



Briefrapport 609021106/2010
AC de Groot | M.H. Broekman

Update van de classificatie van Afgedankte Elektrische en Elektronische Apparaten

Briefrapport 609021106/2010

Update van de classificatie van Afgedankte Elektrische en Elektronische Apparaten

AC. De Groot

Contact:
AC de Groot
Centrum Inspectie-, Milieu en Gezondheidsadviesing (IMG)
arthur.de.groot@rivm.nl

Datum: 16 augustus 2010

Versie: 0.1

IMG-vraagnummer: 3415

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van de VROM-Inspectie, in het kader van project M/609021/09/EV - Versterken internationale/nationale hh EVOA.

© RIVM 2010

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

Inhoudsopgave

SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	4
1.1 OPDRACHT EN ONDERZOEKSDOELEN	4
1.2 PROJECTAANPAK.....	4
1.3 LEESWIJZER	5
2. AFGEDANKTE ELEKTRISCHE EN ELEKTRONISCHE APPARATEN (AEEA).....	6
2.1 DEFINITIE ELEKTR(ON)ISCHE APPARATUUR	6
2.2 DEFINITIE AEEA.....	7
2.3 ALGEMENE AFVAL SUBSTROMEN UIT AEEA	8
2.4 CLASSIFICATIE VOLGENS EVOA	9
2.5 INDELING ELEKTR(ON)ISCHE APPARATEN	9
3. OVERZICHT VAN CATEGORIEËN AEEA	11
REFERENTIES.....	23
BIJLAGE.....	24
BIJLAGE 1: AFVALSTOFCODERING EN AFKORTINGEN	24
BIJLAGE 2: CHLOORFLUORKOOLSTOFVERBINDINGEN.....	26
BIJLAGE 3: BATTERIJEN EN ACCU'S.....	28
BIJLAGE 4: POLYCHLOORBIFENYL.....	31
BIJLAGE 5: ZWARE METALEN EN BRANDVERTRAGERS	33
BIJLAGE 6: GASONTLADINGSLAMPEN	35
BIJLAGE 7: CRT, LCD/TFT, PLASMA EN LED BEELDSCHERMEN	37
BIJLAGE 8: HANDLEIDING STEEKPROEFMETHODE AEEA VERSIE 1.....	41

Samenvatting

Eén van de afvalstromen waar de VROM-Inspectie bij toezicht prioriteit aan geeft is de stroom "Afgedankte Elektrische en Elektronische Apparaten" (AEEA).

In 2006 heeft het RIVM in opdracht van de VROM-Inspectie verslag gedaan van een literatuuronderzoek naar de verscheidenheid van elektronische en elektrische apparatuur en de classificatie hiervan op het moment dat deze apparatuur wordt afgedankt en in het afvalstadium belandt.

Op 12 juli 2007 is de nieuwe Europese Verordening overbrenging afvalstoffen (EVOA, EG 1013/2006) in werking getreden. Dit was voor de VROM-Inspectie aanleiding om het RIVM een update te vragen van het RIVM-briefrapport 20061097 (J.v.Dijk en M.H. Broekman). De VROM-Inspectie had twee belangrijke onderzoeksvragen. Ten eerste welke veranderingen treden er op in de coderingen van de classificatie van het AEEA in de overzichtstabel? Ten tweede welke classificatie kan men toekennen aan een betrekkelijk nieuwe categorie van beeldschermen, te weten de LED schermen?

Het RIVM heeft op grond van deze vragen de opdracht gekregen om een actueel overzicht te maken van de verschillende categorieën van AEEA en hierbij aan te geven of er categorieën in te delen zijn in gevaarlijk of niet gevaarlijk afval.

Het overzicht bestaat uit vier kolommen, te weten, één kolom met categorieën AEEA, twee kolommen waarin de afvalcodering volgens het verbod naar niet-OESO-landen van de EVOA is ingevuld en één kolom met opmerkingen over gevaarlijkheid van het afval, samenstelling et cetera.

De reden dat voor deze codering is gekozen, is dat veelal sprake is van (voorgenomen) uitvoer uit de Europese Unie. De EVOA kent eigenlijk geen passende code voor (hele) apparaten. Dit betekent dat hele apparaten in beginsel als niet-genoemde afvalstof aangemerkt dienen te worden. Of deze zienswijze Europees gedragen wordt, is nog onbekend omdat gevallen bekend zijn dat de codes GC010 en GC020 van bijlage III uit de EVOA worden gehanteerd.

In dit document zijn tevens de criteria opgenomen die van belang zijn om te beoordelen of er sprake is van een afvalstof. Deze toetsing dient vanzelfsprekend te worden uitgevoerd voordat beoordeeld wordt tot welke categorie afvalstof een apparaat of partij behoort.

1. Inleiding

Uit de risicoanalyse van afvalstromen (PRIMO) heeft de VROM-Inspectie in 2004 prioriteit gegeven aan de controle van de EVOA inzake zes afvalstromen. Één van de zes afvalstromen betreft: "Afgedankte Elektrische en Elektronische Apparaten" (AEEA) in het kader van het uitvoeringsplan "Handhaving 2005-2007"

In 2006 heeft het RIVM in opdracht van de VROM-Inspectie voor het eerst verslag gedaan van een literatuuronderzoek naar de verscheidenheid van elektronische en elektrische apparatuur en de classificatie hiervan op het moment dat deze apparatuur worden afgedankt tot het afvalstadium.

Op 12 juli 2007 is de nieuwe EVOA (Verordening (EG) 1013/2006) in werking getreden. Dit was voor de VROM-Inspectie aanleiding om het RIVM een update te vragen van het briefrapport 20061097 (J.v.Dijk en M.H. Broekman). De VROM-Inspectie had twee belangrijke onderzoeksvragen. Ten eerste welke veranderingen treden er op in de coderingen van de classificatie het AEEA in het overzichtstabel? Ten tweede welke classificatie kan men toekennen aan een betrekkelijk nieuwe categorie van beeldschermen, te weten de LED schermen?

Het RIVM heeft op grond van deze vragen de opdracht gekregen een actueel overzicht te maken van de verschillende categorieën van AEEA en hierbij aan te geven of er categorieën in te delen zijn in gevaarlijk of niet gevaarlijk afval.

1.1 Opdracht en onderzoeksdoelen

Het RIVM levert de VROM-Inspectie een overzicht van categorieën AEEA die in het afvalstadium ingedeeld zijn als gevaarlijk of niet gevaarlijk afval. Hierbij is rekening gehouden met de nieuwe wijzigingen van de EVOA die op 12 juli 2007 van kracht werden.

1.2 Projectaanpak

De VROM-Inspectie heeft in het voorjaar van 2009 contact gezocht met het RIVM en een upgrade gevraagd van de classificatie van AEEA zoals die in 2006 door het RIVM voor het eerst in een rapport is gepubliceerd.

Het RIVM heeft na verdere afstemming met de opdrachtgever in september 2009 een offerte naar de VROM-Inspectie gestuurd voor goedkeuring van de opdracht.

Na goedkeuring is het RIVM gestart met het literatuuronderzoek op basis van relevante trefwoorden in bibliografische bestanden van de RIVM bibliotheek en overige wetenschappelijke bestanden. Verder heeft het RIVM gebruik gemaakt van zoekfuncties op het internet. Tevens zijn producenten en leveranciers benaderd om hierover informatie te verschaffen. Daarbij heeft het RIVM vooral gelet op de aard en omvang van gevaarlijke stoffen die in onderdelen aanwezig kunnen zijn. Dit heeft invloed op de uiteindelijke EVOA classificatie van de AEEA. De VROM-Inspectie heeft ook informatie verstrekt over onder andere nieuwe inzichten in de regelgeving, waaronder de definitie van apparaten (in het afvalstadium). Een ander voorbeeld is de garantieregeling van (defecte) apparaten in dit verband. De informatie en de aanbevelingen van de VROM-Inspectie zijn verwerkt in een

aanpassing van het eerste concept van het RIVM rapport, dat in de eerste helft van februari 2010 aan de opdrachtgever is opgeleverd.

Het resultaat van dit alles is, dat het RIVM een rapport levert met een overzicht van verschillende categorieën apparaten. In dit overzicht geeft het RIVM een classificatie van de AEEA volgens de nieuwe EVOA.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de definitie van elektr(on)ische apparaten en afgedankte elektrische en elektronische apparaten (AEEA) beschreven, welke afval substromen er vrij komen en wat de indeling van de nieuwe EVOA is.

In hoofdstuk 3 zijn de categorieën AEEA beschreven.

De bijlagen bevatten afvalstofcodering en afkortingen, achtergrondinformatie over een aantal gevaarlijke stoffen (CFK's, PCB's, zware metalen en brandvertragers) en ook informatie over de samenstelling en werking van diverse apparaten / onderdelen (accu's en batterijen, gasontladingslampen, beeldschermen / TV's. Tot slot is in bijlage 8 aandacht besteed aan de wijze waarop een steekproef genomen moet worden om bijvoorbeeld het aandeel defecte apparaten in een hele partij te bepalen.

2. Afgedankte Elektrische en Elektronische Apparaten (AEEA)

2.1 Definitie elektr(on)ische apparatuur

In de definitie in artikel 1, eerste lid, onder d van het Besluit beheer elektr(on)ische apparatuur is aangegeven dat het moet gaan om apparaten die:

1. elektrische stromen of elektromagnetische velden nodig hebben om naar behoren te kunnen werken en apparaten voor het opwekken, overbrengen en meten van die stromen en velden; en
2. onder één van de in bijlage IA bij richtlijn 2002/96/EG genoemde categorieën vallen; en
3. bedoeld zijn voor gebruik met een spanning van maximaal 1000 volt bij wisselstroom en 1500 volt bij gelijkstroom.

Zoals de omschrijving in de definitie zelf al aangeeft, dient het om apparaten te gaan. Dat betekent dat losse onderdelen (zoals een wasmachinemotor) geen apparaten zijn. De drie genoemde eisen zijn cumulatief: een product moet aan alle drie deze punten voldoen voordat sprake is van elektr(on)ische apparatuur in de zin van de regelgeving. De eerste eis, 'elektrische stromen of elektromagnetische velden nodig hebben om naar behoren te kunnen functioneren', betekent dat het product zijn primaire functie niet kan uitoefenen zonder stroom. Ter illustratie:

- Een koelkast zonder stroom kan niet als koelkast functioneren omdat de koelfunctie niet werkt.
- Een knuffelbeest waarbij in de neus een lampje is verwerkt, kan zonder batterij/stroomtoevoer nog steeds de primaire functie (knuffelbeest) uitvoeren.

Overigens is het niet noodzakelijk dat het apparaat een **eigen** stroomvoorziening heeft. Apparaten die stroom nodig hebben en dat betrekken van een ander apparaat (bijvoorbeeld met een snoer dat moet worden aangesloten op een ander apparaat) zijn ook apparaten die elektrische stromen of magnetische velden nodig hebben. Dat betekent dat ook apparaten zonder stekker of zonder batterij een elektr(on)isch apparaat kunnen zijn. Hierbij is bepalend of een stroom door het apparaat gaat die tot effect heeft dat het apparaat zijn functie kan uitoefenen.

- Voorbeelden van apparaten die stroom nodig hebben en dat betrekken van een ander apparaat: headsets, geluidsboxen, USB-sticks en externe harddisks.
- Voorbeelden van producten die geen elektrische stromen of magnetische velden nodig hebben om naar behoren te kunnen werken zijn: Cd's (cd-roms), telefoonkaarten, toners en cartridges, en videobanden. Overigens moeten dergelijke producten ook worden ingenomen en verwerkt (op grond van artikel 1, eerste lid, onder c, van de Regeling) als zij onderdeel zijn van een apparaat op het moment dat deze wordt afgedankt. Een voorbeeld hiervan is een toner die nog in een afgedankte printer zit.

2.2 Definitie AEEA

De volgende categorieën (afval)stoffen zijn te onderscheiden bij elektr(on)ische apparaten:

- tweede hands apparaten en onderdelen (geen afvalstof)
- afgedankte hele apparaten (afvalstof)
- afgedankte onderdelen (afvalstof)
- geteste hele onderdelen van de demontage van afgedankte apparaten (onderdelen, geen afval)

Alle bovenstaande typen kunnen zowel gevaarlijke als ongevaarlijke delen bevatten.

Elektr(on)ische apparaten worden een afvalstof als de gebruiker zich ervan ontdoet, zich ervan wil ontdoen of zich ervan moet ontdoen.

Hieronder volgen verschillende punten om een partij te beoordelen. Bij elke partij moet een afzonderlijke afweging plaatsvinden. De bovenstaande definitie is echter altijd leidend.

In principe worden apparaten als afvalstof gezien als:

- essentiële onderdelen ontbreken;
- onvoldoende verpakt is, waardoor schade tijdens transport ontstaat;
- er schade is die de functionaliteit of de veiligheid aantast;
- het apparaat zodanige gebruiksschade heeft, waardoor de vermarktbaarheid is afgenomen;
- het apparaat onderdelen bevat die verwijderd moeten worden (zoals CFK's, Asbest)
- het apparaat bestemd is voor verwijdering of recycling;
- er geen normale markt is voor het apparaat (bijvoorbeeld zeer oude computers)
- het apparaat bedoeld is voor terugwinning van onderdelen.

Het kenmerk afvalstof is niet van toepassing als alle apparaten of gescheiden onderdelen weer direct inzetbaar zijn voor het oorspronkelijke doel en daartoe ook bestemd zijn. Dit betekent dat de apparaten getest en gerepareerd moeten zijn of dat defecte apparaten uit de partij zijn verwijderd.

