe, Ton, Anja, Marjoke en Minke, bedankt voor jullie hulp. Dank voor het enthousiaste PHOV-team: Wim, Dianne en Karin. De discussies met de medestudenten van U-42, in het bijzonder de leden van de scriptiegroep, Henk Barten en Jose waren boeiend. Scriptiebegeleider Henk de Raadt heeft me met raad (hoe kan het ook anders) en daad bijgestaan. De collega's van mt&v opleidingen en organisatieadvies en natuurlijk de Aboma collega's, met name Jos, Hans, Petra en Mitran: hartelijk dank voor jullie steun. Heel behulpzaam waren ook de vele deskundigen die ik over dit onderwerp kon interviewen.

Mijn wens is dat ik met deze scriptie een bijdrage lever om aan te tonen dat een KZS in veel gevallen geen verhoogd risico geeft op ongevallen en dat de ideeën hierover berusten op een deels onterechte aanname.

Amstelveen, 17 juni 2013
Pieter de Boer

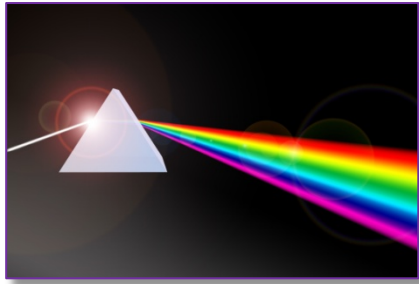


Foto 5 Divergeren

*Objects appear to be certain colors because they absorb and reflect different amounts and wavelengths of light.
Sir Isaac Newton (1642-1727)*

Inleiding

Voor een aantal beroepen worden mensen met een kleurzin-stoornis (KZS) geweerd, zoals treinmachinist, politieagent, piloot, stuurman grote vaart, grondwerker in verontreinigde grond en brandweerman, terwijl aan een lasser of anesthesist op dit vlak geen eisen worden gesteld. Het eerste geeft een situatie van ongelijkheid in maatschappelijke kansen, het tweede veroorzaakt mogelijk gevaarlijke situaties. In de storybuilder database van I-SZW (rivm.nl), waar ruim 23.000 ongevallen in staan, wordt geen verband aangetoond¹ tussen ongevallen en een KZS. Aangezien er meer dan 700.000 mensen een KZS hebben, zou het te verwachten zijn in deze database er enkele tientallen tegen te komen.

Probleem- en vraagstelling

De probleemstelling van deze scriptie verwoord ik als volgt: Bestaat er een verband tussen het hebben van een KZS en hogere kans op incidenten² of ongevallen?

De volgende deelvragen komen aan de orde:

- Is een KZS aangeboren of verworven?
- Worden mensen met een KZS geweerd voor bepaalde beroepen op basis van eerdere ongevallen of is er alleen sprake van *aannames* omtrent de beperkingen en mogelijkheden van KZS?
- Kunnen er maatregelen worden getroffen zodat mensen met een KZS in bepaalde beroepen werkzaam kunnen zijn *zonder* dat daarmee de veiligheid in het geding komt?
- Wordt tijdens ongevalsonderzoeken gekeken naar KZS?
- Zijn mensen met een KZS potentiële brokkenmakers?

Aangezien ik een generalist ben, heb ik verschillende aspecten rond KZS verkend en heeft dit onderzoek een vrij brede veiligheidskundige insteek. Om beter zicht op het thema te krijgen heb ik literatuuronderzoek gedaan en diverse interviews gehouden met deskundigen. In bijlage C kunt u kennis maken met het fenomeen KZS.

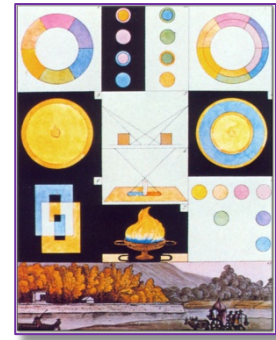
Opbouw

De scriptie is als volgt opgebouwd. Allereerst beschrijf ik wat de fysieke achtergrond is van een KZS. Om zicht te krijgen waar KZS als mogelijk risico wordt onderkend onderzoek ik wetgeving en de Arbocatalogi. Vervolgens breng ik in kaart voor welke beroepen mensen met een KZS worden uitgesloten en in hoeverre dat om veiligheidsredenen is. Daarna bespreek ik of er in de literatuur gevallen bekend zijn die een causaal verband tussen KZS en (verhoogde kans op) ongevallen aantonen. Daarin verwerk ik de gegevens die uit diverse interviews met deskundigen naar voren komen. Tijdens het ontwerpen van machines, werkplekken, in de openbare ruimte en tijdens ongevallenonderzoek blijkt vaak nog onvoldoende rekening te worden gehouden met de KZS handicap. Voor nieuwe ontwerpen is documentatiemateriaal beschikbaar en er zijn diverse richtlijnen opgesteld waar op gelet dient te worden. Deze richtlijnen vallen onder het vakgebied van de ergonomie. Waar nodig maak ik gebruik van dit materiaal, voor het overige is ergonomie geen hoofdonderwerp van dit scriptieonderzoek. Ten dele ga ik in op technische en organisatorische maatregelen en kijk ik naar de rol van het menselijk gedrag.

Tenslotte volgen de conclusies en aanbevelingen.

1 De fysieke kant van kleurzin-stoornissen

Auf Alles was ich als Poet geleistet habe, bilde ich mir gar nichts ein. [...] Daß ich aber in meinem Jahrhundert in der schwierigen Wissenschaft der Farbenlehre der Einzige bin, der das Rechte weiß, darauf tue ich mir etwas zu gute.
Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832)



Cover Zur Farbenlehre

Om kleuren te kunnen waarnemen bevat het menselijk oog kegeltjes. Daarmee kan een persoon met een normale kleurzin tussen de 150 en 200 kleurtinten waarnemen. Er zijn drie typen kegeltjes: rode, groene en blauwe; deze geven zowel helderheids- als kleurindrukken. Als een of meer van de drie typen kegeltjes niet goed of helemaal niet werken, is er sprake van 'kleurenblindheid'. Iedereen ervaart 's nachts dat kleuren niet waarneembaar zijn. In het donker werken de kegeltjes niet, alleen de staafjes. De staafjes geven alleen helderheidsindrukken weer, geen kleur.

In onderstaande paragrafen volgt een uitleg van de verschillende vormen van verstoringen bij het waarnemen van kleuren. De volgende punten komen aan de orde:

- Aangeboren KZS
- Verworven KZS
- Afwijkingen bij normaal zien
- Voordelen van KZS
- Testen
- Medisch beroepsgeheim
- Beroepsziekte

1.1 Aangeboren KZS

In Nederland kunnen zo'n 700.000 mensen bepaalde kleuren niet duidelijk van elkaar onderscheiden. In heel Europa zijn dat er naar schatting zo'n 22,5 miljoen. Hierbij is sprake van gedeeltelijke 'kleurenblindheid', ook wel daltonisme genoemd. Over het algemeen is kleurenblindheid een erfelijke aandoening; er wordt dan gesproken over congenitale of aangeboren dyschromatopsieën (Uvijls, 1998, pag. 20-24). Mannen hebben hier twintig keer vaker last van dan vrouwen, 8% respectievelijk 0,4%, zoals weergegeven in bijlage D. Overigens geeft de JGZ richtlijn (Coenen, 2010, pag. 27) aan dat er in Nederland sprake zou zijn van 4% KZS bij de mannen. Het document waar zij aan refereren was niet te vinden.

De volgende aangeboren stoornissen zijn te onderscheiden:

- *Anomale trichromaten*: een verminderde gevoeligheid voor één soort kleur;
- *Dichromaten*: hierbij is sprake van afwezigheid van de gevoeligheid van één soort kleur;
- *Monochromaten*: deze mensen zijn gevoelig voor slechts één soort kleur;
- *Achromaten*: volledige kleurenblindheid (dus letterlijk zwart-wit zien) komt zeer weinig voor, circa 0,003% van de bevolking. In Nederland zijn dat enkele honderden personen (achromatopsie.nl). Daarom wordt in deze scriptie bij voorkeur de term kleurzin-stoornis (KZS) gebruikt.
- *Nachtblindheid*: hierbij kan men slecht of helemaal niet zien wanneer er weinig licht is. Iemand met nachtblindheid heeft bij de overgang van licht naar donker altijd een aantal minuten tot een uur nodig om weer optimaal te kunnen zien. Het is belangrijk om vast te stellen dat iemand last heeft van nachtblindheid om ongevallen te voorkomen, bijvoorbeeld door 's avonds³ geen auto meer te rijden. Wie nachtblind is, is in het donker namelijk een gevaar op de weg: een nachtblinde kan de zijanten van de weg niet goed zien.

De tri- en dichromaten hebben bijna allemaal (meer dan 99%) een rood-groen defect, ook wel protanooop genoemd. Daarbij hebben zij vooral een probleem om deze kleuren uit elkaar te houden als ze dezelfde kleursterkte hebben (Wickens, 2004, pag. 73). Het blauw-geel defect komt vrijwel niet voor. Deze personen hebben behalve een kleurzintekort normaal gesproken geen andere visuele problemen; zij hebben dus een normale gezichtsscherpte⁴. Wel hebben zij ook last van kleurverwisselingen, bijvoorbeeld bruin met zwart of rood, of ze verwisselen geel met oranje. Het gaat daarbij in de meeste gevallen om onverzadigde kleuren. De kleuren die in de kleurencirkel liggen zijn verzadigde kleuren. De onverzadigde kleuren zijn onzuivere kleuren die zijn gemengd met zwart of wit.

1.2 Verworven KZS

Naast aangeboren KZS kunnen mensen dit ook ontwikkelen (verworven dyschromatopsieën), bijvoorbeeld doordat ze roken, te veel alcohol drinken of diabetes⁵ krijgen. Dit is een onomkeerbaar proces. Een andere oorzaak kan zijn dat medewerkers tijdens hun werk worden blootgesteld aan bepaalde gevaarlijke stoffen. Vanhoorne (1992, pag. 134^{ev}) bespreekt een aantal onderzoeken. Medewerkers (drukkers) die 6,5 uur werden blootgesteld aan 100 p.p.m. toluen mengsel scoorden daarna slechter op kleurzin-testen. Medewerkers die bezig waren met de extractie van plantaardige oliën en daarbij werden blootgesteld aan n-hexaan (met een achtergrondblootstelling van < 500 p.p.m., maar met af en toe een piek van 3.000 p.p.m.) bleken na verloop van 5 tot 21 jaar een KZS te hebben ontwikkeld.

Uit een ander onderzoek waarbij medewerkers werden blootgesteld aan meerdere solvents (tolueen, xyleen, aceton, etc.) bleek eveneens een teruggang van de kleurdiscriminatie. Daarbij werd overigens vastgesteld dat de oogstructuur niet was aangetast. Het vermoeden bestaat daarom dat er sprake is van een neurologische aandoening.

Ook medicijngebruik kan tot verstoringen leiden. Een bekend voorbeeld is Vincent van Gogh,⁶ die vermoedelijk een overdosis heeft gehad van digitalis. Bij diverse schilderijen schilderde hij halo's rond lampen en sterren, zie een detail uit zijn schilderij 'Het nachtcafé' hiernaast. Mensen met andere beroepen, bijvoorbeeld oogartsen, kunnen ook kleurafwijkingen ontwikkelen als ze blootgesteld staan aan laserlicht.



Foto 6 Detail schilderij Van Gogh

- *Contrastverlies*

Een ander belangrijk aspect voor het waarnemen van kleuren is dat met het ouder worden contrastverlies optreedt. 'Iemand van zestig jaar ziet nog maar een derde van de contrasten die hij zag op zijn twintigste.' (Vollenbroek, 2009-B). De witte randen om verkeersborden hebben dus ook voor normaal zienden een verhelderende functie. Op de (groen bewerkte) foto hiernaast is dat duidelijk waarneembaar.

Het verminderen van het vermogen tot fijne kleurdiscriminatie is een andere factor die na de leeftijd van 55 jaar een rol gaat spelen. 'Deze achteruitgang betreft voornamelijk het onderscheid tussen blauw en geel of violet en blauw – groen. De rood/groen discriminatie blijft echter stabiel' (Vandenecker, 2010, pag. 20). De lens wordt geler, men ziet meer pastelkleuren. Blauw valt als eerste weg; deze kleur wordt door de gelige lens als het ware weg gefilterd. Een oogarts⁷ stelde tijdens een interview op Radio1 dat dit de reden is dat Vincent van Gogh zoveel geel gebruikt in zijn latere schilderijen. Een ander voorbeeld hiervan is het 'Japanse bruggetje' van Monet.



Foto 7 Verkeersborden, bewerkt deuteranooop

1.3 Afwijkingen bij normaal zien

Tijdens de schemering wordt iedereen bijziend, dit wordt avond-bijziendheid genoemd (Minnaert, 1974, pag. 120^{ev}). Alleen voorwerpen tot 1 meter zijn dan nog scherp te zien. Daarmee wordt men dus 1 dioptrie bijziend. Dit komt doordat de pupil zich verder moet openen om voldoende licht binnen te krijgen. De randgedeelten van de oog lens worden dan belangrijker, maar die zijn bijziend, waardoor het beeld onscherper wordt. Een tweede punt hierbij is dat onze ogen overdag gevoeliger zijn voor geel, terwijl in de schemering de groenblauwe stralen sterker worden gebroken. Men wordt daarmee bijziend voor blauwgroen: dit wordt een 'chromatische aberratie van het oog' genoemd.



Foto 8 Tekst in rood

Verder relateren onze hersenen kleur ook aan de omgeving. Hieronder wordt in het artikel 'Kleureffecten' (Van Nieuw Amerongen, 2013, pag. 18) uitgelegd hoe dat werkt.

► Kleureffecten

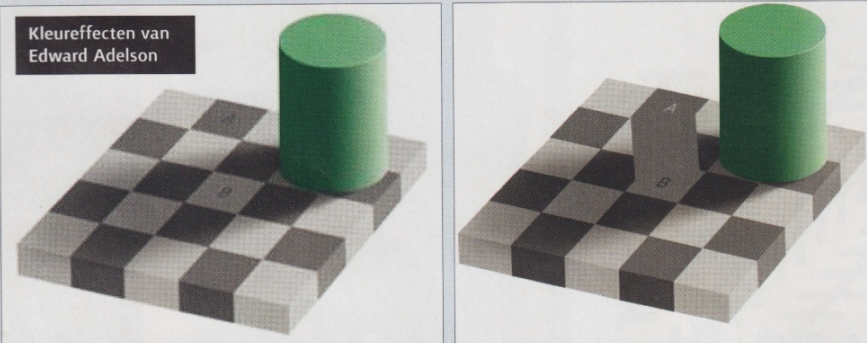
Niet alleen in driedimensionaal opzicht zetten je hersenen het beeld doorgaans in een bepaald perspectief, ook wat betreft kleur vullen ze een en ander zelf in. In 1995 publiceerde professor Edward H. Adelson het dambord met de cilinder.

HOE WERKT HET? Wie niet gelooft dat vlak A en B dezelfde grijs tint hebben, is snel uit de droom geholpen als hij naar het tweede plaatje kijkt. Niet te geloven

toch? De tinten zijn precies hetzelfde! Je hersenen vertalen de schaduw als vanzelf zodanig dat de schaduw niet stoort met het zien van de kleur. Wonderlijk! Deze eigenschap van je hersenen is onmisbaar voor het correct waarnemen van je omgeving.

Je visuele systeem heeft verschillende trucs om schaduwen waar te nemen en te corrigeren:

- Het vergelijkt op basis van 'plaatselijk contrast'. Vlak B is in verhouding tot de andere vlakken in de schaduw licht. Vlak A is in vergelijking met de andere vlakken buiten de schaduw donker.
- Het besef van het brein dat randen van een schaduw vaak minder scherp zijn. De schaduw in de figuur lijkt hierdoor echt op een schaduw. Bovendien is het object dat het veroorzaakt ook nog eens zichtbaar.
- Het feit dat de schaduwranden dwars door de lijnen van het object heen lopen. Dit helpt je om de vlakken consistent van kleur te 'denken'.



Kleureffecten van Edward Adelson

Figuur 1 Kleureffecten

- *Niet KZS, maar wel zaken missen*

Ook al heeft een medewerker geen KZS, daarom kan hij evengoed zaken missen. Mensen hebben vaste gewoontes en als het gaat om kleine veranderingen, wordt dat niet opgemerkt (Vollenbroek, 2005, p. 38). Daarnaast kan men bijvoorbeeld visueel of auditief zijn afgeleid zijn. In het rapport over het treinongeval Singelgracht wordt dit gegeven uitgebreid besproken (Weide, 2012). Het blijkt dat mensen voor een groot deel 'op de automatische piloot' werken. Ook heeft het veel met verwachtingen te maken. Bij het door rood rijden van een trein heeft de machinist het gele licht (hij nam (onjuist) geel met een 8 waar [=afremmen naar 80km/h]) al gemist, dat aangeeft dat het volgende sein op rood staat. Het rijden door het rode sein is eerder een gevolg dan de oorzaak⁸.

Een illustratie van een dergelijk verwachtingspatroon dat ontstaat door routinematig handelen is een persoonlijke ervaring. Meerdere keren per week rijd ik langs de verkeerslichten onderaan de afrit A-9 in Amstelveen.

Vanaf de afrit kun je schuin op de verkeerslichten van de auto's van rechts kijken. Ik had ontdekt dat als die op oranje en rood sprongen, de verkeerslichten op de linkerbaan van de afrit op groen sprongen en ik meteen kon doorrijden. Tot die keer dat ik weer in de startblokken zat maar het licht op rood bleef: er kwam een bus over de busbaan van links! Die kreeg blijkbaar voorrang, een situatie die ik niet eerder had meegemaakt. Ik schrok ervan.

- *Zien wat er niet is, niet zien wat er wel is*

Er komen steeds meer mogelijkheden op het gebied van kleuren bij lampen, maar daarbij komen mogelijk meer gevaarlijke situaties voor. Bij de groene lampen die in het kader van natuur & milieuoverwegingen steeds vaker langs de weg worden toegepast zullen bepaalde signalen minder goed zichtbaar zijn. Dit geldt ook voor het gebruik van natriumlampen. Een voorbeeld⁹ daarvan is de situatie waarin een medewerker struikelde over een rood-wit afzethek. Dit hek werd 's nachts door de medewerker over het hoofd gezien, omdat door de rode gloed van de natriumlampen de rode kleur wegviel tegen de zwarte achtergrond.

Op deze foto van Rijkswaterstaat (RWS) is goed te zien welk verschil verlichting kan geven als het gaat om kleurwaarneming. RWS heeft de led-verlichting aangebracht met het oog op energiebesparing. 's Nachts is de led-verlichting echter soms heel fel, bijna verblindend. Ook lijken de overgangen van licht naar donker groter (Uvijls, 1998, pag. 188-195). Het verdient aanbeveling als RWS nader onderzoek doet naar de effecten van verschillende typen verlichting.



Foto 9 Hogedruknatrium verlichting versus ledverlichting

1.4 Voordelen van KZS

Toch heeft een KZS niet alleen nadelen. Volgens de GGD Flevoland (2009) is er ook een aantal voordelen te benoemen. Mensen met een KZS zien 's nachts beter. Zij letten op contouren en worden daarom minder misleid door camouflage. Zij compenseren hun gebrek aan kleurwaarneming over het algemeen met een betere algemene waarneming. Ook zijn zij vaak beter in het onderscheiden van nuances.

Een interessant voorbeeld dat hierop aansluit¹⁰: 'In de Tweede Wereldoorlog vlogen kleurenblinden mee in verkenningsvliegtuigen om door de (voor hen juist niet) misleidend gekleurde camouflage netten heen te kijken en op de vorm van verborgen tanks en kanonnen te letten.' Met infrarood camera's kan men tegenwoordig een soortgelijk effect bereiken.

1.5 Testen

Er zijn diverse testen ontwikkeld om vast te stellen welke vorm van KZS iemand heeft, zoals Ishihara, AO-HRR, Okuma, TMC, CCVT, etc. Hier is veel literatuur over verschenen. Uvijls (1998) bespreekt vrijwel alle testen, ongeveer 40 stuks¹¹. Vermoedelijk heeft het volledig willen uitsluiten van ongevallen als gevolg van een KZS meer te maken met veiligheidsutopie¹², dan met de werkelijkheid. Het bijzondere van deze testen is namelijk dat ze niet allemaal dezelfde uitkomst geven.

