

THEORETISCHE ANALYSE VAN DE ZUURSTOFVRAAG VAN HUISHOUDELIJK AFVALWATER



RAPPORT

2018
41

THEORETISCHE ANALYSE VAN DE ZUURSTOFVRAAG
VAN HUISHOUDELIJK AFVALWATER

RAPPORT

2018

41

ISBN 978.90.5773.807.4



stowa@stowa.nl www.stowa.nl

TEL 033 460 32 00

Stationsplein 89 3818 LE Amersfoort

POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op www.stowa.nl

COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

UITVOERDERS
Iemke Bisschops (LeAF)
Grietje Zeeman (LeAF)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE
Bonnie Bult (Wetterskip Fryslan)
Erik van den Berg (Waterschap Vallei en Veluwe)
Willie van den Berg (Waterproef)
Rudy te Braak (GBLT)
Tony Flamelink (Waterschap De Dommel)
Hans Mollen (Waterschap Brabantse Delta)
Peter Regoort (Ministerie I&W)
Rien de Ridder (Waterschap Zuiderzeeland)
Cora Uijterlinde (STOWA)
Marcel Zandvoort (Waternet)

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2018-41
ISBN 978.90.5773.807.4

COPYRIGHT Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.
DISCLAIMER Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

TEN GELEIDE

De zuurstofvraag in het huishoudelijk afvalwater van 150 gram zuurstof per persoon per dag is in vergelijking met 1998 niet aantoonbaar veranderd. Dit is aangetoond door meetonderzoek dat o.a. in het kader van het werk van de Commissie Aanpassing Belastingstelsel (CAB) is uitgevoerd.

De zuurstofvraag van rioolwater bepaalt mede de inspanning die nodig is om het te zuiveren. Lozingen uit huishoudens hebben een belangrijk aandeel in de zuurstofvraag. Meer dan 30 jaar geleden - in 1985 - is de zuurstofvraag voor huishoudelijk afvalwater bepaald met een uitgebreid meetonderzoek, aangevuld met theoretische berekeningen. In 1998 is de huishoudelijke zuurstofvraag voor het laatst getoetst, door middel van een theoretische analyse van de verschillende afvalwaterlozingen uit de woning. Na 1998 is er geen nieuw onderzoek naar de zuurstofvraag uit huishoudens gedaan. Sindsdien zijn onze leefgewoonten echter wel veranderd. Tegenwoordig is het bijvoorbeeld meer regel dan uitzondering dat de keuken is voorzien van een afwasmachine, terwijl in 1985 nauwelijks afwasmachines werden gebruikt en in 1998 met de hand afwassen nog het meest gangbaar was. Ook onze eetgewoonten zijn veranderd, en zijn er ontwikkelingen geweest op het gebied van was- en schoonmaakmiddelen, toiletpapier, etc. Om na te gaan of dit soort ontwikkelingen een merkbaar effect hebben gehad op de vrachten in huishoudelijk afvalwater, was het wenselijk om hier opnieuw onderzoek naar te doen.

Een tweede reden om nader onderzoek te doen naar de samenstelling van het afvalwater is de voorgenomen modernisering van de waterschapsbelastingen door de CAB; de Commissie Aanpassing Belastingstelsel. De CAB heeft een aantal voorstellen geformuleerd om het belastingstelsel van de waterschappen aan te passen, met als doel om de toekomstbestendigheid te vergroten. Een van de drie heffingen waarvoor voorstellen voor worden gedaan is de zuiveringsheffing. Vanwege de directe relatie van de voorstellen met de samenstelling van het afvalwater van huishoudens was het logisch ook in dit kader de huidige zuurstofvraag te onderzoeken. Tenslotte is de samenstelling van het afvalwater van huishoudens belangrijk voor de verklaring van de eventuele discrepantie: het verschil tussen de vervuilingseenheden die op de rioolwaterzuiveringsinstallatie in het binnenkomende water worden gemeten en de vervuilingseenheden die worden belast. De gemiddelde discrepantie varieert per waterschap en schommelt tussen de 0 en 30%. Als de vrachten uit huishoudens hoger zijn dan tot nu gedacht, dan kan dat de discrepantie (gedeeltelijk) verklaren.