Als de eigenaar van mening is dat gebruikte apparaten geen afvalstof zijn, zou hij voor het volgende moeten zorgen, voor de beschikbaarheid van:

- een contract dat de apparaten bestemd zijn voor hergebruik en volledig functioneren
- een testbewijs/certificaat dat de apparaten functioneren
- een verklaring dat de apparaten geen afval zijn
- voldoende verpakking ter voorkoming van schade tijdens transport en laden/lossen.

Uitzondering richtlijn beoordeling (afval)stoffen

Uitgezonderd zijn defecte apparaten die retour gestuurd worden (bijvoorbeeld onder garantie) naar de producent of naar een reparatiecentrum van de producent met de bedoeling om hergebruikt te worden.

Als de eigenaar van mening is dat hij aan deze uitzondering voldoet zorgt hij voor:

- een verklaring dat de apparaten geen afval zijn
- voldoende verpakking ter voorkoming van schade tijdens transport en laden/lossen

2.3 Algemene afval substromen uit AEEA

In 2008 is volgens het jaarverslag van Stichting Nederlandse Verwijdering Metalektro Producten (NVMP) 77.716 ton aan afgedankte elektrische en elektronische apparaten aangeleverd voor recycling (tabel 1).

Tabel 1: ingeleverde AEEA voor recycling (bron: NVMP jaarverslagen van 2006, 2007, 2008)

Ingenomen gewicht	2008	2007 (in 1.000 kg)	2006
Apparaten voor consumenten	1.163	1.046	947
Medische- en gezondheidsapparatuur	43	47	12
Verkoopautomaten	1.030	1.203	320
Meet- en controleinstrumenten	9	35	24
Asbesthoudende CV-ketels	10	19	25
Ventilatoren voor consumenten	137	65	180
Luchttechnische apparaten voor prof. Markt	2	3	5
TL-buizen	1.283	1.288	1.269
Gasontladingslampen	509	471	455
Armaturen	453	365	293
Elektisch (tuin)gereedschap	1.474	1.284	1.084
TV	15.787	14.349	13.404
Overige beeld- en ontvangstapparatuur	7.964	6.915	6.616
Groot witgoed	13.618	13.292	14.401
Koel / vries apparatuur	24.843	24.664	25.237
Overige witgoed apparaten	9.391	9.775	9.166
Totaal ingenomen gewicht	77.716	74.821	73.438

Na demontage van AEEA zijn er in het algemeen vier hoofdstromen te onderscheiden, namelijk kunststoffen, metalen (aluminium, koper, ijzer, ander metalen), glas en gevaarlijke stoffen (NVMP jaarverslag 2008).

Kunststoffen

In kunststoffen werd in het verleden additieven als zware metalen en brandvertragers (bijlage 5) gebruikt. Als gevolg van Restriction of Hazardous Substances (RoHS) (<http://www.RoHS.nl>) moet ieder Europees land er voor zorgen dat nieuwe elektrische en elektronische apparatuur, die vanaf 1 juli 2006 op de markt wordt gebracht, vrij is van lood, kwik, cadmium, hexavalent chroom, PolyBroomBifenylen (PBB) en PolyBroom Difenyl Ethers (PBDE).

Het is geaccepteerd (gebaseerd op EU commissie richtlijnen en opgenomen in wetgeving van enkele lidstaten) dat "vrij van" betekent bevat maximaal:

- tot 0,1% in massaprocenten in homogene materialen voor lood, kwik, hexavalent chroom, PBB en PBDE en
- tot 0,01% in massaprocenten in homogene materialen voor cadmium zullen worden toegestaan in productie van een nieuw EEA.

Omdat de wetgeving (RoHS-richtlijn) pas per 1 juli 2006 van kracht is gegaan, is het aannemelijk, dat onderdelen of gehele apparaten gehalten aan metalen en/of brandvertragers bevatten die hoger zijn dan de toegestane niveaus.

Gevaarlijke stoffen

Sommige AEEA kunnen gevaarlijke stoffen bevatten, zoals koelkasten die verboden koelmiddel bevatten (bijlage 2), flatscreen's (LCD en TFT beeldbuizen) die kwiklampen bevatten (bijlage 5 en 6) en CTR beeldschermen die geactiveerd glas hebben wat volgens de EVOA als gevaarlijk afval is geclassificeerd.

Medische apparaten die meestal over een langere termijn worden afschreven, kunnen nog condensatoren met polychloorbifenyyl (PCB) bevatten (bijlage 4). Als laatste bestaan er apparaten die voorzien zijn van batterijen of accu's (bijlage 3).

In hoofdstuk 4 wordt per apparaat de mogelijkheid op aanwezigheid van gevaarlijke stoffen aangeven.

2.4 Classificatie volgens EVOA

Bij de overbrenging is naast de verwerkingswijze en het land van bestemming ook het type afvalstof van belang voor de te volgen procedure. Het type afvalstof wordt in de EVOA aangegeven in een aantal bijlagen:

- bijlage III: de groene afvalstoffen
- bijlage IV: de oranje lijst van afvalstoffen (in vergelijking met de eerste EVOA is in de geactualiseerde EVOA de oranje en rode lijst samengevoegd tot één lijst: de oranje lijst).
- Bijlage V: de lijst van (gevaarlijke) afvalstoffen waarvoor een uitvoerverbod naar niet-OESO-landen bestaat.

Groene lijst

Voor de overbrenging binnen de OESO landen van groene-lijst-afvalstoffen voor nuttige toepassing is vereist dat het transport vergezeld moet gaan met een voorgeschreven document, dat is opgenomen in bijlage VII van de EVOA (artikel 18 van de EVOA).

Daarnaast moet een contract bestaan tussen de opdrachtgever voor de overbrenging en de ontvanger. Een kopie van dit contract moet op verzoek van de betrokken autoriteiten door de opdrachtgever of ontvanger worden verstrekt.

Oranje lijst en niet genoemde afvalstoffen

Voor de afvalstoffen van de oranje lijst en voor niet genoemde afvalstoffen, die voor nuttige toepassing worden overgebracht, gelden meer eisen dan voor de groene-lijst-afvalstoffen. Voor de overbrenging moet namelijk een kennisgeving worden gedaan. De bevoegde autoriteiten van verzending, doorvoer en bestemming kunnen binnen de daarvoor gestelde termijn van 30 dagen en gemotiveerd een besluit nemen tot:

- Toestemming zonder voorwaarden
- Aan voorwaarde verbonden toestemming
- Bezwaar

Voor het overbrengen binnen de Europese Unie moet zowel autoriteiten van verzending als van bestemming toestemming verlenen. Een land van doorvoer of autoriteit in een OESO-land buiten de EU kan stilzwijgende toestemming verlenen. Een toestemming is één jaar geldig. Indien de ontvanger is aangemerkt als "Vooraf goedgekeurde inrichting" (Preauthorized Facility ofwel PAF), is verlening tot drie jaar mogelijk.

2.5 Indeling Elektr(on)ische apparaten

Elektr(on)ische apparaten die in het afvalstadium zijn, kunnen NIET worden ingedeeld onder bijlage III onder GC010 of GC020. Deze codes zijn ALLEEN van toepassing indien elektr(on)ische apparaten zijn gedemonteerd in diverse fracties. De code GC010 is van toepassing indien deze alleen uit metalen bestaan (en overige onderdelen zijn verwijderd). Voorbeelden hiervan zijn elektromotoren van wasmachines.

Voor afvalstromen die onder bijlage III, code GC020, vallen geldt hetzelfde als voor GC010: dit is een afvalstroom die als toepassing heeft het terugwinnen van basismetaal en edelmetalen. Voorbeelden hiervan zijn printplaten, elektronische onderdelen en draad. Elektr(on)ische apparaten kunnen tevens niet worden ingedeeld worden bij IV van de EVOA.

Complete elektr(on)ische apparaten in het afvalstadium kunnen wel worden ingedeeld in bijlage V. Om deze reden en omdat veelal sprake is van (voorgenomen) uitvoer uit de EU is bijlage V gebruikt om de AEEA te classificeren. Om te bepalen of het uitvoerverbod geldt, dient immers bijlage V te worden geraadpleegd.

3. Overzicht van categorieën AEEA

Door het RIVM is onderzoek gedaan naar gevaarlijke componenten in elektronica en de indeling in de EVOA. Als basis is genomen Verordening 1013/2006.

Voor het omzetten van gevaarlijke componenten naar EVOA-codes is de volgende basis genomen:

1. Beleidsuitspraken VROM (voormalig BUS-systeem)
2. Recente uitspraken van SenterNovem
3. Concept informationsheet van het correspondentenoverleg

Hieronder volgt de overzichtstabel waarin een indeling is gemaakt van codes van uit bijlage V van de EVOA, inclusief de Europese afvalstoffenlijst (Eural) naar categorieën (niet gevaarlijk en gevaarlijk).

Indeling van codes van de Europese afvalstoffenlijst (Eural) naar categorieën (niet gevaarlijk en gevaarlijk) van afgedankte elektrische en elektronische apparatuur (AEEA)

Categorie AEEA	Bijlage V		Opmerkingen
	Deel I	Deel II	
<u>1. Grote huishoudelijke apparaten</u>			
<u>Koel- en vriesapparaten</u> (incl. airco's)	A1180	16 02 11* 16 02 13* 20 01 23* 20 01 35*	Mogelijk HCFK's en/of HFK's aanwezig (bijlage 2). Apparaten met koeling door ammoniak, propaan of butaan moeten ook als gevaarlijk aangemerkt worden. Alleen volledig afgetapte apparatuur kan als ongevaarlijk aangemerkt worden. Huishoudelijke koel- en vriesapparaten bevatten meestal geen gevaarlijke onderdelen zoals accu's en andere batterijen die als gevaarlijk zijn ingedeeld. Professionele koel- en vriesapparaten kunnen wel accu's en batterijen bevatten voor een datalogger en/of akoestisch alarm (bijlage 3).
	B1110		Indien de gevaarlijke stoffen zijn verwijderd uit de elektr(on)ische apparatuur.
<u>Was- en droogapparaten</u>	B1110		Over het algemeen ongevaarlijk
<u>Kook- en bakapparatuur</u> Waaronder keukenfornuizen, elektrische kachels, elektrische verwarmingsplaten en magnetrons	B1110		Over het algemeen ongevaarlijk
		16 02 12*	In apparaten van voor juni 1993 kan asbest verwerkt zijn

Categorie AEEA	Bijlage V		Opmerkingen
	Deel I	Deel II	
<u>Verwarmingsapparatuur</u>	B1110		Over het algemeen ongevaarlijk
		16 02 12*	Er kan asbest voorkomen in straalkachels geproduceerd voor juni 1993.
	A1180	20 01 35*	Kunnen gevaarlijke onderdelen bevatten zoals kwikschakelaars. Kwikschakelaars kunnen voorkomen in CV-thermostaten (risicoklasse kwik: R23, R50/53 en R33).
<u>Elektrische radiatoren (met olie of hittegeleidings-oplossingen)</u>	B1110		Over het algemeen ongevaarlijk
	A1180		Mogelijk PCB-olie indien productie van het apparaat voor 1986 is (bijlage 4).
<u>Elektrische ventilatoren</u>	B1110		Over het algemeen ongevaarlijk
	A1180	16 02 12* 20 01 35*	Kunnen gevaarlijke onderdelen bevatten zoals accu's en andere batterijen die als gevaarlijk zijn ingedeeld (bijlage 3).
<u>2. Kleine huishoudelijke apparaten</u>			
<u>Bruingood en witgoed</u>	B1110		Over het algemeen ongevaarlijk.
	A1180	16 02 13* 20 01 35*	Kunnen gevaarlijke onderdelen bevatten zoals accu's en andere batterijen die als gevaarlijk zijn ingedeeld (bijlage 3).
<u>Overige elektronisch huishoudelijk apparatuur</u>	B1110		Over het algemeen ongevaarlijk.
	A1180	16 02 13* 20 01 35*	Kunnen gevaarlijke onderdelen bevatten zoals accu's en andere batterijen die als gevaarlijk zijn ingedeeld (bijlage 3).
<u>Stofzuiger</u>	B1110		Over het algemeen ongevaarlijk
	A1180	16 02 13* 20 01 35*	Kunnen gevaarlijke onderdelen bevatten zoals accu's en andere batterijen die als gevaarlijk zijn ingedeeld (bijlage 3).