Met de ene test wordt namelijk iemand geweerd die er bij een andere test wel doorheen komt. Sommige testen zijn uit het hoofd te leren.

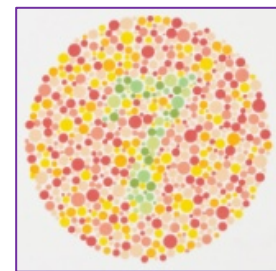


Foto 10 Kleurentest

Ook zijn er gevallen bekend waarbij normaal kleurenzienden bepaalde testen slecht maken en dus worden afgekeurd. De Amerikaanse luchtvaartcommissie (Barbur, 2009, pag. 48) heeft hierover een boeiend rapport opgesteld.

Zij stellen onder andere dat 35% van de mensen met een KZS in de huidige vliegtuigen (dus zonder verdere aanpassingen) veilig kan vliegen. Zij bepleiten een herziening met betrekking tot de (afkeur)standaarden voor kleurwaarneming voor piloten.

Bij het testen is voorts een aantal zaken vreemd te noemen:

- De testen worden in een statische omgeving afgenomen onder bepaalde lichtomstandigheden, terwijl de waarneming in de werksituatie in wisselende omstandigheden zal plaatsvinden;
- De Ishihara-test mag niet worden afgenomen met een zonnebril op¹³. Dit is vreemd, aangezien zonnebrillen niet alleen Uv-straling filteren, maar zeker ook invloed hebben op de kleurwaarneming;
- Bij de meeste testen gaat het om het kunnen waarnemen van absolute kleurverschillen, terwijl het in de praktijk meestal gaat om het kunnen onderscheiden van graduele kleurverschillen.

In deze scriptie zullen de verschillen tussen de kleurzintesten grotendeels buiten beschouwing worden gelaten, aangezien dit buiten de scope van het onderzoek valt.

1.6 Medisch beroepsgeheim (1)

Wordt een KZS opgenomen in een medisch dossier (keuringen, testen, etc.) van een medewerker? Voor zover ik heb kunnen nagaan wordt dit niet structureel gedaan. Het gegeven wordt daar echter wel in opgenomen als iemand voor een aanstelling een medische keuring moet ondergaan. Overigens zijn bij veel beroepen aanstellingskeuringen in de jaren tachtig afgeschaft in verband met de wettelijke eis over nut en noodzaak versus discriminatie. Men mag alleen nog maar functionele eisen stellen. Voor een aantal beroepen kan het bijvoorbeeld nog wel worden verplicht als de noodzaak hiervoor blijkt uit de RI&E of is vastgelegd in Europese wet- en regelgeving. Voor de bouw zijn door Stichting Arbouw regels voor intredekeuring en PAGO van zo'n honderd beroepen vastgelegd in een document voor de bedrijfsartsen. Een aantal daarvan bevatten eisen voor KZS, zowel voor kwaliteit (schilder) als veiligheid (werken in verontreinigde grond).

Als een medewerker zelf over KZS heeft gesproken met een huisarts of bedrijfsarts, kan daarvan een aantekening in het dossier zijn gemaakt. Maar ook al staat een KZS in de medische informatie, dan moet de betrokken persoon zelf toestemming geven om het te mogen gebruiken in bijvoorbeeld een ongevalsonderzoek. Hierbij speelt het medisch beroepsgeheim een grote rol (Kolk, 2013). Een ander punt is dat als iemand zelf weet dat hij een KZS heeft, maar dat niet heeft gemeld en er geen keuring heeft plaatsgevonden, er ook geen aantekening in het medisch dossier zal staan. In het kader van ongeval onderzoek kan KZS door het onderzoeksteam op basis van reconstructie worden vastgesteld.

1.7 Beroepsziekte

De vraag die verder gesteld kan worden is of er bij KZS sprake is van een (h)erkende beroepsziekte. Voor zover ik heb kunnen nagaan op de officiële site beroepsziekten.nl is dat in Nederland niet het geval. Eigenlijk is dat vreemd, aangezien de blootstelling tijdens het werk aan de eerder genoemde solvents wel degelijk een KZS tot gevolg kan hebben.

Twee andere oog gerelateerde aandoeningen worden wel erkend als beroepsziekte, namelijk 'lasogen' en 'oogklachten & beeldschermwerk'. Bij deze laatste wordt melding gemaakt van verminderd gezichtsvermogen als mogelijk effect.

Wel wordt een KZS sinds kort officieel erkend als handicap. Daarmee valt het onder de wet WBGH/CZ, waarover meer in het volgende hoofdstuk.

Samenvatting

In dit hoofdstuk hebben we gezien dat er in Nederland zo'n 700.000 mensen een KZS hebben. Aangenomen wordt dat deze mensen mogelijk meer dan anderen gevaar lopen op het krijgen van een ongeval, met name in situaties waarbij in het ontwerp geen rekening is gehouden met hun handicap. Er zijn verschillende vormen van KZS. De meest voorkomende variant, 99%, is de rood-groen variant.

Daarnaast zijn er mensen die op latere leeftijd een KZS oplopen. Dat kan werkgerelateerd zijn. Daarom is het opvallend dat deze stoornis niet in de lijst met beroepsziekten voorkomt. Tot slot kunnen mensen zonder KZS in diverse situaties ook fouten maken bij het beoordelen van kleuren.

Stoornis	Percentage	Aantal in Nederland circa
kleurzin-stoornis	8% man, 0,4% vrouw	700.000
geheel kleurenblind	0,003%	200
nachtblindheid	1 op 3.000	5.000
verworven KZS	onbekend	onbekend
contrastverlies	> 45 jaar	1.500.000

Tabel 1 Overzicht aantal personen met een KZS

2 Bescherming van mens en organisatie

*Vroegtijdige en vooruitziende vrees is de moeder van veiligheid.
Edmund Burke (1729-1797)*

*Het wantrouwen is de moeder van de veiligheid.
Jean de la Fontaine (1624-1695)*

De overheid stelt regels op waar bedrijven en organisaties zich aan dienen te houden om mogelijke ongevallen te voorkomen. Daarbij is het in het licht van deze scriptie interessant of er rekening wordt gehouden met KZS. Met name het juridische aspect zal in de hoofdstuk de revue passeren:

- Wetgeving
- Arbocatalogi
- NEN en ISO-normen
- Arbo Management Systemen
- Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen
- Medisch beroepsgeheim

2.1 Wetgeving

In de Nederlandse/Europese wetten zijn voor kleurgebruik in relatie tot beroepen geen doelvoorschriften opgesteld. Het gevolg hiervan is dat het ene petrochemische bedrijf mensen met een KZS voor een bepaalde functie afkeurt, terwijl een ander, soortgelijk bedrijf geen eisen stelt aan dezelfde functie. Mogelijk is dat ook afhankelijk van de reeds getroffen maatregelen om functioneel kleurgebruik in de werkomgeving toe te passen. Volgens de heer Noothoven (Oudenampsen, 2010, pag. 6) ligt hier voor het ministerie van I-SZW een belangrijke taak. Zij zouden onder andere moeten aangeven bij welke functies KZS een rol speelt en welke toetscriteria daarbij worden gehanteerd. Volgens hem is dat geen vrijblijvende zaak, omdat de Wet Gelijke Behandeling op grond van handicap of chronische ziekte (WBGH/CZ) hiertoe verplicht. Deze wet geldt voor arbeid en openbaar vervoer, etc. (Noothoven, 2011). Deze wet stelt in artikel 3 lid a: Onderscheid is verboden bij 'de aanbidding van een betrekking en de behandeling bij de vervulling van een openstaande betrekking.' Echter, in artikel 3 lid 1 staat: 'Het verbod van onderscheid geldt niet indien: het onderscheid noodzakelijk is ter bescherming van de veiligheid en de gezondheid.'

Hier treedt het spanningsveld op. Enerzijds dient men kandidaten fair te behandelen, anderzijds mag de veiligheid niet in het gedrang komen. Een bijkomend punt is de Arbeidsomstandighedenwet¹⁴. In hoofdstuk 2 'Arbeidsomstandighedenbeleid', artikel 3, lid 1c staat: 'De inrichting van de arbeidsplaatsen, de werkmethoden en de bij de arbeid gebruikte arbeidsmiddelen alsmede de arbeidsinhoud worden zoveel als redelijkerwijs kan worden geveerd aan de *persoonlijke eigenschappen* van werknemers aangepast'. Verder wordt in het Arbobesluit in artikel 5.4 het volgende gesteld: 'Tenzij dit redelijkerwijs niet kan worden geveerd, worden werkplekken ingericht volgens de ergonomische beginselen.'

Ook vanuit het Burgerlijk Wetboek kan worden gekeken naar KZS:

- 'De werkgever moet die maatregelen nemen die *redelijkerwijs* nodig zijn om te voorkomen dat een werknemer in de uitoefening van zijn functie schade lijdt (art. 7:658 lid 1 BW).'
- 'Schiet een werkgever hierin tekort, dan is hij jegens de werknemer aansprakelijk voor schade die deze in de uitvoering van zijn werkzaamheden lijdt, tenzij er sprake is van opzet of bewuste roekeloosheid (art. 7:658 lid 2 BW).'

Hieruit volgt dat de werkgever de arbeidsomstandigheden etc. moet optimaliseren om daarmee de kans op fouten en ongevallen te minimaliseren.

Mij is niet bekend of er door KZS werknemers schadeclaims zijn ingediend voor geleden schade doordat de werkgever niet in een veilige werkplek had voorzien.

In de Machinerichtlijn 2006/42/EG staan in bijlage 1 twee zaken die relevant zijn voor KZS, namelijk bij de onderwerpen:

- Bedieningsorganen (§ 1.2.2): 'Als een bedieningsorgaan zodanig is ontworpen en gebouwd dat er verschillende handelingen mee kunnen worden verricht, dat wil zeggen dat de werking ervan niet eenduidig is, moet duidelijk worden aangegeven welke handeling is gekozen en moet deze keuze zo nodig worden bevestigd.'
- Alarminrichting (§ 1.7.1) 'Worden de voorschriften van de specifieke richtlijnen inzake kleuren en veiligheidssignalen toegepast?'

Hierbij is het van belang niet alleen te letten op knoppen die te maken hebben met noodsituaties. Ook in 'normale omstandigheden' kan¹⁵ bij niet-eenduidig kleurgebruik sprake zijn van gevaarlijke situaties. Denk bijvoorbeeld aan de indeling van de knoppen op een gasfornuis; dat is niet bij alle merken gelijk.

In de 'Richtlijn certificering machinisten' (2007, pag. 17) staan de eisen vermeld waaraan een machinist moet voldoen. Dit is een hele pagina vol, waarbij niet alleen kleurenblindheid wordt genoemd, maar ook onvoldoende contrast, progressieve oogziekten en binoculair gezichtsvermogen. Met dit laatste wordt het waarnemen met twee ogen bedoeld: het goed kunnen inschatten van afstand. Op het punt van KZS is deze richtlijn feitelijk in strijd met de eerder genoemde wet WBHG/CZ.

Tenslotte kan op het gebied van ontwerpen (Peereboom, 2012, pag. 861) verwezen worden naar de Europese Resolutie Resolution ResAP 2001-1. Deze resolutie is ook door Nederland ondertekend¹⁶. Hiermee hebben wij ons verplicht om 'Design for All' en 'Toegankelijkheid voor de samenleving' op te nemen in de curricula van de beroepen in de bouwsector.



Foto 11 Kleur en tekst

2.2 Arbocatalogi

Sinds 2010 zijn in Nederland de Arbocatalogi ingevoerd. Deze regeling is tot stand gekomen vanuit de SER en is overgenomen door Inspectie Sociale Zaken en Werkgelegenheid (I-SZW).

Een definitie¹⁷ van de Arbocatalogus luidt: 'Een geheel van afspraken tussen werkgevers en werknemers (op brancheniveau) waarin wordt bepaald welke van de methoden of middelen zullen worden ingezet om aan de doelvoorschriften (uit de Arbowetgeving) te kunnen voldoen.'

Voor bedrijven en organisaties geldt dat de wet bindend is. Naast de wet zijn er niet-bindende regels zoals NEN-normen, AI-bladen en de hierboven genoemde Arbocatalogi. Op het gebied van kleurgebruik is een en ander vastgelegd in bijvoorbeeld de NEN 3011 en ISO 7010. Door NEN-normen in de Arbocatalogus op te nemen gaat de I-SZW hierop handhaven. Dat betekent 'dat in arbocatalogi vastgelegde afspraken als wetgeving geïnterpreteerd dienen te worden binnen de betreffende branche' (Wickens, 2004, pag. 864).

Voor mijn onderzoek heb ik een aantal mijns inziens relevante Arbocatalogi¹⁸ onderzocht op het benoemen van veiligheidsrisico's als gevolg van kleurgebruik. Daarbij ben ik het volgende tegengekomen:

Branche	Vermeld in catalogus	Mogelijke risico's
Bouw & infra	nee	Niet bij chauffeurs, asfaltwegenbouwer, ook nachtwerk/nachtblindheid wordt niet genoemd. Verontreinigde grond: verkleuring geeft mogelijke vervuiling aan.
Laboratoria	nee	Chemische reacties, kleuren van gasflessen.
Apotheken	nee	Verkeerde medicijnen
Binnenvaart	nee	Noemt wel dat hindernissen (bijvoorbeeld trappen) met een contrasterende kleur dienen te worden aangegeven.
Railinfra ¹⁹	ja	In elk geval mag de gekozen kleur de waarneming van veiligheids- en gezondheidssignalering (zoals verbods- of waarschuwingsborden) niet beïnvloeden; KZS wordt niet genoemd bij beeldschermwerk!

Tabel 2 Arbocatalogi en KZS

Bij de Risico Inventarisatie & Evaluatie zou KZS standaard moeten worden meegenomen. Er dient aandacht aan te worden besteed bij de onderwerpen 'inrichting arbeidsplaatsen' (inclusief beeldschermwerk), 'gevaarlijke stoffen', 'arbeidsmiddelen' en specifieke werkzaamheden'.

Om de grootte van het risico te bepalen zou er gebruik gemaakt kunnen worden van de relatieve kwantitatieve risicoclassificatie van Kinney & Wiruth (1976). Om het risico te bepalen dient daarbij gekeken te worden hoeveel de blootstellingsduur is in situaties waarin kleuren een essentiële rol spelen, hoe waarschijnlijk het is dat niet-eenduidige kleuren voor een verkeerde handeling kunnen zorgen en wat het mogelijke effect is. Ook dient het werken met de eerdergenoemde solvents te worden geïnventariseerd. Hieruit kan dan een maatregel volgen die wordt opgenomen in het Plan van Aanpak.

2.3 NEN en ISO normen

Op de website van het NNI staat de volgende tekst te lezen: 'De Europese technische normcommissie CEN/TC 159/SC5/WG5 is bezig met een NWIP (New Work Item Proposal) "Accessible Design Colour Combination" voor jongeren en ouderen. Deze internationale norm beschrijft een methode voor het ontwerpen van een opvallende kleurencombinatie voor visuele symbolen en borden met als doelgroep oudere mensen en jongeren. De norm is gebaseerd op het concept van systematische kleurperceptie bij fotopische en metopische lichtomstandigheden. Deze internationale norm past het ontwerp toe van visuele symbolen en borden waarbij kleurencombinaties opvallend worden gemaakt voor ouderen en jongeren. Dit document is ook van toepassing op visuele symbolen en borden voor mensen die kleurenblind zijn of die een medische oogafwijking hebben.'

Een andere norm is 'ISO 24502:2010'. Deze gaat over leeftijdgebonden contrastzicht. Hierin staat onder meer: '...does not apply to visual signs and displays seen by people with colour defects whose spectral luminous efficiency is different from those with normal colour vision, nor those seen by people with low vision.'

Een nadeel van deze ISO-normen is dat men ze (tegen hoog tarief) moet aanschaffen. Ze zijn dus niet vrij verkrijgbaar. De vraag is dan hoeveel ontwerpers deze normen zullen aanschaffen. Anderzijds is het wel een grote markt en verplicht de Arbowet ontwerpers om te voldoen aan 'de stand van de wetenschap en techniek'.

2.4 Maatschappelijk verantwoord ondernemen

Een bedrijf dat maatschappelijk verantwoord wil ondernemen zal ook gericht nadenken over het in dienst houden of nemen van gehandicapten. Daarbij zou men intern kunnen kijken welke kansen en mogelijkheden, subsidies bijvoorbeeld, er zijn om de omgeving van iemand met een KZS aan te passen aan de handicap. Daardoor is het minder vaak nodig hen uit te sluiten voor bepaalde functies en zal minder talent worden verspild. Om voor subsidie in aanmerking te komen dient de werkgever contact op te nemen met het UWV.²⁰ Het gaat hier om de extra kosten van de aanpassingen die de werkgever aan de werkplek dient te doen om een werknemer in dienst te nemen dan wel te houden. De aanvraag voor voorzieningen worden getoetst door een bedrijfseconomisch adviseur. Deze zal onder meer kijken naar de terugverdieneffecten van de investering. Over het algemeen worden geen preventieve maatregelen vergoed, wel technische en organisatorische aanpassingen. Daarnaast mag de aanpassing geen concurrentievoordeel opleveren voor de werkgever en betreft het een individuele aanpassing, dus geen collectieve voorziening.

Om in aanmerking te komen voor een Wajong-uitkering zal een KZS over het algemeen geen grond zijn, aangezien er volgens UWV voldoende werkzaamheden zijn waarbij KZS geen rol speelt. Een uitzondering vormt de aandoening achromatopsie. Een persoon met deze handicap zou mogelijk met succes aanspraak kunnen maken op een Wajong-uitkering, dan wel een tegemoetkoming in de kosten die een werkgever moet maken om deze persoon te kunnen laten werken.

2.5 Arbo Management Systemen

Om risico's van te voren in te schatten wordt een risicoanalyse gemaakt. Het doel is prospectief (voortuitblikkend) naar de organisatie te kijken (Alphen, 2010, pag. 18). Zo kan op een proactieve wijze naar de risico's worden gekeken. Om risicobeheer op een systematische manier te organiseren gebruiken veel bedrijven een Arbo management systeem. Daarbij gaat het om het managen van technische en organisatorische voorzieningen, de zogenaamde barrières.

Veel van deze systemen werken volgens de PDCA-cyclus²¹. Deze kan worden gekoppeld aan de RI&E. De bedoeling is om als organisatie van fouten te leren, na te gaan of de verantwoordelijken de juiste beslissing hebben genomen.

Bij het invoeren van een OHSAS 18.000 systeem (NNI, ICS 13.100, 2000) kan KZS worden meegenomen bij het voldoen aan paragraaf 4.3.1, 'Planning voor identificatie van gevaren, risico beoordelingen en risicobeheersing'. Paragraaf 4.4.2 zou kunnen worden geïnterpreteerd als 'rekening houden met het vermogen om kleuren te kunnen onderscheiden'.

In de VCA norm (2008/5) wordt in hoofdstuk 9 de vraag gesteld: 'Worden medewerkers voor specifieke functies en/of bij tewerkstelling op specifieke werkplekken, mede op basis van geïnventariseerde risico's, beoordeeld op medische geschiktheid? Hierbij zou KZS als mogelijk risico naar voren kunnen komen.

Eveneens in de VCA-norm²² en VCU-norm staat dat een aannemer, dan wel het uitzendbureau, de medische geschiktheid van de (uit te lenen) werknemers moet registreren. Daarbij zou een KZS kunnen worden vermeld. Overigens geeft de norm niet aan *welke* medische zaken geregistreerd moeten worden. Voor zover ik heb kunnen nagaan²³ wordt een KZS niet vastgelegd. Anderzijds is het de vraag of het vastleggen van deze informatie niet in strijd is met het medisch beroepsgeheim.



