



**Universiteit  
Leiden**  
The Netherlands

**Waarschijnlijkheidsstudie beleidsresultaten zwerfafval**  
Heijungs, R.; Huppes, G.

**Citation**

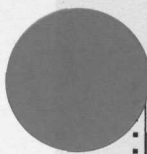
Heijungs, R., & Huppes, G. (2005). Waarschijnlijkheidsstudie beleidsresultaten zwerfafval.  
Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/12065>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Leiden University Non-exclusive license](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/12065>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).



**CML**

Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden

**WAARSCHIJNLIJKHEIDSSTUDIE  
BELEIDSRESULTATEN ZWERFAFVAL**

**dr. Reinout Heijungs  
dr. Gjalt Huppes**

**CML report 167 – 13 december 2005**

## Colofon

Dit rapport is geschreven door dr. Reinout Heijungs en dr. Gjalt Huppes. Beide auteurs zijn werkzaam bij de afdeling Industriële Ecologie van het Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden, Universiteit Leiden.

Dit rapport is tot stand gekomen dankzij ondersteuning van:

- Recycling Netwerk
- NVRD
- Cyclus NV
- Milieudienst Groningen
- Gemeente Zwolle

Voor nadere informatie kunt u terecht bij:

CML-IE

Postbus 9518

2300 RA Leiden

Telefoon 071-5277477

Fax 071-5277434

E-mail [philips@cml.leidenuniv.nl](mailto:philips@cml.leidenuniv.nl)

Internet <http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/index.html>

© CML, 2005

## Inhoud

Colofon.....	2
Samenvatting.....	4
1 Inleiding.....	5
1.1 Achtergrond en probleemstelling.....	5
1.2 Doelstelling.....	6
1.3 Leeswijzer.....	6
2 Beschouwing van het relevante monitoringsonderzoek.....	7
2.1 Gedragsonderzoek door Trendbox.....	7
2.2 Tellingen door Oranjewoud.....	9
2.3 Onderzoek onder reinigingsmanagers door TNS NIPO.....	10
2.4 Synthese door CE.....	11
3 Secundaire analyse en meta-analyse.....	12
3.1 Betrouwbaarheidsanalyse.....	12
3.1.1 Onzekerheden in de resultaten van Trendbox.....	12
3.1.2 Onzekerheden in de resultaten van Oranjewoud.....	13
3.1.3 Onzekerheden in de resultaten van TNS NIPO.....	14
3.2 Validiteitsanalyse.....	14
3.2.1 Validiteit van het onderzoek van Trendbox.....	15
3.2.2 Validiteit van het onderzoek van Oranjewoud.....	15
3.2.3 Validiteit van het onderzoek van TNS NIPO.....	16
3.2.4 Een veldmodel.....	16
3.3 Synthese.....	16
4 Conclusie.....	18
Literatuur.....	19
A Theoretische achtergrond.....	20
A.1 Steekproeven, onzekerheden en betrouwbaarheidsintervallen.....	20
A.2 Hypotheses en statistische toetsen.....	21
A.3 Fouten van de eerste en tweede soort.....	22
A.4 Kritiek op de statistische toets der nulhypothese.....	23
A.5 Resampling: de jackknife en de bootstrap.....	24
A.6 Primaire analyse, secundaire analyse en meta-analyse.....	25
A.7 Een veldmodel.....	25
B Een model voor zwerfafval.....	27
C Achtergrondteksten.....	30
C.1 Doelstellingen zwerfafvalreductie in het Convenant Verpakkingen III.....	30
C.2 Wettelijk kader zwerfafval in LAP 2002 - 2012.....	30



## Samenvatting

In het Convenant Verpakkingen III zijn afspraken gemaakt over de vermindering van de hoeveelheid zwerfafval door verpakkingen. In de periode 2001 tot 2005 dient het aantal blikjes en flesjes dat als zwerfafval wordt achtergelaten met 80% te verminderen. Wanneer deze doelstelling niet gehaald wordt, komen afspraken over realisatie via een statiegeldregeling aan de orde.

Nu 2005 ten einde loopt, dringt de vraag zich op of deze doelstelling gehaald is, of dat de terugvaloptie van statiegeld aan de orde is. Er zijn meerdere onderzoeken uitgevoerd om de ontwikkeling van het zwerfafval gedurende de afgelopen jaren te meten. Onderzoeksbureau CE heeft een analyse van de destijds beschikbare monitoring studies tot en met 2004 gemaakt, en formuleert in het conceptrapport de conclusie dat "de beschikbare informatie niet betrouwbaar genoeg is om een dergelijk belangrijke conclusie met voldoende zekerheid te kunnen trekken." Inmiddels zijn drie nieuwe monitoring studies gepubliceerd waarin informatie gegeven wordt over de ontwikkeling in het jaar 2005.

De NVRS, een samenwerkingsverband van de NVRD (Vereniging voor afval- en reinigingsmanagement), de VNG (Vereniging van Nederlandse Gemeenten), de Rotex en de Stichting Natuur en Milieu, heeft aan het CML (Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden) van de Universiteit Leiden gevraagd om – op basis van de ook door CE gebruikte gegevens én de nieuwe gegevens m.b.t. 2005 – een nadere analyse te maken. Doelstelling van dit onderzoek is om uit de verschillende uitgevoerde onderzoeken een genuanceerde, goed interpreteerbare uitkomst te genereren over de ontwikkeling van de hoeveelheid zwerfafval door blikjes en flesjes, en om een idee te geven van de waarschijnlijkheid dat de reductiedoelstelling gehaald wordt.

Conclusie uit het uitgevoerde onderzoek is dat er in 2005 meer zwerfafval is achtergelaten door gebruikers van blikjes en flesjes dan in 2001, in plaats van substantieel minder. Alle onderzoeken wijzen in dezelfde richting: iets meer consumptie; beduidend meer afval als zwerfafval achtergelaten; veel meer afval door veegploegen opgeruimd; duidelijk minder afval op de meer vervuilde locaties aangetroffen. Er is geen reden om aan te nemen dat de uitkomsten van de monitoring onderzoeken leiden tot een onderschatting of juist een overschatting.

Uitgaande van de kwantitatieve uitkomsten in de onderzoeken kan een centrale waarde worden bepaald. De hoeveelheid zwerfafval van blikjes en flesjes is gestegen met tenminste 15% en waarschijnlijker nog met 85 à 100%. De mate van onzekerheid van deze uitkomst is niet exact te kwantificeren op basis van de uitgevoerde monitoring onderzoeken. Dat neemt echter niet weg dat een robuuste conclusie kan worden getrokken. Dit waarschijnlijkheidsonderzoek wijst uit dat het vrijwel onmogelijk is dat de omvangrijke reductiedoelstelling van het Convenant Verpakkingen gehaald is.

## 1 Inleiding

Dit hoofdstuk biedt een inleiding tot de centrale vraag die in dit rapport behandeld wordt. Eerst wordt de achtergrond besproken, en vervolgens de doelstelling.

### 1.1 Achtergrond en probleemstelling

In het Convenant Verpakkingen III zijn afspraken gemaakt over de vermindering van de hoeveelheid zwerfafval door verpakkingen. In de periode 2001 tot 2005 dient het aantal blikjes en flesjes dat als zwerfafval wordt achtergelaten met 80% te verminderen. Wanneer deze doelstelling niet gehaald wordt, komen afspraken over realisatie via een statiegeldregeling aan de orde.

Nu 2005 ten einde loopt, dringt de vraag zich op of deze doelstelling gehaald is, of dat de terugvaloptie van statiegeld aan de orde is. Er zijn meerdere onderzoeken uitgevoerd om de ontwikkeling van het zwerfafval gedurende de afgelopen jaren te meten. Deze onderzoeken zijn geheel verschillend van opzet. Geen ervan meet direct de hoeveelheid zwerfafval zoals die in het convenant is gedefinieerd. De meetmethoden hebben slechts een indirecte relatie tot de eigenlijk te meten grootte, de bedoelde variabele zwerfafval. Onderzocht is, onder meer:

- het weggooigedrag wat betreft flesjes en blikjes, door middel van een enquête;
- de aangetroffen hoeveelheid zwerfafval, door middel van een steekproef;
- de impressie van de trend in het aandeel van drankverpakkingen in zwerfafval, door middel van een enquête onder afval- en reinigingsmanagers.

Dat deze studies alle een andere grootte meten, is een belangrijke oorzaak dat het moeilijk is om een duidelijk oordeel te vormen over de vraag of de reductiedoelstelling gehaald is. Daarbij komt, dat bij het opknippen van een groot onderzoek in een aantal kleine onderzoeken, het moeilijk wordt om eenduidige uitspraken te krijgen.

Onderzoeksbureau CE heeft een analyse van de destijds beschikbare monitoring studies tot en met 2004 gemaakt (Huetting *et al.*, 2005), en formuleert in het conceptrapport de volgende conclusie:

*Op basis van het beschikbare onderzoeksmateriaal kan niet vastgesteld worden of de hoeveelheid blikjes en flesjes tussen 2001 en 2005 zal dalen met 80%. Hoewel de kans groter lijkt dat 80% niet gehaald zal worden, moeten we uiteindelijk vaststellen dat de beschikbare informatie niet betrouwbaar genoeg is om een dergelijk belangrijke conclusie met voldoende zekerheid te kunnen trekken.*

Op grond van deze conclusie ontstaat er een lastige situatie: enerzijds is er onvoldoende grond om te constateren dat de reductiedoelstelling gehaald wordt en een statiegeldregeling dus niet nodig is, maar anderzijds is er onvoldoende grond om te constateren dat de reductiedoelstelling niet gehaald en tot invoering van statiegeld moet worden overgegaan. Voor een besluitvorming zou het wenselijk zijn om een ander soort conclusie te laten zien. Zelfs als het niet mogelijk is om aan te geven of de doelstelling al dan niet gehaald wordt, is het wellicht mogelijk om hierover in termen van een waarschijnlijkheid te concluderen. dat "de beschikbare informatie niet betrouwbaar genoeg is om een dergelijk belangrijke conclusie met voldoende zekerheid te kunnen trekken." Inmiddels zijn drie nieuwe monitoring studies gepubliceerd waarin informatie gegeven wordt over de ontwikkeling in het jaar 2005.



De NVRS, een samenwerkingsverband van de NVRD (Vereniging voor afval- en reinigingsmanagement), de VNG (Vereniging van Nederlandse Gemeenten), de Roteb en de Stichting Natuur en Milieu, heeft aan het CML (Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden) van de Universiteit Leiden gevraagd om – op basis van de ook door CE gebruikte gegevens én de nieuwe gegevens m.b.t. 2005 – een nadere analyse te maken. Het gaat hier nadrukkelijk niet om een *review* van het werk van CE, maar om een aanvullende (kritische) beschouwing.

Voorliggend rapport is de weerslag van deze kritische beschouwing. Het bevat een uiteenzetting van een aantal theoretische concepten, zoals de statistische toets, de onzekerheden in een steekproef, en meta-analyse, alsmede een verslag van de resultaten van de nadere analyse op de reeds bekende getallen betreffende zwerfafval.