Categorie AEEA	Bijlage V		Opmerkingen
	Deel I	Deel II	
<u>Tapijtenreinigers</u>	B1110		Over het algemeen ongevaarlijk
<u>Applicaties voor naaien, breien, weven en andere textielbewerkers</u>	B1110 A1180	16 02 13* 20 01 35*	Over het algemeen ongevaarlijk Kunnen gevaarlijke onderdelen bevatten zoals accu's en andere batterijen die als gevaarlijk zijn ingedeeld (bijlage 3).
<u>IJzers voor strijken, wringen en andere verzorging</u>	B1110 A1180	16 02 12* 20 01 35*	Over het algemeen ongevaarlijk Mogelijk asbest aanwezig. Mogelijk broomhoudende brandvertragers aanwezig in strijkijzers (bijlage 5).
<u>Elektronische keukenapparatuur</u> Waaronder broodroosters, braadpannen, mixers, molens, koffieapparatuur, apparaten voor het openen of sluiten van blikjes of verpakkingen, elektrische messen, apparatuur voor haarknippen, haardrogen, tandenpoetsen, scheren, massage en overige lichaamsverzorgingapparaten, klokken, horloges en overige meetapparatuur van tijd en weegschalen.	B1110 A1180 A1180	16 02 12* 16 02 13* 20 01 35*	Over het algemeen ongevaarlijk Asbest kan voorkomen in warmhoudplaatjes, als grijs materiaal in metalen frame en in elektrische apparaten zoals strijkijzers, broodroosters, haardrogen als grijs karton-achtig isolatiemateriaal. Mogelijk zware metalen aanwezig. Mogelijk broomhoudende brandvertragers aanwezig . Kunnen gevaarlijke onderdelen bevatten zoals accu's en andere batterijen die als gevaarlijk zijn ingedeeld (bijlage 3).
<u>3. Beeldschermen (bijlage 7)</u>			
<u>CRT beeldscherm</u> <u>"Cathode Ray Tube" (beeldbuis)</u>	A1180	20 01 35*	De CRT beeldschermen bevatten gevaarlijke onderdelen zoals glas van kathodestraalbuizen en ander geactiveerd glas. Het geactiveerde glas moet door de fluorescerende laag (fosfor) als gevaarlijk aangemerkt worden. Kathodestraalbuizen bevatten een vacuüm (implosiegevaar H1).

Categorie AEEA	Bijlage V		Opmerkingen
	Deel I	Deel II	
<u>LCD/TFT beeldscherm</u> LCD = Liquid Crystal Display TFT = Thin Film Transistor (plat beeldscherm)	A1180	20 01 21* 16 02 13* 20 01 35* 16 02 13*	De meeste LCD/TFT beeldschermen die voor televisies gebruikt worden, gebruiken als back-light kwikhoudende buizen/gasontladingslampen (bijlage 6) (R23, R50/53 en R33). De LCD/TFT beeldschermen bevatten geactiveerd glas, op de glasplaten zijn sporen geëtst met indium(III)oxide en tin(IV)oxide voor geleiding van elektronen. Tussen de geëtste glasplaten bevindt zich het liquid cristal wat gevaarlijk kan zijn.
<u>LED beeldscherm</u> LED = Light Emitting Diode	A1180	20 01 35* 20 01 21* 20 01 35* 16 02 13*	De LED beeldschermen gebruiken als back-light Light Emitting Diode (LED). De RGB-LED verlichting kan arseenverbindingen bevatten en witte LED verlichting heeft een behuizing met een laagje fluorescerende stof. De LCD/TFT beeldschermen bevatten geactiveerd glas, op de glasplaten zijn sporen geëtst met indium(III)oxide en tin(IV)oxide voor geleiding van elektronen. Tussen de geëtste glasplaten bevindt zich liquid cristal wat gevaarlijk kan zijn.
<u>Plasma beeldscherm</u>	A1180	20 01 35* 16 02 13* 20 01 21*	Plasma beeldschermen kunnen gevaarlijke onderdelen zoals geactiveerd glas met een fluorescerende laag (fosfor) bevatten. Dit moet als gevaarlijk worden aangemerkt. Als back-light worden in deze beeldschermen gasontladingsbuizen gebruikt (bijlage 6).
4. IT en telecommunicatiemiddelen			
<u>Computers/PC's</u> Waaronder gecentraliseerde gegevensverwerking, hoofdcomputer, minicomputer. (uitgezonderd beeldschermen + laptops., zie CRT en TFT)	A1180 B1110	16 02 13* 20 01 35*	Kunnen gevaarlijke onderdelen bevatten zoals accu's en andere batterijen die als gevaarlijk zijn ingedeeld (bijlage 3). Indien deze geen batterijen bevat.

Categorie AEEA	Bijlage V		Opmerkingen
	Deel I	Deel II	
<u>Printers</u>	A1180 B1110	16 02 13* 20 01 35* 16 02 16 20 01 36	Kunnen gevaarlijke onderdelen bevatten zoals elektrolyt condensatoren, accu's en andere batterijen die als gevaarlijk zijn ingedeeld (bijlage 3), fluorescentiebuizen, toner-cartridges met mogelijk gevaarlijke tonerresiduen (inkjet en laserprinter).
<u>CPU (processor), muis, toetsenbord</u>	B1110	16 02 13* 20 01 35*	Over het algemeen ongevaarlijk Draadloze muizen en toetsenborden kunnen batterijen bevatten
<u>CRT beeldscherm</u> <u>"Cathode Ray Tube" (beeldbuis)</u>	A1180	20 01 35*	De CRT beeldschermen kunnen gevaarlijke onderdelen zoals glas van kathodestraalbuizen en ander geactiveerd glas bevatten. Het geactiveerde glas moet door de fluorescerende laag (fosfor) als gevaarlijk aangemerkt worden. Kathodestraalbuizen bevatten een vacuüm (implosiegevaar H1).
<u>LCD/TFT beeldscherm</u> TFT = Thin Film Transistor (plat scherm) LCD = Liquid Crystal Display	A1180	20 01 21* 20 01 35* 16 02 13*	De meeste LCD/TFT beeldschermen die gebruikt worden voor televisies gebruiken als back-light kwikhoudende buizen/gasontladingslampen (bijlage 6) (R23, R50/53 en R33). De LCD/TFT beeldschermen bevatten geactiveerd glas, op de glasplaten zijn sporen geëtst met indium(III)oxide en tin(IV)oxide voor geleiding van elektronen. Tussen de geëtste glasplaten bevindt zich liquid cristal wat gevaarlijk kan zijn.

Categorie AEEA	Bijlage V		Opmerkingen
	Deel I	Deel II	
<u>LED beeldscherm</u> LED = Light Emitting Diode	A1180	20 01 35* 20 01 21* 20 01 35* 16 02 13*	De LED beeldschermen gebruiken als back-light Light Emitting Diode (LED). De RGB-LED verlichting kan arseenverbindingen bevatten terwijl witte LED verlichting een behuizing heeft met een laagje fluorescerende stof. De LCD/TFT beeldschermen bevatten geactiveerd glas, op de glasplaten zijn sporen geëtst met indium(III)oxide en tin(IV)oxide voor geleiding van elektronen. Tussen de geëtste glasplaten bevindt zich het liquid cristal wat mogelijk gevaarlijk kan zijn.
<u>Laptops</u> Waaronder CPU, muis, scherm en toetsenbord	A1180	16 02 13* 20 01 35* 20 01 21* 20 01 35*	Mogelijk TFT/LCD-scherm aanwezig (zie TFT/LCD scherm). Kunnen gevaarlijke onderdelen bevatten zoals accu's en andere batterijen die als gevaarlijk zijn ingedeeld (bijlage 3).
<u>Papier bedrukkende apparatuur</u> Waaronder printers en kopieerapparatuur en faxen	A1180	16 02 13* 20 01 35* 16 02 14 20 01 36	Gevaarlijke onderdelen: grote elektrolyt condensatoren, batterijen, gasontladingslampen, fluorescentiebuizen, tonercartridges met mogelijk gevaarlijke vloeibare of pasteuze toner, en kleurtoner. Tegenwoordig: (ongevaarlijke) organische fotogeleders (bevatten vroeger cadmiumsulfide en selenium). Mogelijke aanwezigheid van kwik (R23, R50/53 en R33), kobalt (R42/43) en nikkel (R40 carc.cat.3 en R43).
<u>Telecommunicatie apparatuur</u> Waaronder telefoons, draadloze telefoons, celtelefoons, antwoordapparaten, fax, overige zendapparatuur van geluid, beeld of informatie d.m.v. telecommunicatie	A1180 B1110	16 02 13* 20 01 35* 20 01 21* 16 02 13*	Kunnen gevaarlijke onderdelen bevatten zoals accu's en andere batterijen die als gevaarlijk zijn ingedeeld (bijlage 3). Gevaarlijke onderdelen: grote elektrolyt condensatoren, toner cartridges met fotogeleider vat, batterijen, fluorescentiebuizen en in sommige gevallen kwikhoudende componenten. Telefoons waarbij de batterijen zijn verwijderd

Categorie AEEA	Bijlage V		Opmerkingen
	Deel I	Deel II	
<u>Mobiele telefoons</u>	A1180 B1110		Kunnen gevaarlijke onderdelen bevatten zoals batterijen die als gevaarlijk zijn ingedeeld of eventueel met LCD-schermen Telefoons waarbij de batterijen zijn verwijderd
<u>5. Gebruikers uitrusting</u> Waaronder: ✓ radio apparatuur ✓ videoapparatuur ✓ geluidsversterkers ✓ platenspelers ✓ hifi recorders ✓ muziekinstrumenten ✓ overige producten of toestellen met het doel van opnemen of reproducen van beeld of geluid, inclusief signalen of andere technologieën voor het distribueren van beeld of geluid anders dan telecommunicatie	A1180 B1110	16 02 13* 20 01 35* 16 02 14 20 01 36	Over het algemeen ongevaarlijk Kunnen gevaarlijke onderdelen bevatten zoals accu's en andere batterijen die als gevaarlijk zijn ingedeeld (bijlage 3). Gevaarlijke onderdelen: grote elektrolyt condensatoren, toner cartridges met fotogeleider vat, batterijen, fluorescentiebuisen en in sommige gevallen kwikhoudende componenten. Mogelijk printplaten aanwezig (zie printplaten) Apparatuur kan mogelijk TFT of /LCD scherm bevatten (zie CRT en TFT/LCD scherm).

Categorie AEEA	Bijlage V		Opmerkingen
	Deel I	Deel II	
<u>6. Verlichtingsinstallatie</u> Waaronder: ✓ Armaturen voor TL-lampen (Tube Luminescent) ✓ Rechte TL-lampen ✓ Compacte TL-lampen ✓ Gasontladingslampen: fluorescentielampen (TL-buizen), natriumlampen, kwiklampen en metaal-halide lampen. Voor meer informatie (bijlage 4). ✓ Lage druk natrium lampen ✓ Overige verlichting of toestellen met het doel licht te verspreiden of te bedienen m.u.v. gloeilampen	B1110 A1180	20 01 21*	Indien alleen verlichtingsarmaturen Mogelijk kwik aanwezig. risicoklasse: R23, R50/53, R33 voor kwik Mogelijk edelgassen, metaalhalogenen (fluorescentiepoeder, neon en argon) aanwezig (bijlage 6).

Categorie AEEA	Bijlage V		Opmerkingen
	Deel I	Deel II	
<u>10. Controle apparatuur en controle instrumenten</u> Waaronder: ✓ Rookdetector ✓ Warmte regelaar ✓ Thermostaat ✓ Meet-, weeg- en regelapparatuur voor huishoudelijk gebruik en in laboratoria ✓ Overige monitoren en controle instrumenten voor industrieel gebruik	A1180	16 02 13* 20 01 35*	Kunnen gevaarlijke onderdelen bevatten zoals accu's en andere batterijen die als gevaarlijk zijn ingedeeld (bijlage 3). Kunnen mogelijk radioactieve stoffen bevatten. Apparatuur met monitoren kunnen een CRT of LCD scherm bevatten (zie CRT en TFT/LCD scherm). Thermostaten kunnen kwikschakelaars bevatten.
	B1110		Indien batterijen gedemonteerd zijn.
<u>11. Automatische automaten</u> Waaronder: ✓ Automaat voor warme dranken ✓ Geldverdeelaatomaat ✓ Automaat voor koude flessen of blikjes ✓ Automaat voor vaste producten ✓ Alle apparaten die automatisch verschillende producten leveren	A1180	20 01 23* 20 10 35*	Mogelijk CFK's aanwezig (bijlage 2). Mogelijk asbest aanwezig.
	B1110	16 02 10* 16 02 11* 16 02 13*	Kunnen gevaarlijke onderdelen bevatten zoals accu's en andere batterijen die als gevaarlijk zijn ingedeeld (bijlage 3). In condensatoren zitten mogelijk PCB (bijlage 4). PCB-houdend afval met een PCB-gehalte > 0,5 mg/kg: euralcode 13.01.01*, 13.03.01*, 16.02.10*, 16.02.09*

Referenties

- Handreiking Eural, Europese Afvalstoffenlijst (EURAL), Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, september 2001
- J.v.Dijk en M.H.Broekman, Literatuuronderzoek AEEA prioritaire afvalstroom, RIVM report number 20061097
- MH. Broekman, MG Mennen, ACW v/d Beek, Kunststofafval, rapportnummer 20060014 IMD mhb
- Handleiding EVEOA handhaving, verordening (EG) 1013/2006
- Welke apparaten vallen onder het Besluit/Regeling beheer elektrische en elektronische apparatuur. Ministerie van VROM, 10 november 2005
- Nazorgactie elektronica afval 2008, VROM-Inspectie, 9 juni 2009
- Buiten beeld, VROM-Inspectie, maart 2005
- Garantie- en retourgoederen, VROM-Inspectie, 13 mei 2009
- Telefonische info SIMS, mei 2010
- <http://www.nvmp.nl/assets/files/pdf/Jaarverslag/>
- <http://www.RoHS.nl>
- Recycling thin film transistor liquid crystal display (TFT-LCD) waste glass produced as glass-ceramics, 2009 1499-1503, Journal of Cleaner Production
- <http://www.lap2.nl/sectorplan.asp?b=27>
- <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc162.htm#PartNumber:2>
- http://www.vnci.nl/Files%5CDIVEXTRA%5C/opinie_1.pdf
- Leidraad bij Bijlage II en artikel 6.1 van 2002/96
- Handhaving van de RoHS-richtlijn (versie 1, mei 2006)
- <http://www.plasma-lcd-tv.be/hoe-werkt-een-lcd-tv/>
- <http://computers-en-internet.infoyo.nl/hardware/571-de-werking-van-lcd-beeldscherm-uitgelegd.html>
- <http://www.it-green.co.uk/computer%20monitor%20recycling.html>
- <http://www.ledtele.co.uk/whatisledtv.html>
- <http://www.ledtele.co.uk/ledvslcd.html>
- <http://www.cnet.com.au/led-vs-lcd-which-is-better-339295938.htm>
- http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/Vikuiti1/BrandProducts/secondary/optics101/http://www.nelt.co.jp/english/products/ccfl/about.html