Figuur 2 Deming cirkel

2.6 Medisch beroepsgeheim (2)

In diverse wetten is het medisch beroepsgeheim vastgelegd. Voor de individuele gezondheidszorg is dat vastgelegd in de Wet BIG, artikel 88, 11 november 1993. In de Wet op de geneeskundige behandelingsovereenkomst (WGBO, 17 november 1994), staat in artikel 7:457: 'De hulpverlener draagt zorg, dat aan anderen dan de patiënt geen inlichtingen over de patiënt dan wel inzage in of afschrift van de bescheiden, worden verstrekt dan met toestemming van de patiënt.'

In het Wetboek van Strafrecht, artikel 272, staat zelfs: 'Hij die enig geheim waarvan hij weet of redelijkerwijs moet vermoeden dat hij uit hoofde van ambt, beroep of wettelijk voorschrift dan wel van vroeger ambt of beroep verplicht is het te bewaren, opzettelijk schendt, wordt gestraft met gevangenisstraf van ten hoogste een jaar of geldboete van de vierde categorie.' Overigens mag het beroepsgeheim wel worden doorbroken (Mertens, 2012, pag. 109) indien er bijvoorbeeld zwaarwegende belangen zijn, maar dat zal in het geval van KZS niet aan de orde zijn. Verder is er op 8 april 2012 een uitspraak gedaan door het Europese Hof van de Rechten van de Mens dat een werkgever geen recht heeft op inzage van het medisch dossier van de werknemer. Dit om de werknemers te beschermen. Wel kan de werkgever de rechter vragen een onafhankelijke arts naar het medisch dossier van betreffende werknemer te laten kijken.

Samenvatting

In dit hoofdstuk is aan de orde gekomen dat er in wet- en regelgeving weinig concreets is vastgelegd als het om een KZS gaat. Wel komt in verschillende wetten duidelijk naar voren dat de werkgever de werkomgeving van de werknemer veilig dient te maken en dat een werknemer op grond van handicap niet mag worden geweerd van bepaalde functies – tenzij de veiligheid nadrukkelijk in gevaar is. Subsidie aanvragen om de werkplek aan te passen is mogelijk. Ook is er een aantal normen en richtlijnen opgesteld die adviezen geven over veilig en eenduidig kleurgebruik.

In het volgende hoofdstuk zal aan de orde komen in hoeverre beroepskeuzeadviseurs en werkgevers bekend zijn met de KZS-problematiek.



Foto 12 Tekst toegevoegd aan kleur (1)

3 Kleuren, blinde vlek?

Door rekening te houden met de persoonlijke (lichamelijke of biotische en geestelijke of psychische) eigenschappen van werknemers bij de samenstelling en toewijzing van taken, kan de arbeidsinhoud zowel bijdragen aan de vakbekwaamheid als aan het welzijn van die werknemers.
Johann Diederich Brüggemann (1933-2002)

Het is in het kader van dit onderzoek nuttig om te bezien in hoeverre een KZS een rol speelt bij het al dan niet kunnen uitoefenen van een beroep. Daarbij zal met name gekeken worden naar de beroepen waarbij de veiligheid in het geding is. Ook het historisch aspect zal worden meegenomen. De volgende onderwerpen komen aan de orde:

- Beroepskeuze
- Enkele beroepen nader bezien
- Kleurzin-testen en medische eisen

3.1 Beroepskeuze

In deze paragraaf wil ik stilstaan bij welke beroepen KZS een rol speelt? De volgende tekst²⁴ over KZS stelt: *'Er zijn beroepen waarvoor een goede kleurenzin nodig is, zoals beroepsmilitair, kunstschilder, fotograaf, modeontwerper, kleuterleider, binnenhuisarchitect, industrieel ontwerper, piloot, treindienstleider, treinmachinist, scheikundige (kleurreacties), aardrijkskundige (kaartgebruik) en politieagent. Dit betekent echter niet dat een kleurenblinde per definitie uitgesloten is. Vaak wordt de gradatie bepaald waarin het voorkomt afgezet tegen de vereisten voor de functie. Zo kan een kleurenblind persoon die de Ishihara-test niet haalt, een Private Pilot Licence halen met restrictie voor alleen overdag vliegen.'* Met name de laatste opmerking is bevreemdend. Het zien van kleuren heeft niet alleen te maken met de omgeving, maar ook met de te gebruiken instrumenten in de cockpit. Daarnaast heeft een persoon met een KZS 's nachts in elk geval hetzelfde en mogelijk een beter onderscheidingsvermogen dan een normaal ziend persoon.

Een andere vreemde eend in de bijt in de opsomming is de genoemde kleuterleider. In de uitgebreide lijst van het Verwey-Jonker instituut (Oudenampsen, 2010, pag. 47) komt deze functie niet voor. De vraag is welke problemen dit zou geven. Mogelijk valt te denken aan het beoordelen van de versheid van voedsel, de gelaatskleur van zieke kinderen, maar dit lijkt me voor veel meer beroepen een aandachtspunt. Wel valt hierbij te denken aan het verkeerd aanleren van kleuren aan de kinderen. Voor de veiligheid heeft het geen gevolgen.

Jeugdzorg

Opvallend is dat het Nederlands Centrum Jeugdgezondheid (NCJ) in 2002 is gestopt met het testen van kinderen op KZS, tenzij er klachten of twijfels zijn. Volgens hen is het een 'erfelijke aandoening waar geen behandeling voor bestaat'. Ook stellen zij dat het aantal beroepen waarvoor optimaal kleurenzien vereist is *gering* is (Coenen, 2010, pag. 77). In het genoemde rapport van het Verwey-Jonker instituut staan daarentegen 135 beroepen die mogelijk problematisch zijn voor mensen met een KZS. Uvijls (1998, pag. 251) heeft een lijst met 151 beroepen. In de bijlage F heb ik bij de betreffende beroepen aangegeven in hoeverre ze te maken hebben met veiligheid of andere factoren. Voor zover mogelijk worden eveneens onveilige situaties aangegeven.

Beroepskeuze-adviseurs

Navraag bij beroepskeuze-adviseurs²⁵ (AOB Compaz) levert op dat er in hun opleiding weinig wordt stilgestaan bij KZS. Wel hebben de meesten 'een lijstje in hun hoofd' met de meest voor de hand liggende beroepen waarbij KZS een rol speelt. Dit bevestigt het beeld dat er in opleidingenland heel weinig oog is voor de consequenties van KZS. Het is wenselijk dat hier een handleiding²⁶ voor wordt opgesteld, zodat zij jongeren gerichter kunnen adviseren bij de keuze van een beroep en alternatieven kunnen aanreiken.

Mogelijk heeft de schoolarts ook een rol in het aangeven van de consequenties bij de beroepskeuze als blijkt dat een leerling een KZS heeft. Hiernaar heb ik geen onderzoek gedaan.

HRM

Het is bevreemdend dat een lasser niet wordt gekeurd voor KZS, terwijl de inhoud van gascilinders²⁷ wordt aangegeven middels een kleurcodering op de schouders van de cilinders. Ook voor de functie van anesthesist worden geen eisen op dit gebied gesteld. Anderzijds staat in de keuringseisen voor het werken in verontreinigde grond wel een eis met betrekking tot KZS; maar daar blijkt in de praktijk lang niet altijd naar gekeken te worden. Bij Aboma worden liftinspecteurs niet getest op KZS, terwijl bij inspecties het juist zien van kleuren belangrijk is, bijvoorbeeld bij het aflezen van displays.

Voor een politieagent is een goede kleurwaarneming wel een vereiste²⁸. Als argument wordt daarbij gegeven dat men een juist signalement moet kunnen opgeven. Dit is op z'n minst vreemd. Alsof kleur bij een signalement belangrijker is dan lengte of vorm. Ook zullen de meeste criminelen niet met pastelkleurige kleding lopen, eerder in zwart. Ook heeft dit argument weinig of niets met veiligheid te maken. Ook met het blote oog onzichtbare DNA-spray kan helpen bij het identificeren van een dader.

Bij de KZS-eis voor de brandweer wordt door de landelijke organisatie doorverwezen naar de Arboarts van de betreffende korpsen. Een sollicitant²⁹ voor vrijwillige brandweerman vertelde dat hij, ondanks zijn afkeuring in verband met zijn KZS, na aan de Arboarts te hebben gevraagd wat er dan allemaal mis zou kunnen gaan, alsnog werd goedgekeurd. Daarbij wordt de indruk gewekt dat er sprake is van willekeur.

Voor bepaalde werkzaamheden in de petrochemie blijkt dat ook het geval te zijn. Het ene bedrijf stelt niet-KZS als een verplichting, terwijl een ander bedrijf voor een soortgelijke functie deze eis niet stelt³⁰. De vraag is welke overheidsinstanties hierop (dienen te) handhaven. Mogelijk is hier een rol weggelegd voor I-SZW.

3.2 Enkele beroepen nader bezien

Machinisten

Voor machinisten wordt de KZS eis opgesteld door de Inspectie Leefomgeving en Transport. De testprocedure is uitvoerig en maakt dat er weinig twijfel is over het wel of niet voldoende kleuren kunnen zien. Mensen voelen zich serieus genomen en ook behandelende oogartsen zijn overtuigd van de zin van de KZS-eis.³¹ Dat is bijvoorbeeld bij hartproblemen anders en leidt tot veel discussie. Voor zover bekend heeft bij NS nog nooit iemand de eis rond KZS aangevochten.

Bij de test voor machinisten wordt naar nachtblindheid wel gevraagd, maar dat blijkt lastig te testen. Dat is voor NS een punt van zorg, met name in combinatie bij het gebruik van zonnebrillen, die in de schemer leiden tot een verminderde visus, maar wel zijn toegestaan. Zoals reeds eerder opgemerkt is het vreemd dat de Ishihara-test beslist niet met een zonnebril op mag worden afgenomen.

Voor de technici gelden bij NS geen eisen met betrekking tot kleurenzien. Er is daar wel een praktische test voor, de draadjestest. In de praktijk bleken veel kleurenblinde technici de draadjes goed aan elkaar te knopen, klaarblijkelijk op basis van een andere beoordeling. Hierbij rijst de vraag op of de test valide is. Voor weerstanden geldt overigens dat daarop numerieke informatie is aangebracht (Uvijls, 1998, pag. 273). Onderzoek naar KZS bij machinisten gebeurt alleen als daar aanleiding voor is. Vroeger gebeurde dat bij NS meer dan nu. Destijds werd na ieder STS-incident³² een compleet medisch en psychologisch onderzoek gedaan. Dat leverde overigens maar zelden iets op.

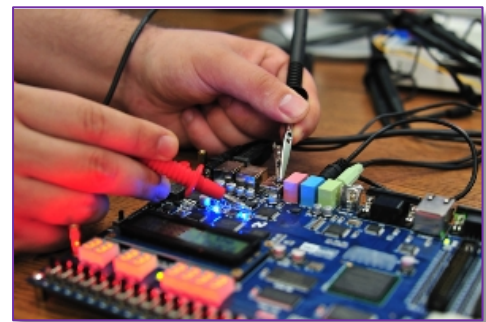


Foto 13 Kleuren in techniek

De eisen voor machinisten zijn naast de Europese regels voor de Nederlandse situatie al enigszins aangepast. Dit is vastgelegd in een achtergrond document 'IVW geschiktheidseisen voor veiligheidstaken bij spoorwegondernemingen' (2008). Verder geeft de Onderzoeksraad in een rapport (2005) aan dat er tegenwoordig veel meer *apparatuur* is die voor afleiding zorgt, waardoor machinisten een sein missen. Hierop wordt in hoofdstuk zeven kort ingegaan.

Werken in en met verontreinigde grond

Bij het werken in verontreinigde grond kan plotseling een verkleuring van de grond optreden. Dit kan erop duiden dat er een (gevaarlijke) chemische reactie plaatsvindt. Deze kan mogelijk schadelijk zijn voor de mensen die werkzaam zijn in deze grond. In Crow 132 (2009) 'Werken

in of met verontreinigde grond en verontreinigd (grond)water' wordt voor klasse 1T t/m 3T in tabel M.5.1 het protocol voor Arbeidsgezondheidskundig onderzoek (PAGO) het volgende voorgeschreven: 'vermogen om kleuren goed te zien, in verband met alertheid op onverwachte verontreiniging en verandering van kleur.' Een werknemer die ik heb geïnterviewd gaf aan dat hij tijdens zijn (her)keuring niet op KZS werd gecheckt, ook niet nadat hij de keuringsarts op dit controlepunt had gewezen.



Foto 14 Werken in verontreinigde grond

Anesthesie

Zoals gezegd geldt voor anesthesisten³³ geen KZS-eis. Voor de codering van stoffen en cilinders³⁴ zijn zij niet uitsluitend van een kleur afhankelijk. De meeste informatie is middels teksten op vaste plaatsen af te lezen of te vinden. Wel zal het met een KZS meer concentratie kosten, omdat de betreffende anesthesist dan de kleur 'clue' mist. De labels voor opgetrokken medicatie kennen, behalve de geschreven naam, ook een kleurcodering, om de groep makkelijker te herkennen. Monitors kennen ook verschillende kleuren voor verschillende vitale parameters (blauw voor saturatie en CVD, rood voor bloeddrukken, groen voor ECG, geel voor temperatuur). Verder zitten sommige stoffen in lichtbruine in plaats van ongekleurde ampullen en spuiten, omdat ze anders vervallen tot toxische stoffen. Het is wel essentieel dat men dit kan zien, anders 'legt men patiënten om'.

In het AMC staat in het protocol dat men bij het toedienen van medicijnen 'dubbel checkt', oftewel, iemand kijkt mee met wat wordt toegediend. Een ander voorbeeld waar een anesthesist mee te maken krijgt is een substantie die uitgeblazen CO₂ van een patiënt opvangt. Eerst verkleurt dit van wit naar lichtpaars (bij verzadiging) en als men niet op tijd wisselt, kleurt het weer terug naar wit. Men zou dit probleem ook kunnen afleiden aan de reactie van de patiënt zelf (CO₂ stapeling), maar een KZS mist ook hierbij mogelijk een aanwijzing. Een ander lastig punt is het klinisch beoordelen van patiënten (de blikdiagnose). Bij sommige ziektebeelden speelt verkleuring een rol. In de praktijk zal dat echter wel meevallen: mensen met KZS nemen de kleuren dan wel waar in een andere tint, maar omdat ze hiermee zijn opgegroeid zullen ze meestal wel de afwijkingen van het normale patroon herkennen.

3.3 Kleurzintesten en medische eisen

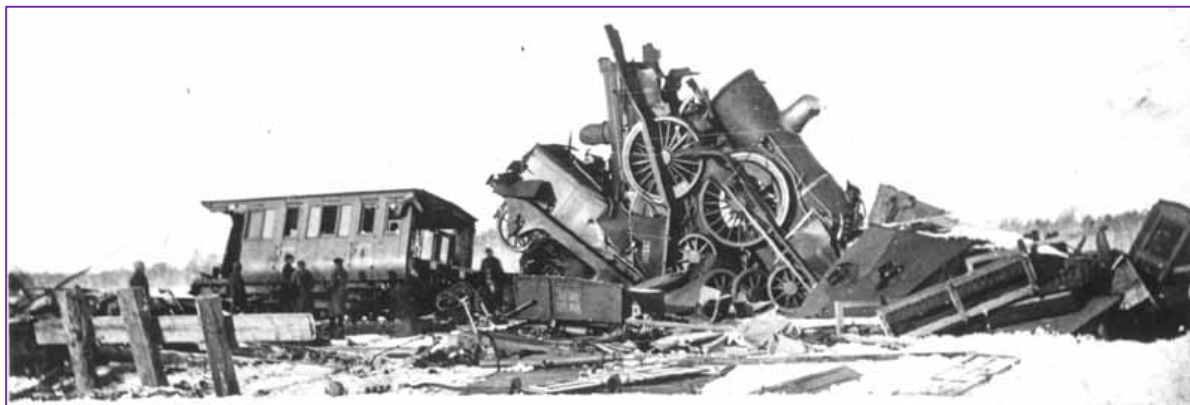


Foto 15 Ongeval Lagerlunda in Zweden, november 1875

De aanleiding van kleurzintesten is volgens velen het treinongeval bij Lagerlunda in Zweden op 15 november 1875 (Mollen, 2012, pag. 178). Daarbij reden twee treinen tegen elkaar aan en vielen enkele doden. Holmgren, een oogarts, gaf als mogelijke verklaring van het ongeval dat de machinist of conducteur een KZS had. Hij heeft zelf niet vastgesteld of dat ook echt zo was. Het was een theorie. Mollen heeft recent een reconstructie van het ongeval gemaakt en noemt de theorie van Holmgren een legende. De machinist heeft zich niet aan de standaardprocedure gehouden en is daardoor op het verkeerde (tegengestelde) spoor terechtgekomen. Dat had niets te maken met het verkeerd interpreteren van seinen. Eerder met het blamen van een persoon, een zondebok³⁵ zoeken. Toch heeft genoemde theorie in sterke mate bijgedragen aan het in Europa en de Verenigde Staten van Amerika verplicht invoeren van kleurzintesten voor machinisten en conducteurs.

In het Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde stond echter een artikel van dr. Mol uit Hilversum gedateerd 12 januarij (1875) waarin hij de reeds (lang) bestaande testen noemt die hij en andere collega's uitvoerden voor machinisten etc. Hij beschrijft daarin een aantal experimenten die hij uitvoerde om te kijken tot op welke afstand kleuren op een vlag (in verhouding tot het oppervlak) nog zijn waar te nemen. Tegenwoordig staan de afmeting van borden in de NEN 3011³⁶. Voor het spoorverkeer wordt de afstand mede bepaald door de maximum snelheid in verband met de wettelijke eis van negen seconden waarneembaarheid bij nadering.

Samenvatting

In dit hoofdstuk hebben we gezien dat er voor beroepskeuze-adviseurs geen handleiding aanwezig is over KZS en gerelateerde mogelijk problematische beroepen. Er zijn meerdere lijsten in omloop waarin wordt aangegeven welke beroepen mogelijk een probleem zouden kunnen geven voor mensen met een KZS. Daarin wordt geen onderscheid gemaakt of het veiligheidsrisico's betreffen of dat het lastig is om de gevraagde kwaliteit te kunnen leveren. Door Jeugdzorg is helaas het testen van kinderen op KZS in 2002 afgeschaft. Verder ontstaat de indruk dat beroepen waarvoor een KZS test is vereist, dit niet is gebaseerd op ongevallen die in het verleden hebben plaatsgevonden, maar op basis van niet-onderbouwde veronderstellingen. Indien het functioneel kleurgebruik in de arbeidssituatie verbetert, zullen er minder mensen met een KZS worden afgekeurd (Oudenampen, 2010, pag. 6).

4 Ongevallen en KZS

*Net als gisteren in het vliegtuig werd hij verlamd door een soort ziende blindheid,
en toen hij er eindelijk weer in slaagde de woorden goed te lezen,
bakte zijn geheugen hem de ene poets na de andere.³⁷*
Pascal Mercier

Zoals in de inleiding reeds gemeld wordt bij geen enkel ongeval in de database van I-SZW een KZS als mogelijke oorzaak van een ongeval genoemd. In totaal vinden jaarlijks in Nederland zo'n drie miljoen ongevallen plaats, waarvan het merendeel (90%) privé-ongevallen en sportblessures betreffen. Overigens dient hierbij in overweging te worden genomen dat van de circa 6.000 medelanders die jaarlijks om het leven komen door ongevallen, de arbeidsongevallen daar slechts 1% deel van uitmaken (Alphen, 2010, pag. 14). Ook navraag bij diverse ongevalsonderzoekers, waaronder een aantal collega's van Aboma, leverde geen concrete voorbeelden op.



Foto 16 Hoe te handelen?

Er zijn twee benaderingen van onderzoek: statistisch onderzoek, waar de overheid haar beleid voornamelijk op baseert, en casuïstiek, het zoeken naar individuele gevallen. In dit hoofdstuk zullen beide benaderingen worden meegenomen:

- Meten is weten
- Ongevallen onderzoek methoden
- Medisch beroepsgeheim

4.1 Weten = meten

Navraag bij I-SZW³⁸ leverde op dat zij met name onderzoek doen naar directe oorzaken. Basisoorzaken (waartoe KZS behoort) komen daarbij minder aan de orde. Dit heeft te maken met een aantal zaken. Zoals in hoofdstuk 2 opgemerkt staat er over KZS niets in de Arbowet vermeld. Daarnaast gaat het om waarheidsvinding. Doordat KZS en in bredere zin persoonskenmerken zoals hoogtevrees, claustrofobie en nachtblindheid niet worden meegenomen, heeft dat consequenties voor de resultaten en het leereffect van het gedane onderzoek. Als dit thema niet wordt meegewogen bij het onderzoek, zal het ook niet als mogelijke basisoorzaak in de analyse worden meegenomen.