## **1.2 Doelstelling**

Doelstelling van dit onderzoek is om uit de verschillende uitgevoerde onderzoeken een genuanceerde, goed interpreteerbare uitkomst te genereren over de ontwikkeling van de hoeveelheid zwerfafval door blikjes en flesjes, en om een idee te geven van de waarschijnlijkheid dat de reductiedoelstelling gehaald wordt.

## **1.3 Leeswijzer**

Dit rapport heeft een tweeledige doelstelling:

- Enerzijds wordt de theoretische achtergrond van een aantal onderwerpen behandeld: steekproeven, statistische toetsen, significantie, etc. Dit wordt gedaan om de lezer te informeren over de intrinsieke beperkingen van empirisch onderzoek en de betekenis voor beleidsondersteunend onderzoek.
- Anderzijds worden de resultaten van de verschillende onderzoeken nader geanalyseerd en met elkaar in verband gebracht om een uitspraak over de reductiedoelstellingen te verkrijgen.

Omdat dit onderzoek voor besluitvorming buiten een academische context van belang is, is de theoretische beschouwing ondergebracht in een appendix, en niet in de hoofdtekst.

## 2 Beschouwing van het relevante monitoringsonderzoek

In dit hoofdstuk wordt het aanwezige empirische materiaal kort besproken. Deze beschouwing baseert zich op de betreffende rapportages van Trendbox, Oranjewoud en TNS NIPO. Waar deze rapportage voortbouwt op die van CE, is zo veel mogelijk het rapport van CE als bron gebruikt. Daarbij zijn waar nodig de termen van de onderzoeken aangepast, soms om ze onderling op elkaar af te stellen, en soms om ze voor zich zelf sprekender te maken.

### 2.1 Gedragsonderzoek door Trendbox

Het onderzoek van Trendbox is een enquête naar het gedrag van een aantal geselecteerde panelleden. Met name vraag Q12 is van belang voor de analyse in dit rapport: *Wat heeft u die laatste keer gedaan met het [plastic flesje/glazen flesje/blikje] toen het drinken op was?* De mogelijke antwoorden zijn gegroepeerd in twee categorieën:

- geen zwerfafval geworden (in afvalbak gegooid, teruggegeven/ingeleverd, bewaard, etc.);
- zwerfafval geworden (weggegooid, maar niet in afvalbak, laten vallen, en achtergelaten (op straat/strand/in de trein enz.) maar niet in afvalbak.

Uit de antwoorden hierop kan de zogeheten incidentie worden berekend. Deze is door Trendbox gedefinieerd als de fractie van de respondenten die een antwoord opgaf dat in de categorie zwerfafval thuishoort.

Voor de berekening van de hoeveelheid zwerfafval is een aanvullende stap nodig, omdat de enquête alleen over het gedrag van de laatst genoten consumptie gaat. Bij het eerste onderzoek in 2001 werd aangenomen dat de veroorzakers van zwerfafval vaker blikjes of flesjes gebruiken dan gemiddeld. Daarom is door Trendbox een correctiefactor geïntroduceerd, die bepaald wordt uit de verhouding van het verbruik door de veroorzakers van zwerfafval en de het verbruik van de gehele groep.

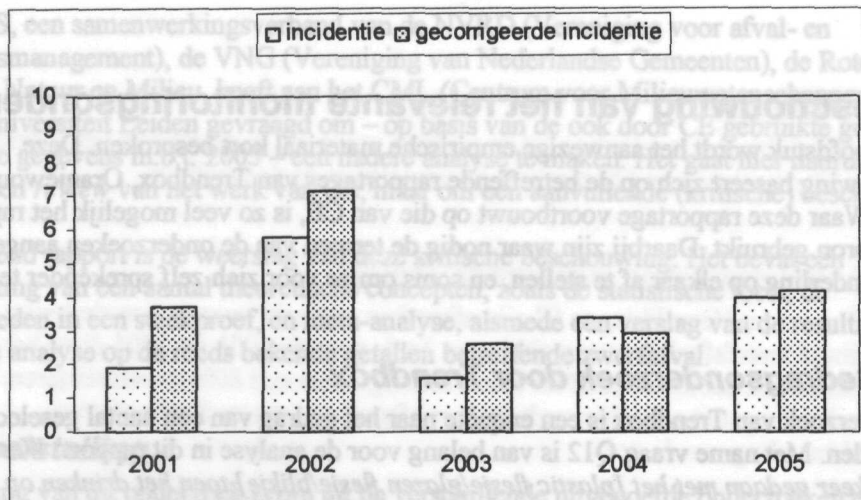
Tabel 1 en Figuur 1 geeft een overzicht van de resultaten van het onderzoek van Trendbox gedurende verschillende jaren.

Tabel 1. Overzicht van de belangrijkste resultaten van Trendbox (bron: CE, p.12 voor 2001-2004; Trendbox 2005 voor 2005)

	2001	2002	2003	2004	2005
percentage zwerfafval bij laatste consumptie ("incidentie")	1.9	5.8	2.6	3.4	4.0
Correctiefactor	1.96	1.25	1.00	(0.84)	(1.05)
percentage zwerfafval ("gecorrigeerde incidentie")	3.7	7.2	2.6	(2.9)	(4.2)
hoeveelheid zwerfafval (miljoenen flesjes en blikjes)	50	96	34	(38)	(56)*

\* Op basis van de verkoopcijfers in 2004 volgens CE p.11.

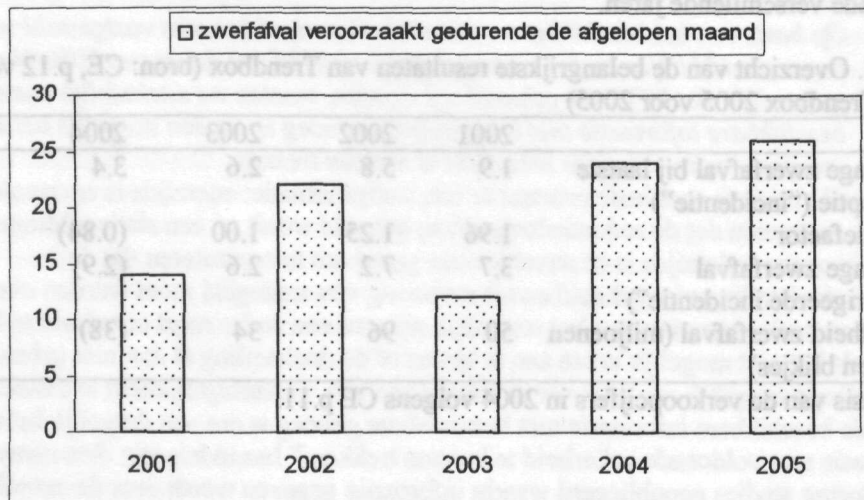




Figuur 1. Grafische weergave van de belangrijkste resultaten van Trendbox (bron: CE, p. 12 voor 2001-2004; Trendbox 2005 voor 2005)

Bij het onderzoek van Trendbox moeten we twee aspecten vermelden:

- De in de convenantafspraken genoemde reductiedoelstellingen gaan uit van een referentiehoeveelheid van 50 miljoen blikjes en flesjes in 2001. Dit is geen gemeten waarde, maar een berekende waarde op grond van de cijfers van Trendbox. Deze cijfers zijn dus gebaseerd op een gedragsonderzoek met betrekking tot de laatst genoten consumptie, en een correctie op grond van verbruikscijfers.
- De correctiefactor is een omstreden element van de methode. De onzekerheden hierin zijn groot. CE baseert zijn grafiek (p.14) op de "ongecorrigeerde incidentie", dus op het percentage respondenten die aangaven dat ze na de laatst genoten consumptie zwerfafval veroorzaakt hebben. In de laatste rapportage van Trendbox is daarnaast een resultaat samengesteld dat op andere wijze (dus zonder de correctiefactor) iets zegt over de incidentie op grond van meerdere gebruiksmomenten, namelijk door te vragen wat men "meestal" of "ook wel eens" met de flesjes en/of blikjes doet; zie Figuur 2.



Figuur 2. Percentage respondenten dat aangeeft in de afgelopen maand wel eens blikjes en/of flesjes als zwerfafval te hebben achtergelaten (bron: Trendbox 2005)

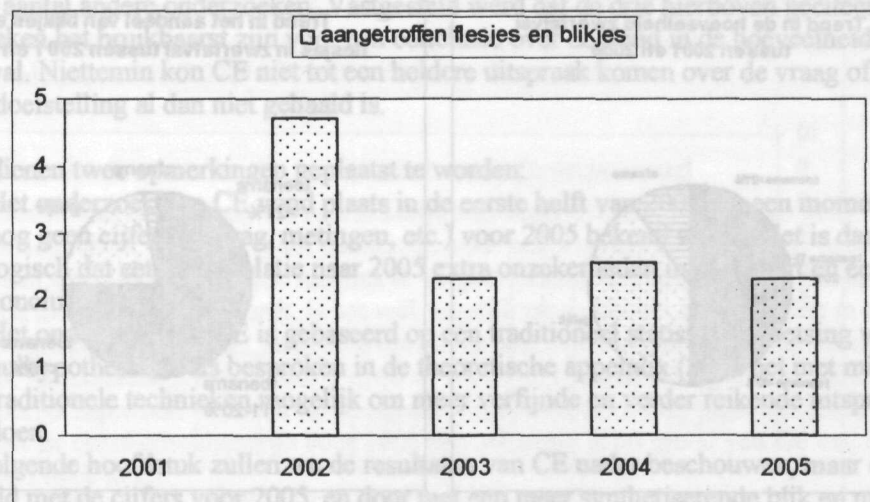
Vastgesteld kan worden dat het aantal blikjes en flesjes waarvan wordt gerapporteerd dat zij tot zwerfafval zijn verworpen meer dan verdubbeld is tussen 2001 en 2005. Wanneer de correctiefactor meegenomen wordt zien we een stijging van 14%. Op grond van het weggooigedrag gedurende de laatste maand vinden we een toename van 85%. Alle drie de invalshoeken wijzen dus op een duidelijke toename in plaats van een afname. Minimaal moet rekening gehouden worden met een stijging van 15%. Gegeven de bezwaren die er zijn tegen de maatstaf "gecorrigeerde incidentie" is een toename van 85 tot 100% echter aannemelijker.

## 2.2 Tellingen door Oranjewoud

Het onderzoek van Oranjewoud is een telling van de hoeveelheid zwerfafval op een aantal meer dan gemiddeld vervuilde locaties (stationspleinen, winkelstraten, etc.) in Nederland in een bepaalde periode. Hierbij is een onderverdeling naar de samenstelling van het zwerfafval gemaakt, waarbij één van de categorieën blikjes en flesjes is. De resultaten van deze tellingen zijn weergegeven in Tabel 2 en Figuur 3. De cijfers slaan op het aantal blikjes en flesjes per m<sup>2</sup> meetgebied.

Tabel 2. Overzicht van de belangrijkste resultaten van Oranjewoud (bron: CE, p.19 voor 2002-2004; de Jong *et al.* voor 2005)

	2001	2002	2003	2004	2005
aantal aangetroffen blikjes en flesjes per 1000 m <sup>2</sup> ("gemiddelde")	–	4.64	2.36	2.59	2.32



Figuur 3. Grafische weergave van de belangrijkste resultaten van Oranjewoud (bron: CE, p.19 voor 2002-2004; de Jong *et al.* voor 2005)

In zijn rapportage heeft Oranjewoud een uitgebreide "disclaimer" opgenomen: "Wat mag er wél en niet met deze cijfers". Zo is onder meer vermeld dat het "niet mogelijk [is] om op basis van deze monitoring uitspraken te doen over de ontwikkeling van het zwerfafval in heel Nederland". Niet aangegeven is welke methodologische argumenten hieraan ten grondslag liggen.