Bijlage

Bijlage 1: Afvalstofcodering en afkortingen

Afvalstofcodering

GC010	Uitsluitend uit metalen of legeringen bestaand elektrisch montageafval
GC020	Elektronische restanten (bij voorbeeld printplaten, elektronische onderdelen, draad, enz.) en voor terugwinning van basis- en edelmetaal geschikte teruggewonnen elektronische onderdelen
A1180	Oude elektrische en elektronische eenheden of schroot (2) met onderdelen als accu's en andere batterijen die op lijst A staan, kwikschakelaars, glas afkomstig van kathodestraalbuizen en ander geactiveerd glas en PCB-condensatoren, of in die mate verontreinigd met bestanddelen die in bijlage I worden genoemd (e.g. cadmium, kwik, lood, polychloorbifenyl) dat ze eigenschappen hebben die in bijlage III worden vermeld (N.B.:zie het vergelijkbare punt op lijst B:B1110)
B1110	Elektrische en elektronische samengebouwde eenheden: <ul style="list-style-type: none"> — Elektronische eenheden uitsluitend van metaal of legeringen — Elektrische en elektronische eenheden of schrootmateriaal (3) (met inbegrip van printplaten) die geen onderdelen bevatten zoals accu's en andere batterijen die op lijst A voorkomen, kwikschakelaars, glas van kathodestraalbuizen en ander geactiveerd glas en PCB-condensatoren, of die niet verontreinigd zijn met in bijlage I genoemde bestanddelen (b.v. cadmium, kwik, lood, polychloorbifenyl) of waarbij deze stoffen tot een zodanig niveau zijn verwijderd dat geen van de eigenschappen als bedoeld in bijlage III nog een rol spelen (zie het vergelijkbare punt op lijst A: A1180) — Elektrische en elektronische eenheden (met inbegrip van printplaten, elektronische onderdelen en bedrading) bestemd voor onmiddellijk hergebruik (4) en niet voor recycling of definitieve verwijdering (5)
160211*	afgedankte apparatuur die chloorfluorkoolwaterstoffen, HCFK's en/of HFK's bevat
160212*	afgedankte apparatuur die vrije asbestvezels bevat
160213*	niet onder 16 02 09 tot en met 16 02 12 vallende afgedankte apparatuur die gevaarlijke onderdelen bevat
160214	niet onder 16 02 09 tot en met 16 02 13 vallende afgedankte apparatuur
200121*	tl-buizen en ander kwikhoudend afval
200123*	afgedankte apparatuur die chloorfluorkoolwaterstoffen bevat
200135*	niet onder 20 01 21 en 20 01 23 vallende afgedankte elektrische en elektronische apparatuur die gevaarlijke onderdelen 6 bevat
200136	niet onder 20 01 21, 20 01 23 en 20 01 35 vallende afgedankte elektrische en elektronische apparatuur

Afkortingen

AEEA	Afgedankte Elektrische en Elektronische Apparaten
CFK	Chloorfluorkoolstofverbindingen
CRT	Cathode Ray Tube
EU	Europese Unie
EVOA	Europese Verordening Overbrenging Afvalstoffen
HCFK	Hydrochloorfluorkoolwaterstof
LCD	Liquid Crystal Display
LED	<i>Light-Emitting Diode</i>
NVMP	Stichting Nederlandse Verwijdering Metalektro Producten
OESO	Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling
PCB	Polychloorbifenyl
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
TFT	Thin-Film Transistor
VROM	Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

Bijlage 2: Chloorfluorkoolstofverbindingen

Wat zijn CFK's?

Chloorfluorkoolstofverbindingen of CFK's zijn zoals de naam al zegt koolwaterstoffen waarvan alle waterstofatomen zijn vervangen door chloor en/of fluor. CFK's werden in de jaren na 1950 ontwikkeld en gebruikt als koelmiddel en als drijfgas voor spuitbussen. De chlooratomen in CFK's kunnen in de atmosfeer door invloed van ultraviolette straling als radicaal worden vrijgemaakt en dienen als katalysator voor de afbraak van ozon in de beschermende ozonlaag tot zuurstof, waardoor het ozongat ontstaat. Later ontwikkelde de industrie alternatieven voor deze stoffen. In HCFK's is een deel van de waterstofatomen niet vervangen door chloor, hierdoor zijn de stoffen minder schadelijk voor de atmosfeer. Ze tasten de ozonlaag minder aan dan CFK's. In de jaren negentig werden de HFK's ontwikkeld. HFK's tasten de ozonlaag niet aan. Ze dragen echter wel flink bij aan het broeikas effect. Van de stoffen die de ozonlaag aantasten, zijn CFK's en halonen de belangrijkste. Halonen zijn echter nog schadelijker voor de ozonlaag dan CFK's.

Toepassing van CFK's

In de meeste gevallen worden CFK's, HCFK's en HFK's gebruikt als koelmiddel in koel-, vries- en airconditioninginstallaties. Naast de toepassing als koelmiddel passen fabrikanten de stoffen toe in schuimen, blusmiddelen, drijfgassen en reinigings-, oplos- en isolatiemiddelen. CFK's kunnen zijn gebruikt als blaasmiddel in polyurethaanschuim (PUR-schuim), een isolatiemateriaal. Met CFK's geblazen PUR-schuim is meestal donker geel, PUR-schuim dat is geblazen met toegestane middelen is meestal licht geel (informatiebron VROM). Piepschuim, glaswol en steenwol bevatten géén CFK's. Ook worden CFK's gebruikt in warmtepompen en medische toepassingen.

Vermelding aanwezigheid CFK

Alleen op grote koelinstallaties (installaties van meer dan 500 Watt) moet op grond van de Nederlandse Regeling lekdichtheidsvoorschriften koelinstallaties vermeld staan dat de installatie CFK's bevat. Bij kleinere koelinstallaties is dat niet verplicht. Wel staan de gassen, aanwezig in koelapparatuur, op het zogenaamde typeplaatje vermeld. Dit metalen plaatje staat op of bij de compressor (een toestel dat gassen samenperst). Bevat het isolatiemateriaal van een koelapparaat geen CFK's, dan staat dat meestal op het typeplaatje. Ontbreekt het typeplaatje, dan moet het apparaat worden behandeld als CFK-houdend. Sommige apparaten zijn CFK-arm. Tussen 1989 en 1993 is hiervoor op grote schaal reclame gemaakt, soms met stickers op het apparaat. CFK-arme apparaten bevatten echter wel CFK's.

Oude koelkasten en airconditionings

Tot en met 1995 zijn er auto's gebouwd met CFK-houdende airconditioners. Sinds 1 januari 2001 mogen CFK's echter niet meer gebruikt worden voor service- en onderhoudswerkzaamheden. Dat wil zeggen dat een dealer de airco niet meer mag bijvullen. Als de installatie lekdicht is en goed functioneert zijn er geen gevolgen. Een niet lekdichte installatie kan worden omgebouwd tot een HFK-installatie.

Handelsverbod

Op basis van artikel 3 van het Besluit elektrische en elektronische apparaten is het binnen Nederland verboden te handelen in (H)CFK houdende koel- en vriesapparatuur.

Op basis van artikel 11 van Europese Verordening 2037/2000 is het verboden producten en apparatuur (andere dan persoonlijke goederen) die (H)CFK's bevatten of nodig zullen hebben om in werking te blijven, uit de Gemeenschap uit te voeren.

Chemische formules

R-11	CFC-11	trichloorfluormethaan
R-12	CFC-12	dichloordifluormethaan
R-13	CFC-13	chloortrifluormethaan
R-22	HCFC-22	chloordifluormethaan
R-23	HFC-23	trifluormethaan
R-113	CFC-113	trichloortrifluorethaan
R-114	CFC-114	1,2-dichloor-1,1,2,2-tetrafluorethaan
R-115	CFC-115	1-chloor-1,1,2,2,2-pentafluorethaan
R-116	CFC-116	hexachloorethaan

Bijlage 3: Batterijen en accu's

Op basis van de Europese richtlijn van 1991 (91/1157/EEG), mochten batterijen al niet meer dan 5 gewichtsprocenten kwik bevatten - met uitzondering van knoopcellen. Sinds die tijd zijn alternatieven als lithiumbatterijen en zink-lucht knoopcellen beschikbaar gekomen. Daarom mogen van de Europese richtlijn in 1998 (98/1101/EG) knoopcellen nog maar 2 gewichtsprocenten kwik bevatten. Andere batterijen mogen helemaal geen kwik (minder dan 0,0005 gew.%) meer bevatten.

Batterijen kunnen worden onderverdeeld in oplaadbare en niet-oplaadbare batterijen. De eerste categorie wordt ook wel accu, de laatste ook wel wegwerpbatterij genoemd. Beide typen worden veel gebruikt.

Wegwerpbatterijen

Een wegwerpbatterij is bedoeld om eenmalig gebruikt te worden tot de erin opgeslagen elektrochemische energie is verbruikt. Dergelijke batterijen worden vooral gebruikt in kleine draagbare apparaten die weinig energie verbruiken (bijvoorbeeld: afstandsbedieningen, horloges). Wegwerpbatterijen kunnen niet worden opgeladen. Het opladen van wegwerpbatterijen kan zelfs gevaarlijk zijn, aangezien er een chemische reactie kan optreden waardoor de batterij kan ontploffen.

Wegwerpbatterijen zijn er in de volgende soorten:

Type	Kathode	Anode	Opmerking	Toepassing Voorbeeld	Euralcode
Zinkkoolstof	Bruinsteenmassa	Zinkbeker	Elektrolyt: Salmiakzout of zinkchloride	Zaklamp Klok	16 06 05
Alkaline	Bruinsteenmassa	Zinkpoederpasta	Hogere energieopbrengst	Discman Afstandsbediening	16 06 04
Zink-lucht	Lucht	Zinkpoederpasta	Milieuvriendelijk alternatief voor kwikbatterijen	Knoopcellen voor gehoorapparaten	16 06 05
Zilveroxide	Zilveroxide	Zinkpoederpasta	Zeer kleine knoopcellen	Horloge	16 06 05
Lithium-mangaanoxide	Mangaandioxide	Lithiumfolie	Zeer hoge energiedichtheid	camara's, mobiele telefoons	16 06 05

Oplaadbare batterijen

Oplaadbare batterijen (eigenlijk: accu) worden vele malen hergebruikt. Ze kunnen worden opgeladen door er een externe stroombron op aan te sluiten, waardoor de chemische processen in de batterij zich in omgekeerde richting voltrekken. De externe stroombron wordt batterijlader of kortweg lader genoemd.

Oplaadbare batterijen zijn er in de volgende soorten:

Type	Kathode	Anode	Opmerking	Toepassing Voorbeeld	Euralcode
Nikkel-Cadmium (Ni-Cd)	Nikkelhydroxide	Cadmium	hoog belastbaar, snel oplaadbaar kwaliteit gaat achteruit als deze herladen wordt wordt voor deze leeg is	Snoerloos gereedschap gereedschap	16 06 02*
Nikkel-metaalhydride (NiMH)	Metaallegering	Nikkel/Metaalhydride	Hogere energiedichtheid	Cadmiumvrij snoerloos gereedschap laptops, mobiele telefoon	16 06 05
Lithium-ion (Li-Ion)	Lithiumverbinding	Grafietmassa	Hoogste energiedichtheid	lage zelfontlading (lang houdbaar) laptops modelvliegtuigen	16 06 05

Accu's

De belangrijkste afvalstoffen zijn startaccu's, tractiebatterijen en stationaire batterijen. Startaccu's van personenwagens vormen het grootste deel van deze afvalstroom. Deze accu bestaat voor het grootste deel uit lood en loodverbindingen. Ook de tractiebatterij en de stationaire batterijen zijn meestal loodaccu's. In enkele gevallen betreft het nikkel-cadmium accu's, maar deze worden vanwege hun positieve restwaarde teruggezonden naar de producent voor hergebruik.

Het inzamelen en opslaan van accu's gebeurt door oud-metaal handelaren, KGA-inzamelaars en gespecialiseerde inzamelaars van accu's.

Bij verwerking van accu's wordt het lood, de loodverbindingen, de kunststoffen en in toenemende mate het zwavelzuur nuttig toegepast. Daarbij ontstaan nauwelijks reststoffen.

Loodaccu's

Er is geen verwerkingsproces meer voor loodaccu's in Nederland. Er zijn twee belangrijke processen:

het compleet insmelten van de accu's in combinatie met ander loodafval in een bepaalde verhouding. Het zuur wordt opgevangen en na zuivering weer in de zinkelektrolyse toegepast. Het teruggewonnen lood wordt weer gebruikt om loodbroodjes van te maken die weer gebruikt worden om nieuwe accu's te maken. Het kunststof dient als brandstof en wordt niet verder gerecycled.

het shredderen van de accu's. Het grote voordeel is dat het plastic nu ook grotendeels wordt teruggewonnen. De terugwinning van lood is verbeterd, echter de totale installatie is een stuk gecompliceerder. Er blijft een reststroom over die voor de deponie is bestemd.