Mijn advies aan het I-SZW is om een extra module toe te voegen aan hun onderzoeklijsten waar met name aandachtspunten met betrekking tot persoonskenmerken worden benoemd. Daarnaast zouden zij ook meer aandacht kunnen besteden aan het ontwerp van functionele en eenduidige bediening van machines. Zoals eerder aangegeven dienen machines te voldoen aan de Machinerichtlijn. Indien een machine gevaarlijk is, kan I-SZW de fabrikant daarop aanspreken via een zogenaamd 'warenwettraject'. Voor zover bekend is dat op het gebied van 'gevaar voor KZS' nog niet voorgekomen.

Een belangrijke vraag in deze scriptie is: Waarom worden mensen van bepaalde beroepen uitgesloten als er geen aantoonbaar verband is met ongevallen? 'Zelfs het CBS heeft geen cijfers over aantallen kleurenblinde mannen en vrouwen, noch over ongevallen waarbij kleurenblindheid in het spel was' (Oudenampsen, 2010, pag. 6). In elk geval zou men verwachten dat dit mede de reden is geweest dat er in het verleden voor betreffende beroepen eisen ten aanzien kleurzin-waarneming zijn vastgesteld.

Een aantal bijna-ongevallen die ik ben tegengekomen wordt kort beschreven in bijlage J. Daarbij is het gissen naar mogelijke redenen waarom ongevalsdocumentatie vrijwel afwezig is. Dit kan verband houden met de volgende redenen³⁹:

- Een KZS geeft geen verhoogde kans op ongevallen;
- In veel ongevallen onderzoeken worden wel de directe oorzaken meegenomen maar niet de basisoorzaken;
- Voor veel ongevallen is de (onderliggende) analyse niet openbaar (medisch beroepsgeheim);
- Mogelijk worden ongevallen in verkeer, spoor en lucht voorkomen doordat al rekening wordt gehouden met KZS (ingangскеuring, aangepaste bebording, etc.);
- In een vertrouwde omgeving (bijvoorbeeld regelkamer) vindt ook een KZS snel zijn weg, dus vooral op basis van routine (rule-based);
- Mogelijk geeft een KZS regelmatig storingen of vergissingen die wel tot schade leiden (in termen van tijd en geld), maar geen ongeval tot gevolg hebben.

Het is zinvol om KZS te betrekken bij het uitvoeren van ongevallenonderzoek. Dit dient te worden ondergebracht bij 'persoonskenmerken', zodat ook gekeken kan worden naar de invloed van bijvoorbeeld hoogtevrees en claustrofobie.

4.2 Ongevallenonderzoek methoden

Ongevalsanalyse is, in tegenstelling tot de eerdergenoemde risicoanalyse, juist retrospectief (terugblikkend). Bij ongevallenonderzoek wordt daarmee reactief gehandeld. Als men uitgaat van 'het ongeval als menselijke fout', bestempelt men mensen met een KZS als potentiële brokkenmakers (de zogenaamde 'brokkenmakerstheorie', Mertens, pag. 16). Om ongevallen te voorkomen zal men deze brokkenmakers voor bepaalde functies moeten weren. Het nadeel van deze handelswijze is dat er weinig aanknopingspunten zijn ter verbetering. Het zou juist een uitdaging moeten zijn om werkplekken ook voor mensen met een KZS veilig te maken. Ook heeft het uitsluiten van bepaalde groepen mensen iets in zich van een cirkelredenering: het komt niet voor omdat het is uitgesloten. Maar mogelijk wordt een risico uitgesloten dat helemaal geen reëel risico is.

De laatste jaren wordt bij ongevallenonderzoeken steeds nadrukkelijker gekeken naar de afleidende factoren in de omgeving waarin betrokkene werkte. De eenvoudige gevolgtrekking 'Hij lette niet op' wordt steeds minder vaak gemaakt (Alphen, 2010). Daarbij is sprake van een kleine paradigmawisseling. Bij het kijken naar de risicofactoren in de werkomgeving inzake KZS zal de vraag gesteld moeten worden of signalen moeilijk of niet waarneembaar waren. Uiteraard dient ook naar de mens gekeken te worden. Er zal een wisselwerking dienen te zijn tussen de mens en de werkplek, het beïnvloed elkaar (Weide, 2012).

In Arbo Informatieblad AI 43 (Alphen, 2012) staat in paragraaf 6.5 omgevingsfactoren: 'Ook de omgevingsfactoren dienen zo goed mogelijk te worden vastgelegd. Geluidsniveaus, temperatuur, verlichting, ventilatie, vochtigheidsgraad en andere omgevingsfactoren kunnen van belang zijn bij het optreden van ongevallen. De omstandigheden kunnen immers oorzaken zijn van ongemak, verstrooidheid of onachtzaamheid. Het weer voor en tijdens het ongeval moet worden vastgelegd.'

Hieronder benoem ik kort enkele ongevaltheorieën om daarmee te onderzoeken wat de mogelijke risico-inschatting is.

Op basis van de zogenaamde ijsbergtheorie zou gezien het aantal keren dat mensen met een KZS bijna-ongevallen meemaken (struikelen, tegen dingen aanlopen, bepaalde kleursignalen niet opvangen) verwachten dat er ook ernstige tot mogelijk zelfs dodelijke

ongevallen voorkomen. Met name omdat de basis van de ijsberg heel breed is met circa 700.000 mensen die onbedoeld onveilige handelingen uitvoeren of in onveilige situaties belanden.

- *Bowtie (Storybuilder, RIVM)*

Het RIVM heeft aan de hand van Storybuilder een database gevuld waarin alle door de I-SZW onderzochte ongevallen (sinds 1997) zijn opgenomen. Hierbij zou KZS met name

te vinden moeten zijn bij Bowtie 11: 'In/op bewegend voertuig met verlies van controle', nummer 74: 'Falende infrastructuur, (staat, geometrie)' en nummer 16: 'Activiteit gerelateerd aan het slachtoffer'. Voorsnog zijn er geen ongevallen in de database opgenomen waarbij KZS als basisoorzaak wordt genoemd.



Foto 17 Topje van de ijsberg

- *Tripod & Human Factors Analysis & Classification Systems (HFACS)*

Op het gebied van ongevallenonderzoek is in de afgelopen twintig jaar steeds meer aandacht gekomen voor de invloed van menselijke factoren. Belangrijk werk op dat gebied is verricht door de psychologen Reason (1997, pag. 132^{ev}) en Rasmussen. Zij onderzochten wat de invloed is van vergissen, vergeten en verkeerd inschatten of uitvoeren in relatie tot het ontstaan van ongevallen (Mertens, 2012, pag. 18). Menselijk en technisch falen wordt door hen niet gezien als 'root cause', maar als gevolg van een achterliggende 'root cause'. De term 'factor' werd daarmee geïntroduceerd, die de term 'oorzaak' verving. Bij HFACS wordt menselijk handelen geclassificeerd om te ontdekken waarom mensen handelen zoals ze handelen. Hierbij worden verschillende theoretische modellen van menselijke fouten gebruikt (Alphen, 2010, pag. 139). Voor KZS zou vooral gekeken kunnen worden naar de 'informatieverwerkingstheorie'; die inzoomt op de rol van de zintuigen en patroon herkenning. Hier zou meer onderzoek naar gedaan kunnen worden in bestaande Human Factor-databases⁴⁰. In het model van HFA&CS (Alphen, 2010, pag. 142) wordt in het onderdeel 'voorwaarden voor onveilig handelen' bij de 'conditie van de operator' gesproken over 'fysieke/mentale beperkingen'. Hierbij zou dus nadrukkelijk gekeken kunnen worden naar KZS.

Bij Tripod wordt gekeken naar de context waardoor bepaald menselijk gedrag wordt uitgelokt of versterkt. Daarin kan duidelijker naar het gebruik van redundant kleurgebruik in ontwerp en software worden meegenomen in het onderzoek.

- *Het Zwitserse kaasmodel en het dynamisch model van Reason*

In het Zwitserse kaasmodel gaat om individuele barrières; blijkbaar hebben andere systemen gefaald. In het geval van KZS zou men kunnen stellen dat het oog een falende (menselijke) barrière is (Mertens, 2013, pag. 21).

Navraag bij VeiligheidNL leverde op dat het LIS (Letsel Informatie Systeem)⁴¹ geen informatie bevat over een mogelijke KZS bij het slachtoffer. Deze database bevat enkele honderdduizenden registraties over personen die behandeld zijn op de SEH (Spoed Eisende Hulp) van diverse grote ziekenhuizen in Nederland. Hierin worden geen persoonskenmerken geregistreerd. Om de relatie met KZS te kunnen onderzoeken, zullen in de huidige opzet de aanwezige info uit de database moeten worden gecombineerd met een enquête onder getroffenen. Zo'n enquête blijkt rond de € 20.000 te kosten. Helaas wordt een scriptie hierover dan te duur. Mogelijk zou hiervoor een onderzoekssubsidie aangevraagd kunnen worden bij of via de NVVK.

Het zou een meerwaarde opleveren als ziekenhuizen ook persoonskenmerken in LIS gaan opnemen. Met zulke grote aantallen ongevallen kan dan in relatief korte tijd gekeken worden of mensen met een KZS vaker betrokken zijn bij ongevallen in bijvoorbeeld het verkeer, op het werk of in de thuissituatie.

4.3 Medisch beroepsgeheim (3)

Kun je een ongeval onderzoeken zonder gebruik te maken van de fysieke gesteldheid van de betrokkene? Van der Kolk (Mertens, 2012, pag. 91) geeft aan dat de meningen daarover verdeeld zijn. Zij stelt verder dat de meeste methoden geen handreiking voor onderzoekers geven om te bepalen welke medische informatie ze moeten gebruiken en waar ze die zouden kunnen vinden. Anderzijds is het boeiend te onderzoeken of de fysieke gesteldheid van de betrokkenen (i.c. KZS) het inzicht in het ongeval vergroot. Uiteraard dient de informatie alleen vergaard te worden als het voor het onderzoek redelijkerwijs noodzakelijk is (Mertens, 2012, pag. 101). Daarbij moet de betrokkene toestemming geven voor het gebruik van gegevens uit een medisch dossier. Tijdens de feitenverzameling dient de ongevalsonderzoeker te bepalen of de fysieke omstandigheden (KZS) van de betrokkene relevant is voor het achterhalen van de oorzaak. In geval van een dodelijk ongeval zou de familie van de betrokkene bij de ongevalanalyse kunnen worden betrokken.

Ook is het van belang om te bepalen of de kennis hiervan gebruikt kan worden om lering van het ongeval voor de toekomst te bewerkstelligen. In hoeverre wordt medische kennis van KZS gekoppeld aan bepaalde risico's bij het proces waarbij het ongeval plaatsvond? Verder komt de privacy van de betrokkene in het geding (Mertens, 2012, pag. 106), vooral als de informatie niet geanonimiseerd kan worden. Dat is met name het geval als er door het 'toedoen' van betrokkene (ook) andere slachtoffers zijn getroffen.

Anderzijds zou de medische informatie als menselijke factor onderzoekstechnisch niet anders zijn dan technische of organisatorische informatie (Kolk, 2012, pag. 114). Daarom blijft het verwonderlijk dat KZS bij ongevallen onderzoek niet naar boven komt als basis oorzaak. Terwijl bij een omgevallen torenkraan wel gekeken wordt naar de fysieke eigenschappen van het staal van de gebroken mast als mogelijke basis oorzaak.

In het eerder genoemde LIS systeem kan zonder in de problemen te komen met het medisch beroepsgeheim worden opgenomen als het slachtoffer een KZS heeft, aangezien deze gegevens geanonimiseerd worden geregistreerd en geanalyseerd.

Samenvatting

De vraag die in dit hoofdstuk aan de orde kwam is welke ongevallen bekend zijn die worden toegewezen aan een KZS. Van concrete ongevallen kon geen verslag worden gevonden. Wel wordt melding gemaakt van een aantal incidenten.

Als men niet weet wat de problemen zijn, kan en zal het ook niet worden gemeten. Tot op heden ben ik nog geen ongevalsmethodiek tegengekomen waarin wordt benoemd dat de onderzoeker rekening dient te houden met het feit of betrokkenen een KZS hebben, maar wel in het algemeen als het gaat om persoonskenmerken. Bij het onderzoek naar ongevallen is het wenselijk om naast technische en organisatorische informatie ook gedragskenmerken mee te nemen.

In de volgende hoofdstukken volgt een aanzet tot de aanpak van de gesignaleerde problemen.

5 Voorkomen van ongevallen

*Waarom zeggen ze alle 'kleuren van de regenboog'? Ik zie er maar drie.
Pim de Boer*

Veel problemen waar mensen met KZS tegenaan lopen wordt veroorzaakt doordat tijdens het ontwerp geen rekening is gehouden met redundant kleurgebruik. In dit hoofdstuk komen een aantal aspecten rond ontwerpen aan de orde:

- Ontwerpen volgens de regelen der kunst
- Verkeerd ontwikkelde systemen
- Kleurenbril
- Foto bewerking



Foto 18 Dubbele regenboog

5.1 Ontwerpen volgens de regelen der kunst

De belangrijkste reden dat Amerikaanse piloten in de Tweede Wereldoorlog niet terugkeerden was niet dat ze werden neergeschoten. De meeste ongevallen waren het gevolg van fouten van piloten. Deze werden voor een groot deel veroorzaakt door de onlogische opbouw van het instrumentarium in de cockpit. De ontwikkeling van de ergonomie kreeg een belangrijke impuls als gevolg van deze ongevallen (Vollenbroek, 2005, pag. 16).

Het verschil tussen ergonomie en veiligheid is dat eerstgenoemde betrekking heeft op de toekomst en de andere op het heden. De resultaten op het gebied van ontwerp hebben meestal geen terugwerkend effect op reeds bestaande machines en werkplekken.

Ook zijn er soms ontwikkelingen die een onbedoeld bijeffect hebben. Bij het spoor is met het invoeren van andere seinpalen het onderscheid tussen groen en rood minder duidelijk geworden. Vroeger had de trein een seinpaal met een armpje, overdag ook voor een KZS duidelijker waar te nemen⁴². Blijkbaar heeft een voortschrijdende techniek nieuwe problemen veroorzaakt. Bij seinen zit de rode kleur onder, om te voorkomen dat sneeuw zich ophoopt voor de rode lamp op de fantoomkap/zonnekap die daaronder zit. Terwijl bij dwergseinen (die op de grond staan) de rode lamp juist om deze reden boven zit. Het zou beter geweest zijn als de gele lamp onder had gezeten, omdat met die kleur de remwegafstand wordt getoond van de rode lamp en daardoor veel belangrijker is. Als de machinist bij geel niet gaat remmen, rijdt hij voorbij het rode licht en komt in zeer gevaarlijk gebied terecht. Een andere oplossing was geweest het rode licht weer te geven in de vorm van een kruis. Ook zou een meer driehoekige zonnekap hebben geholpen, in combinatie met 'sneeuwkap' verwarming. Met de huidige ledlampen (geen fantoomverschijnsel meer omdat alle printplaten met LED's dezelfde kleur grijs reflecteren) kunnen de zonnekappen vervallen, waardoor de reden om de rode lamp onder te plaatsen vervalt. Bij verkeerslichten worden de zonnekappen steeds vaker achterwege gelaten.



Foto 19 Seinpaal met arm

De heren Walraven en Noorthoven van Goor hebben een boekje uitgegeven 'Kleurenblind, zien en toch niet zien' (2002). Sindsdien hebben zij vele initiatieven ondernomen om rekening te houden met kleurenblinden. Een mooi voorbeeld: tot 2001 waren knipperlichten bij spoorwegovergangen donkerrood – voor mensen met KZS bijna niet zichtbaar. Nu zijn ze helderrood.

Zoals reeds eerder beschreven heeft de overschakeling op andere lampen invloed op kleurwaarneming (Biesboer, 2012). Mogelijk zou hier extra onderzoek naar gedaan kunnen worden welke invloed (verlichting, plaats en sterkte) andere type lampen hebben op KZS.

Ontwerpers dienen zich rekenschap te geven van het belang van waarschuwingssignalen. Bij het opmerken van signalen speelt het eerder genoemde patroon van verwachtingen een belangrijke rol. Vollenbroek (2009-A) schrijft hierover het volgende: 'Subtiele veranderingen als een tyffout midden in een woord, het doven van een licht of het veranderen van getallen op een scherm, worden moeilijk of niet waargenomen. Maar als het van belang is dat kleine veranderingen toch opgemerkt worden, is het zaak daar al in een ontwerpfase rekening mee te houden.' Dit soort effecten worden ook beschreven in de Gestaltpsychologie.

Zoals reeds in het hoofdstuk over wetgeving is aangegeven, dient men te ontwerpen volgens de methode van Design for All (Stephan, 2009). Daarbij is voor KZS met name het vierde 'principe' van belang: 'Zorg voor verstaanbare informatie: Het ontwerp communiceert de noodzakelijke informatie efficiënt naar de gebruikers; los van omgevingsomstandigheden en zintuiglijke capaciteiten van de gebruikers.' Daarom is het raadzaam om ontwerpen eerst in zwart-wit uit te voeren. Daarna, als er dus een redundante back-up is, kunnen kleuren worden toegevoegd. Daarbij dient men rekening te houden met contrasterende kleuren (Wickens, 2004, pag. 73). Een lastig punt bij het ontwerpen is dat de ontwerper vaak niet de gebruiker van het product of de software is.

In de bouw worden kleuren gebruikt bij materieelkeuringen. Deze worden gebruikt om het jaar van keuren aan te geven. Het is beter daarbij ook een vorm of jaartal mee te geven.

Een ander voorbeeld van kleurgebruik is bij hijsbanden. Naast de kleur wordt de sterkte weergegeven op een label en middels de ingevlochten lijn per 1.000 kg en de stippellijn per 500 kg. Door de redundante codering is de kleur minder van belang. Het is gevaarlijker dat er tegenwoordig hijsbanden op de markt komen waarbij het weefsel niet aan de sterkte-eisen en minimale laslengte voldoen. Dat is voor iedereen moeilijk waarneembaar.



Foto 20 Bewerkt voor Deuteranope

Heel veelzeggend is dat bij vele machines en apparaten de gebruikshandleiding geraadpleegd moet worden om te ontdekken wat de betekenis is van verschillende kleuren knoppen en lampjes. Dat betekent dat het ook voor normaal zienden een gevaarlijke situatie kan opleveren⁴³. Een goed product zou geen handleiding nodig hebben⁴⁴.

Een aanvullend voorbeeld is de BHV-map in het cellencomplex op Schiphol. Bij de brand in 2002 gaf de Onderzoeksraad voor veiligheid aan dat de BHV niet op orde was. In een interview⁴⁵ geeft een medewerkster aan: "Ik had wel eens gehoord van een calamiteitenplan. Er werd naar een geel mapje gewezen: 'Dat moet je doorlezen. Er waren zo veel gele mapjes.' Niemand controleerde of personeelsleden het calamiteitenplan werkelijk doornamen." Overigens, als men tijdens een calamiteit nog in de map moet kijken, is men rijkelijk laat.

Een goed voorbeeld van waarschuwingstekens zijn de GHS pictogrammen. De nieuwe zijn

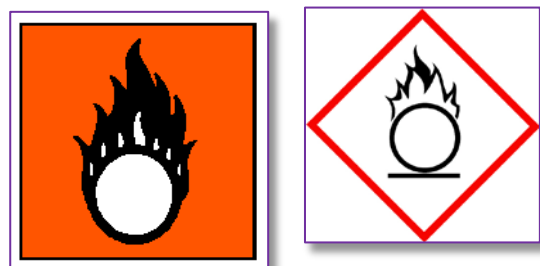


Foto 21 Oude en nieuwe pictogram voor oxiderende stof.

beter dan de oude WMS voor een KZS.