Aldus kan worden vastgesteld dat deze hoeveelheid t.o.v. 2002 ongeveer is gehalveerd en sinds 2003 nagenoeg gelijk is gebleven. Het beeld suggereert dat er tussen 2002 en 2003 een grote trendbreuk heeft plaats gevonden. Hiervoor kunnen verschillende mechanismen verantwoordelijk zijn:

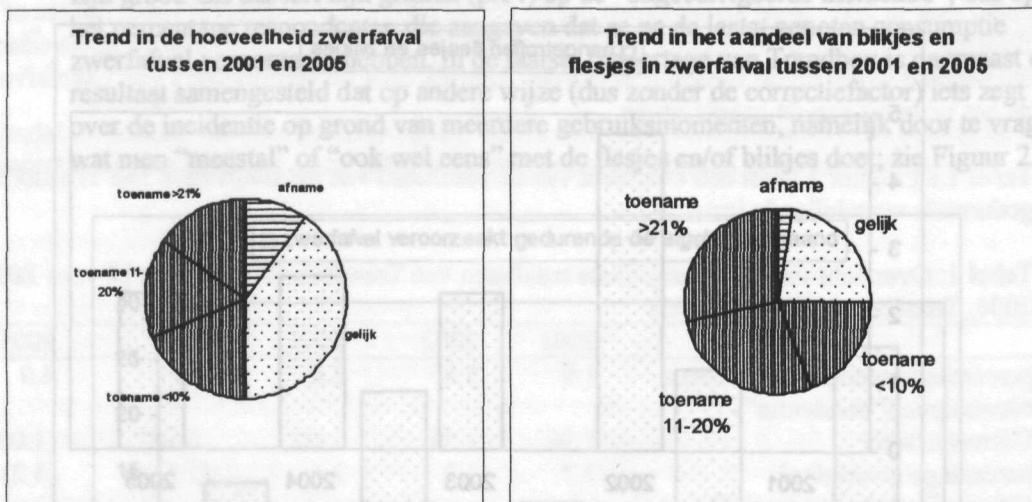
- de consument kan minder flesjes en blikjes zijn gaan gebruiken;
- de consument kan minder zwerfafval zijn gaan veroorzaken;
- de reinigingsdiensten kunnen intensiever zijn gaan vegen.

Op grond van de resultaten van Oranjewoud alleen valt niet uit te maken welke van deze drie mogelijkheden de werkelijk oorzaak is, en evenmin of er combinatie van deze mogelijkheden aan de orde is.

### 2.3 Onderzoek onder reinigingsmanagers door TNS NIPO

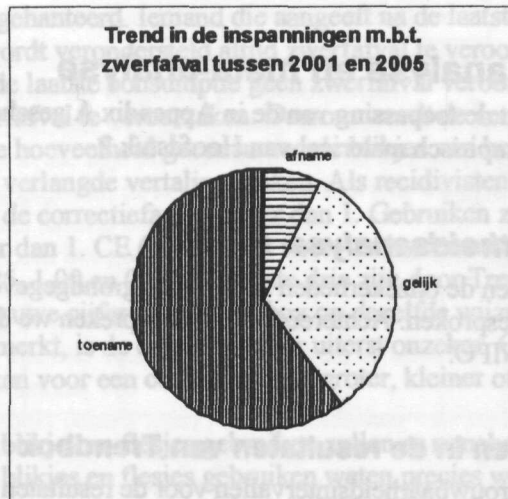
Het onderzoek van TNS NIPO is een enquête onder zogeheten reinigingsmanagers. Dit zijn mensen die leiding geven aan de reiniging van de openbare ruimte bij gemeentes, gemeentelijke reinigingsdiensten, verzelfstandigde overheidsdiensten en particuliere bedrijven. In het onderzoek werd hun mening gevraagd naar de trend in de hoeveelheid zwerfafval, het aandeel van drankverpakkingen in het zwerfafval, etc. Het onderzoek wijst uit dat een duidelijke meerderheid van de reinigingsmanagers van mening is dat de inspanningen voor het opruimen van zwerfafval duidelijk is toegenomen. Ook voor 2005 zijn hiervoor gegevens beschikbaar, die niet op een trendbreuk sinds 2004 wijzen.

Drie belangrijke resultaten van het onderzoek van TNS NIPO zijn weergegeven in Figuur 4 en Figuur 5.



Figuur 4. Links: Grafische weergave van de trend in de hoeveelheid zwerfafval (bron: van Kasteren); Rechts: Grafische weergave van de trend in het aandeel van blikjes en flesjes in het zwerfafval (bron: van Kasteren)





Figuur 5. Grafische weergave van de trend in de inspanningen m.b.t. het verwijderen van zwerfafval (bron: van Kasteren)

We zien dat de meeste deskundigen van mening zijn dat er geen afname van de hoeveelheid zwerfafval is, dat er een toename van de drankverpakkingen binnen het zwerfafval is, en dat er een toename is van de reinigingsinspanningen dienaangaande.

#### 2.4 Synthese door CE

Onderzoeksbureau CE heeft een synthese gemaakt van de drie bovengenoemde onderzoeken, plus een aantal andere onderzoeken. Vastgesteld werd dat de drie hierboven geciteerde onderzoeken het bruikbaarst zijn voor een conclusie over de trend in de hoeveelheid zwerfafval. Niettemin kon CE niet tot een heldere uitspraak komen over de vraag of de reductiedoelstelling al dan niet gehaald is.

Hierbij dienen twee opmerkingen geplaatst te worden:

- Het onderzoek van CE vond plaats in de eerste helft van 2005, op een moment dat er nog geen cijfers (gedrag, metingen, etc.) voor 2005 bekend waren. Het is daarom logisch dat een extrapolatie naar 2005 extra onzekerheden introduceert en een heldere conclusie bemoeilijkt.
- Het onderzoek van CE is gebaseerd op een traditioneel statistische toetsing van een nulhypothese. Zoals besproken in de theoretische appendix (A) is het met minder traditionele technieken mogelijk om meer verfijnde en verder reikende uitspraken te doen.

In het volgende hoofdstuk zullen we de resultaten van CE nader beschouwen, maar dan aangevuld met de cijfers voor 2005, en door met een meer synthetiserende blik en met een kritische beschouwing van de traditionele statistische toetsing naar de afzonderlijke resultaten te kijken.



### 3 Secundaire analyse en meta-analyse

Dit hoofdstuk bespreekt de toepassing van de in Appendix A geschetste methoden en overwegingen op het empirisch materiaal van Hoofdstuk 2.

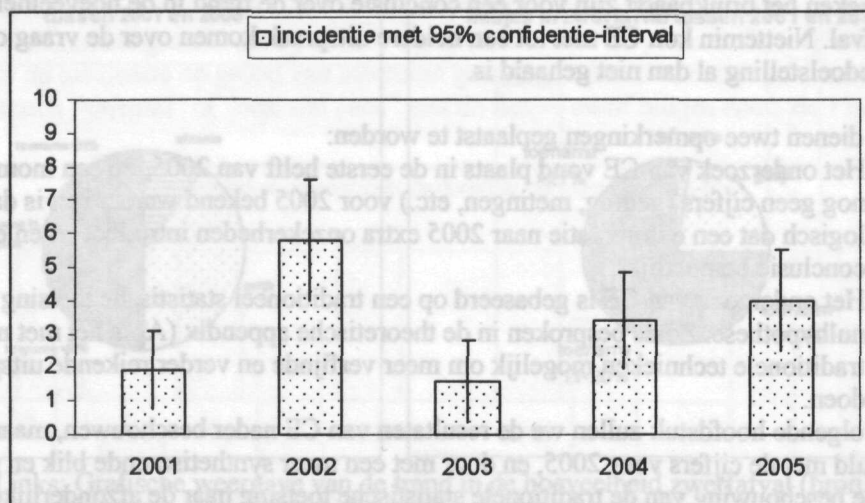
#### 3.1 Betrouwbaarheidsanalyse

In deze paragraaf worden de onzekerheden in de achtergrondgegevens en de daaruit getrokken conclusies besproken. Achtereenvolgens bespreken we de resultaten van Trendbox, Oranjewoud, en TNS NIPO.

##### 3.1.1 Onzekerheden in de resultaten van Trendbox

CE (p.14) vermeldt betrouwbaarheidsintervallen voor de resultaten van Trendbox. Deze zijn alleen gebaseerd op de eigenlijke resultaten van het gedragsonderzoek, en niet op de correctiefactor. Er is daarbij uitgegaan dat de bepaling zelf vrij is van onzekerheden en fouten, en dat de enige onzekerheid door de steekproef komt. Volgens CE is deze steekproef dermate groot deze een "statistisch betrouwbaar beeld [geeft] van het aantal mensen dat zegt de laatste keer iets te hebben weggegooid" (p.14). Op basis van elementaire statistiek (zie CE, appendix B) is een 95% betrouwbaarheidsinterval berekend.

In deze studie hebben we deze beschouwing aangevuld met de resultaten van een *resampling*-onderzoek (zie bijlage A.5). Wij constateren dat de drie resultaten (parametrische onzekerheid, *jackknife* en *bootstrap*) goed met elkaar in overeenstemming zijn. Figuur 6 geeft de resultaten van de onzekerheidsanalyse voor de incidentie zonder correctie.



Figuur 6. De resultaten voor de (ongecorrigeerde) incidentie van Trendbox met toevoeging van de steekproefonzekerheid

Een belangrijk kritiekpunt in de diverse beschouwingen van de analyse van Trendbox is de zogeheten correctiefactor. Deze heeft als doel een vertaling te maken van de antwoorden op de vraag wat er met het flesje of blikje van de laatste genoten consumptie gebeurd is, naar de niet-gestelde vraag hoeveel flesjes of blikjes men heeft laten slingeren. Hierbij wordt de

volgende gedachtegang gehanteerd. Iemand die aangeeft na de laatste consumptie zwerfafval veroorzaakt te hebben wordt verondersteld altijd zwerfafval te veroorzaken, en omgekeerd, iemand die aangeeft na de laatste consumptie geen zwerfafval veroorzaakt te hebben wordt verondersteld nooit zwerfafval te veroorzaken. Daarom wordt de eerste groep aangeduid als "recidivisten". Als we de hoeveelheid geconsumeerde blikjes van beide groepen weten, kunnen we zodoende de verlangde vertaling maken. Als recidivisten meer consumpties dan gemiddeld gebruiken, is de correctiefactor groter dan 1. Gebruiken ze er juist minder, dan is de correctiefactor kleiner dan 1. CE (p.12) geeft voor 4 achtereenvolgende jaren de correctiefactor: 1.96, 1.25, 1.00 en 0.84. De eerste drie zijn door Trendbox berekend, de laatste is door CE uit de ruwe cijfers van Trendbox op dezelfde wijze geconstrueerd. Zoals op diverse plaatsen is opgemerkt, is de correctiefactor uiterst onzeker. Gedragstheoretisch kan men argumenten bedenken voor een correctiefactor groter, kleiner of gelijk aan 1.