Het oudste type oplaadbare batterij die nog steeds gebruikt wordt, is de lood-zuurbatterij (loodaccu of natte cel). Dit type batterij heeft als opmerkelijke eigenschap dat het vloeistoffen bevat in niet-afgesloten containers, zodat de batterij te allen tijde rechtop dient te staan. De ruimte waarin de batterij zich bevindt moet goed

geventileerd worden, vanwege de explosieve combinatie van zuurstof en waterstof die vrijkomt als de batterij wordt overladen. De lood-zuurbatterij is ook relatief zwaar in verhouding tot de hoeveelheid energie die hij kan leveren. De energiedichtheid van dit type accu is het laagst van alle oplaadbare accu's: 30Wh/kg. Ook de vermogensdichtheid is laag: 75W/kg accu. De energiedichtheid geeft aan hoeveel energie per kilo accu opgeslagen kan worden. De vermogensdichtheid staat voor de grootte van de stroom die de accu kan leveren. Desondanks wordt dit type batterij veel gebruikt, vooral vanwege de lage productiekosten en de grote elektrische stroom die het kan leveren. Een duurder type lood-zuurbatterij, de gel-batterij, bevat een elektrolyt die is geïmmobiliseerd in de vorm van gel.

Batterijen en de bijbehorende EURAL-codes

Alle losse batterijen van bedrijfsmatige herkomst dienen onder de EURALrubriek 16 06 te worden opgenomen. Batterijen die nog in apparatuur aanwezig zijn, dienen onder andere afvalcodes te worden vermeld, bijvoorbeeld:

09 01 11* (wegwerpcamera's met onder 16 06 01, 16 06 02 of 16 06 03 vermelde batterijen);

09 01 12 (niet onder 09 01 11 vallende wegwerpcamera's met batterijen)

16 02 13* (niet onder 16 02 09 tot en met 16 02 12 vallende afgedankte apparatuur die gevaarlijke onderdelen bevat).

Batterijen en accu's die bij huishoudens en via de gemeentelijke inzameling vrijkomen, dienen opgenomen te worden onder EURAL-hoofdstuk 20 (stedelijk afval inclusief gescheiden ingezamelde fracties). De batterijen worden ingedeeld in een aantal vastgestelde groepen. Voor elk van deze groepen wordt standaard vastgesteld of het over gevaarlijke batterijen gaat of niet.

16 06 01* loodaccu's; Deze herlaadbare batterijen komen vooral voor in voertuigen, maar ook in de elektrische voeding van noodverlichting, alarmsystemen en soms in huishoudtoestellen. Als gevaarlijk te beschouwen omwille van het lood- en het zwavelzuurgehalte.

16 06 02* NiCd-batterijen; Het gaat hier over een homogene groep van herlaadbare batterijen. Deze batterijen worden als gevaarlijk beschouwd omwille van het nikkelgehalte en het cadmiumgehalte.

16 06 03* kwikhoudende batterijen; Het gaat hier voornamelijk over knoopcellen. Een aantal knoopcellen bevatte vroeger een belangrijke hoeveelheid kwik. Visueel kan er geen onderscheid gemaakt kan worden tussen de knoopcellen met en deze zonder kwik, en daarom worden ze allemaal als kwikhoudend beschouwd.

16 06 04 alkalibatterijen (exclusief 16 06 03); Hieronder valt de grootste groep, vooral de alkalinebatterijen die zinkpoeder en bruinsteen (MnO_2) bevatten en KOH als elektrolyt. Standaard wordt deze groep door de EU als niet-gevaarlijk ingedeeld.

16 06 05 overige batterijen en accu's; Hieronder vallen ondermeer zink-bruinsteenbatterijen en zink-luchtbatterijen. Ook knoopcellen zonder kwik vallen hieronder indien dit eenduidig kan aangetoond worden (vb. zilverknoopcellen, lithiumknoopcellen).

16 06 06* gescheiden ingezamelde elektrolyt uit batterijen en accu's; Het gaat hier over de zuren (vb. H_2SO_4) of basen (vb. KOH) of zouten (vb. NH_4Cl) die in de batterijen aanwezig zijn en hieruit vrijkomen.

Bijlage 4: Polychloorbifenyyl

Wat zijn PCB?

Polychloorbifenyyl (PCB) is een klasse van organische stoffen met 1 tot 10 chloor atomen die vastzitten aan bifenyyl. De algemene structuurformule is $C_{12}H_{10-x}Cl_x$. De meeste PCB zijn kleurloze en geurloze kristallen. De commerciële mengsels zijn heldere viskeuze (stroperige) vloeistoffen. Naarmate er meer chloor atomen voorkomen, hoe viskeuzer het PCB is. PCB is een verzamelnaam voor een vrij uitgebreide familie (209 leden) van stoffen.

De algemene eigenschappen van PCB zijn de slechte oplosbaarheid in water en de lage dampspanning. PCB lossen goed op in de meeste organische oplosmiddelen, en ook in olie en vet. De commerciële bruikbaarheid van PCB was grotendeels op de chemische stabiliteit gebaseerd, samen met de onbrandbaarheid. Bovendien zijn PCB een elektrische isolator, in tegenstelling tot op water gebaseerde vloeistoffen. PCB zijn zeer stabiele verbindingen die niet makkelijke uiteenvallen. Daarom blijven PCB lang in het milieu aanwezig.

Toepassing

Lange tijd zijn PCB op zeer uiteenlopende manieren toegepast: als isolatievloeistof in transformatoren en condensatoren, als hydraulische vloeistof, koelvloeistof, smeermiddel en weekmaker in kunststoffen, en verder in verf, inkt, lak, kit en lijm. Aangezien productie en gebruik van PCB sinds 1985 volledig zijn verboden, zijn dit soort PCB-houdende producten al lange tijd niet meer in de handel. Ze komen echter na de gebruiksfase in het afvalstadium terecht, waarbij PCB veelal . Exacte gegevens over het aantal resterende PCB-bevattende apparaten in Nederland zijn niet beschikbaar. Geschat wordt dat bij de elektriciteitsdistributeurs circa 106.000 transformatoren in gebruik zijn. Een derde daarvan bevat PCB. Het overgrote deel van deze groep PCB-bevattende transformatoren is licht verontreinigd. Slechts een tiental is zwaar verontreinigd (wat wil zeggen: bevat meer dan vijf milligram PCB per kilogram). Afgezien van de elektriciteitscentrales bevinden zich elders in Nederland nog eens 20.000 tot 40.000 transformatoren. Hoeveel PCB-houdende condensatoren zich in Nederland bevinden, is niet bekend.

Giftigheid

Een beperkt aantal leden van de PCB familie (11 leden) heeft met dioxine vergelijkbare giftige eigenschappen. Verder geldt dat bij verbranding van PCB bij temperaturen onder 1000°C (bijvoorbeeld in gewone vuilverbrandingsovens) dioxinen kunnen worden gevormd, waarbij de giftigheid van de verbrandingsstoffen sterk kan toenemen. In Nederland geldt een compleet verbod op de productie en het gebruik van PCB. Desondanks ligt er in de Nederlandse bodem en in het slib nog een erfenis, aangezien PCB ruim 50 jaar zijn toegepast in industrie en techniek. En ook zijn er nog steeds transformatoren en condensatoren in gebruik die PCB bevatten. Het overheidsbeleid is erop gericht deze apparaten zo snel mogelijk te reinigen of te verwijderen.

Doordat PCB zo moeilijk afbreekbaar zijn, hopen ze zich op in het vetweefsel van dieren. Schadelijke effecten treden daardoor vaak op bij roofdieren aan het einde van

de voedselketen. Door verontreiniging van waterbodems komen PCB ook veel voor in vis en viseters. Soms sterven zeehonden pas in een periode dat deze dieren hun vetreserves aanspreken, bijvoorbeeld bij voedselschaarste of verzwakking door ziekte. De vergiftiging kan zo ernstig zijn dat de dode dieren als chemisch afval moeten worden behandeld. Stoffen als PCB krijgt de mens binnen via de voeding. Die verontreinigingen worden opgeslagen in ons lichaamsvet.

Gezondheidseffecten

PCB kunnen leverschade veroorzaken en het optreden van kanker bevorderen (carcinogeen). Ze kunnen geboortefwijkingen veroorzaken (teratogeen) en aantasting van het afweerstelsel (verminderde immuniteit). Ook kunnen PCB een versturende invloed uitoefenen op de hormoonhuishouding, dit betreft zowel de geslachtshormonen als schildklierhormonen. Verminderde vruchtbaarheid kan hiervan het gevolg zijn. .

Normstelling

Omdat, zoals hierboven aangegeven, PCB verdeeld kunnen worden in niet-dioxineachtige en dioxineachtige PCB zijn er twee typen normstelling op van toepassing. In Nederland wordt uitgegaan van een Totale Dagelijkse Inname (TDI) voor dioxines, furanen en dioxineachtige PCB van 1 picogram toxische equivalent per kilogram lichaamsgewicht per dag. Een picogram is een miljoenste van een miljoenste gram. Een toxische equivalent (TEQ) is de eenheid waarmee tientallen verschillende dioxinen en PCB qua giftigheid met elkaar kunnen worden vergeleken.

Bijlage 5: Zware metalen en brandvertragers

Zware metalen

Pigmenten zijn onoplosbare organische en anorganische stoffen voor het kleuren van kunststoffen. Het onderscheid met kleurstoffen is, dat kleurstoffen oplosbaar zijn en niet chemisch aan het polymeer gebonden zijn. Hierdoor kunnen kleurstoffen uit het kunststofmateriaal migreren. Voorbeelden van anorganische pigmenten zijn: titaanwit, lood-, strontium-, barium-, en zinkchromaten, barium-, nikkel-, en chroomtitanaten, molybdaten en kobalt-, mangaan-, chroom- en ijzeroxiden (J.V. Dijk et al). Cadmiumpigmenten werden in het verleden veel gebruikt, maar is nu in Nederland verboden. De anorganische pigmenten hebben goede eigenschappen voor kleurvastheid, temperatuur- en duurbestendigheid, hoge licht- en weervastheid en goede chemicaliënbestendigheid. Het is nog onvoldoende bekend of deze stoffen in zodanig grote hoeveelheden voorkomen dat de apparaten als gevaarlijk afval aangemerkt moeten worden.

Brandvertragers

In duurzame kunststofhoudende producten zoals elektrische en elektronische apparatuur, meubels, matrassen, (be)kleding en leidingen komen brand- en vlamvertragers voor. Brandvertragers hebben de functie om kunststofmaterialen "brandveiliger" te maken. Voorbeelden van brandvertragers zijn antimoontrioxide, organochloor- en organobroomverbindingen (penta-, octa-, decabroomdifenyl ethers), aluminiumhydroxyde, tris(chlooralkyl)fosfaten en zinkboraat.

Indien nader onderzoek noodzakelijk is in geval van een verdacht apparaat is er behoefte aan meer kennis. Voor het bepalen of een apparaat met zware metalen of brandvertragers als gevaarlijk afval aangemerkt moet worden zijn de volgende R-zinnen van toepassing (zie handreiking EURAL).

In onderstaande tabellen B5.1 en B5.2 zijn van een aantal relevante stoffen de R-zinnen met betrokken concentratiegrenswaarden vermeld.

Tabel B5.1: Anorganische stoffen (pigmenten) opgenomen in bijlage 2 van de handreiking Eural.

Stofnaam	Indeling 67/548/EEG	Gevaars- eigenschap	Gewicht- percentage	Opmerking
Antimoonverbinding	R20/22 R51/53	H5 H14	25 -	Antimoonverbindingen met uitzondering van tetroïde (Sb ₂ O ₄), pentoxide (Sb ₂ O ₅), trisulfide (Sb ₂ S ₃), pentasulfide (Sb ₂ S ₅), difenyl(4-fenylthiofenyl) sulfoniumhexafluorantimoon, bis(4-dodecylfenyl)iodonium hexafluorantimonaat alsmede van in deze bijlage met name genoemde zouten
Cadmiumverbindingen	R20/21/22 R51/53	H5 H14	25 -	Met uitzondering van cadmiumsulfoselectend (xCdS.yCdSe) en mengsels van cadmiumsulfide met zinksulfide (xCdS.yznS), mengsels van cadmiumsulfide met kwiksulfide (xCdS.yHgS), alsmede van in deze bijlage met name genoemde Cd-verbindingen.
Loodchromaten	R20/22 R40 (carc.cat.3) R61 (repr.cat.1)- R62 (repr.cat.3) R50/53 R33	H5 H7 H10 H14 -	25 1 0,5 - -	
Loodverbindingen	R20/22 R61 (repr.cat.1)- R62 (repr.cat.3) R50/53 R33	H5 H10 H14 -	25 0,5 - -	Met uitzondering van de in de lijst met name genoemde
Nikkel	R40 (carc.cat.3) R43	H7 -	1 -	
Chroomtrioxide	R25 R49 (carc.cat.1) R35 R50/53 R08-R48	H6 H7 H8 H14 -	3 0,1 1 - -	
Zinkchromaten	R22 R45 (carc.cat.2) R50/53 R343	H5 H7 H14 -	25 0,1 - -	Met inbegrip van zinkkaliumchromaat
Strontiumchromaat	R22 R45 (carc.cat.2) R50/53	H5 H7 H14	25 0,1 -	
Kobaltoxide	R22 R42/43	H5 -	25 -	
Mangaandioxide	R20/22	H5	25	Bruinsteen
Molybdeentrioxide	R36/37 R48/20/22	H4 H5	20 -	

Tabel B5.2: brandvertragers opgenomen in verordening (EG) Nr. 1272/2008 betreffende de indeling, etikettering en verpakking van stoffen en mengsels tot wijziging en intrekking van de Richtlijnen 67/548/EEG en 1999/45/EG en tot wijziging van Verordening (EG)nr. 1907/2006.