De pictogrammen zijn nu namelijk zwart op een witte achtergrond en staan daarbij in een ruitvorm.

Een laatste voorbeeld is de controlekamer van elektriciteitscentrale⁴⁶: de belangrijkste meter is de cosinus ϕ . Als deze wegzakt onder een bepaalde waarde, gaat de hele centrale plat. Tot mijn verbazing bevond het metertje dat deze waarde aangaf zich tussen allerlei andere metertjes, niet direct in het zicht bij de werkplek van de operator.

5.2 Verkeerd ontwikkelde systemen

Verkeerd ontwikkelde systemen zijn niet eenduidig; er is geen waarde toegekend aan kleur. Een ander probleem is het gebruik van een onlogische volgorde, of een tegensprekende kleurcombinatie.

Ook in het verkeer zijn veel verwarrende tekens. Met name rode tekens die op zwarte matrixborden worden gebruikt zijn vrijwel niet zichtbaar voor iemand met een KZS. Dit zou eenvoudig op te lossen zijn door een witte rand eromheen te zetten.

In de NEN 3011 (1977⁴⁷) werd in paragraaf 8 gesteld dat 'door combinatie van de drie elementen kleur, vorm en symbool de betekenis van het veiligheidsteken duidelijk tot uitdrukking komt'. Overigens wordt in deze norm niet verwezen naar KZS.

De heer Vollenbroek⁴⁸ vertelde dat hij 'een tijdje geleden hoorde van een operator dat zij twee installaties had verwisseld en gelukkig daarop werd aangesproken door degene die zij een opdracht had gegeven. Ze zocht het betreffende scherm op haar monitor, zette haar bril af, maakte de afstand tot het scherm wat kleiner door zich voorover te buigen en wees aan waar ze de fout mee gemaakt had. Toen ik haar verbaasd aankeek en haar imiteerde door mijn bril ook even af te zetten, vertelde ze waarschijnlijk een nieuwe bril nodig te hebben. We vroegen twee collega's van haar, beiden boven de veertig jaar, er even bij te komen en vroegen wat ze van de gemaakte verwisseling dachten. Beiden kropen als het ware bovenop het scherm. De display stond boordevol informatie, waardoor de letters heel klein waren geworden. Van de leiding kreeg ik te horen dat er een groot, gerenommeerd adviesbureau bij betrokken was geweest en dat men veel tijd aan testen had besteed! Daar hadden alleen jonge medewerkers achter gezeten en niemand boven de veertig.'

In deze specifieke situatie ging het om contrastverlies bij oudere medewerkers. Maar zo'n situatie kan net zo goed voorkomen bij mensen met een KZS. Het verdient dus aanbeveling om bij het ontwerp mensen van meerdere leeftijdscategorieën te betrekken. Voor het ontwerpen van werkplekken en displays staat veel praktische informatie in het boek van Wickens (2004), *An Introduction to Human Factors Engineering*.



Foto 22 Is het nu rood of groen?



Foto 23 Rechter foto gecorrigeerd voor KZS

Andere voorbeelden van lastige dan wel gevaarlijke situaties voor mensen met KZS zijn opgenomen in de bijlagen E en G.

5.3 Kleurenbril

Voor kleurenblinden zijn diverse brillen ontwikkeld. Bijvoorbeeld door Maxwell⁴⁹; hij maakte een bril waar de glazen half groen, half rood van waren. Ook voor de diverse kleurzintesten zijn brillen ontwikkeld, vaak met een rood en een blauw glas.

Sommige organisaties geven aan dat zij mensen met een KZS kunnen helpen door het gebruik van bepaalde kleurfilters in bril of contactlenzen. Daarmee krijgen ze een hulpmiddel bij het beter kunnen onderscheiden van kleuren. 'Chromagen haploscopische filters zijn gebaseerd op een verandering van de golflengte van elke kleur die in één of beide ogen binnenkomt. Dit leidt tot een betere kleurherkenning en uitschakeling van bepaalde tinten. Door deze betere kleurherkenning ontstaat er een snellere identificatie van bijvoorbeeld alarmlichten of remlichten in het wegverkeer.⁵⁰ Het nadeel van deze hulpmiddelen is, zo bleek uit gesprekken met diverse HRM-medewerkers en uit de literatuur, dat zij meestal niet zijn toegestaan om te dragen tijdens KZS-testen. Dus ook al is het hulpmiddel effectief voor de persoon, het zal het niet helpen om goedgekeurd te worden voor het gewenste beroep. Ook hierbij dringt de vraag naar discriminatie zoals beschreven in hoofdstuk 2 zich weer op.



Foto 24 Rood en groen verwisseling positie

Voor een normaal kleurziende is het niet eenvoudig om rekening te houden met de effecten die de verschillende kleurcombinaties met zich meebrengen. Om zich een beetje in te kunnen leven in de wereld van een medemens met een KZS heb ik een bril gemaakt die de rood-kleuring juist simuleert. Deze is opgenomen in bijlage C. Deze heb ik getest samen met mijn zoon Pim: hij ziet vrijwel geen verschil met of zonder deze bril op. Ook heb ik zelf een aantal speciaal bewerkte foto's bekeken en zag met de bril op weinig verschil tussen de bewerkte en onbewerkte foto's.

5.4 Fotobewerking

De bril werkt maar voor één type KZS. Het is daarom fijn dat er een softwareprogramma is waarmee je foto's kunt uploaden en een simulatie kunt laten uitvoeren voor diverse kleurvarianten. Hiermee kun je in één oogopslag zien waar de problemen met een ontwerp of een situatie zich voordoet. Het programma is gratis te downloaden⁵¹ en eenvoudig in gebruik.

Samenvatting

Op het gebied van ontwerp valt de meeste winst te behalen als het gaat om mogelijke nadelige gevolgen van een KZS te beperken. Er zijn inmiddels voldoende richtlijnen voorhanden die aangeven wat de criteria zijn die bij het ontwerpen gehanteerd kunnen worden om fouten en verwarring door niet-eenduidige kleurcoderingen te gebruiken. Om een ontwerp of werkplek te testen op juist kleurgebruik kan gebruik worden gemaakt van een gratis softwareprogramma.

6 Maatregelen nemen

Nederland moet een voortrekkersrol spelen bij de ethische discussie over de inzet van drones.
L. Royackers

In situaties waar bestaande machines of installaties lastig zijn voor mensen met een KZS is het raadzaam om te onderzoeken of er maatregelen kunnen worden genomen die de werkplek overzichtelijker en veiliger maken. Daarbij hoeven niet meteen de machines te worden vervangen, als dat bedrijfseconomisch onverantwoord is. Er kan dan gekeken worden naar:

- technische maatregelen
- organisatorische maatregelen

6.1 Technische maatregelen

Naast aandacht voor ontwerp van de werkplek is er tegenwoordig een tegengestelde beweging te ontdekken: door uitgebreid technisch onderzoek na ongevallen en technische innovaties kunnen vliegtuigen stijgen en landen op de automatische piloot met af en toe menselijke bijsturing (Alphen, 2010, pag. 140). Een piloot lijkt steeds meer op een operator in een fabriek. Ook bij treinen en trams worden steeds meer systemen ontwikkeld die middels externe technische interventie (zonder ingrijpen van de machinist) voorkomen dat ze door rood rijden. Daarmee wordt de 'foutkans' van de mens⁵² steeds meer buitengesloten.

Ik noem een voorbeeld bij HTM.⁵³ "De verkeerslichten zijn in feite al aangepast: de bovenste lamp betekent stoppen, de middelste afremmen en indien mogelijk stoppen, en de onderste betekent doorrijden. Dit geldt voor buschauffeurs en trambestuurders. Seinen langs de spoorbaan staan 's nachts in volkomen donker, waardoor de plaats van de lamp niet op tijd zichtbaar is. Daarom is in dat geval kleurenblindheid een afkeurnorm. De cabines van HTM lightrailvoertuigen zijn voorzien van een vorm van automatische treinbeïnvloeding waardoor de bestuurder precies kan zien wat de seinen opdragen. Maar HTM hanteert de regel dat het sein leidend is en de treinbeïnvloeding volgend en daardoor blijft kleurenblindheid een afkeurnorm."

Mijns inziens heeft dit te maken met gedeeltelijke redundantie. Overdag is de positie mogelijk eenvoudiger te bepalen dan 's nachts. Maar dat geldt natuurlijk net zo goed voor mensen met een normale kleurzin. Naast kleur zou de vorm van een licht een betere indicator zijn. Bijvoorbeeld helder rood een kruis, oranje een driehoek en groen een rondje.

En dan is het einde nog niet in zicht. Bij (gevechts-) vliegtuigen is het bijna niet meer nodig om daar een piloot in te hebben. Steeds vaker wordt gebruik gemaakt van onbemande drones (UAV = Unmanned Aerial Vehicle). Deze techniek zou ook kunnen worden ingezet bij grotere vliegtuigen.⁵⁴ Voorsnog⁵⁵ dient dan nog steeds de 'bestuurder' van het toestel de kleuren duidelijk te kunnen waarnemen. Daarmee worden de te stellen eisen aan de bestuurder anders; deze zullen nog meer betrekking krijgen op het kunnen aflezen van displays. Mogelijk kan de KZS-eis op termijn daarbij zelfs vervallen.⁵⁶



Foto 25 Drone (UAV)

6.2 Organisatorische maatregelen

Naast technische maatregelen kan worden nagedacht over organisatorische maatregelen. Welke normen kunnen worden voorgesteld? Men kan bijvoorbeeld insteken op het voorkomen van afleiding. Dus een medewerker dient met één ding tegelijk bezig te zijn: niet bellen in de auto, ook niet handsfree. Autorijden heeft veel weg van automatische piloot-gedrag. Dit gaat lange tijd goed in combinatie met bellen, totdat de verkeerssituatie opeens complexer wordt, of het telefoongesprek wat ingewikkelder wordt. Dan moet men kiezen waaraan de aandacht wordt besteedt. Volgens Kahneman⁵⁷ is dit het systeem II (niet automatisch). Hiervoor kan men een gedragscode opstellen. Ook kan men werken met formulieren, zowel leading (vooraf) als lagging (achteraf).



Foto 26 Afgeleid?

Bij het geven van werkinstructies dient bij het opstellen van documenten rekening te worden gehouden met leesbaarheid (Lindhout, 2010, pag. 26). Daarbij zou kunnen worden toegevoegd dat werkinstructies en handleidingen KZS-proof dienen te zijn. Als die documenten al verwarrende kleuren bevatten, dan is dat een eerste fout kans, ook voor normaal zienden.

Zoals eerder beschreven levert een KZS een mogelijk gevaarlijke situatie op bij het werken in verontreinigde grond. Bij het indelen van de groep kan rekening worden gehouden met een medewerker met een KZS. Deze medewerker kan worden gekoppeld aan een normaalziende collega. Mocht er onverhoopt een verontreinigde stof aan de oppervlakte zichtbaar worden die de medewerker met de KZS niet kan waarnemen, kan zijn collega waarschuwen.⁵⁸ Ook kan mogelijk al vooraf worden gekeken door een werkvoorbereider op basis van grondonderzoek welke mogelijke gevaarlijke reacties kunnen ontstaan bij het saneren van de grond.

Samenvatting

Indien gevaarlijke situaties voor KZS door ander ontwerp niet zijn te ondervangen, dienen op technisch en organisatorisch gebied maatregelen worden genomen. Daarbij kunnen technische systemen worden ingezet die 'autonoom' ingrijpen bij gevaarlijke situaties. Een werkgever dient zoveel mogelijk afleiding te voorkomen. Dit dient bij de organisatie van het werk een belangrijk punt van aandacht te zijn. Verder dienen documenten zoals werkinstructies en handleidingen geen verwarrende of moeilijk te onderscheiden kleuren te bevatten.

In het volgende hoofdstuk zal worden gekeken naar de rol van de mens.

7 Gedrag

*Veiligheid had hen laks gemaakt. Door zorgen leerden ze hun lesje.
Aurelius Augustinus 354-430, Epistula 185⁵⁹*

In dit laatste hoofdstuk zal worden gezien of er bij KZS sprake is van onveilig gedrag. Daarbij zal worden gekeken naar:

- soorten fouten
- omgevingsfactoren

7.1 Soorten fouten

Op het gebied van fouten wordt onderscheid gemaakt in bedoelde en onbedoelde foute acties (Reason, 1997). Bij onbedoelde foute acties spreekt men over slips en lapses. Bij slips deed men iets wat niet goed is. Bij lapses wordt een onderdeel van een reeks handelingen overgeslagen. Bij KZS zou er sprake kunnen zijn van:

- Slips: er gaat iets mis doordat een persoon met KZS een verkeerde knop indrukt, omdat niet duidelijk is dat die daar niet voor is bedoeld;
- Lapses: het niet uitvoeren van een handeling in een reeks zal naar mijn inschatting bij iemand met KZS niet vaker voorkomen, aangezien het om routinematige handelingen gaat en de persoon dus bekend is met de werking van betreffende machines, etc.



Foto 27 U kunt lopen!

Bij bedoelde foute acties kan onderscheid worden gemaakt tussen opzettelijk foute handelingen (die lijken me niet van toepassing bij KZS, is ook niet zozeer een fout, eerder een strafbaar feit) en verkeerde handelingen op basis van verkeerde interpretatie van de situatie (knowledge-based) dan wel verkeerde regels toegepast (rule-based). Bij KZS zou vooral sprake kunnen zijn van knowledge-based fouten, aangezien men niet-eenduidige signalen verkeerd interpreteert. Men wordt afgekeurd op basis van rule-based redenen; de HRQ kwalificatie uit het model van Rasmussen (Alphen, 2010, pag. 182) past niet bij de complexiteit van de uit te voeren taak. Daarbij is een medewerker niet te trainen op het waarnemen van (voor hem moeilijk te onderscheiden) kleuren.

In diverse theorieën wordt een fout als een gemiste prikkel beschouwd. De prikkel is wel binnengekomen, maar daaraan is door de betreffende persoon geen opvolging gegeven. Bij een persoon met KZS is dit niet het geval. Het punt is dat de prikkel helemaal niet is binnengekomen. Dus er is feitelijk ook helemaal geen (interpretatie)fout gemaakt door de persoon in kwestie. Mogelijk is er wel sprake van mistrust of zelfs overtrust. Men verwacht indien er gevaar is een waarschuwing te ontvangen en krijgt die niet. Een bijkomend punt is dat men zou verwachten dat een persoon met KZS minder nonchalant (Alphen, 2010, pag. 188) in zijn werk staat. Hij is zich altijd latent bewust dat er een mogelijk gevaar is dat hij niet op basis van kleur kan opmerken en zal dus alerter zijn op andere signalen die duiden op naderend gevaar. Zoals eerder gesteld in hoofdstuk twee zou dit door de werkgever volgens het BW als mogelijk risico onderkend moeten zijn.

7.2 Omgevingsfactoren

Als we kijken naar een machinist (geen KZS) bij het spoor heeft deze bij het naderen van een rood sein, al een geel sein gepasseerd, die blijkbaar over het hoofd is gezien. Dit houdt mede verband met dat onze waarneming voor een groot deel door het brein wordt geconstrueerd.⁶⁰ Een ander belangrijk punt is dat er steeds meer afleidingen komen uit de omgeving. Met name bellen en werken met een smart Phone zorgt ervoor dat men de aandacht moet verdelen en dus minder geconcentreerd is op de omgeving. Ook de toegenomen werkdruk kan bijdragen aan verminderde concentratie. Als een signaal cruciaal is voor de veiligheid, kan gedacht worden aan het toepassen van andersoortige prikkels: geluidsignaal, trillingen of tekst.

Tenslotte is het niet correct om het 'foute gedrag' van een medewerker bij een ongevallenonderzoek centraal te stellen. We moeten uitgaan van de goede intentie van een medewerker en er niet vanuit gaan dat deze zou denken: 'Laat ik vandaag eens een ongeval veroorzaken.' Ongevallen ontstaan door een samenspel van factoren, waarvan de menselijke schakel vaak de zwakste is. Als deze faalt, faalt vaak het hele systeem. Daarom is het risicovol om niet-redundante systemen te hebben, waarbij alleen de kleur het gevaar aangeeft. Ook mensen met een normale kleurzin kunnen moeilijkheden hebben met waarnemen, bijvoorbeeld bij laagstaande zon, tegenlicht of doordat ze een bepaald type zonnebril dragen.



Foto 28 Let op! Wijzig uw instelling.

Samenvatting

De vraag die in dit hoofdstuk aan de orde kwam is of het maken van fouten door mensen met een KZS kan worden beperkt. Op gebied van voorkomen van ongevallen zal daarbij weinig winst te behalen zijn. Enerzijds wordt menselijke waarneming voor een groot deel door het brein geconstrueerd op basis van verwachtingen. Anderzijds is er bij een KZS-medewerker feitelijk geen sprake van het maken van een fout. Als de kleurprikkel wordt gemist, was er helemaal geen keuze mogelijk – dus ook geen goede of verkeerde keuze. Om hen toch te waarschuwen voor gevaar zullen er andersoortige prikkels (geluid, tekst, trillingen) moeten worden toegepast.

8 Conclusies en aanbevelingen

'Een conclusie is het punt waar je moe werd van het denken.'
Matz

8.1 Conclusies & discussie

In deze paragraaf geef ik antwoord op de probleemstelling en deelvragen zoals verwoord in de inleiding. Tot slot geef ik een richting aan waarbij veiligheid en eerlijkheid in een betere balans komen te staan.

Vanuit de literatuur en interviews is het onduidelijk of mensen met een KZS vaker betrokken zijn bij ongevallen. Daarom wil ik ervoor pleiten om de functie-eis van kleurenblindheid geleidelijk af te schaffen. Met name door verkeerde ontwerpen is KZS een onnodige handicap en leidt deze tot ongelijke maatschappelijke kansen.

Een KZS is meestal aangeboren en kan bij het ouder worden toenemen, in combinatie met contrastverlies. Daarnaast zijn er diverse studies die een verband leggen tussen het blootgesteld staan aan gevaarlijke stoffen (zoals xyleen en n-hexaan) en het ontwikkelen van een KZS. Medicijngebruik en bepaalde ziekten kunnen eveneens aanleiding geven tot KZS. In Nederland hebben alle vormen van KZS samen (aangeboren en verworven) betrekking op zo'n 700.000 mensen. Sinds enige tijd is KZS een erkende handicap.

Beroepskeuze-adviseurs blijken geen helder beeld te hebben van de beperkingen en mogelijkheden bij de beroepskeuze van leerlingen met een KZS. Voor beroepen gelden verschillende eisen als het gaat om KZS; van beperkte testeisen (minimale score op Ishihara) tot het foutloos maken van de test.

De indruk wordt gewekt dat bij de meeste beroepen waarbij mensen met een KZS worden geweerd dit niet gebeurt op basis van in het verleden plaatsgevonden ongevallen. Vaak wordt op basis van de resultaten van statische testen verondersteld dat KZS ook in de praktijksituatie tot onveilige situaties zal leiden en wordt men derhalve geweerd. In de wetgeving is vastgelegd dat een werkgever ervoor dient te zorgen dat werknemers in een veilige werkomgeving kunnen werken. Daarbij moet rekening worden gehouden met mogelijke beperkingen bij de werknemer; daar valt KZS dus ook onder. Mensen mogen niet worden gediscrimineerd op basis van hun handicap, tenzij dat de veiligheid in gevaar brengt. De vraag is of dat bij KZS ook echt het geval is.

Om misverstanden en eventuele risico's te beperken kunnen maatregelen worden genomen bij het ontwerp van machines en installaties en de inrichting van werkplekken. Daarmee zal de veiligheid minder vaak in het geding zijn. Bij afwijkende en gevaarlijke situaties handelen mensen niet meer knowledge-based en is het voor iedereen lastig om de juiste kleurknop te gebruiken. Functioneel kleurgebruik heeft dus ook voordelen voor mensen met een normale kleurzin. Om dit te borgen zal bij het onderwerp functioneel kleurgebruik standaard meegenomen moeten worden in het Programma van Eisen. Op het gebied van ontwerp zijn diverse goede handboeken en studies verschenen, die behulpzaam zijn bij het functioneel inrichten van werkplekken. In de praktijk wordt hier lang niet altijd gebruik gemaakt, terwijl de wetgeving aangeeft dat men dient te voldoen aan de huidige stand van de techniek.