Bijvoorbeeld:

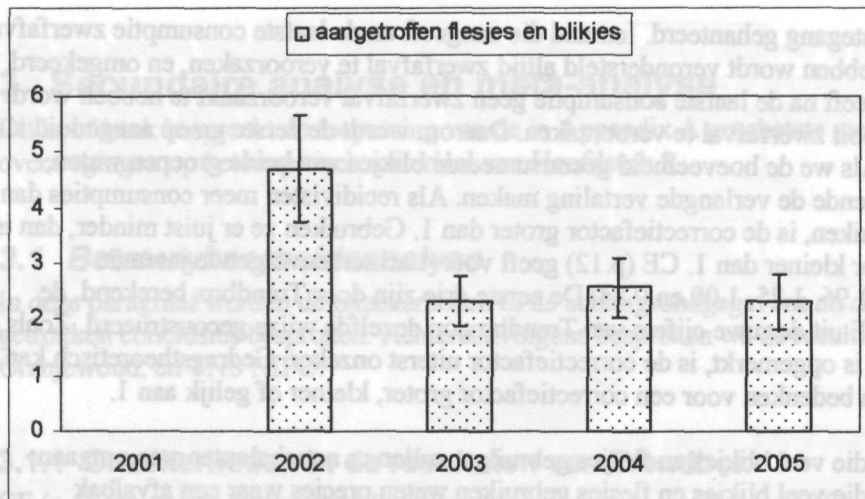
- Mensen die veel blikjes en flesjes gebruiken zullen er nonchalanter mee omgaan.
- Mensen die veel blikjes en flesjes gebruiken weten precies waar een afvalbak aanwezig is.
- Mensen die veel blikjes en flesjes gebruiken zijn in hun wegwerpgedrag niet anders dan anderen.

Helaas is de ruwe informatie die wij ter beschikking hebben onvoldoende om een statistische analyse van de correctiefactor uit te voeren. Het lijkt ons echter niet aannemelijk, dat deze factor bij een statische toets significant van 1 zal verschillen. Met andere woorden, wij zien geen redenen zijn om aan te nemen dat het veroorzaken van zwerfafval gecorreleerd is met de mate van gebruik van blikjes en flesjes.

Een en ander impliceert dat op basis van de Trendbox studie kan worden geconcludeerd dat het door gebruikers van blikjes en flesjes gerapporteerde gedrag in de periode 2001 – 2005 niet is verbeterd voor wat betreft het veroorzaken van zwerfafval van deze blikjes en flesjes: Uitgaande van het gerapporteerde gedrag is de veroorzaakte hoeveelheid zwerfafval van flesjes en blikjes in 2005 zo'n 15 tot 100 % groter dan in 2001.

### 3.1.2 Onzekerheden in de resultaten van Oranjewoud

Het onderzoek van Oranjewoud is nadrukkelijk niet representatief voor Nederland. Tellingen zijn arbeidsintensief, en er is bij het onderzoek voor gekozen om uitsluitend de ontwikkeling op meer dan gemiddeld vervuilde locaties te volgen. Zolang er echter consequent op een zelfde type locatie gemeten wordt, is het wel degelijk mogelijk om de tendensen te ontdekken. Alle metingen betreffen echter steekproeven, en de aldus geïntroduceerde fout neemt af met de grootte van de steekproef. Figuur 7 geeft de resultaten van de tellingen van blikjes en flesjes door Oranjewoud inclusief de steekproefonzekerheid. Hierbij dient aangetekend te worden dat de onzekerheidsmarge voor 2005 een schatting is op grond van die van de voorgaande twee jaren.



Figuur 7. De resultaten voor de tellingen van Oranjewoud met toevoeging van de steekproefonzekerheid

Wat opvalt is dat de veranderingen in 2003, 2004 en 2005 opgevat kunnen worden als statistische fluctuaties. Er lijkt na een stevige trendbreuk tussen 2002 en 2003 geen noemenswaardige verandering te hebben plaatsgevonden.

### 3.1.3 Onzekerheden in de resultaten van TNS NIPO

Voor het onderzoek van TNS NIPO is het moeilijk om een inschatting van de onzekerheden te geven. Het gaat om een subjectieve inschatting, maar wel door mensen die beroepshalve dagelijks met afval bezig zijn. In 2004 was het onderzoek een steekproef van beperkte omvang ( $N=41$ ), maar in 2005 was de omvang duidelijk groter ( $N=93$ ). TNS NIPO acht het 2005-onderzoek representatief voor Nederland; de ondervraagde deskundigen waren verantwoordelijk voor circa 40% van de reiniging in Nederland. De antwoorden wijzen op een behoorlijke coherentie van meningen. Wellicht is het in dit geval niet nodig om een statisch verantwoorde analyse te maken.

### 3.2 Validiteitsanalyse

De variabele waarin we uiteindelijk geïnteresseerd zijn is de afname van de hoeveelheid door consumenten veroorzaakt zwerfafval ten gevolge van blikjes en flesjes tussen 2001 en 2005. Om iets over de afname te zeggen aan de hand van de gegevens moeten we eerst een reconstructie doen van de hoeveelheid zwerfafval ten gevolge van blikjes en flesjes. Om precies te zijn, we bedoelen dan niet de aangetroffen hoeveelheid, maar de achtergelaten hoeveelheid, dus voordat reinigingsploegen hun werk hebben kunnen doen, en dus ook zonder de hoeveelheid die uit vuilnisbakken gevallen of gewaaid is. We zullen eerst de validiteit van de drie onderzoeken bespreken. Daaronder verstaan we: de mate waarin de resultaten van de drie studies iets zeggen over de eigenlijke variabele, namelijk de hoeveelheid achtergelaten flesjes en blikjes.

Een belangrijk kritiekpunt in de diverse beschouwingen van de analyse van Trendbox is de zogeheten correctiefactor. Deze heeft als doel een vertaling te maken van de antwoorden op de vraag wat er met het flesje of blikje van de laatste genoten consumptie gebeurd is, naar de niet-gestelde vraag hoeveel flesjes of blikjes men heeft laten slingeren. Hierbij wordt de



### 3.2.1 Validiteit van het onderzoek van Trendbox

Het onderzoek van Trendbox heeft ten opzichte van de variabele die we voor de besluitvorming nodig hebben de volgende probleempunten:

- Trendbox onderzoekt het weggooigedrag. Dit kan iets anders zijn dan wat er daadwerkelijk op straat ligt. Het kan zijn dat iets wat achtergelaten is, door een ander alsnog wordt weggegooid, of andersom, dat iets wat weggegooid is uit een vuilnisbak waait of anderszins alsnog zwerfafval wordt.
- Trendbox onderzoekt het gerapporteerde gedrag. Het kan zijn dat respondenten al dan niet bewust een verkeerd antwoord geven. Ze kunnen zich schamen voor hun verkeerde gedrag en gewenst gedrag rapporteren, ze kunnen het ongewenst gedrag vergeten zijn, ze kunnen door schuldgevoelens de door hen veroorzaakte hoeveelheid zwerfafval overschatten, etc.
- Trendbox onderzoekt (onder meer) de veroorzaking van zwerfafval in relatie tot de laatste keer dat een flesje of blikje gebruikt werd. Voor zogeheten recidivisme (het meervoudig gebruik van flesjes en/of blikjes in één maand tijd) wordt een correctie uitgevoerd, maar zijn geen echte gedragsmetingen uitgevoerd. De correctiefactor is een onbetrouwbaar aspect in de analyse.
- Om de verandering tussen 2000 en 2005 te weten te komen, moeten de onderzoeken over de jaren heen een zelfde onderzoeksopzet hebben. Dit is niet geheel het geval. De enquêtes werden in 2001 in augustus afgenomen, in 2002 in oktober, en in 2003, 2004 en 2005 in september. De enquêtes rapporteren over het gedrag van de voorgaande maand. Het kan zijn dat er in juli en augustus relatief meer zwerfafval wordt veroorzaakt, omdat mensen dan meer aan het strand zijn, of op andere plaatsen waar weinig vuilnisbakken staan. Ook zal een deel van het veroorzaakte zwerfafval in vakantiegebieden zijn beland. Aangezien het onderzoek in de meeste jaren in nagenoeg dezelfde periode werd uitgevoerd zijn de onderzoeksgegevens over de verschillende jaren goed vergelijkbaar, met uitzondering van die voor het jaar 2002.
- Het onderzoek van Trendbox werkt met een vast panel van respondenten. Ook al heeft Trendbox geprobeerd een representatief panel samen te stellen, het is goed mogelijk dat bepaalde groepen ondervertegenwoordigd zijn.

### 3.2.2 Validiteit van het onderzoek van Oranjewoud

Het onderzoek van Oranjewoud heeft ten opzichte van de variabele die we voor de besluitvorming nodig hebben de volgende probleempunten:

- Het gaat om een telling van zwerfafval op een beperkt aantal locaties en een beperkt aantal momenten. De locaties zijn niet representatief voor heel Nederland, maar zijn geconcentreerd op de meer dan gemiddeld vervuilde locaties.
- Het gaat om tellingen van het aangetroffen zwerfafval. Ook al is er een correspondentie met de gedeponeerde hoeveelheid zwerfafval, het is niet hetzelfde. De hoeveelheid aangetroffen zwerfafval kan kleiner zijn, bv. doordat veegploegen een deel afvoeren of doordat een deel in de gracht waait en zo verdwijnt. De hoeveelheid kan ook groter zijn, bv. doordat een deel van het op straat zwerfende afval door ijverige passanten, omwonenden of winkeliers alsnog in een vuilnisbak wordt gedaan.
- Wanneer in de afgelopen vier jaar de inspanningen voor het schoonmaken van de openbare ruimte op dit soort locaties zijn toegenomen leidt dit tot een afname van de gemeten hoeveelheid zwerfafval, die niet mag worden verward met een afname van de hoeveelheid veroorzaakt zwerfafval.



### 3.2.3 Validiteit van het onderzoek van TNS NIPO

Het onderzoek van Oranjewoud heeft ten opzichte van de variabele die we voor de besluitvorming nodig hebben de volgende probleempunten:

- Het gaat om een inschatting door mensen die professioneel bezig zijn met reiniging. Enerzijds heeft dit pluspunten: men mag verwachten dat deze mensen goed geïnformeerd zijn, en niet afgaan op de opinie van anderen of op vooroordelen. Anderzijds heeft dit als nadeel dat dergelijke mensen strategische antwoorden kunnen geven. Zo zouden zij uit angst voor bezuinigingen geneigd kunnen zijn de hoeveelheid zwerfafval te overschatten..
- De ondervraagden moesten in 2004 antwoorden geven op vragen met een grote en vage tijdsspanne ("de afgelopen jaren"). In 2005 is wel expliciet gevraagd naar de ontwikkeling over de afgelopen vier jaar (= de periode 2001-2005). Onduidelijk is of hiermee een beroep wordt gedaan op parate kennis of op het lange-termijn geheugen.