Stofnaam	Indeling
Pentabroomdiphenyl ethers	Xn:R48/21/22 R64 N:R50-53
octabroomdiphenyl ethers	R61 (repr.cat.2) R62 (repr.cat.3)

Bijlage 6: Gasontladingslampen

In deze bijlage is een toelichting gegeven van de soorten gasontladingslampen en hun werkingsprincipe.

Soorten gasontlading

Gasontladingslampen kunnen worden onderverdeeld in vier soorten, de lagedruk natrium- en lagedruk kwiklampen en de hogedruk natrium- en hogedruk kwiklampen. Het onderscheid wordt dus gemaakt naar het gasmengsel en de dampdruk. Er bestaat nog een vijfde vorm, namelijk de menglichtlamp. Deze lamp verenigt zowel het principe van de gloeilamp als die van de hogedruk kwiklamp, maar wordt hier verder buiten beschouwing gelaten.

De lagedruk kwiklampen, ofwel de fluorescentiebuis of 'TL', ontwikkelt door de kwikdamp een UV-straling van 253,7 nm. Door de binnenzijde van de ontladingsbuis met een fluorescentiepoeder te bedekken wordt deze golflengte omgezet in zichtbaar licht. De aard en samenstelling van dit poeder is bepalend voor de kleurtemperatuur, kleurweergave-eigenschappen en de lichtopbrengst van de lamp. Daardoor is er een breed scala aan TL-lampen op de markt.

Lagedruk natriumlampen, zoals de bekende SOX lampen, zijn opgebouwd uit een buisvormige buitenballon waar binnenin een U-vormige ontladingsbuis is aangebracht, gevuld met neon, argon en natrium. Zodra alle gassen volledig zijn verdampt produceert de lamp het kenmerkende geelachtig -oranje monochromatisch licht in de vorm van een lijnenspectrum (588-589 nm). Het waarnemen van kleur wordt hierdoor vrijwel onmogelijk en de aangelichte oppervlakken zullen worden waargenomen in grijstinten. Het oog zal zich daardoor meer concentreren op de vorm van het object. Door de lage luminescentie doet het beeld zich vaak 'platter' voor dan dat het daadwerkelijk is.

Verbetering van de kleurweergave-eigenschappen is mogelijk door de dampdruk te verhogen.

De hogedruk kwiklamp kent twee varianten, de 'normale' kwiklamp en de metaalhalogeenlamp. Tijdens het opstarten tot aan het moment dat het kwik nog niet volledig is verdampt functioneert de 'normale' kwiklamp als een lagedruk kwiklamp. Daarna zal, dankzij een in de lamp aangebrachte hulpelektrode, een boogontlading in het edelgas ontstaan. Dit veroorzaakt een temperatuurstijging waardoor het kwik volledig verdampt en de dampdruk toeneemt. Hierdoor wordt een klein deel van het spectrum in een continu spectrum uitgezonden, en wordt het licht witter – afhankelijk van het toegepaste gasmengsel.

Metaalhalogeenlampen zijn hogedruk kwiklampen waaraan een mengsel van metaalhalogenen is toegevoegd. Naarmate de temperatuur stijgt ontbinden en verdampen de metaalhalogenen. Doordat de ionisatiespanning van de metaalhalogenen veel lager is dan die van de kwikdamp, zal het kwikspectrum geleidelijk plaatsmaken voor het spectrum van de metaalhalogenen. Het spectrum van

deze lamp vertoont veel overeenkomsten met daglicht waardoor de lamp vrij goede kleurweergave-eigenschappen heeft.

In tegenstelling tot de lagedruk natriumlamp produceert de hogedruk natriumlamp geen monochromatisch spectrum en geeft objectkleuren daardoor beter weer. Door de hoge luminescentie is deze lamp helderder en krachtiger. Het licht vertoont een geelachtige kleur die enigszins lijkt op dat van de gloeilamp. De omvang van de lamp maakt hem geschikt voor compacte (spiegel)reflectoren. De lichtstroom kan, met de juiste apparatuur tot ongeveer 50% worden gedimd. Ook kan de lamp direct worden herontstoken.

Volgens sectorplan 8 van LAP gelden voor lage en hoge druk kwiklampen en lage en hoge druk natriumlampen de volgende EURL codes: 20 01 21* respectievelijk 20 01 99.

Bijlage 7: CRT, LCD/TFT, Plasma en LED beeldschermen

De volgende elektronische apparatuur bevatten LCD schermen:

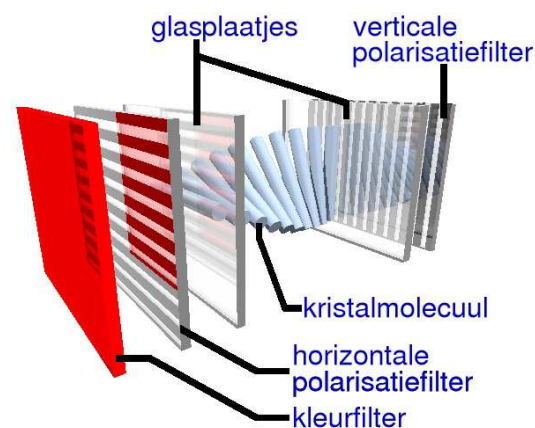
- Notebook
- Telefoon, Personal Digital Assistant (PDA), Smartfoon
- Computer beeldscherm
- LCD, TFT, LED televisies
- Rekenmachines
- Horloge



LCD, TFT en LED beeldschermen

In alle LCD, TFT en LED beeldschermen wordt gebruik gemaakt van gasontladinglampen die aangemerkt moeten worden als gevaarlijk afval, deze apparaten vallen onder bijlage V, A1180.

De lcd-cel bestaat uit twee glasplaten die met een fotolithografische proces voorzien zijn van elektroden van ITO (indium-tin oxide). Daartussenin zit een laagje vloeibaar kristal (LC). De aard van het vloeibaar kristal is veelal niet bekend en kan niet worden uitgesloten dat het geen gevaarlijk stoffen bevat. Aan de buitenzijden van de cel zitten twee polarisatiefilters geplakt. In het geval van een reflectief of transflectief display zit er nog een spiegel in de cel, of is deze geïntegreerd in het achterste polarisatiefilter.



Een subpixel van een LCD (elektroden zijn weggelaten)

Voor alle LCD en TFT beeldschermen geldt dat er gebruik gemaakt wordt van Het principe van de lcd uitgelegd aan de hand van een transmissief zwart-witdisplay.

We volgen de lichtstraal vanaf de kunstmatige lichtbron in het geval er geen spanning over de elektroden staat. De LC-moleculen zijn in hun natuurlijke gedraaide toestand. Het invallende licht is on gepolariseerd licht. Wanneer de lichtstraal het polarisatiefilter passeert wordt alleen het licht met één specifieke polarisatierichting doorgelaten. Er gaat hierbij dus een hoop licht verloren. Het uittredende licht is dus gepolariseerd. Vervolgens passeert de lichtstraal via de glasplaat het LC, waardoor de polarisatierichting wordt veranderd door de gedraaide structuur van het LC. Via de tweede glasplaat komt het licht bij een tweede polarisatiefilter dat wederom alleen licht doorlaat met één bepaalde polarisatierichting. Wanneer dit overeenkomt met de polarisatierichting van het licht uit de LC, dan zal er in totaal dus een hoeveelheid licht door de LCD-cel zijn gepasseerd en kan de waarnemer "licht" zien. In een reflectief display gaat het teruggekaatste licht zonder problemen terug via het polarisatiefilter, omdat de polarisatierichting van het licht overeenkomt met die van het filter.

Stel nu dat je een spanningsverschil over de LC-laag zet, dan wordt de gedraaide structuur van de LC-moleculen verstoord en zullen ze zich allemaal richten (vanwege hun eigen elektrische lading) naar het opgelegde elektrische veld. Om te voorkomen dat de moleculen zich naar één elektrode bewegen wordt een wisselspanning opgelegd. Het licht zal nu niet van polarisatierichting worden veranderd en zal dus het tweede filter niet kunnen passeren, en dus zal de waarnemer "zwart" zien. Dit effect kan ook omgedraaid worden door juist als tweede polarisatiefilter er één te kiezen dat geen getwist licht doorlaat en wel licht van een andere polarisatierichting. Dan zal de waarnemer in de "uit-toestand" zwart zien en in de "aan-toestand" licht. Dit laatste is gebruikelijk bij kleurendisplays, terwijl in zwart-witdisplays de uit-toestand vaak "wit" is.

Door op de onderste glasplaat verticale ITO-banen te etsen ("commons") en op de bovenste plaat horizontale banen ("segments") krijg je een raster van ITO-sporen waarmee je op elk kruispunt een spanningsverschil kan opleggen. Zo worden de pixels gecreëerd die elk afzonderlijk aan of uit kunnen worden gezet. Dit wordt aangestuurd door een chip, die vaak op de onderste glasplaat is gezet of op een extern stukje folie of printed circuit board (PCB).

In het geval van een reflectief display (of een transreflectief display dat in de reflectieve modus werkt) passeert het opvallende licht de cel tweemaal. In dat geval wordt alleen gebruikgemaakt van het bovenste polarisatiefilter.

Als elk pixel op meerdere spanningsniveaus kan worden aangestuurd, kunnen verschillende grijs tinten worden opgewekt. Dit is ook nodig als bij een kleurendisplay een hoog aantal kleuren gewenst is.

Om een kleurendisplay te maken moet elk pixel in drieën worden gesplitst (subpixels). Er moeten dan drie keer zoveel "commons" gemaakt worden, en daarbij moet in de cel een kleurenfilter worden geplaatst dat elk van de drie subpixels ofwel rood, ofwel groen ofwel blauw kleurt. Om een hoger aantal kleuren te genereren zijn per subpixel meerdere grijs waarden noodzakelijk.

Er bestaan verschillende soorten lcd's. Ten eerste kan een onderscheid gemaakt worden tussen passieve matrix- en actieve matrix-lcd's. Schermen uit de laatste categorie zijn over het algemeen de zogenaamde TFT (Thin Film Transistor-) en LTPS-

(Low Temperature Polycrystalline Silicon-)displays. TFD (Thin Film Diode) is een minder vaak voorkomend type actieve matrixdisplays.

Voor LCD, TFT en LED beeldschermen geldt dat deze beeldschermen gebruik maken van het bovenbeschreven principe van beeldopbouw. Echter het groter verschil tussen LCD/TFT en LED beeldscherm is het type back-light wat wordt toegepast in het beeldscherm.

Back-light

Het licht wordt geproduceerd door een CCL-lamp (Cold Cathode Fluorescent Light). Dit is een soort mini TL-buis met fluorescerend licht. CCFL's bestaan in heel veel verschillende kleuren, zelfs UV. Een voordeel van CCFL's is dat ze door hun hoge efficiëntie weinig warmte produceren. Bij dit type lamp zitten er geen gloeidraden aan de uiteinden van de buislamp. Minder warmteontwikkeling geeft een beter rendement en een langere levensduur. Het buisje kan dunner uitgevoerd worden. Net als een TL-buis werkt een CCFL op wisselspanning. Een nadeel is dat dit type meer spanning nodig heeft om te ontsteken. Een variant op de CCFL die ook veelvuldig in LCD-BEELDSCHERM-panelen wordt toegepast, is de EEFL-lamp (External Electrode Fluorescent Light). Het verschil met de CCFL is dat de elektroden bij de EEFL aan de buitenkant van de glazen lampbuis zijn aangebracht, terwijl de elektroden van de CCFL door het glazen buisje heen steken en aan de binnenzijde van de lamp uitkomen. CCFL is het meest gebruikte type bij back-light voor beeldschermen er is een merk op de markt die ook gebruik maak van HCFL (Hot Cathode Fluorescent Lamp) maar dit soort lampen komen weinig voor in beeldschermen. Het verschil tussen CCFL en HCFL is het principe van het vrij maken van elektronen in de lamp.

LED

De nieuwe techniek van backlight is de LED verlichting die wordt toegepast wordt in beeldschermen. Om de juiste kleur (wit licht) te verkrijgen wordt bestaat het led glas uit een fluorescentielaag. Een andere techniek om wit licht te produceren is gebruik maken van drie kleuren LED verlichting (Rood, Groen en Blauw). Deze LED verlichting is gemaakt van diverse metaalverbinding waaronder mogelijk met arseenverbindingen. Om deze reden zal een LED-beeldscherm onder bijlage V, A1180 vallen.

De beeldvorming van LED (Light Emitting Diode) beeldscherm is analoog aan die van LCD/TFT beeldschermen. Het verschil tussen LCD/TFT beeldschermen en LED beeldschermen is een ander soort type back-light.

Het licht wordt geproduceerd door LED licht.

De LED verlichting komt in twee types voor, de Dynamic RGB LEDs of Edge-LEDs.

Dynamic RGB LED back-light verlichting is direct achter het scherm geplaatst terwijl de Edge-LED back-light aan de zijkanten van een beeldscherm zijn geplaatst. Voordeel van LED back-light is dat het beeldscherm zeer dun gemaakt kan worden in vergelijking met CCFL lampen.