Voor bestaande werkplekken en gebruik arbeidsmiddelen zal dit onderwerp standaard meegenomen dienen te worden in de RI&E en het daaraan gekoppelde Plan van Aanpak. De inventarisatielijst uit de NPR 7022 kan daarbij als leidraad worden gebruikt. Deze is in verkorte vorm opgenomen in bijlage I (Abomafoon 9.5), tabel 1.

Bij ongevalonderzoek blijkt meestal geen aandacht te worden besteed aan KZS. Aboma (bijlage H) geeft een jaarboek uit, de Abomafoon. Hiervoor heb ik een paragraaf over KZS geschreven (bijlage I). Deze is reeds opgenomen in de digitale editie en zal volgend jaar ook in de papieren versie verschijnen.

Een voorbeeld van simulatiemiddel (een bril) waarmee een normaal ziende enigszins kan ervaren hoe het is om kleurenblind te zien is opgenomen in bijlage C.

Bij de nieuwe NVVK vakgroep⁶¹ incidenten ga ik het onderwerp KZS inbrengen. Daarbij wil ik voor dit onderwerp specifieke aandacht vragen bij incidenten- en ongevalsanalyse. Op deze wijze hoop ik het landelijk op 'de agenda' onder de aandacht te kunnen brengen en anderen bij het onderzoek te betrekken.

De discussie die ik wil aangaan is dat een KZS inderdaad hinderlijk is, maar dat bij het weren van mensen met een KZS te snel en onterecht een beroep wordt gedaan op veiligheid. Er is daarbij vaak sprake van schijnveiligheid.

Daarom wil ik stellen dat mensen met een KZS geen potentiële brokkenmakers zijn. Als een kleursignalering verwarring kan geven doordat deze niet eenduidig is, dan is er sprake van een verkeerd ontwerp en zullen ook normaal zierenden eerder fouten kunnen maken. Als er al een zondebok moet worden aangewezen, zou het reëler zijn om de ontwerper 'brokkenveroorzaker' te noemen.

Het is dan niet fair om mensen met een KZS af te wijzen voor een bepaalde functie. Ook is het op deze wijze weren van mensen in strijd met de wetgeving op het gebied van participatie door gehandicapten. Tenslotte gaat deze keuring voorbij aan de human factor 'rule-based'. De werkgever dient gevaarlijke situaties in de omgeving aan te passen, zodat het risico voor een medewerker met KZS niet hoger is dan voor een normaal ziende.

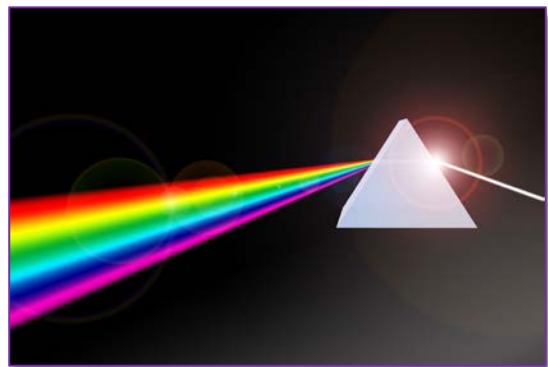


Foto 29 Convergeren

8.2 Aanbevelingen

Tijdens mijn onderzoek naar KZS ben ik voorbeelden van incidenten tegengekomen. Om een duidelijker beeld te krijgen zouden extra onderzoeken gedaan kunnen worden.

1. Mijn advies aan het I-SZW en Aboma is om een extra module toe te voegen aan hun onderzoeklijsten waarin aandachtspunten met betrekking tot persoonskenmerken worden benoemd. Daarnaast zouden zij ook meer aandacht kunnen besteden aan het ontwerp van functionele en eenduidige bediening van machines.
2. In de Abomafoon nummer 1.07 zou in het Ongevallenformulier bij het onderdeel 'Oorzaken' in de kolom 'Omstandigheden' het volgende aandachtspunt kunnen worden toegevoegd: 'kleurenblind, claustrofobie en hoogtevrees'.
3. Bij een chemisch bedrijf een aantal buitenoperators én meetkameroperators met KZS interviewen over mogelijke incidenten. In beide groepen dienen een aantal vijftigplussers te zijn vertegenwoordigd (in verband met contrastverlies). Wanneer hebben ze er last van? Hoe vaak is het fout of bijna fout gegaan? Mogelijk komen er dan bijna-ongevallen boven water die niet gemeld zijn, omdat men de schuld zocht bij de eigen KZS.
4. In de opleiding van ontwerpers zou functioneel en redundant kleurgebruik een vast onderdeel van de studie moeten worden.
5. Alle bedrijven en producenten zouden standaard alle rode lampen moeten vervangen door rood-oranje / helderrode lampen. Deze laatste zijn namelijk beter zichtbaar voor mensen met een KZS, de eerstgenoemde rode meestal niet.
6. Geef seinen en verkeerslichten een witte behuizing en beschermkappen en plaats de rode-oranje lamp in een wit kruis.
7. Voor de rode kruizen op de matrixborden boven de snelweg dient, gezien het zeer grote aantal incidenten door RWS aan bron aanpak te worden gewerkt. Zij zou kunnen beginnen met de nieuw te plaatsen borden KZS-proof te laten zijn.
8. Nieuwe treinsysteem en vliegtuigen zodanig aanpassen dat blokkade KZS kan vervallen.
9. Verworven KZS zou moeten worden opgenomen als beroepsziekte. Mogelijk kunnen de vakbonden CNV en FNV hier een rol in spelen.
10. Er dient een handleiding te worden samengesteld voor beroepskeuze-adviseurs waarin duidelijk wordt aangegeven bij welke beroepen KZS een veiligheids- of kwalitatieve blokkade vormen en de criteria die daarbij worden gehanteerd. Plus welke alternatieve beroepen kunnen worden gekozen.

Samenvattend:

- Neem werkplekblokkades voor KZS mee in de RI&E.
- Besteed bij incidenten- en ongevalsanalyse aandacht aan persoonskenmerken.
- Schaf bestaande afkeureisen voor KZS stapsgewijs af.

Eindnoten

- ¹ Er is overigens niet concreet naar KZS gekeken, men richt zich met name op directe oorzaken.
- ² In deze scriptie zal ik voornamelijk de term ongevallen gebruiken, omdat incidenten en bijna-ongevallen in de meeste ongevalstheorieën worden gezien als voorboden van ongevallen.
- ³ Zou mogelijk ook moeten gelden voor ouderen die een groot contrastverlies hebben en daardoor 's avonds en 's nachts slecht kunnen zien, zie ook bijlage J, voorbeeld 2.
- ⁴ Een deel van de mensen met KZS weet dat niet van zichzelf (overigens zijn hier geen aantallen van bekend in de literatuur), ze hebben andere manieren van omgaan met kleuren en situaties ontwikkeld. Ze kunnen wel rood en groen zien, maar niet het verschil ertussen. Bovendien verschillen rood en groen in lichtheid, waardoor de rood-groen kleurenblinden bij voldoende daglicht over het algemeen toch wel een onderscheid kunnen maken tussen die twee kleuren, zij het dat de in hun spectrum dicht bij elkaar liggen. met dank aan J. Daalmans, psycholoog.
- ⁵ Andersom is een verslechtering van kleurwaarneming een mogelijke indicatie dat mensen een vorm van diabetes hebben; volgens dhr. H.G.J. Burggraaff, HRM van NS.
- ⁶ Overigens gaf Van Gogh zelf aan: 'I want to paint men and women with that something of the eternal which the halo used to symbolize...', <http://www.lope.ca/halo/>.
- ⁷ <http://www.radio1.nl/items/11658>, 6 januari 2010.
- ⁸ Volgens PHOV studiegenoot dhr. H. Barten, NS.
- ⁹ Met dank aan dhr. H. de Raadt, ProRail.
- ¹⁰ Dit voorbeeld wordt genoemd in Wikipedia bij lemma kleurenblind, een soortgelijk verhaal is te vinden op de site colour-blindness.com
- ¹¹ Op internet kan men zelf ook diverse testen doen; bijvoorbeeld op de website kleurenblindheid.nl.
- ¹² Boutellier (2005) geeft aan dat er bij een utopie sprake is van drie motieven: 'onbehagen en verlangen' (we leven in een risicocultuur), 'waarschuwing' (pas op voor totalitair systeemdenken) en 'onmogelijkheid' (veiligheid is een onbegrensd begrip). Anders verwoord: 'De veiligheidsutopie verwijst naar een toestand waar we naar verlangen, een toestand die we niet zouden moeten willen en een toestand die we toch niet kunnen bereiken.'
- ¹³ Volgens dhr. Burggraaff van NS.
- ¹⁴ Wat betreft toepassingsgebied zijn artikel 2 'gevaarlijke stoffen' en artikel 7 'nachtarbeid' *niet van toepassing* op arbeid verricht in respectievelijk op een luchtvaartuig, een zeeschip of een binnenvaartuig dan wel een voertuig op een openbare weg of een spoorweg. Het is interessant hoe zich dat verhoudt tot het blootgesteld worden aan stoffen die KZS veroorzaken en nachtblindheid.
- ¹⁵ Tsjernobyl ontplofte toen een operator twee reactoren door elkaar haalde. In dit geval niet door iemand met KZS, maar mogelijk waren de bedieningspanelen niet eenduidig.
- ¹⁶ Hiervoor is door de overheid een website ontwikkeld: allestoegankelijk.nl; voor KZS staan er niet veel relevante punten op deze site.
- ¹⁷ Presentatie dhr. J.H. Kwantes, TNO, tijdens contactdag Aboma, 17 maart 2010.
- ¹⁸ <http://www.arboportaal.nl/content/szw-goedgekeurde-arbocatalogi> en <http://www.arbocatalogi.net/>.
- ¹⁹ <http://www.sas-net.nl/arbocatalogus/risico/42/4/47/104>.
- ²⁰ Bron: antwoordvoorbedrijven.nl/subsidie/aanpassingen-werkplek en gesprek met dhr. Feij, adviseur UWV.
- ²¹ Dit begrip komt uit de kwaliteitszorg en staat voor Plan-Do-Check-Act [ontwerpen, uitvoeren, controleren en bijstellen]. Deze cirkel is bedacht door Amerikaanse statisticus J.W. Deming (1900–1993). Op deze letters kan worden gevarieerd: 'Please Don't Change Anything', of zoals Victor Roggeveen aangaf 'Procedures Don't Change Anything'.
- ²² Overigens is de VCA-norm niet echt een managementsysteem, maar een checklist. Toch wordt het in veel bouwbedrijven wel als zodanig gebruikt, met name in combinatie met een ISO-9001 systeem.
- ²³ In database van uitzend- en detachingsbureau mt&v komt KZS niet voor. Navraag bij VCU auditor dhr. A. Rok (Kiwa/Cetradex) gaf aan hier geen voorbeelden van te kennen.
- ²⁴ Wikipedia bij het lemma kleurenblindheid.
- ²⁵ Met dank aan dhr. S.E.J. Hendriksen, studiekeuze-adviseur.
- ²⁶ Hierbij kan gebruikt worden gemaakt van de inventarisatie die Uvijls (1998) heeft gemaakt voor België.
- ²⁷ Zie voor een duidelijk overzicht van de verschillende kleuren: <http://www.mti-industriegase-ag.de/Fachbegriffe/Farbkennzeichnung-von-Gasflaschen-1829.html>
- ²⁸ Overigens staat hierover niets in de Politiewet, met dank aan dhr. J. Vos, voormalig docent Politie Academie.
- ²⁹ Dhr. R. Bogerd, medestudent bij de PHOV.

-
- ³⁰ Voorbeeld kreeg ik aangereikt door dhr. Noothoven van Goor.
- ³¹ Bij hartproblemen is dat anders, daar leidt het tot veel discussie, volgens dhr. Burggraaff, HRM bij NS
- ³² Dat is het passeren van een StopTonendSein; ofwel door rood rijden.
- ³³ Met dank aan mw. I. Rustenhoven – Spaan, anesthesist in opleiding AMC en aan dhr. M. Pantel, anesthesist in het Haga ziekenhuis te Den Haag.
- ³⁴ Bij het AMC wordt alleen nog gewerkt met O₂-cilinders. In andere ziekenhuizen zijn de systemen redundant uitgevoerd: de aansluitingen passen alleen op één bepaald type gascilinder; zuurstof kan niet worden aangesloten op lachgas. Zie hiervoor:
http://en.wikipedia.org/wiki/Pin_Index_Safety_System
- ³⁵ De Franse filosoof René Girard heeft waardevolle dingen geschreven over het thema 'na-apers en zondebokken'.
- ³⁶ Daarbij wordt aangegeven dat $A = L^2 / 2.000$. Daarbij is A de minimum oppervlakte in m² en L is de grootste gebruiksafstand in meters.
- ³⁷ Uit de roman *Perlmann's zwijgen*, pag. 46, vertaald door G. Meijerink, uitgeverij Wereldbibliotheek, 2007.
- ³⁸ Mw. S.A.T. Jaspers, I-SZW, contactpersoon werkgroep HOT (Herziening van de Ongevalsonderzoek Taak).
- ³⁹ Met dank aan meedenken hierover door dhr. J. Vollenbroek.
- ⁴⁰ Helaas heb ik niet de beschikking over deze database. Een bijkomend punt is dat, voor zover ik kan nagaan, hierin vooral ongevallen uit de luchtvaartsector in zijn verwerkt. Die gegevens zullen niet zoveel opleveren voor het onderwerp KZS, aangezien de piloten hierop zijn uitgeselecteerd.
- ⁴¹ Via e-mail vernomen van dhr. P. den Hartog, onderzoeker LIS; zie voor meer info over dit systeem veilig.nl. Tevens heb ik een offerte opgevraagd voor een enquête onder circa 2.500 getroffen en om een statistisch voldoende grote steekproef te verkrijgen: bij een geschatte respons van 40% en een verwacht aantal van 120 KZS per 1.000.
- ⁴² De armseinen hadden een blauwe lens, die in combinatie met de gele vlam van de olielamp de kleur groen gaf. Dat was volgens dhr. H. de Raadt dubieus, aangezien bij bepaald zonlicht de kleur kon veranderen.
- ⁴³ Zoals de slogan van Philips aangeeft: 'Sense en simplicity'.
- ⁴⁴ Met dit uitgangspunt ontwierp Steve Jobs de Apple.
- ⁴⁵ Artikel in *Reformatorisch Dagblad* van 26 oktober 2010.
- ⁴⁶ Tijdens een boeiende excursie in 1995, georganiseerd door dhr. Hochstenbach, onze docent voor meet- en regeltechniek aan de Hogeschool van Amsterdam.
- ⁴⁷ In de ontwerpnorm van 1972 werd dit nog niet met zoveel woorden genoemd, al komen deze elementen al wel voor in de norm.
- ⁴⁸ Dank voor het voorbeeld dat wordt opgenomen in zijn nieuw te verschijnen boek, via e-mail correspondentie.
- ⁴⁹ Jawel, waarnaar de straat is genoemd waar het Aboma kantoor staat!
- ⁵⁰ Zie hiervoor: <http://www.jgk.nl/cms/index.php?page=kleurenblindheid>.
- ⁵¹ <http://www.vischeck.com/vischeck/vischeckImage.php>.
- ⁵² PHOV docent dhr. J. Schover van ECN vertelde dat als kerncentrales worden opgestart het eerste uur menselijk ingrijpen onmogelijk is gemaakt. Door het complexe proces is bij een incident de kans dat een ingreep door een mens fout gaat groter dan dat die goed ingrijpt.
- ⁵³ Met dank aan dhr. Schouls van HTM.
- ⁵⁴ Mede daarom is de deelname door Nederland aan de ontwikkeling van JSF een dure hobby en lobby...
- ⁵⁵ Royackers (2013) wijst op de ontwikkeling van een nieuwe generatie, autonoom opererende drones, die zelfstandig kunnen beslissen over leven en dood. De ethicus waarschuwt dat de mens steeds meer naar de zijlijn verdwijnt bij de robotisering. 'De mens moet echter altijd zelf blijven beslissen.'
- ⁵⁶ Met dank aan kolonel R. Hagemeijer, Hoofd Stafgroep Vliegveiligheid, Kwaliteit, Arbo en Milieu, Ministerie van Defensie.
- ⁵⁷ Kahneman (2011), die als psycholoog de Nobelprijs voor de Economie heeft gekregen. Systeem I is het 'snelle denken', systeem II is het 'langzame denken' en doet het zware werk.
- ⁵⁸ Met dank aan dhr. K. Zieltjens van Bam Wegen: 'Als het gaat om veiligheid ben je nooit alleen.'
- ⁵⁹ Citaat uit paragraaf [29], opgenomen in: *Met zachte hand. Augustinus over dwang in kerk en maatschappij*. Epistula 185, vertaling P. van Geest, Damon, Budel, 2012.
- ⁶⁰ Met dank aan dhr. M. Kuijsten, hoofd Safety NS.
- ⁶¹ Deze NVVK vakgroep hield op 12 juni 2013 haar eerste bijeenkomst in Utrecht.