### 3.2.4 Een veldmodel

In Appendix B is een "stock-flow" model beschreven waarmee de samenhang tussen het gebruik van blikjes en flesjes, het weggooigedrag en de aangetroffen hoeveelheid zwerfafval beschreven wordt. Dit model berust op een stelsel van 15 lineaire vergelijkingen met 15 variabelen. Ook bevat het model een aantal coëfficiënten, bijvoorbeeld de fractie van de blikjes en flesjes die in afvalbakken gedeponereerd wordt, en de fractie zwerfafval die door burgers wordt opgeraapt. De waarden van deze coëfficiënten kan worden bepaald door calibratie aan de hand van de geobserveerde stromen en voorraden gedurende een aantal jaren.

Helaas zijn hiervoor momenteel onvoldoende gegevens beschikbaar. Wij hopen dat met een aantal jaren aanvullende gegevens een beter voorspellend model voor de samenhang tussen gebruik, weggooigedrag en zwerfafval verkregen kan worden. Het model in Appendix B kan daarvoor als uitgangspunt fungeren.

Dit betekent ook dat we gaandeweg het onderzoek de ambitie van een exact kwantificeerbare waarschijnlijkheid hebben moeten opgeven. De in A.6 geschetste techniek der meta-analyse om onderzoeken met verschillende grootheden op formeel-wiskundige wijze te combineren, werkt alleen als de relaties tussen de variabelen van de verschillende studies met de eindvariabele bekend zijn. Met de correctiefactor heeft Trendbox gepoogd een dergelijke relatie te leggen. Deze poging is omstreden, en voor de andere twee studies is een dergelijke relatie niet gelegd. Het is daarom niet mogelijk om de drie studies op statistische wijze te "poolen". Wel kunnen we een kwalitatieve synthese maken. Deze is hieronder weergegeven.

## 3.3 Synthese

Als we de diverse onderzoeken van Trendbox, Oranjewoud en TNS NIPO, benevens de analyse en beschouwing daarvan door CE, bezien, kunnen we de volgende conclusies trekken:

- De hoeveelheid gebruikte flesjes en blikjes is volgens CE tussen 2001 en 2004 licht toegenomen. In 2002 was er een afname, daarna wederom een toename. We kunnen vermoeden dat de afname in 2002 samenhangt met de economische teruggang gedurende 2002, en dat het herstel van de economie gedurende 2005 leidt tot een verdere toename van het gebruik van flesjes en blikjes.

- Het in het gedragsonderzoek van Trendbox gerapporteerde wegwerpgedrag geeft een wisselend beeld te zien. De trend tussen 2001 en 2005 is echter duidelijk: het wegwerpgedrag in 2005 leidt tot een grotere fractie zwerfafval dan in 2001. Gecombineerd met de toegenomen consumptie zal dit tot een grotere zwerfafvalstroom leiden.
- De aangetroffen hoeveelheid zwerfafval is door Oranjewoud onderzocht. Hiervoor hebben we geen gegevens uit 2001 beschikbaar. Wel zijn hiervoor cijfers uit 2005 beschikbaar, die wijzen op een reductie van 29.5% zwerfafval voor de "overige componenten", d.w.z. patatbakjes, plastic draagtassen, papieren zakdoekjes, etc. Voor blikjes en flesjes komen we tot een reductie van 50% t.o.v. 2002.
- De door TNS NIPO onderzochte inschatting door reinigingsmanagers geeft aan dat er veel meer inspanningen gepleegd zijn om zwerfafval op te ruimen.

De drie onderzoeken zijn met elkaar in overeenstemming te brengen met de volgende procesketen: er wordt beduidend meer zwerfafval achtergelaten, nog veel meer zwerfafval wordt geruimd door reinigingsploegen, waarna duidelijk minder zwerfafval wordt aangetroffen door telploegen. Tabel 3 vat deze synthese samen.

Tabel 3. Synthese van de conclusies uit de verschillende studies m.b.t. de trend in blikjes en flesjes en de trend in zwerfafval

variabele	trend tussen 2001 en 2005
gebruik van blikjes en flesjes	toename
afdanking van laatst gebruikte blikje of flesje als zwerfafval	toename
reinigingsinspanning m.b.t. blikjes en flesjes	toename
op sterk vervuilde locaties aangetroffen flesjes en blikjes	afname

De in het Convenant Verpakkingen genoemde reductiedoelstelling slaat op de als zwerfafval achtergelaten hoeveelheid, dus op de cursief weergegeven rij.

Huizing, D.H.; Bergama, G.C.; Warringa, G.E.A. Trend in aantal blikjes en flesjes in het zwerfafval in Nederland. Periode 2001-2005. Concept 17 juni 2005. CE, Delft, 2005.

Jong, M.A.J. de, Fleur, E.; Feenackers, K.A.; Vries, S. de. Monitoring overig zwerfafval 2005. Trendmeting van het overig zwerfafval op sterker vervuilde locatietypen. Oranjewoud, 2005.

Kasteren, R. van. Zwerfafval anno 2005. Een onderzoek onder afval- en reinigingsmanagers in Nederland. TNS NIPO, Amsterdam, 2005.

Nickerson, R.S. Null hypothesis significance testing: a review of an old and continuing controversy. *Psychological Methods* 5:2 (2000), 241-301.

Sanderson, H.; Petersen, S. Power analysis as a reflexive tool for interpretation and implementation of the precautionary principle in the European Union. *Environmental Science & Pollution Research* 9:4 (2002), 221-226.

Trendbox. Gedragsonderzoek blikjes en flesjes in zwerfafval 2005. Trendbox, Amsterdam, 2005.

## 4 Conclusie

Conclusie uit het uitgevoerde onderzoek is dat er in 2005 meer zwerfafval is achtergelaten door gebruikers van blikjes en flesjes dan in 2001, in plaats van substantieel minder.

Om de volgende redenen kan deze conclusie niet worden getrokken met absolute zekerheid:

- Voor niet alle onderzoeken zijn cijfers beschikbaar voor 2001 en/of 2005.
- Geen van de onderzoeken is geheel representatief voor het weggooigedrag.
- Het enige onderzoek dat het weggooigedrag daadwerkelijk beschouwt doet dat niet op feitelijke basis, maar op basis van gerapporteerd gedrag, en beperkt zich bovendien tot de laatste genoten consumptie.

Niettemin, alle onderzoeken wijzen in dezelfde richting: iets meer consumptie; beduidend meer afval als zwerfafval achtergelaten; veel meer afval door veegploegen opgeruimd; duidelijk minder afval op de meer vervuilde locaties aangetroffen. Er is geen reden om aan te nemen dat de uitkomsten van de monitoring onderzoeken leiden tot een onderschatting of juist een overschatting.

Uitgaande van de kwantitatieve uitkomsten in de onderzoeken kan een centrale waarde worden bepaald. De hoeveelheid zwerfafval van blikjes en flesjes is gestegen met tenminste 15% en waarschijnlijker nog met 85 à 100%. De mate van onzekerheid van deze uitkomst is niet exact te kwantificeren op basis van de uitgevoerde monitoring onderzoeken. Dat neemt echter niet weg dat een robuuste conclusie kan worden getrokken. Dit waarschijnlijkheidsonderzoek wijst uit dat het vrijwel onmogelijk is dat de omvangrijke reductiedoelstelling van het Convenant Verpakkingen gehaald is.

### 3.3 Synthese

Als we de diverse onderzoeken van Trendbox, Oranjewoud en TNS NIPO, benevens de analyse en beschrijving daarvan door CE, bezien, kunnen we de volgende conclusies trekken:

- De hoeveelheid gebruikte flesjes en blikjes is volgens CE tussen 2001 en 2004 licht toegenomen. In 2002 was er een afname, daarna wederom een toename. We kunnen vermoeden dat de afname in 2002 samenhangt met de economische teruggang gedurende 2002, en dat het herstel van de economie gedurende 2005 leidt tot een verdere toename van het gebruik van flesjes en blikjes.



## Literatuur

- Chow, S.L. Statistical significance. Rationale, validity and utility. Sage Publications, London, 1996.
- Cohen, J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. Academic Press, New York, 1969.
- Cooper, H.; Hedges, L.V. The handbook of research synthesis. Russell Sage Foundation, New York, 1994.
- Efron, B.; Gong, G. A leisurely look at the bootstrap, the jackknife, and cross-validation. *The American Statistician* 37:1 (1983), 36-47.
- Gelman, A.; Carlin, J.B.; Stern, H.S.; Rubin, D.B. Bayesian data analysis. Chapman & Hall, London, 1995.
- Glass, G.V. Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational Researcher* (1976), 3-8.
- Hays, W.L. Statistics. Fourth edition. Holt, Rinehart and Winston, Inc. New York, 1988.
- Howard, G.S.; Maxwell, S.E.; Fleming, K.J. The proof of the pudding: an illustration of the relative strengths of null hypothesis, meta-analysis, and Bayesian analysis. *Psychological Methods* 5:3 (2000), 315-332.
- Hueting, D.H.; Bergsma, G.C.; Warringa, G.E.A. Trend in aantal blikjes en flesjes in het zwerfafval in Nederland. Periode 2001-2005. Concept 17 juni 2005. CE, Delft, 2005.
- Jong, M.A.J. de, Fleur, E.; Feunekes, K.A.; Vries, S. de. Monitoring overig zwerfafval 2005. Trendmeting van het overig zwerfafval op sterker vervuilde locatietypen. Oranjewoud, 2005.
- Kasteren, R. van. Zwerfafval anno 2005. Een onderzoek onder afval- en reinigingsmanagers in Nederland. TNS NIPO, Amsterdam, 2005.
- Nickerson, R.S. Null hypothesis significance testing: a review of an old and continuing controversy. *Psychological Methods* 5:2 (2000), 241-301.
- Sanderson, H.; Petersen, S. Power analysis as a reflexive tool for interpretation and implementation of the precautionary principle in the European Union. *Environmental Science & Pollution Research* 9:4 (2002), 221-226.
- Trendbox. Gedragsonderzoek blikjes en flesjes in zwerfafval 2005. Trendbox, Amsterdam, 2005.



## A Theoretische achtergrond

Dit hoofdstuk geeft een uiteenzetting van een aantal centrale aspecten van de statistische analyse van empirische gegevens. Het geeft geen volledige statistische theorie, daarvoor wordt de lezer verwezen naar een aantal standaardboeken (bv. Hays, 1988). De selectie van onderwerpen komt voort uit de noodzakelijkheid om juist die onderwerpen te bespreken. Ook is de bespreking tamelijk informeel, met slechts hier en daar een mathematische uitwerking.

### A.1 Steekproeven, onzekerheden en betrouwbaarheidsintervallen

Of het nu over natuurverschijnselen, gedrag of perceptie gaat, in vrijwel alle gevallen geschiedt experimenteel en empirisch onderzoek door het meten van één of variabelen in een beperkt aantal gevallen. In het geval van zwerfafval: men heeft niet op alle locaties en op alle dagen gemeten, maar slechts op een aantal locaties en op een aantal dagen. Er is dus sprake van een steekproef. Dit staat in tegenstelling tot de populatie, die alle mogelijke gevallen representeert.