Toekomst

Op langere termijn zullen ook de LED-beeldschermen achterhaald zijn en zal de nieuwe generatie LED (Organic Light Emitting Diodes, OLED) verlichting haar intrede doen. Hierbij kan de volledige achtergrondverlichting verdwijnen en zal een paneel van LED's de beelden zelf weergeven. Deze beeldschermen van OLED-beeldschermen

zullen op die manier slechts enkele millimeters dik worden. Op dit moment zijn er OLED-beeldschermen te koop, de prijs is hoger dan de huidige LED-beeldschermen.

PLASMA beeldscherm

Een plasma beeldscherm werkt een klein stukje volgens het principe van een traditioneel beeldscherm. Bij een traditioneel beeldscherm bestaat elke pixel uit 3 fosfors met de kleur rood, groen en blauw. Deze fosfors komen ook in een plasma beeldscherm voor. Het scherm bij een plasma beeldscherm bestaat uit duizenden gasontladingslampjes. Het aantal gasontladingslampjes hangt af van plasma beeldscherm tot plasma beeldscherm, maar kan bij de grotere versies tot 1.000.000 buisjes bedragen. Deze gasontladingslampjes bevinden zich mooi gestapeld tussen 2 glazen platen die het beeldscherm van de plasma beeldscherm vormen.

Een gasontladingslamp is een kunstmatige lichtbron waarin licht wordt gemaakt door een elektrische stroom door een geïoniseerd gas te sturen. Gebruikte gassen zijn neon, argon, xenon en krypton, in vele gevallen een mengsel van deze edelgassen. Vrijwel altijd worden nog andere materialen in de buis aanwezig, zoals kwik of natrium, en voor sommige hogedruklampen metaalkalogenides.

Achter de gasontladingslampjes liggen gekleurde fosfors, in rood, groen en blauw. Wanneer er energie op de glazen buisjes wordt gestoken, dan verandert het gas in een soort plasma en zal het onzichtbaar UV licht dat uitgestraald wordt de fosfor doen oplichten, waardoor ze een zichtbaar gekleurd licht gaan produceren. De verschillende fosfors kunnen afzonderlijk bestuurd worden waardoor hun kleur en intensiteit bepaald kan worden en er tot 16.7 miljoen verschillende kleuren op het plasma scherm mogelijk zijn. Een plasma beeldscherm werkt dus op een heel andere manier dan een lcd beeldscherm.

CTR beeldscherm

Een kathodestraalbuis, ook CTR of beeldbuis geheten, is een elektronbuis voorzien van een fluorescentiescherm dat oplicht als het getroffen wordt door de elektronenstraal en een afbuigmechanisme waarmee de elektronenstraal bestuurd kan worden zodat een afbeelding zichtbaar wordt. De naam 'beeldbuis' wordt vooral gebruikt om de kathodestraalbuis in een televisieapparaat aan te duiden. De naam 'CRT' is de afkorting van de Engelse naam 'Cathode Ray Tube'.

In een kleurentelevisie zijn er drie elektronenkanonnen achter in de beeldbuis, in eerste instantie in een driehoek geplaatst (van de voorzijde gezien) maar later naast elkaar (in-line beeldbuis). Direct achter de voorzijde van de beeldbuis is een raster geplaatst, het z.g. schaduwmasker. Elk elektronenkanon kan alleen puntjes op het scherm raken voor de eigen kleur, doordat de drie stralen onder een andere hoek door dezelfde gaatjes van het raster gaan. Er worden fosforen gebruikt die oplichten in elk van de primaire kleuren rood, groen en blauw. Door een combinatie van helderheid van deze drie kleuren kan elke gewenste kleur getoond worden.

Bijlage 8: Handleiding steekproefmethode AEEA versie 1

(J.v.Dijk en M.H.Broekman, Literatuuronderzoek AEEA prioritaire afvalstroom, RIVM report number 20061097)

1. Theorie

1.1 Significantietoetsen

Een significantietoets is een formele procedure om waargenomen data te vergelijken met een hypothese waarvan we willen beoordelen of hij waar is. De hypothese is een bewering over een parameter in een populatie of model. In termen van de Afgedankte Elektrische en Elektronische Apparaten (AEEA) is de parameter de fractie defecte apparaten in partij AEEA. Deze parameter schatten we door middel van een steekproef en wordt de schatter genoemd.

De bewering die in een significantietoets wordt getoetst heet de nulhypothese. De significantietoets is ontworpen om de sterkte van het bewijs tegen de nulhypothese vast te stellen. Gewoonlijk is de nulhypothese een bewering van de vorm 'geen effect' of 'geen verschil'. De term nulhypothese wordt afgekort tot H_0 . Een nulhypothese is een uitspraak over een populatie, uitgedrukt in een of meer parameters. In dit geval zou dat zijn H_0 : de fractie defecte apparaten is 5%. Dit lijkt niet op wat we willen weten. Daarom is het handig ook een naam te geven aan de bewering waarvan we vermoeden dat die juist is, in plaats van H_0 . Dit wordt de alternatieve hypothese genoemd, afgekort tot H_a . In dit geval dus H_a : de fractie defecte apparaten is meer dan 5%. Dat is wat we willen weten en dat gaan we dan ook toetsen. Omdat we toetsen of de fractie groter is dan 5%, en niet dat hij ook kleiner mag zijn, is H_a zogenaamd eenzijdig.

De toets is gebaseerd op een grootte die de in de hypothese voorkomende parameter schat. Als H_0 waar is, verwachten we dat de schatter van de parameter in de buurt ligt van de in H_0 gespecificeerde parameter waarde. Waarden van de schatter die ver van de in H_0 gespecificeerde parameterwaarde liggen vormen een bewijs tegen H_0 . De alternatieve hypothese bepaalt welke richting(en) tegen H_0 spreken. Een toetsingsgrootte meet de overeenstemming tussen H_0 en de gegevens afkomstig uit de steekproef en wordt in deze toepassing gedefinieerd als de waarde van de schatter min de parameterwaarde onder H_0 , gedeeld door de standaardfout van de schatter. We gebruiken het voor de kansberekening die we nodig hebben voor onze significantietoets. Het is een stochastische variabele met een bekende verdeling.

De sterkte van het bewijs tegen H_0 wordt gegeven in termen van kansen. Als de uitkomst van de toetsingsgrootte, onder de aanname dat H_0 waar is, een lage kans heeft, maar een grotere kans heeft indien H_a waar is, dan vormt die uitkomst een aanwijzing tegen H_0 ten gunste van H_a . Bij de bekende verdeling van de toetsingsgrootte onder H_0 wordt de kans dat we de uitkomst van de toetsingsgrootte vinden of extremer (in ons geval groter) de overschrijdingskans genoemd. Simpel gezegd, maar statistisch niet helemaal correct, is de overschrijdingskans de waarschijnlijkheid dat we een fractie defecte apparaten waarnemen als H_0 waar is. Hoe kleiner de overschrijdingskans, hoe sterker het bewijs tegen H_0 .

Tenslotte moeten we nog een conclusie maken. We kunnen overschrijdingskansen vergelijken met een van tevoren vastgestelde waarde die we als beslissend beschouwen. Deze vaste waarde wordt het significantieniveau genoemd,

aangeduid met een α . Als de overschrijdingskans kleiner of gelijk is aan α , dan verwerpen we H_0 en hebben H_a aangetoond. Meestal wordt α op 0.05 geteld. Dit getal betekent dat we eisen dat de data zoveel bewijs leveren tegen H_0 dat ze maar in hooguit van 5% van de gevallen H_0 zullen verwerpen, terwijl H_0 in werkelijkheid waar is. Het significantieniveau zegt dus hoe betrouwbaar de methode is bij herhaald gebruik. Als we herhaaldelijk het 5% niveau gebruiken wanneer H_0 in feite waar is, zullen we het 5% van de tijd verkeerd hebben (de test zal H_0 verwerpen) en 95% van de tijd goed (de test zal H_0 niet verwerpen). Het significantieniveau wordt daarom ook wel de onbetrouwbaarheid van de toets genoemd. Wel maken we nog even de opmerking dat het geven van overschrijdingskansen informatiever is dan het wel/niet verwerpen van H_0 bij een vast significantieniveau α .

Grote betrouwbaarheid is van geringe waarde als het interval zo breed is dat maar weinig waarden van de parameter worden uitgesloten. Evenzo kan het gebeuren dat bij een toets met kleine α H_0 bijna nooit verworpen wordt, zelfs al de werkelijke parameterwaarde ver verwijderd is van de hypothesewaarde. We moeten letten op het vermogen van een toets om te detecteren dat H_0 niet waar was, net zoal we moeten letten op de foutmarge. Dit vermogen wordt gemeten door de kans dat H_0 verworpen zal worden, als een alternatief waar is. Hoe groter die kans, hoe gevoeliger de toets. Deze kans heet het onderscheidingsvermogen van de toets bij een gegeven alternatief, aangeduid met $1 - \beta$. In tegenstelling tot de onbetrouwbaarheid heeft het onderscheidingsvermogen geen vaste waarde, maar hangt af van alle mogelijke alternatieven.

De begrippen onbetrouwbaarheid en onderscheidingsvermogen laten zich vertalen in twee soorten foute beslissingen. De eerste is een partij die wordt aangemerkt als afval, maar dit in werkelijkheid niet is. Dit is een fout van de eerste soort. De tweede foute beslissing is een partij die niet wordt aangemerkt als afval, maar is dit in werkelijkheid wel is. Dit is een fout van de tweede soort. De kans op een fout van de eerste soort is gelijk aan α , een kans op een fout van de tweede soort is gelijk aan β . De onderstaande tabel vat het samen.

		Waarheid omtrent de partij	
		H_0 is waar, partij is geen afval	H_a is waar, partij is afval
Beslissing op grond van steekproef	Verwerp H_0 , partij is afval	fout eerste soort	correcte beslissing
	Verwerp H_0 niet, partij is geen afval	correcte beslissing	fout tweede soort

Een hoog onderscheidingsvermogen is wenselijk. Samen met onbetrouwbaarheid van 5% is een onderscheidingsvermogen van 80% een standaard. Het onderscheidingsvermogen kan worden vergroot door een alternatief te kiezen dan verder weg ligt dan de parameterwaarde onder H_0 . Grotere verschillen zijn namelijk makkelijker aan te tonen. Verder leidt een grote steekproefomvang tot meer informatie over de fractie defecte apparaten in een partij.

Berekeningen van het onderscheidingsvermogen zijn belangrijk bij het opzetten van een onderzoek. Het gebruik van een significantietoets met een gering onderscheidingsvermogen maakt het onwaarschijnlijk dat er een significant effect wordt gevonden, zelf als de werkelijke waarde ver weg ligt van de nulhypothese.

1.2 Verdeling van de fractie defecte apparaten in een partij

De beschrijving van de bovenstaande procedure vereist een aanname van een verdeling van de fractie defecte apparaten in de partij. Voor aantallen successen k met een succeskans p binnen een steekproef met omvang n wordt de binomiale verdeling gebruikt. In ons geval zou de binomiale verdeling het aantal defecte apparaten k in steekproef van omvang n uit een oneindig grote partij met een kans p dat een apparaat defect is beschrijven. Aangezien de partijomvang eindig is, in de orde van grootte enkele tientallen tot honderdtallen, is de aanname van een binomiale verdeling voor het aantal defecte apparaten in de partij onjuist en moeten we overgaan op de een hypergeometrische verdeling. De hypergeometrische verdeling beschrijft het aantal defecte apparaten k in een steekproef van omvang n uit een eindige partij met grootte N met een kans p dat een apparaat defect is.

Een schatting voor de werkelijke fractie defecte apparaten p in de partij, noemen we \hat{p} en wordt door gegeven door k/n . De variabiliteit van \hat{p} rondom zijn verwachting neemt af naarmate de steekproefomvang groter is. De standaardfout wordt gegeven door $\sqrt{p(1-p)(N-n)/n(N-1)}$ bij een hypergeometrische verdeling. De standaardfout neemt dus ook af als de kans op een defect apparaat naar 0 of 1 gaat en is het grootst als de kans 0.5 is. Verder neemt de standaardfout af als de steekproefgrootte de partijgrootte nadert. Zijn ze aan elkaar gelijk, dan weten we de fractie defecte apparaten zeker.

De verdeling van fractie defecte apparaten in een steekproef kunnen we benaderen met een normale verdeling, met de bovenstaande verwachtingswaarde en standaard deviatie. Deze benadering maakt het toetsen een stuk eenvoudiger. Echter, bij de normale benadering wordt er vanuit gegaan dat het betrouwbaarheidsinterval rondom de schatter symmetrisch is. Deze aanname gaat goed voor fracties tussen 0.05 en 0.95. Daarbuiten wordt het interval asymmetrisch en voldoet de normale benadering niet meer en zijn geavanceerdere methoden nodig. In ons geval zitten we dus net op de rand.

1.3 Toetsen in de praktijk

We kennen nu de belangrijkste begrippen van het toetsen, en we kennen de eigenschappen van de verdeling van de fractie defecte apparaten. In de praktijk wordt de toets als volgt gedaan:

Stel de nulhypothese en alternatieve hypothese op in termen van de populatieparameter.

Geef de toetsingsgrootte onder H_0 .

Geef de verdeling van de toetsingsgrootte onder H_0 .

Geef het gedrag van de toetsingsgrootte onder H_a .

Bereken de uitkomst van de toetsingsgrootte op basis van de steekproef.

Bereken de overschrijdingskans.

Doe een uitspraak over de hypothesen op basis van punt 6.