Literatuur

*Wat erbovenuit gaat, mijn zoon, wees gewaarschuwd!
Er komt geen einde aan vele boeken te maken,
en veel studeren vermoeit het lichaam.
Prediker 12:12*

- Alphen, W.J.T. van, e.a. (2010), *Leren van ongevallen. Een overzicht van analysemethodieken*. SDU, Den Haag, 2^{de} herziene druk
- Alphen, W.J.T. van (2012) *Ongevalleonderzoek. De eerste stap in het leren van ongevallen*. Arbo Informatie 43, SDU
- Barbur, J. e.a. (2009), *Minimum Color Vision Requirements for Professional Flight Crew, Part III: Recommendations for New Color Vision Standards*, Federal Aviation Administration
- Biesboer, F. (2012) *Lichtomschakeling*. In: De Ingenieur nr. 20/21, pag. 37
- Bijster, P. (2012) *Statistisch gezien gebeuren hier héél weinig ongelukken*. In NVVK info, pag. 28-31
- Boutellier, H., (2005) *De veiligheidsutopie. Hedendaags onbehagen en verlangen rond misdaad en straf*, Boom Juridische uitgevers, Den Haag
- Brink, E. van den. (2012) *Baansysteem verandert in boordsysteem*. In: De Ingenieur nr. 20/21, pag. 23
- Brinker, J. den & Schepers, P. (2011) *What Do Cyclists Need to See to Avoid Single-Bicycle Crashes?*, In: Ergonomics, Vol. 54, No. 4 pag. 315-327
- Brüggemann, J.D. (1989) *Humanisering van de arbeid. Bijdrage tot de ontwikkeling van een humaniseringsprofiel*. UvA, Amsterdam
- Coenen-van Vroonhoven, E.J.C., et al, (2010) *JGZ richtlijn. Opsporing visuele stoornissen 0-19 jaar*. RIVM, rapport nummer 295001014/2010
- Crow 132 (2009) *Werken in of met verontreinigde grond en verontreinigd (grond)water*
- Eijk, V. van, & anderen (2013), *De menselijke fout, zijn we allemaal gelijk?* In: Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap 2013-01 supplement, pag. 151-158
- Europese Unie (2007) *Richtlijn inzake het certificeren van machinisten die locomotieven en treinen op het spoorwegsysteem van de Gemeenschap besturen*, richtlijn 2007/59/EU
- European Court of Human Rights (2012) *Occupational Health: Employer's right to adversarial examination of employee's medical files must be reconciled with right to medical confidentiality*. Persbericht
- GGD Flevoland, (2009) *Kleurenblind, Informatie en tips voor ouders en verzorgers*
- ICAO (2012) *Manual of Civil Aviation Medicine*, paragraaf 11, pag. 372-278
- Kahneman, D. (2011) *Ons feilbare denken*, Amstel Uitgevers, Amsterdam
- Klaver, I. (2007) *Kleurenblindheid in het onderwijs*. Scriptie Pabo, Dronten
- Kolk, A. van der (2013) *Medische informatie en onderzoek naar incidenten: Tijd voor modernisering van het medisch beroepsgeheim?!*, In: Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap 2013-01 supplement, cd
- Köhler, W. (2010) *Gevarensignalering moet ook voor kleurenblinden duidelijk zijn*. In: NRC Handelsblad, Wetenschap en onderwijs, 10 maart
- Lindhout, P. (2009) *Taalproblemen bij BRZO- en ARIE bedrijven, een onderschat gevaar? Een verkennend onderzoek naar het raakvlak tussen taalproblemen en zware ongevallen*. Bijlage 10. Pag. 26-27. TU-Delft/MoSHE
- Mertens, F. en anderen, (2012) *Methodische aspecten van het onderzoek naar ongevallen*, pag. 91-114, Eburon
- Ministerie van VWS (2003) *Wet gelijke behandeling op grond van handicap of chronische ziekte*
- Minnaert, M. (1974) *De natuurkunde van 't vrije veld 1. Licht en kleur in het landschap*. B.V. W.J. Thieme & Cie, 5^e druk, Zutphen
- Mollon, J.D. & Cavonius, L.R. (2012), *The Lagerlunda Collision and the Introduction of Color Vision Testing*, in Survey of ophthalmology, nummer 57

- Nederlands Normalisatie-instituut (2005) *NPR 7022 Functioneel kleurgebruik – Aanpassing aan kleurzin-stoornissen*. NNI, Delft
- Nederlands Normalisatie-instituut, *NEN 3011. Veiligheidskleuren en –tekens*. Ontwerp norm juni 1972, 3^e druk, juni 1977, 4^e druk oktober 1986, 5^e druk.
- Nederlands Normalisatie-instituut (2011) *Normen om kleuren beter herkenbaar te maken voor kleurenblinden*. Artikel op website nen.nl, 22 november
- NEN *Norm ISO 7010, komt binnenkort uit*.
- Nieuw Amerongen, J. van (2013) *Visuele illusies*, In: Weet, februari, pag. 16-18
- Noothoven van Goor, M. en Spittje, H., (2007) *Ontwerpers en wegbeheerders moeten kleur bekennen*. In: CROWetcetera nr. 7, pag. 12-15
- Noothoven van Goor, M. (2011) *Kleurenblindheid*, in Veiligheid, juli/augustus
- Onderzoeksraad voor Veiligheid (2005), *Door rood rijden op Amsterdam CS (24 mei 2004)*, Den Haag
- Oudenampsen, D. & Flikweert, M. (2010) *Een onnodige handicap. Maatschappelijke belemmeringen voor kleurenblinden*. Verwey-Jonker Instituut
- Peereboom, K.J. & Scheijndel, P.A.M. van. (2013) *Handboek Ergonomie/Human Factors*, Vakmedianet, Alphen aan den Rijn
- Reason, J. (1997) *Managing the Risk of Organizational Accidents*, Ashgate Publishing Limited
- Royakkers, L. (2013) *Terrorist kan eenvoudig drones inzetten*. In Reformatorisch Dagblad, 29 maart
- Spittje, H. (2007) *Kan een dynamisch wegwagsysteem rijgedrag beïnvloeden?* In: CROWetcetera nr. 7, pag. 12-15
- Stephen, C.A. (2009) *Design for All*, In: Iris, jaargang 2, nummer 3.
- Uvijls, A. (1998) *Kleurzien en kleurzin-stoornissen voor de practici*. Kugler Publications, 's Gravenhage
- Velzen, T. van (2012) *Vijf jaar vertraging. Fyra geremd door gebrek aan systeemintegratie*. In: De Ingenieur nr. 20/21, pag. 16-25
- Vollenbroek, J. (2005) *Werkboek Foutenmanagement*, Human Error Consultancy, Oldenzaal
- Vollenbroek, J. (2009-A) *Ik zie ik zie wat jij niet ziet*. In: Arbo nr. 9, pag. 32-33
- Vollenbroek, J. (2009-B) *Zoek de verschillen*. In: Arbo nr. 10, pag. 36-37
- Vollenbroek, J. (2012) *Leren van fouten kan meer opbrengen*. Human Error Consultancy, Oldenzaal
- Voorde, G. ten (2010) *Bijna in botsing met een straaljager. Blindheid voor kleuren belemmert contacten*. In: Reformatorisch Dagblad, 22 juni
- Vandenecker, S. (2010), *Kleurenblindheid en kleurbepaling bij tandartsen*. Masterproef, Universiteit Gent
- Vanhoorne, M. (1992) *Invloed van milieufactoren op het kleurenzien*. In: VVVA, Problemen van Arbeidsgeneeskunde, nr. 27, pag. 132-152
- Walraven, J. (2002) *Kleurenblind. Zien en toch niet zien*. Blind Color, Arnhem
- Weide, R. van der & anderen (2012) *Treinongeval Amsterdam Westerpark. Human Factors aspecten machinist*. Rapport 3481A, Intergo
- Wickens, C.D. (2004) *An introduction to Human Factors Engineering*, second edition, Pearson Education, New Jersey
- Zwaard, W. (2009) *Ontwikkeling in het Onvolmaakte, 40 jaar Hogere veiligheidskunde*, Stichting PHOV, Utrecht

Overige geraadpleegde relevante websites

gezondenvitaal.nl/artikel/kleur-spreekt-niet-vanzelf
gezondheidsplein.nl/aandoeningen/218/kleurenblindheid.html
vischeck.com/
medischcontact.artsennet.nl/nieuws-26/archief-6/tijdschriftartikel/85762/fietshelm-voor-kinderen-is-noodzaak.htm
kleurenblindheid.nl knmg.artsennet.nl/Dossiers-9/Dossiers-thematrefwoord/Beroepsgeheim-1.htm
nen.nl
nl.wikipedia.org/wiki/Kleurenblindheid
oogartsen.nl/oogartsen/glasvocht_netvlies/kleurenblindheid/

Fotoverantwoording

- Aboma: foto 39 en 40
- Colorblind: foto 7
- Boer, Pieter de: overige foto's
- Boer, Pim de: tekening 'Prinses'
- Booktryst: cover boek Von Goethe pagina 11
- Dreamstime: voorblad, foto 1, 3, 4, 8, 10, 12, 13, 16-19, 25-27, 29, 30, 34 en 41-45
- Internet: foto 6 en 21 en figuur 2
- Pol, Michel van der, achterzijde; gemaakt tijdens NVVK congres 20 maart 2013
- Rijkswaterstaat: foto 9

Bijlagen

- A. Licht
- B. Scriptievoorstel, verwijderd
- C. Een KZS-bril
- D. Erfelijkheid KZS
- E. Foto's
- F. Beroepsgroepen
- G. Voorbeelden veilige en onveilige situaties voor KZS
- H. Over Aboma
- I. Abomafoon 9.05 'Kleurgebruik en kleurzin-stoornissen'
- J. Voorbeelden van (bijna) ongevallen
- K. Vragenlijsten

Bijlage A: Licht

*Een goed begin is het halve werk.
sprekwoord*



Foto 45 De Ven. Zie het boeiende verhaal van Stephen Covey over het interpreteren van licht:
<http://www.youtube.com/watch?v=SiNEIKx64f0>

Bijlage B verwijderd, was scriptie voorstel voor studie

Bijlage C Een KZS-bril

*Einmal vormachen is besser als hundertmal forsagen.
Duits spreekwoord*



Foto 30-1 Rode rozen, origineel

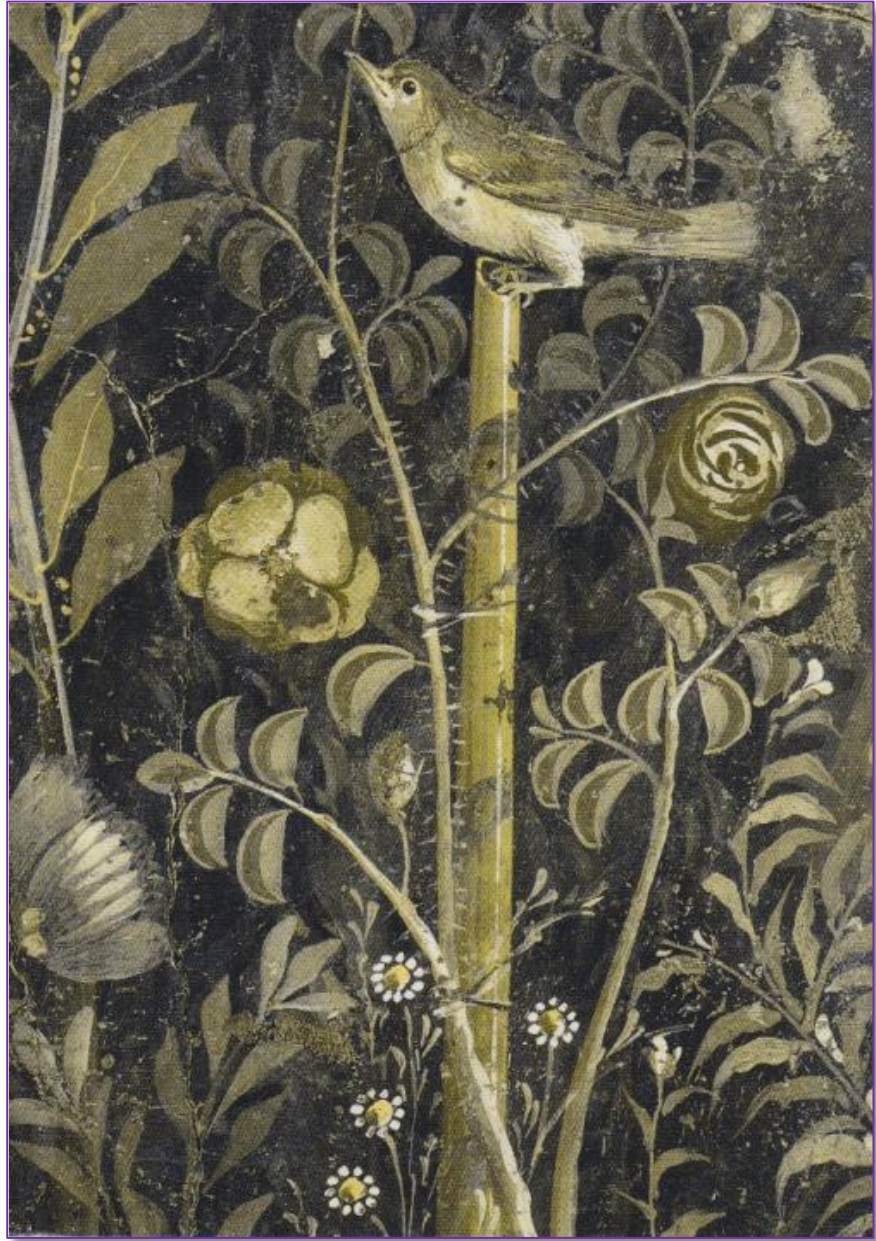
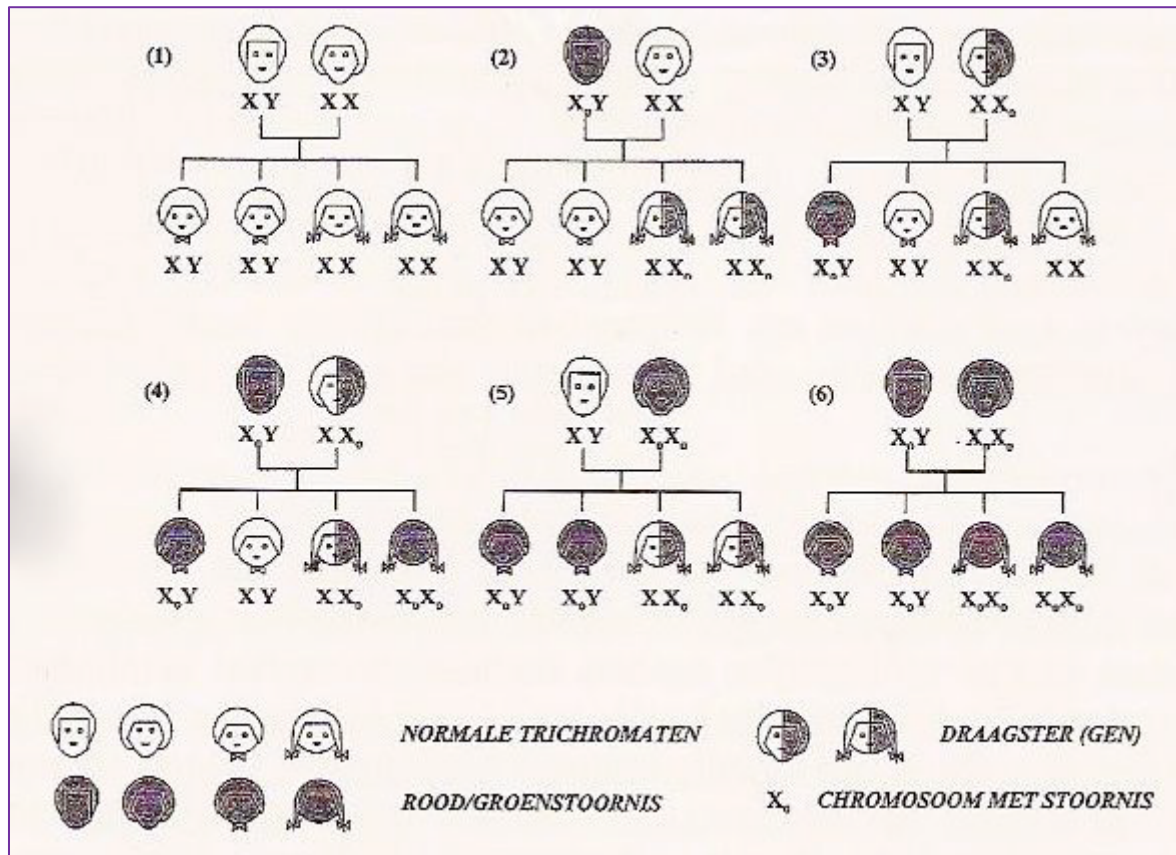


Foto 30-2 Rode rozen: bewerkt voor deuteranoop

Zie de foto 29 voor het verschil in waarneming. In de papieren versie is hierbij een aangepaste bril toegevoegd. Zo'n bril is op te vragen bij: pieter@prealabel.com

Bijlage D Erfelijkheid KZS

Bij congenitale defecten kan geen enkele therapie worden ingesteld. De afwijking is onveranderlijk, ze blijft status-quo voor het gehele leven.
 Uvijls



Bovenstaand schema (Uvijls, 1998) geeft aan dat mannen meer kans hebben om een KZS te hebben. KZS komt meer voor bij blanke mannen (8%) dan bij blanke vrouwen (0,4%). Bij niet-blanken komt het veel minder vaak (circa 3%) voor.

PS: Genterapie bij apen leverde op dat zij minder onderhevig waren aan kleurzin-
 stoornis na een aantal maanden behandeling. Mogelijk kan deze therapie in de toekomst
 ook voor mensen worden ingezet. Meer info hierover: <http://phys.org/news172325926.html>
 Nog los van de ethische discussie over genterapie.

Bijlage E Foto's

'Een foto zegt meer dan duizend woorden.'
Anoniem

Hieronder staat een aantal foto's van situaties die verwarrend zijn vanwege de gebruikte kleuren of wijze van ontwerp.



Foto 31
Voorbeeld oude noodstop
bediening op
cirkelzaagmachine



Foto 32 en 33
Goed voorbeeld nieuwe
noodstopbediening op
cirkelzaagmachine



Foto 34
Steekproef in het laboratorium, etiket geeft
uitsluitend inhoud



Foto 35
Verwarrende startknop



Foto 36
Bij de simulator in het Spoorwegmuseum kreeg Pim (met KZS) de kwalificatie 'uitmuntend' en kreeg als enige van de vier jongens die meededen de tekst mee: 'Je kunt een heel goede machinist worden.'



Foto 37
Verkeerslichten in Zwitserland

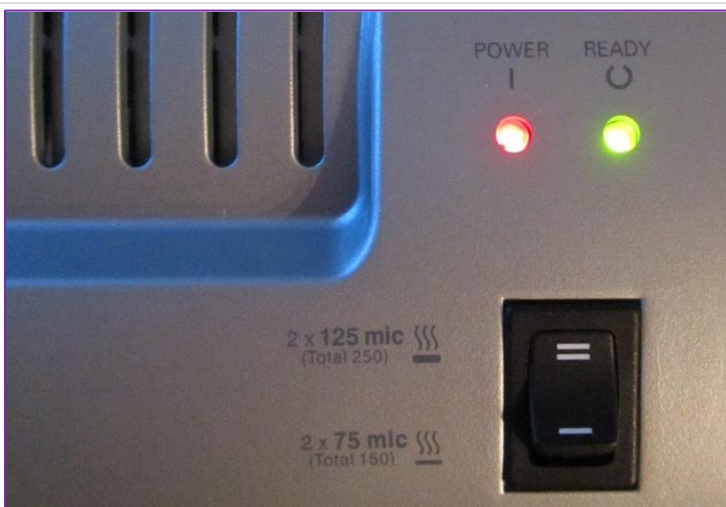


Foto 38
Lamineerapparaat, voor KZS hebben beide lampjes dezelfde kleur.

Bijlage F Beroepsgroepen

*Gott würfelt nicht.
Albert Einstein⁶² (1879-1955)*

Functie	Uvuijls	GGD	Functie eis	Mogelijk risico
arbeidsinspecteur	2	-	nee	geen eis
astronaut	1	-	ja	instrumenten panelen zijn onoverzichtelijk
analist	2	2	soms	verkleuringen bij scheikundige reacties
anesthesist	3	3	nee	medicijnen, verkleuring patiënten
apotheker	2	2	soms	verkeerde medicijnen verstrekken
arts	3	3	nee	kan bloed en ontlasting onvoldoende van elkaar onderscheiden
bacterioloog	2	3	soms	verkleuringen bij scheikundige reacties
brugwachter	2	-	nee	onbekend
chauffeur, bus	2	2	soms	verkeerslichten niet redundant
chemie	2	2	soms	verpakkingen gevaarlijke stoffen, met name gascilinders
chirurg	3	3	nee	kan bloed en ontlasting onvoldoende van elkaar onderscheiden
elektriciens	1	2	ja	verkeerde aansluiting draden
gerechtelijke geneeskunde	2	-	nee	kan bloed en ontlasting onvoldoende van elkaar onderscheiden
loods	1	1	ja	instrumenten panelen zijn onoverzichtelijk
luchtverkeersleider	2	2	ja	instrumentarium
metrobestuurder	2	!	ja	verkeerslichten niet redundant
militair	1-3	-	soms	luchtmacht
piloot	1	2	ja	instrumentarium, snel reageren
politie	2	2	ja	doorgeven signalement
rijschoolhouder	2	3	nee	eis is vervallen in Nederland
stuurman	1	2	ja	verlichting boeien en bakens
treinmachinist	1	1	ja	verkeerslichten niet redundant
trambestuurder	2	-	ja	verkeerslichten niet redundant
veiligheidsofficier	2	2	soms	onbekend
verpleegkundige	3	3	nee	verkeerde medicijnen verstrekken
vleesinspecteur	2	1	soms	volksgezondheid

In bovenstaande tabel is de lijst van Uvuijls (1998) vergeleken met de oude lijst van GGD (Klaver, 2007). De overige functies die in de voormelde lijsten staan hebben geen betrekking op veiligheid en zijn daarom niet opgenomen in deze vergelijking. De kolom functie eis heeft betrekking op de Nederlandse situatie.

De lijst uit het Verwey Jonker is niet meegenomen, aangezien daar geen afweging is gemaakt van de mate van ongemak of gevaar.

Toelichting:

1. Perfect kleurenzien vereist.
2. Goed zien belangrijk
3. Misschien een probleem

Geel: afwijking tussen lijsten.

Rood: hoogste risico

NB Dit overzicht is niet compleet en zou verder onderzocht dienen te worden.