Een belangrijke functie van de statistiek is het generaliseren van uitspraken over steekproeven tot uitspraken over de populatie. Een voorbeeld dat zo triviaal is, dat men het haast zou vergeten, is

$$\mu = \bar{x}$$

oftewel: de best mogelijke schatting van de waarde van een populatiegemiddelde  $\mu$  is de waarde van het steekproefgemiddelde  $\bar{x}$ . Bekend is ook de formule voor de standaardafwijking van de populatie  $\sigma$  in termen van de standaardafwijking van de steekproef  $s$ :

$$\sigma = \sqrt{\frac{N}{N-1}} s$$

Hierbij is  $N$  de grootte van de steekproef. Uit deze formule blijkt dat de standaardafwijking van de steekproef een heel behoorlijke schatter is voor de standaardafwijking van de populatie, en dat deze schatting beter wordt naarmate de steekproef groter is.

Formules voor het generaliseren van steekproef naar populatie zijn nuttig, maar het zal duidelijk zijn dat generalisatie niet kan zonder een aantal onzekerheden te introduceren. We noemen hier twee soorten onzekerheid:

- Generalisatie op grond van een kleine steekproef zal onnauwkeuriger zijn dan generalisatie op grond van een grote steekproef. Met andere woorden: de steekproefomvang is een belangrijke maat voor de onzekerheid.
- Generalisatie op grond van een niet-representatieve steekproef zal tot aanvullende onzekerheden leiden.

In het geval van zwerfafval hebben we met beide foutenbronnen te maken. De steekproef is, wegens de hoge kosten, zeer beperkt, slechts enkele honderden mensen zijn ondervraagd en op slechts enkele honderden plaatsen is gemeten. Daarnaast is de steekproef niet volledig representatief. De samenstelling van een panel is nooit een exacte afspiegeling van dat deel van de bevolking dat zwerfafval zou kunnen veroorzaken.

Eén van de belangrijke resultaten van de statistische theorie is dat er uitdrukkingen zijn ontwikkeld die het mogelijk maken om de steekproef-onzekerheid van een aantal kentallen te berekenen. Een bekende is in dit verband de standaardafwijking  $\sigma_{\bar{x}}$  van het gemiddelde  $\bar{x}$ , met de formule

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

met  $\sigma$  de standaardafwijking van de gehele populatie, en  $N$  de grootte van de steekproef. Uit deze formule blijkt duidelijk dat een grotere steekproef leidt tot een kleinere spreiding in de verdeling van het gemiddelde.

Naast een schatting van het gemiddelde en de standaardafwijking van het gemiddelde wordt vaak gebruikt van betrouwbaarheidsintervallen. Deze geven de grenzen aan waartussen een grootheid zich met een bepaalde waarschijnlijkheid bevindt. Een bekende uitdrukking is die voor het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor het gemiddelde:

$$\bar{x} - 1.96\sigma_{\bar{x}} \leq \mu \leq \bar{x} + 1.96\sigma_{\bar{x}}$$

Deze formule geeft aan dat met 95% zekerheid het populatiegemiddelde  $\mu$  groter is dan  $\bar{x} - 1.96\sigma_{\bar{x}}$  en kleiner is dan  $\bar{x} + 1.96\sigma_{\bar{x}}$ . Voor andere percentages gelden andere coëfficiënten dan 1.96, bv. 2.58 voor 99%.

Bovenstaande formules voor de standaardafwijking en het betrouwbaarheidsinterval van het gemiddelde hebben een aantal belangrijke beperkingen:

- ze zijn alleen geldig voor het gemiddelde, en niet voor bv. de mediaan;
- ze zijn alleen geldig voor populaties waarvan de waarden een normale oftewel Gaussische verdeling volgen, en niet voor populaties die anders verdeeld zijn.

In de literatuur is voor een beperkt aantal gevallen een oplossing gevonden voor gevallen die hier niet aan voldoen. Zo is er bv. een soortgelijke formule voor verhoudingen, en voor het verschil tussen 2 gemiddelden. En voor niet-normaal verdeelde populaties geeft deze formule onder bepaalde omstandigheden een heel behoorlijk resultaat. Daarnaast is er de laatste 20 jaar een geheel nieuwe methode in opkomst, waarmee beide problemen opgelost kunnen worden. We bespreken deze zogeheten *resampling* methode in A.5.

## A.2 Hypothesen en statistische toetsen

In besluitvormingssituaties ontstaat vaak de vraag of een bepaalde grootheid een bepaalde waarde heeft, of deze zelfs overschrijdt. In het geval van zwerfafval kan bv. de vraag gesteld worden of de hoeveelheid zwerfafval minder is dan een bepaalde streefwaarde. Voor dit soort vragen maakt men gebruik van statistische toetsen.

Een statistische toets is een formele manier om te onderzoeken of een bepaalde parameter die met een steekproef bemonsterd is een bepaalde kritische waarde kan hebben. Hiertoe biedt de standaardtheorie een raamwerk met een vijftal stappen (Siegel, 1956):

formuleer een nulhypothese

- 1) kies een geschikte statistische toets ( $H_0$ )
- 2) kies een significantieniveau ( $\alpha$ )
- 3) bereken de steekproefverdeling als de nulhypothese waar zou zijn
- 4) bereken het gebied waar de nulhypothese verworpen wordt
- 5) bereken de waarde van de statistische toets met de steekproefgegevens



Wanneer de uitkomst van 5) in het gebied 4) ligt, kan de nulhypothese van 1) verworpen worden bij het in 2) gekozen significantieniveau. Wanneer de uitkomst van 5) buiten dat gebied ligt, kan de nulhypothese niet verworpen worden.

Een voorbeeld mag dit illustreren. Stel dat we een normaal verdeelde steekproef met standaardafwijking 1 en omvang 100 hebben, en de gemiddelde waarde van een gemeten grootte 10 is. We willen toetsen of het, bij een significantieniveau van 0.05, waarschijnlijk is, dat de populatie waarde 10.3 is. Daartoe berekenen we het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de grootte: deze ligt tussen 9.8 en 10.2. De waarde 10.3 ligt daarbuiten. We verwerpen dus de nulhypothese, en concluderen dat de populatie waarde significant kleiner is dan 10.3.

Merk op dat het woord *significant* hierbij een specifieke en technische betekenis heeft. Feitelijk heeft het alleen betekenis in combinatie met een significantieniveau. Een waarde die bij een significantieniveau van 0.05 significant kleiner is dan een andere waarde, kan heel goed niet significant kleiner zijn bij een significantieniveau van 0.01. Merk tevens op dat de significantie van een verschil weinig te maken heeft met de grootte van dat verschil. Soms wordt de term *significant kleiner* gebruikt waar eigenlijk *veel kleiner* bedoeld wordt. Een significant verschil kan groot of klein zijn, en een groot verschil kan significant of niet significant zijn.

### A.3 Fouten van de eerste en tweede soort

Het verwerpen van een nulhypothese biedt geen volledige zekerheid. Zelfs als men op grond van een steekproef met 99% zekerheid vaststelt dat een waarde kleiner of groter is dan een bepaalde grens, bestaat er een kans van 1% dat dit voor de eigenlijke populatie niet zo is. Men spreekt in dat geval van een fout van de eerste soort (type I).

De fout van de eerste soort kan zeer klein gemaakt worden; het probleem is dan echter dat men geen enkele uitspraak meer kan doen. In een normaal verdeelde populatie is in beginsel iedere waarde mogelijk. Bij een populatie met gemiddelde 10 en standaardafwijking 10 zal weliswaar een steekproef ter grootte 100 met 95% een gemiddelde tussen 9.8 en 10.2 tonen; extreme waarden zoals 6 of 100 zijn mogelijk, zij het uiterst onwaarschijnlijk.

Zo komen we direct bij de fout van de tweede soort (type II). Wanneer men een zeer laag significantieniveau kiest, is het betrouwbaarheidsinterval zo groot, dat een gemiddelde dat werkelijk verschilt van een kritische waarde niet meer herkend wordt. Dat risico bestaat ook bij een significantieniveau van 0.05: ook dan kan het voorkomen dat men de nulhypothese niet verwierpt, terwijl daar wel degelijk aanleiding toe is.

Samengevat:

- Een fout van de eerste soort ontstaat wanneer men ten onrechte de nulhypothese verwierpt.
- Een fout van de tweede soort ontstaat wanneer men ten onrechte de nulhypothese niet verwierpt.

Tabel A.1 geeft dit weer, samen met de parameters  $\alpha$  en  $\beta$ , waarbij  $1 - \beta$  bekend staat als het onderscheidingsvermogen (Cohen, 1969).



Tabel A.1. De vier mogelijke situaties bij een statistische toets: de beslissing is correct, er wordt een fout van de eerste soort gemaakt, of er wordt een fout van de tweede soort gemaakt.  $\alpha$  is het significantieniveau,  $1 - \beta$  het onderscheidingsvermogen.

beslissing	ware toestand	
	$H_0$ is waar	$H_0$ is onwaar
$H_0$ wordt niet verworpen	type I ( $1 - \alpha$ )	correct ( $\beta$ )
$H_0$ wordt verworpen	correct ( $\alpha$ )	type II ( $1 - \beta$ )

Bij een statistische toets is het zaak de juiste balans te vinden tussen het maken van een fout van de eerste soort (kans:  $\alpha$ ) en een fout van de tweede soort (kans:  $\beta$ ). Over het algemeen wordt voor  $\alpha$  een standaardwaarde genomen. Vaak is dat 0.05, wat overeenkomt met 95%-betrouwbaarheidsintervallen. Voor  $\beta$  bestaat geen standaardwaarde. Deze volgt uit de combinatie van de gekozen statistische toets, het significantieniveau en de steekproefgrootte. De waarde 0.05 voor het significantieniveau is een conventie, gebaseerd op wat meestal wel goed is. Het kan echter van situatie tot situatie verschillen of deze keuze voldoet. Een paar voorbeelden:

- In sociaal-wetenschappelijk onderzoek zijn de relaties vaak veel minder hard dan in fysisch of chemische onderzoek. Bij een onderzoek naar de relatie tussen armoede en depressiviteit zal een significantieniveau van 0.1 soms gebruikt worden, terwijl bij een onderzoek naar de relatie tussen atoommassa en bindingsenergie vaak een significantieniveau van 0.01 of zelfs 0.001 gebruikt wordt.
- In de rechtsspraak wil men liever dat een crimineel vrijuit gaat, dan dat een onschuldige veroordeeld wordt. Wanneer men twee DNA-monsters heeft, één op een vuurwapen en één van de verdachte, luidt de nulhypothese dat deze monsters dezelfde zijn. Met 95% zekerheid beslissen dat deze nulhypothese niet verworpen kan worden, leidt tot te veel ten onrechte veroordeelden. Hier zal men de kans van de tweede soort willen minimaliseren.

Binnen het milieuonderzoek is er enige aandacht voor de keuze van het significantieniveau en/of het onderscheidingsvermogen, onder meer in relatie tot het voorzorgsbeginsel (Sanderson & Petersen, 2002).