In het geval van de partij AEEA kunnen we het stappenplan invullen.

$H_0: p = p_0$, $H_a: p > p_0$, waarin $p_0 = 0.05$, de waarde van de fractie defecte apparaten onder H_0 .

Toetsingsgrootheid $z = \frac{\hat{p} - p_0}{se(\hat{p})}$, met $se(\hat{p}) = \sqrt{\frac{p_0(1-p_0)(N-n)}{n(N-1)}}$, waarin $\hat{p} = k/n$, N

de partijomvang en n de steekproefomvang.

Onder H_0 heeft z een standaard normale verdeling $N(0, 1)$.

Onder H_a heeft z de neiging groter uit te vallen.

De uitkomst van z weten we pas als we de steekproef uitgevoerd hebben en het aantal defecte apparaten k geteld hebben.

De overschrijdingskans is $P(Z > z)$ is het oppervlak onder de curve van de standaard normale verdeling $N(0, 1)$ van z tot aan oneindig.

Als $P(Z > z)$ kleiner is dan α verwerpen we H_0 en is H_a aangetoond. In dat geval hebben we aangetoond dat de fractie defecte apparaten in de partij significant groter is dan 5% en wordt de partij als afval beschouwd. Als $P(Z > z)$ groter is dan α verwerpen we H_0 niet en is H_a niet aangetoond. In dat geval hebben we dus niet aangetoond dat de fractie defecte apparaten in de partij groter is dan 5%. Wat hij dan wel is doet er niet toe (hij ligt in dit geval rond 5% of is kleiner). De partij wordt dan niet als afval beschouwd.

1.4 Steekproefomvang bepalen

Voor het bepalen van de steekproefomvang volgt men een min of meer omgekeerde redenering als bij de significantietoets. We willen met een van tevoren opgelegde betrouwbaarheid (in dit geval 95% betrouwbaarheid, $\alpha = 0.05$), een steekproef fractie kunnen onderscheiden (in dit geval 80% onderscheidingsvermogen, $\beta = 0.20$) van 5%, en wel groter dan 5%. We willen weten hoeveel waarnemingen daar voor nodig zijn.

Als we de hele partij zouden bekijken, dan weten we het antwoord exact.

Echter, door de steekproef introduceren we een onzekerheid die zich vertaalt in een foutmarge rond de schatting. Willen we met 95% betrouwbaarheid kunnen zeggen dat de fractie defecte apparaten groter is dan 0.05 (en dus H_0 verwerpen), dan moeten we daar een stukje boven uitkomen. Het is gebruikelijk een minimaal verschil van 0.03 aan te kunnen tonen.

Uitgaande van alleen de 95% betrouwbaarheid vinden we dat het verschil d minstens $z^* se(\hat{p})$ moet zijn, waarin $z^* = 1.64$, het 95% punt van de standaard normale verdeling (voor eenzijdige toets, bij een tweezijdige toets is $z^* = 1.96$). Is het verschil groter, dan wordt H_0 verworpen en is H_a aangetoond. Gegeven een aan te kunnen tonen verschil d en een onbetrouwbaarheid α kunnen we steekproefomvang n vrij schrijven uit de bovenstaande uitdrukking voor $se(\hat{p})$.

Echter, een steekproefomvang bepalen op basis van alleen de onbetrouwbaarheid heeft maar een onderscheidingsvermogen van 50%. We willen met 80% van de gevallen kunnen zeggen dat H_0 terecht verworpen wordt als H_a waar is. Daarom moeten we z^* iets groter maken. Bij een onderscheidingsvermogen van 80% betekent dat we er 0.84 bij op moeten tellen, het 80% punt van de cumulatieve standaard normale verdeling. Dus in plaats van 1.64 nemen we $1.64 + 0.84 = 2.48$. Aangezien het aan te kunnen tonen verschil d vast staat (en α blijft 0.05) moeten we $se(\hat{p})$ kleiner maken. Dit kunnen we alleen bereiken door meer waarnemingen te doen. Op deze manier bouwen we vanzelf 80% onderscheidingsvermogen in.

De formule voor bepaling van de steekproefomvang voor het eenzijdig toetsen van een fractie met aantallen uit een hypergeometrische verdeling luidt nu:

$$n = \frac{(z_{1-\alpha}^* + z_{1-\beta}^*)^2 p(1-p)N}{d^2(N-1) + (z_{1-\alpha}^* + z_{1-\beta}^*)^2 p(1-p)}$$

Hierin is $z_{1-\alpha}^* = 1.64$ en $z_{1-\beta}^* = 0.84$, en p is de verwachte fractie defecte apparaten in de partij. Omdat de waarde van p voor het verzamelen van de gegevens niet bekend is, moeten we voor het gebruik in de berekening een gissing doen voor die waarden. De standaardfout is het grootst als $p = 0.5$ af voor grotere of kleinere waarden (symmetrisch rondom 0.5). Als er niets over p bekend is, neem dan deze waarde. Dit garandeert dat onze uiteindelijke standaardfout altijd kleiner of gelijk is aan de gespecificeerde waarde. De steekproefomvang is vrij ongevoelig als de waarde van p rond 0.5 ligt. Echter, als de werkelijke p kleiner dan 0.3 of groter dan 0.7 is, kan het gebruik van $p = 0.5$ leiden tot een steekproefomvang die veel groter is dan nodig.

1.5 Steekproeftrekking

De steekproef dient aselekt te gebeuren. Dat wil zeggen dat de n apparaten uit de partij op een zodanige wijze gekozen dienen te worden dat alle verzamelingen met n apparaten dezelfde kans hebben om de feitelijk gekozen steekproef te zijn. Dit kunnen we bereiken door alle apparaten in de partij een nummer te geven. Een bijbehorend nummer gaat in een grote zak. Die nummers worden geschud en vervolgens pakken we er n uit. De apparaten met het overeenkomstige nummer nemen we op in de steekproef.

In de praktijk zal dit moeilijk gaan, maar het streven is zo willekeurig mogelijk n apparaten uit de partij te halen. De vraag is hoe de partij wordt aangeleverd. Grote apparaten in het midden met kleine daar omheen of bovenop gestapeld? Het wel of niet voorkomen uiterlijke mankementen? Wat in ieder geval voorkomen moet worden is het zoeken naar defecte apparaten, want dat vertekent de steekproef. De steekproef moet een representatie zijn van de hele partij.

1.6 Overzicht van de gebruikte symbolen

symbool	betekenis
α	significantieniveau of onbetrouwbaarheid, kans op fout van de eerste soort
β	1 - onderscheidingsvermogen, kans op fout van de tweede soort
d	aan te kunnen tonen verschil of foutmarge, $z^* se(\hat{p})$
H_0	nulhypothese
H_a	alternatieve hypothese
k	aantal defecte apparaten in de steekproef
n	steekproefomvang
N	partijomvang
p	ware fractie defecte apparaten in de partij
p_0	fractie defecte apparaten onder de nulhypothese
\hat{p}	geschatte fractie defecte apparaten in de steekproef
$se(\hat{p})$	standaardfout van de geschatte fractie

Z	uitkomst van de toetsingsgrootheid
$z_{,q}^*$	percentiepoint q van de cumulatieve standaard normale verdeling
Z	standaard normaal verdeelde stochastische grootheid

2. Praktijkvoorbeelden

2.1 Voorbeeld 1, bepaling steekproefomvang

In het Excelblad van de Steekproefmethode versie 1 2006 kunnen we de steekproefomvang bepalen. De grote hokjes zijn vrij in te vullen, de rode hokjes zijn rekenresultaten.

We hebben een partij die bestaat uit 500 apparaten. We verwachten dat 10% van de apparaten defect is. Hoeveel apparaten moeten we trekken willen we met 95% betrouwbaarheid kunnen zeggen of de fractie defecte apparaten groter is dan 5%? Verder willen we bij een verschil van 0.03 een onderscheidingsvermogen van minstens 80% halen.

De bovenstaande vraag moeten we vertalen naar het Excelblad. De partijgrootte $N = 500$. De verwachte fractie van 10% defecte apparaten betekent $p = 0.10$. 95% betrouwbaarheid wil zeggen dat de onbetrouwbaarheid $\alpha = 0.05$. Het onderscheidingsvermogen stellen we op 80%, dus $1 - \beta = 0.8$. Het aan te kunnen tonen verschil $d = 0.03$.

Invullen levert een steekproefomvang $n = 277$ apparaten.

Discussie

Bij voorhand weten we niet wat de fractie defecte apparaten zal zijn. Dit is iets dat uit ervaring moet volgen. Een naïeve schatting stelt $p = 0.50$, waardoor $n = 388$. Een nauwkeurig inzicht in het verwachte aantal apparaten kan dus een hoop schelen. Een verwachte fractie van 0.10 (de partij bestaat bijna volledig uit werkende apparaten) levert trouwens dezelfde resultaten als een verwachte fractie van 0.90 (de partij bestaat bijna volledig uit defecte apparaten), dit is vanwege de symmetrie rondom $p = 0.50$.

Als $\alpha = 0.05$ wil dat zeggen dat in 5% van de gevallen een partij ten onrechte als afval wordt aangemerkt en dus ten onrechte afgekeurd wordt. Maar dit gebeurt dus maar in 5% van de gevallen, niet bijzonder veel dus.

In relatie met het onderscheidingsvermogen wil het verschil d zeggen dat *als* het gevonden verschil (uit de steekproef) precies 0.03 is, in 80% van de gevallen de partij terecht als afval wordt aanmerkt. Dat willen we ook. Is het gevonden verschil kleiner dan 0.03, dan is het onderscheidingsvermogen kleiner en wordt de kans groter dat een partij niet als afval wordt aangemerkt en dus ten onrechte wordt goedgekeurd. Dit zelfde effect treedt op als we in de toets een kleinere steekproef gebruiken dan dat het bovenstaande rekenvoorbeeld aangeeft.

2.2 Voorbeeld 2, uitvoeren van de significantietoets

We halen het geval van voorbeeld 1 weer aan. De partij bestaat uit 500 apparaten. We nemen 150 apparaten (in principe te weinig) uit de partij en tellen daarin 10 defecte

apparaten. Toets met 95% betrouwbaarheid of de fractie defecte apparaten in de partij groter is dan 5%. In dat geval wordt de partij namelijk als afval aangemerkt.

De bovenstaande vraag moeten we vertalen naar het Excelblad. We toetsen of de fractie in de partij groter is dan 0.05. We vullen in $p_0 = 0.05$. De nulhypothese stelt dat de fractie defecte apparaten gelijk is aan 0.05, het alternatief is dat deze groter is. De partijgrootte $N = 500$. De steekproefomvang $n = 150$. Het aantal defecte apparaten in de steekproef $k = 10$. De geschatte fractie defecte apparaten is zodoende $10 / 150 = 0.067$.

De uitkomst van de toetsingsgrootte $z = 1.118$. De kans dat we een waarde vinden die extremer is (in dit geval groter) dan deze waarde is de overschrijdingskans $P(Z > z) = 0.132$. Echter, 0.132 is groter dan $\alpha = 0.05$. We verwerpen H_0 niet en H_a is niet aangetoond. Er is niet aangetoond dat de fractie defecte apparaten groter is dan 5%. De partij wordt daarom niet aangemerkt als afval.

Discussie

Ondanks dat de geschatte fractie groter is dan 5% wordt de partij niet als afval aangemerkt. De schatting is niet significant groter dan 5%. De vraag is of deze uitspraak terecht is. In voorbeeld 1 hadden we een steekproefomvang bepaald van $n = 277$, maar we hebben hier maar 150 apparaten bekeken. Stel dat we er 270 hadden bekeken waarvan er 18 defect waren, zou dat een andere conclusie opleveren? De geschatte fractie defecte apparaten in de partij blijft 0.067 ($=18 / 270$), echter de standaardfout is een stuk lager geworden omdat we meer informatie hebben. Het verschil met 0.05 blijkt nu opeens wel significant (overschrijdingskans = 0.032) te zijn en de partij wordt daarom nu wel aangemerkt als afval.

We kunnen het bovenstaande verklaren uit het onderscheidingsvermogen van de toets. Het onderscheidingsvermogen is geen functie van de uitkomst, alleen van de steekproefgrootte. Stel dat de werkelijke fractie 0.07 zou zijn geweest (na het behoordelen van *alle* apparaten) dan is in het eerste geval het onderscheidingsvermogen maar 38% geweest. In het tweede geval is dit opgelopen naar 72%. De toets is een stuk beter geworden.

Als we precies 277 apparaten hadden bekeken, dan zouden we verwachten dat bij een werkelijke fractie van $0.05 + 0.03 = 0.08$ (zoals in de opzet) we een onderscheidingsvermogen van 80% zouden vinden. Dit blijkt echter 96% te zijn. Wat is er aan de hand? Omdat we bij de nulhypothese 0.05 opgegeven hebben, en geen 0.10 zoals in de opzet, is de standaardfout kleiner geworden. We kunnen kleinere verschillen aantonen, in dit geval verschillen van 0.022 in plaats van 0.03. Als we bij de nulhypothese $p_0 = 0.10$ hadden ingevuld, dan zien we bij 0.13 precies een onderscheidingsvermogen van 80%, net zoals in de opzet.

We kunnen de toets dus verbeteren door meer waarnemingen te doen. Nemen we de hele partij als steekproef, $n = N$, dan is er natuurlijk geen twijfel meer mogelijk over de uitkomst. Het onderscheidingsvermogen is dan 100% voor alle mogelijke uitkomsten groter dan 0.05.