Bijlage G Voorbeelden van veilige en onveilige situaties voor KZS

*Een enkele menselijke fout mag geen ongeval veroorzaken.
medewerker Prorail*

Op een aantal vlakken is meer aandacht voor het veilig ontwerpen van machines. Overigens ligt dit op het terrein van de ergonomie, waarop in deze scriptie niet uitgebreid wordt ingegaan. Uiteraard is het wel wenselijk om door de analyse van (bijna)ongevallen te komen tot aanbevelingen voor het ontwerp.

Goede voorbeelden van al aangepaste zaken zijn:

- elektradraden: de grijze draad is vervangen door groen/geel, rood door lichtblauw en groen door bruin.
- apart aan te vragen Cito-toetsen als het gaat om aardrijkskunde {vreemd eigenlijk dat je dit apart moet aanvragen als je weet dat 8% van de jongens een probleem heeft op dit gebied}
- *NRC-Next* heeft in de kadertjes zwarte letters op een gele achtergrond (dit is het beste leesbaar, evenals Nederlandse kentekenplaten het beste te herkennen zijn door zowel mensen als camera's)
- op autosnelwegen waarbij op nieuwe borden een wit randje is aangebracht om rode en groene vlakken
- noodstop op nieuwe machines die verhoogd is aangebracht dan de aanknop, hierdoor intrinsiek veilig (als je er een klap op geeft of er tegenaan stoot, schakelt de machine uit)
- spoorwegovergangen⁶³ (de rode lampen zijn vervangen door oranje lampen)

Voorbeelden van gevaarlijke situaties waarbij geen dan wel onvoldoende rekening is gehouden met KZS:

- scheepvaart: dubbel rood (brug of sluis gesloten en onbediend), rode en groene bebakening, rood met groen (doorvaart wordt aanstonds toegestaan)
- oude machines met als noodstop een rode knop in paddenstoelvorm; deze wordt ook gebruikt als deuropener
- pictogrammen (volgens NEN 3011): bij blusmiddelen moeten een rode achtergrond hebben, terwijl vluchtwegaanduidingen groen zijn
- verkeer: matrixborden, kleur fietspaden (rood naast zwart)
- in personenliften: rode en groene lampjes

Sowieso is een verkeerslicht slecht ontworpen door de zwarte achtergrond. Het zou beter zijn als het omhulsel wit zou zijn, en de kap aan de binnenzijde bekleed met alu-kleur om licht te reflecteren in plaats van te absorberen.



F 41 - 43. Voorbeeld hoe een verkeerslicht in eenduidigheid kan toenemen door naast kleur een (witte) vorm toe te passen.

Bijlage H Over Aboma



*'Aboma is de antibiotica voor uw organisatie.
Als u te vroeg stopt met ons in te nemen, keert de ontsteking weer terug.'*
Rob Woestenburg

Aboma is een zakelijke dienstverlener met ruim 100 medewerkers in dienst. Zij is toonaangevend in keuringen, inspecties en taxaties van liften en materieel en in de begeleiding van arbobeleid in bouwbedrijven. De dienstverlening is gericht op het verhogen van de veiligheid in met name de bouwnijverheid en aanverwante branches. Aboma heeft een aparte bv die actief is op het gebied van de certificering van kwaliteits-, veiligheids- en milieusystemen.

Om een praktische vertaalslag van de bestaande veelheid van publicaties over wetten, normen en richtlijnen voor het gebruik in de bouw en industrie te maken heeft Aboma de Abomafoon ontwikkeld. Dit informatiesysteem geeft een helder beeld en beschrijft kort en bondig zowel de organisatorische als de technische aspecten die van toepassing zijn op de voorbereiding en uitvoering van bouwwerken.

In de Abomafoon nummer 1.07 zou in het Ongevallenformulier zou bij het onderdeel 'Oorzaken' in de kolom 'Omstandigheden' het volgende aandachtspunt kunnen worden toegevoegd: 'kleurenblind en hoogtevrees'.

Zelf ben ik actief bij de afdeling Advies, in het bijzonder het kenniscentrum. Daar ontwikkelen we nieuwe producten en beheren de Abomafoon. Dit is een handboek waarin voor de bouw de wet- en regelgeving in combinatie met de huidige stand der techniek wordt vertaald naar de praktijk in de bouw. Voor dit handboek heb ik een nieuw hoofdstukje geschreven over kleurzin-stoornissen. Zie volgende bijlage.

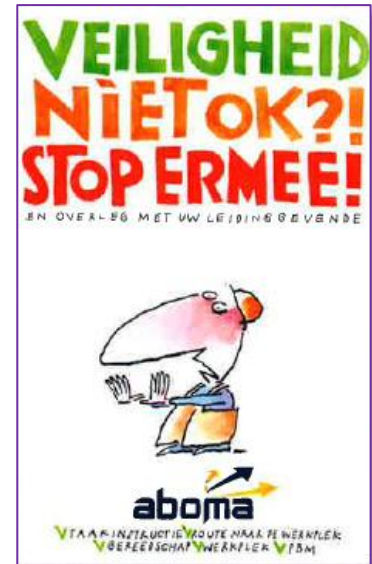


Foto 39 LMRA-kaartje met omgekeerde kleurvolgorde...

Bijlage I Abomafoon 9.05

*De Abomafoon is het jonge Woudlopers handboek van de veiligheidskundige.
Pieter de Boer*

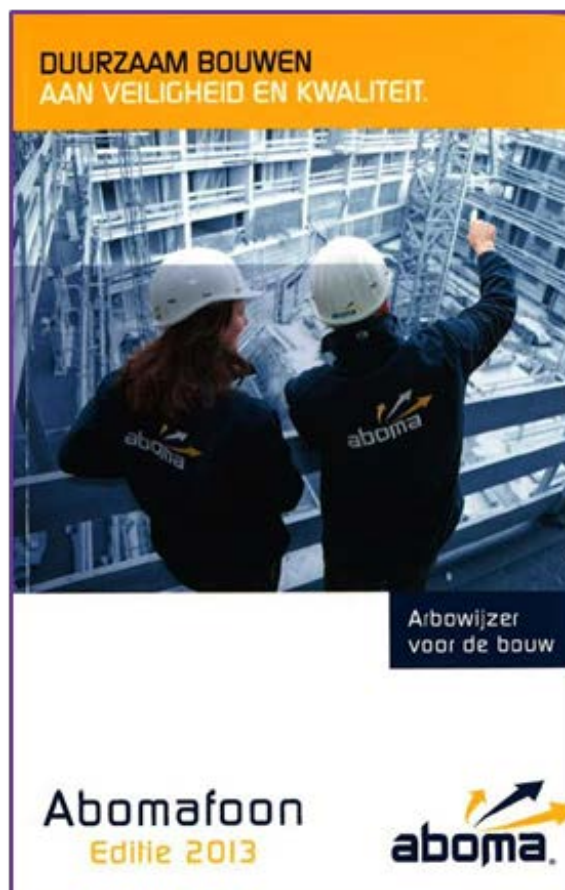


Foto 40 Cover Abomafoon

9.05 Kleurgebruik en kleurzin-stoornissen

Kleurzin-stoornissen of kleurenblindheid komen voor bij 1 op 12 mannen en 1 op 250 vrouwen. Het aantal mensen in Nederland dat een vorm van kleurenblindheid heeft is ongeveer 700.000. De meesten (99%) hebben moeite met het goed onderscheid kunnen maken tussen de kleuren rood en groen. En dat terwijl juist deze kleuren het meest gebruikt worden om gevaar aan te duiden of juist aan te geven dat iets goed is. Overigens compenseren mensen met een kleurzin-stoornis hun handicap meestal door op andere signalen (bijvoorbeeld vormen of afmetingen) te letten. Gevaarlijke situaties kunnen voorkomen in het verkeer, bij het werken met verontreinigde grond, bij beeldschermwerk en het bedienen van machines.

Normen en regels

De Arbowet geeft aan dat 'de inrichting van de arbeidsplaatsen, de werkmethoden en de bij de arbeid gebruikte arbeidsmiddelen alsmede de arbeidsinhoud zoveel als redelijkerwijs kan worden gevegd aan de persoonlijke eigenschappen van werknemers worden aangepast'. Verder geeft het Arbobesluit aan dat 'tenzij dit redelijkerwijs niet kan worden gevegd werkplekken worden ingericht volgens de ergonomische beginselen'. Hieruit vloeit voort dat er in principe bij het ontwerp rekening gehouden dient te worden met kleurzin-stoornissen.

De Wet gelijke behandeling op grond van handicap of chronische ziekte stelt dat werknemers niet mogen worden gediscrimineerd vanwege een handicap. In een Europese resolutie is vermeld dat werkgevers moeten werken volgens het principe 'Design for all'. Het ontwerp dient zodanig te zijn dat iedereen deel kan nemen aan het arbeidsproces. Met name in de ontwerpfase dient daarom rekening te worden gehouden met redundant kleurgebruik. Met redundant wordt bedoeld dat er een dubbele codering is, zodat niet alleen de kleur bepalend is, maar bijvoorbeeld ook de vorm of een begeleidende tekst. Daarnaast dient bij beeldschermen voldoende contrast te worden gebruikt. Dat is niet alleen voor personen met een kleurzin-stoornis behulpzaam, maar ook voor ouderen. Mensen boven de 50 jaar krijgen vaak te maken met een afname van contrast. Deze kan verminderen tot 30% van wat een 20-jarige aan contrast kan zien.

De RI&E

Gezien het grote aantal mensen met een kleurzin-stoornis is het bij het uitvoeren van de RI&E wenselijk om functioneel kleurgebruik mee te nemen. Daar komt bij dat in het donker niemand kleuren kan zien. Daarom is het altijd van belang dat de functie, status of inhoud van een techniek ook uit andere punten (bijvoorbeeld vorm of positie) is af te leiden. De vraag is of bedieningspanelen, noodstops op machines en installaties en de gebruikte softwarepakketten 'kleurenblind-proof' zijn vormgegeven. Is dit niet het geval, neem deze dan op in het Plan van Aanpak en betrek het in de instructie aan de betrokken medewerkers. Daarbij is het van belang dat alle werkinstructies 'kleurenblind-proof' zijn.

Praktische invulling

De volgende vragen kunnen helpen om risicovolle situaties op te sporen (uit NPR 7022):

Vragen	Criteria	Toelichting
Wat is de functie van het gebruik van kleuren?	<ul style="list-style-type: none"> o Zichtbaarheid o Onderlinge samenhang o Signaalwaarde o Herkenbaarheid 	Is de kleur in overeenstemming met het te geven signaal (bijvoorbeeld rood licht boven) ?
Zijn er naast kleur nog andere kenmerken, die bijdragen aan zaken als herkenbaarheid en onderscheiding?	<ul style="list-style-type: none"> o Vorm o Afmeting o Licht o Tekst o Geluid o Neen, geen andere kenmerken 	Indien er geen andere kenmerken aanwezig zijn is het ook gevaarlijk voor mensen met normale kleurzin, bijvoorbeeld in het donker.
Hoeveel kleuren zijn nodig voor codering?	<ul style="list-style-type: none"> o < 5 o 6 - 10 o > 10 	Het gebruik van meer dan 10 kleuren zal vrijwel altijd een probleem opleveren.

Om ontwerpen en de werkplek te controleren of deze 'kleurenblind-proof' zijn kunnen de volgende twee methoden worden gebruikt:

1. Ontwerp in zwart-wit. Als er daarbij geen onduidelijkheden zijn over de functionaliteit, kunnen vervolgens een beperkt aantal kleuren worden toegevoegd.
2. Maak foto's van de situatie en controleer deze aan de hand van gratis beschikbare software: vischeck.com.

Situaties die een mogelijk onveilige situatie kunnen opleveren zijn in de onderstaande tabel weergegeven.

Gevaarlijke situatie	Mogelijke oplossing
Verkleuringen bij verontreinigde grond (toxiciteit)	Medewerker samen laten werken met persoon met normale kleurzin
Hijsbanden	Gebruik maken van hijsbanden met (drie-)dubbele codering: kleur, zwarte (stippel-)lijnen en een label
Neerzetten lichtkegels bij wegwerkzaamheden	Kleur in tekst erop vermelden (rood / groen)
Gasflessen (kleur schouder)	Apart opslaan, voorzien van tekst
Gasfiltermaskers	Naast kleurcodering tekst erbij bewaren
Rode noodstopknoppen op machine	Een gele achtergrond aanbrengen achter de knop zorgt voor voldoende contrast
Werken in het donker bij natriumverlichting	Andere type lampen gebruiken (bijvoorbeeld LED)
Rode verlichting bij noodsignalen	Combineren met geluidsignaal
Noodvoorzieningen voor donkere of niet contrasterende achtergrond	Noodvoorzieningen altijd op witte of gele achtergrond plaatsen
Nachtblindheid	Medewerkers met deze aandoening niet tijdens de schemering en nacht inplannen

Verwijzing

- Arbowet, hoofdstuk 2, artikel 3.
- Arbobesluit, artikel 5.4.
- Europese Resolutie: 'Resolution ResAP 2001-1 on the introduction of the principles of universal design into the curricula of all occupations working on the built environment.
- NPR 7022 Functioneel kleurgebruik - Aanpassing aan kleurziestoornissen.
- NEN 3011 Veiligheidskleuren en -tekens in de werkomgeving en in de openbare ruimte.
- Website: www.vischeck.com
- Walraven J. Kleurenblind. Zien en toch niet zien. Blind Color, Arnhem, 2002.
- Abomafoon 1.40 Risico-inventarisatie en -evaluatie van machines.

Uitgave: Aboma bv
 Maxwellstraat 49^a
 Postbus 141
 6710 BC Ede
 tel. 0318 69 19 20
 fax 0318 69 19 21
 e-mail info@aboma.nl
www.aboma.nl

Datum: Juni 2013

Bijlage J Voorbeelden (bijna)ongevallen

*Snel weer opstaan is iets anders dan niet te vallen.
Aurelius Augustinus (354-430), De belijdenissen⁶⁴*

Hieronder een aantal voorbeelden van (bijna)ongevallen:

1. De ervaring van dhr. Noothoven⁶⁵: *'Was u die zelfmoordenaar?' vroeg de commandant van vliegbasis Twente in 1965 aan M. Noothoven van Goor. De dienstplichtige militair zat in de kantine achter een biertje bij te komen, samen met de piloot die hem in zijn straaljager op een haar na had gemist. Van Goor reed in zijn auto over de weg die de startbaan kruiste. Bij het oprijden van de startbaan brandde de onderste lamp van het verkeerslicht en Van Goor gaf gas. Het dalende vliegtuig miste hem rakelings. Ook de piloot dacht dat zijn laatste uur geslagen was. Na dit incident paste de luchtmacht de verkeerslichten aan. Rood kwam voortaan boven, groen onder. Van Goor, volledig kleurenblind voor rood en groen, had het onderste, rode stoplicht als groen geïnterpreteerd!*

2. Bij de afdeling Bewegingswetenschappen aan de VU heeft men een onderzoek uitgevoerd (Brinker, 2011) naar eenzijdige fietsongevallen. Het blijkt dat deze één derde van alle verkeersslachtoffers in Nederland vertegenwoordigen. Daarbij keken onderzoekers met name naar visuele kenmerken van fietspaden, zoals wegmarkeringen en de zichtbaarheid van paaltjes. Hieruit kwam naar voren dat zichtbaarheid een wezenlijke veroorzaker is van deze ongevallen. Daarbij is aan de geraadpleegde betrokkenen wel gevraagd naar zichtstoornissen, maar niet specifiek naar KZS.⁶⁶ In aanvulling hierop gaf dhr. Vollenbroek aan dat 'het vermogen om contrasten te zien bij het ouder worden snel afneemt. Iemand van zestig jaar ziet nog maar eenderde van de contrasten die iemand van twintig jaar ziet. Zij merken dat onder andere als ze in de ochtend- of avondschemering autorijden. Het wordt dan steeds moeilijker om fietsers zonder licht en met donkere kleding aan waar te nemen.'



Foto 43 Zichtbaarheid fietspad

3. Enige tijd geleden vond er een ernstig ongeval plaats bij de Callandbrug. Dhr. Noothoven vertelde mij dat hij de betrokken ongevalsonderzoeker heeft gebeld, en gevraagd naar de rol van KZS bij het slachtoffer. Die gaf aan 'daar nog nooit over te hebben nagedacht'.

4. Bij ongevallen in de luchtvaart heb ik over dit onderwerp slechts drie ongevalsrapporten kunnen vinden, één uit Nederland (rapport Onderzoeksraad, 2004) en twee uit Frankrijk.⁶⁷ Toch lijken ze meer met *kleurperceptie* te maken hebben en gaat het niet zozeer over kleurenblindheid. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de meeste piloten zijn getest op KZS. Overigens worden voor piloten niet overal dezelfde testen afgenomen, zie paragraaf 1.5 in deze scriptie.

5. Het komt voor dat mensen die bloed in hun ontlasting hebben dat niet opmerken vanwege hun KZS. Daardoor kan de ziekte die dit veroorzaakt onnodig lang voortwoekeren (NTvG, 2001).

6. De heer Vollenbroek vertelde mij over een kleurenblinde die tijdens een training voorbeelden van incidenten gaf. 'Tijdens gewone controlerondes in de avond en nacht heb ik geleerd goed te functioneren, maar als er snel moest worden ingegrepen en ik een andere weg nam dan normaal, was er risico op struikelen en vergissen.' Ook geeft hij aan dat er bij mensen uit de automatisering weinig kennis is van KZS en afnemend contrastvermogen. Dit vormt dus een nieuwe risicosituatie.

7. Jaarlijks vinden in Nederland 220.000 ongevallen⁶⁸ met verzuim plaats, waarvan 25% aan machines is gerelateerd. Mogelijk kan hier een verband met KZS worden gevonden.

8. In het boek van Uvijs (1998, pag. 260) wordt verwezen naar een studie van Verriest en Neubauer, die onderzoek hebben gedaan naar de gevolgen van KZS in het verkeer, zij concludeerden dat de risico's *niet* significant hoger liggen dan bij andere weggebruikers.

9. Weggebruikers negeren regelmatig rode kruisen boven rijstroken. In de periode maart–augustus 2011 werden hiervoor 2.300 bekeuringen uitgedeeld (nu.nl, 22-11-2011). Rijkswaterstaat meldde dat in de regio Noord-Brabant in diezelfde periode 80 meldingen waren gedaan van bijna-ongelukken als gevolg van het negeren van rode kruisen. Hierover heb ik contact opgenomen met RWS. Zij gaven het volgende antwoord: "Ten tijde van het onderzoek naar de mogelijkheden ter voorkoming van rood kruis negatie bleek al snel dat er geen nieuwe beeldstanden of borden gebruikt zouden gaan worden. De aangedragen oplossingen zijn een combinatie van bestaande beeldstanden op de matrixsignaalgevers. Dit was voor ons de reden om dit niet in het onderzoek te betrekken." Het is vreemd dat er geen oorzakenanalyse wordt gemaakt en dat er geen bronmaatregelen worden genomen: andere type lampen dan wel een andere achtergrondkleur van de matrixborden. De kruisen op de matrixborden zijn rood op zwart; dat is niet of moeilijk zichtbaar voor iemand met een KZS.

Eindnoten (bijlagen)

⁶² Einstein had een kleurzin-stoornis.

⁶³ Niet actief beveiligde overwegen hebben helemaal geen lampen, alleen een Andreaskruis, schrikhekken en aankondigingsschilden: RVV Bord J12 of J13.

⁶⁴ De belijdenissen, pagina 331, vertaling Gerard Wijdeveld, De Fontijn, z.j.

⁶⁵ *NRC Handelsblad*, W&O, 2001, een meer uitgebreide toelichting in *Reformatorsch Dagblad* 22 juni 2010.

⁶⁶ Mogelijk ligt hier wel een verband bij oudere fietsers in combinatie met contrastverlies; tijdens gesprek met prof. J. Stoop, TU-Delft.

⁶⁷ Betreffende 'general aviation/recreatief', met dank aan dhr. Arjen Balk, van het NLR Air Transport Safety Institute.

⁶⁸ <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/gezond-en-veilig-werken/veilig-werken>.



Foto 44 Tekst toevoegen aan kleur (2)

inspireren is belangrijker
dan formele macht

okee.. u reed door
rood... dat mag niet...
maar weet u wie 't
stoplicht uitvond?...
en waar dat uit
voortkwam?...

hm?...



Michiel '00 Pol