#### A.4 Kritiek op de statistische toets der nulhypothese

Er is een constante kritiek op het gehele concept van het toetsen van een nulhypothese. Enerzijds wordt er soms geopperd dat de nulhypothese nooit waar is, en dat het toetsen ervan dus evident onzinnig is (zie, bv., Nickerson, 2000; Chow, 1996). Om een voorbeeld te geven: als iemand wil toetsen of rokers meer auto-ongelukken maken dan niet-rokers, luidt de nulhypothese dat de groepen evenveel auto-ongelukken maken. In een steekproef van beperkte omvang zal de onderzoeker inderdaad een verschil zien, maar door de steekproefgeïnduceerde standaardafwijking is een afwijking in ieder geval deels te wijten aan onzekerheid. Maar zelfs als de gehele populatie aan auto-ongelukken beschouwd zou worden, zou er een verschil te zien zijn, misschien ter grootte van één ongeluk. Men zal nooit vinden dat het aantal ongelukken per persoon tot op oneindig veel cijfers achter de komma identiek is voor rokers en niet-rokers. Daarom, zo hoort men wel eens, wordt ieder effect significant bij voldoende grote steekproef.

Een ander kritiekpunt betreft de interpretatie van de nulhypothese en de toets daarop. In de geschetste situatie wordt er verondersteld dat er één enkele waarheid bestaat, en dat de gegevens daarvan een verstoorde afspiegeling geven. Er wordt getoetst of de gegevens

waarschijnlijk genoeg zijn om door de in de nulhypothese gepostuleerde waarheid gegenereerd te zijn. In formulevorm: men toetst

$$P(D | H = H_0)$$

oftewel, men berekent de waarschijnlijkheid van de data gegeven de nulhypothese. In de Bayesiaanse statistiek wordt dit omgekeerd (zie, bv., Gelman *et al.*, 1995; Howard *et al.*, 2000). Hier wordt er vanuit gegaan dat de empirische gegevens de enige zekere zaken zijn. Deze gegevens kunnen vanuit meerdere waarheden zijn gegenereerd. Er wordt nu getoetst of de veronderstelde waarheid (de nulhypothese) klopt met de feiten (de data). In formulevorm: men berekent

$$P(H = H_0 | D)$$

## A.5 Resampling: de jackknife en de bootstrap

In A.1 kwam naar voren dat de schatting van een grootheid door de eindige omvang van de steekproef onzeker is. De standaardafwijking van het gemiddelde, of equivalent daaraan, het betrouwbaarheidsinterval van het gemiddelde, was een illustratie hiervan. Tevens werd opgemerkt dat niet voor iedere grootheid een uitdrukking voor de onzekerheid van de schatting bekend is, en dat de bekende uitdrukkingen in de meeste gevallen alleen geldig zijn voor normaal verdeelde populaties. De laatste 20 jaar is er evenwel een ontwikkeling gaande waarbij het mogelijk is om ook in die gevallen tot een kwantificering van de onzekerheid van een schatting te komen. Deze methode staat bekend als *resampling*. Omdat de theorie hierachter is tamelijk ingewikkeld, zullen we niet alle details geven. We verwijzen naar Efron & Gong (1983) voor een volledige behandeling. Hieronder zullen we kort de basisgedachte schetsen.

Iedere steekproef uit een populatie kan gezien worden als een bepaalde configuratie. Hieruit volgt slechts één waarde voor een bepaalde grootheid, bv. het gemiddelde of de mediaan. Door meerdere steekproeven te nemen, is het mogelijk om een verdeling van gemiddelden of medianen te vinden. Deze verdeling kan gekarakteriseerd worden door een centrale waarde (het gemiddelde van de gemiddelden, of het gemiddelde van de medianen), alsmede door een spreidingsmaat (de standaardafwijking van de gemiddelden, of de standaardafwijking van de medianen). Als we echter maar één steekproef hebben kunnen we niet beter doen dan voor de centrale waarde aan te nemen dat het de enig gemeten waarde is. Voor de spreiding lijkt er geen mogelijkheid te zijn, er is immers slechts één steekproef. Wat we nu kunnen doen is de steekproef tot fictieve populatie verklaren, en daaruit een aantal steekproeven trekken. De *bootstrap* methode is gebaseerd op dit idee. Als de steekproef grootte  $N$  heeft, maken we een steekproef van de steekproef door  $N$  keer uit de originele steekproef een observatie te trekken, met terugleggen. Met deze secundaire steekproef bepalen we een realisatie van de grootheid (gemiddelde, mediaan, etc.). Vervolgens trekken we opnieuw  $N$  keer uit de originele steekproef een observatie, met terugleggen. Dit levert een tweede secundaire steekproef, waaruit wederom de grootheid bepaald wordt. Aldus nemen we  $M$  keer een steekproef, met evenzoveel realisaties van de grootheid. Zo ontstaat een verdeling van deze grootheid. Hiervan kan het gemiddelde en de standaardafwijking bepaald worden. Aldus bepaalt men de *bootstrap* schatting van de standaardafwijking van de grootheid.

Het zal duidelijk zijn dat het *resamplen* van een steekproef (*sample*) een rekenintensief karwei is. Daarom was deze methode ook niet bruikbaar in de jaren dat de klassieke statistiek een grote bloei beleefde, pakweg tussen 1920 en 1970. Met de opkomst en de verspreiding van



snelle computers ligt dit geheel anders. Met name Efron heeft een lans gebroken voor het gebruik van *resampling* methoden na 1980.

Een tweede *resampling* method die we bespreken is de *jackknife*. Hierbij wordt in een steekproef met grootte  $N$  de eerste observatie weggelaten, en de grootte (gemiddelde, mediaan, etc.) met de gereduceerde steekproef (grootte  $N - 1$ ) berekend. Vervolgens voegt men de eerste observatie weer toe, laat nu de tweede observatie weg, en berekent opnieuw de waarde van de grootte. Op deze wijze werkt men systematisch alle  $N$  mogelijkheden af. het resultaat is een steekproef ter grootte  $N$ , die de basis vormt voor de verdeling van de grootte.

Er zijn nog meer *resampling* methoden, en in praktijkstudies zijn ze onder verschillende condities met elkaar vergeleken. Een bespreking hiervan voert te ver.

## A.6 Primaire analyse, secundaire analyse en meta-analyse

In de literatuur wordt soms een onderscheid gemaakt tussen drie soorten van gegevensanalyse (Glass, 1976):

- primaire analyse is de analyse van oorspronkelijke gegevens in een bepaalde praktijkstudie;
- secundaire analyse is de heranalyse van bestaande gegevens om de oorspronkelijke vraag met betere technieken te kunnen beantwoorden, of om nieuwe vragen ermee te kunnen beantwoorden;
- meta-analyse is de analyse van de analyses, bedoeld om de resultaten van een aantal eerdere analyses te combineren en te integreren.

In dit rapport doen we naast secundaire analyse aan meta-analyse, soms ook wel aangeduid als het statistische onderdeel van *research synthesis* (Cooper & Hedges, 1994). Dat wil zeggen, we proberen om met de resultaten van de oorspronkelijke studie een uitspraak te kunnen doen die krachtiger is dan de uitspraak die met elk van de onderliggende studies gedaan kan worden.

Men kan de werkwijze bij een meta-analyse illustreren met de situatie voor onderzoek naar de werking van nieuwe geneesmiddelen. Als 5 onderzoeksgroepen onafhankelijk van elkaar een onderzoek uitvoeren op 20 proefpersonen, kan het zijn dat 4 of 5 van deze onderzoeken een zeker effect meet, maar dat door de beperkte omvang van de steekproeven elk van deze studies geen significant effect meet. Wanneer de 5 studies worden "gepooled" ontstaat als het ware een grote studie met 100 proefpersonen, met navenant kleinere onzekerheidsmarges en een duidelijker beeld van de mate van statistische significantie.

## A.7 Een veldmodel

Om een meta-analyse uit te voeren moeten vaak transformaties worden uitgevoerd om de resultaten van de studies in commensurabele eenheden te brengen. In bovenstaand voorbeeld meet iedere studie een grootte die slechts een indicator is voor de eigenlijk bedoelde grootte. Het is alsof het geneesmiddel tegen zenuwachtigheid is, en de eerste studie de bloeddruk meet, de tweede studie het reactievermogen, de derde studie de spiertonus, de vierde studie de adrenalinespiegel, en de vijfde studie met een vragenlijst werkt. Het combineren van de resultaten kan alleen plaats vinden wanneer men weet wat de relatie tussen de gemeten en de eigenlijke grootte is.

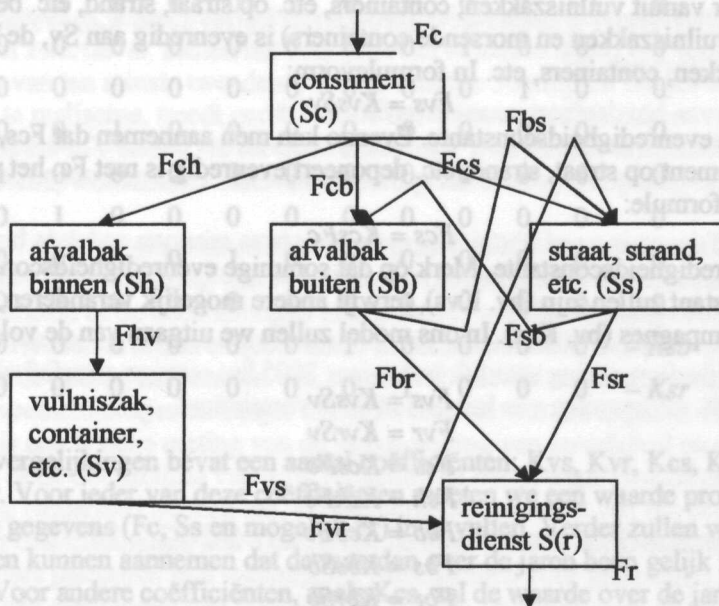


Het validiteitsonderzoek bestaat uit drie delen: de ontwikkeling van het veldmodel, de plaatsing van de uitkomsten van de betrouwbaarheidsstudies in het veldmodel, en de interpretatie van de uitkomsten. In het veldmodel vormt de totale hoeveelheid zwerfafval de afhankelijke variabele die door de onderzoeksgegevens en aanvullende gegevens geconstrueerd wordt. Voor het fysieke deel gaat het om definitierelaties die de onderlinge samenhang tussen bijvoorbeeld zwerfafval totaal en 'op stationsplein verzameld afval' weergeven, en om gedragsrelaties die de samenhang van deelstromen met totaalstromen weergeven. Voor het sociaal-psychologische deel gaat het om de algemene relaties tussen attitudes en percepties en gedrag.

Vervolgens verbindt het veldmodel de onderzoeksresultaten van de deelstudies met de algemene ontwikkeling van de omvang van het zwerfafval. De conclusies over de ontwikkeling van de omvang van het zwerfafval vinden plaats op grond van de deelstudies en redelijke aannamen over andere determinanten, zoals die in aanvullende literatuur gevonden kunnen worden. Hoofdbron daarvoor is de CE studie. De interpretatie betreft de combinatie van de deelgegevens in het model met de gedragsrelaties en assumpties tot een voorwaardelijke voorspelling van de ontwikkeling van de hoeveelheid zwerfafval.

## B Een model voor zwerfafval

Een simpel "stock-flow" model voor zwerfafval is hieronder weergegeven. Figuur B.1 geeft de schematische opbouw.



Figuur B.1. Een "stock-flow" model voor zwerfafval; de rechthoeken geven voorraden weer ( $S = \text{stocks}$ ), en de pijlen stromen ( $F = \text{flows}$ ).

De variabele waarin we geïnteresseerd zijn is  $F_{cs}$ , de stroom van de consument naar straat, stand, etc. Deze is niet direct gemeten. Wel is voor een aantal jaren informatie bekend over  $F_c$  (het verbruik van flesjes en blikjes) en over  $S_s$  (de hoeveelheid zwerfafval die op straat ligt).

Voor alle knooppunten (de stocks) gelden balansvergelijkingen. Voor de consument, bijvoorbeeld, geldt:

$$\frac{dS_c}{dt} = F_c - F_{ch} - F_{cb} - F_{cs}$$

oftewel: de toename per tijdseenheid van de voorraad bij de consument is de instroom minus de som van de drie uitstromen. Voor de andere knooppunten gelden overeenkomstige balansvergelijkingen.

We zullen nu veronderstellen dat er een steady state is: de voorraden zijn constant. Dit betekent, bijvoorbeeld, dat

$$\frac{dS_c}{dt} = 0$$

en dus dat

$$0 = F_c - F_{ch} - F_{cb} - F_{cs}$$

De balansvergelijkingen voor de steady state hebben dus de volgende gedaante

$$F_c - F_{ch} - F_{cb} - F_{cs} = 0$$

$$F_{ch} - F_{hv} = 0$$

$$\begin{aligned}
 F_{hv} - F_{vs} - F_{vr} &= 0 \\
 F_{cb} - F_{bs} - F_{br} &= 0 \\
 F_{cs} + F_{bs} + F_{vs} - F_{sb} - F_{sr} &= 0 \\
 F_{br} + F_{sr} + F_{vr} - F_r &= 0
 \end{aligned}$$

Tot zo ver de balansvergelijkingen. Daarnaast kunnen we een aantal veronderstellingen maken over de afhankelijkheden van bepaalde stromen en voorraden. Bijvoorbeeld,  $F_{vs}$ , de stroom afval die er vanuit vuilniszakken, containers, etc. op straat, strand, etc. belandt (bv. door scheurende vuilniszakken en morsende containers) is evenredig aan  $S_v$ , de hoeveelheid afval in vuilniszakken, containers, etc. In formulevorm:

$$F_{vs} = K_{vs}S_v$$

Hierbij is  $K_{vs}$  een evenredigheidsconstante. Evenzo kan men aannemen dat  $F_{cs}$ , de stroom afval die de consument op straat, strand, etc. deponceert evenredig is met  $F_c$ , het verbruik door de consument. In formule:

$$F_{cs} = K_{cs}F_c$$

met  $K_{cs}$  een evenredigheidsconstante. Merk op dat sommige evenredigheidsconstanten over de jaren heen constant zullen zijn (bv.  $K_{vs}$ ), terwijl andere mogelijk veranderen, bv. door bewustmakingscampagnes (bv.  $K_{cs}$ ). In ons model zullen we uitgaan van de volgende relaties:

$$\begin{aligned}
 F_{vs} &= K_{vs}S_v \\
 F_{vr} &= K_{vr}S_v \\
 F_{cs} &= K_{cs}F_c \\
 F_{ch} &= K_{ch}F_c \\
 F_{cb} &= K_{cb}F_c \\
 F_{bs} &= K_{bs}S_b \\
 F_{br} &= K_{br}S_b \\
 F_{sb} &= K_{sb}S_s \\
 F_{sr} &= K_{sr}S_s
 \end{aligned}$$

Tenslotte hebben we informatie over een aantal empirisch vastgestelde grootheden. Zo weten we  $S_s$  en  $F_c$  voor een aantal achtereenvolgende jaren.

We hebben nu 15 variabelen: 3 voorraden ( $S_s$ ,  $S_b$ ,  $S_v$ ) en 12 stromen ( $F_c$ ,  $F_{ch}$ ,  $F_{cb}$ ,  $F_{cs}$ ,  $F_{hv}$ ,  $F_{bs}$ ,  $F_{br}$ ,  $F_{sb}$ ,  $F_{sr}$ ,  $F_{vs}$ ,  $F_{vr}$ ,  $F_r$ ). Drie voorraden ( $S_h$ ,  $S_c$ ,  $S_r$ ) spelen geen rol in de gepostuleerde relaties. Verder hebben we 6 balansvergelijkingen en 9 andere relaties. Totaal geeft dit 15 vergelijkingen met 15 onbekenden. We zullen nu deze vergelijkingen weergeven als een stelsel vergelijkingen in matrixnotatie.



$$\begin{pmatrix}
 1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -Kvs & Fbr & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -Kvr & Fsb & 0 \\
 -Kcs & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Fsr & 0 \\
 -Kch & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Fvs & 0 \\
 -Kcb & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Fvr & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -Kbs & 0 & Fr & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -Kbr & 0 & Ss & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -Ksb & 0 & 0 & 0 & Sb & Ss(t) \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -Ksr & 0 & 0 & 0 & Sv & Fc(t)
 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Dit stelsel vergelijkingen bevat een aantal coëfficiënten: Kvs, Kvr, Kcs, Kch, Kcb, Kbs, Kbr, Ksb en Ksr. Voor ieder van deze coëfficiënten moeten we een waarde proberen te vinden door de bekende gegevens (Fc, Ss en mogelijk Fr) in te vullen. Verder zullen we voor sommige coëfficiënten kunnen aannemen dat de waarden over de jaren heen gelijk zullen blijven, bv. voor Kvs. Voor andere coëfficiënten, zoals Kcs, zal de waarde over de jaren heen veranderen, bv. door voorlichtingscampagnes of de plaatsing van meer vuilnisbakken in de openbare ruimte.

Aldus kunnen we de doelvariabele Fcs voorspellen aan de hand van een gegeven instroom Fc.

Vooralsnog hebben we onvoldoende meetgegevens om de coëfficiënten te bepalen en zodoende het model te kalibreren. Dientengevolge kunnen we het model momenteel nog niet gebruiken voor de modelering van de hoeveelheid zwerfafval.

## **C Achtergrondteksten**

Deze appendix geeft de letterlijke tekst van de wettelijke teksten omtrent de reductie van zwerfafval.

### **C.1 Doelstellingen zwerfafvalreductie in het Convenant Verpakkingen III**

De doelstellingen van het deelconvenant zwerfafval zijn:

- Het bedrijfsleven draagt er zorg voor dat uiterlijk in het jaar 2005 de hoeveelheid blikjes en flesjes in het zwerfafval met ten minste 80% is afgenomen (van 50 miljoen in 2001).
- Het bedrijfsleven is verplicht zich aantoonbaar in te spannen zodat de hoeveelheid blikjes en flesjes in het zwerfafval voor 1 januari 2005 is afgenomen met ten minste 2/3 (van 50 miljoen in 2001).
- De Rijksoverheid, de VNG en het bedrijfsleven dragen er zorg voor dat door een gezamenlijke inspanning uiterlijk in het jaar 2005 het overige zwerfafval met ten minste 45% ten opzichte van het jaar 2002 is verminderd.

### **C.2 Wettelijk kader zwerfafval in LAP 2002 - 2012**

Uit Hoofdstuk 14:

162

14

#### **14.3.3 Zwerfafval**

Zwerfafval is afval dat door mensen bewust of onbewust is weggegooid of achtergelaten op plaatsen die daar niet voor bestemd zijn of door indirect toedoen of nalatigheid van mensen op zulke plaatsen terecht is gekomen. Het afval bestaat voornamelijk uit verpakkingsmateriaal van consumpties (blikjes, flesjes, wikkels, patatbakjes), sigarettenpeuken, kauwgomresten en allerhande gebruiksgoederen als kranten, folders en tissues.

Hoe burgers hun directe leefomgeving beleven, wordt mede bepaald door het aanwezige zwerfafval. Zwerfafval veroorzaakt irritatie bij een groot publiek en heeft negatieve effecten op de beleving en ontwikkeling van de woon-, werk- en recreatieomgeving.

In de afgelopen jaren is de hoeveelheid zwerfafval aanmerkelijk toegenomen. De toename van kleinere huishoudens heeft gezorgd voor kleinere verpakkingen in de winkels, die ook gemakkelijk voor onderweg te gebruiken zijn. Mensen eten en drinken steeds vaker onderweg en laten over het algemeen hun afval achter in een prullenbak of nemen het mee naar huis. Er zijn er echter ook die het afval achter laten waar het niet hoort; op straat, in de berm, in het bos of op het strand.

Zowel overheid als bedrijfsleven zijn van mening dat de komende jaren de hoeveelheid zwerfafval flink moet worden teruggedrongen. In het deelconvenant zwerfafval, onderdeel van het Convenant Verpakkingen III, zijn concrete afspraken opgenomen over het voorkomen en bestrijden van zwerfafval en over de verantwoordelijkheden van de diverse partijen daarbij. In het deelconvenant zijn de volgende drie doelstellingen opgenomen:

- uiterlijk in het jaar 2005 dient de hoeveelheid blikjes en flesjes in het zwerfafval met ten minste 80% te zijn afgenomen ten opzichte van de vastgestelde hoeveelheid van 50 miljoen blikjes en flesjes in 2001;
- de hoeveelheid blikjes en flesjes in het zwerfafval moet voor 1 januari 2005 minstens 2/3 lager zijn dan de hoeveelheid in 2001;
- het overige zwerfafval moet in 2005 minstens 45% lager zijn dan de hoeveelheid volgens de nulmeting in 2002.

Het bedrijfsleven is verantwoordelijk voor het bereiken van de reductie van blikjes en flesjes in het zwerfafval. Indien het bedrijfsleven er niet in slaagt om voor 1 januari 2005 een afname van ten minste tweederde van de huidige 50 miljoen blikjes en flesjes in het zwerfafval te realiseren, treedt per 1-1-2006 het Ontwerpbesluit beheer verpakkingen en papier en karton in werking. In dit Ontwerpbesluit, waarmee de ministerraad eind 2001 heeft ingestemd, wordt onder meer de invoering van statiegeld op blikjes en flesjes geregeld.

De reductie van het overige zwerfafval is de gezamenlijke verantwoordelijkheid van de Rijksoverheid, de Vereniging van Nederlandse Gemeenten en het bedrijfsleven. Om te beoordelen of de doelstellingen zijn gehaald, worden jaarlijks twee onderzoeken uitgevoerd. Het eerste is een enquête onder consumenten naar het door hen gerapporteerde gedrag ten aanzien van zwerfafval. Met de resultaten van dit onderzoek kan de hoeveelheid blikjes en flesjes in het zwerfafval worden bepaald. Het tweede onderzoek is een fysieke meting van de samenstelling van zwerfafval en dient om te beoordelen of de doelstelling van 45% reductie van het overige zwerfafval wordt gehaald. De Stichting Nederland Schoon zal, als uitvoeringsorganisatie van het bedrijfsleven, in overleg met de Vereniging van Nederlandse Gemeenten en andere terrein- en wegbeheerders pakketten met maatregelen samenstellen voor gemeenten. Deze pakketten bestaan uit een combinatie van voorlichting, beheer, voorzieningen en handhaving. In overleg met afzonderlijke gemeenten worden de pakketten toegespitst op lokale omstandigheden.

Het deelconvenant zwerfafval heeft geen betrekking op illegale afvaldumpingen (zie 14.3.4).