In 2017 is daarom parallel een meetonderzoek uitgevoerd naar de samenstelling van huishoudelijk afvalwater en is een theoretische onderbouwing gegeven. Gedurende het meetonderzoek is gedurende vier weken volcontinu het afvalwater van vijf meetlocaties bemonsterd (zie rapport 2018-42). De uitkomsten van de theoretische analyse worden in het onderhavige rapport gepresenteerd. De belangrijkste uitkomst is dat op basis van dit onderzoek met behorende onzekerheid het onvoldoende aannemelijk is om te twijfelen aan de momenteel gehanteerde zuurstofvraag van 150 gram per persoon per dag.

Joost Buntsma,
Directeur STOWA

SAMENVATTING

AANLEIDING EN ONDERZOEKSOPZET

De zuurstofvraag van rioolwater bepaalt voor een groot deel de inspanning die nodig is om het te zuiveren. Lozingen uit huishoudens hebben een belangrijk aandeel in die zuurstofvraag. Meer dan 30 jaar geleden, in 1985, is de zuurstofvraag van huishoudelijke lozingen uitgebreid onderzocht door middel van een uitgebreid meetonderzoek in zeven woonwijken, aangevuld met een literatuurstudie naar de verschillende soorten uit woningen geloosde stromen [2]. In 1998 is de theoretische analyse herhaald, aangevuld met metingen aan een beperkt aantal specifieke deelstromen [3]. Sinds die tijd is er geen nieuw onderzoek naar de zuurstofvraag uit huishoudens gedaan. De resultaten uit 1985 en 1998 vormen nog steeds de basis voor de huidige zuiveringsheffing.

Huishoudens en bedrijven betalen via de zuiveringsheffing voor het feit dat ze lozen op een rioolwaterzuiveringsinstallatie van het waterschap. Huishoudelijk afvalwater is afvalwater afkomstig van een woning en representeert het daarbij behorende gedrag. Voor de zuiveringsheffing wordt de zuurstofvraag die benodigd is om via oxidatie de organische stoffen af te breken als basis gebruikt. Momenteel is het uitgangspunt dat per etmaal gemiddeld 150 gram zuurstof nodig is om het door één persoon vanuit huis geloosde afvalwater te zuiveren. Per jaar is dat 54,8 kg zuurstof. Dit staat gelijk aan één vervuilingseenheid (VE).

In de afgelopen 20 jaar hebben er in de maatschappij wel veranderingen plaatsgevonden. Denk aan o.a. de samenstelling van huishoudens, de gebruikte huishoudelijke apparaten, leefgewoonten en consumptiepatronen. Tegenwoordig is het bijvoorbeeld meer regel dan uitzondering dat de keuken is voorzien van een afwasmachine, terwijl in 1998 met de hand afwassen nog het meest gangbaar was. Andere aspecten zijn ontwikkelingen op het gebied van eetgewoonten, wasmiddelen, toiletpapier, etc. Om na te gaan of dit soort ontwikkelingen een merkbaar effect hebben gehad op de zuurstofvraag uit huishoudens was het wenselijk om opnieuw een onderzoek hiernaar te doen.

In aanvulling op bovenstaande is er momenteel ook een discussie gaande over een aanpassing van het belastingstelsel (Commissie Aanpassing Belastingstelsel - CAB) met consequenties voor de zuiveringsheffing. De gedachte is om over te stappen naar andere parameters. Deze parameters (TOC, totaal stikstof en fosfaat) zijn in dit onderzoek meegenomen.

Tenslotte is de samenstelling van het afvalwater van huishoudens belangrijk voor het fenomeen discrepantie. Discrepantie is de term die gebruikt wordt voor het verschil tussen het aantal VE's dat op een rioolwaterzuiveringsinstallatie wordt gemeten, en wat in rekening wordt gebracht bij de belastingbetalers (huishoudens en bedrijven). Als de waarde van de gemiddelde vuillast van één persoon (1 VE) verandert, dan heeft dat indirect effect op de hoogte van de discrepantie.

Om bovenstaande redenen is de vanuit huis geloosde zuurstofvraag van afvalwater opnieuw bepaald. In 2017 zijn net als in 1985 zowel een meetonderzoek als een theoretische analyse uitgevoerd. In aanvulling op de zuurstofvraag op basis van CZV en Nkjeldahl is nu ook gekeken naar de hoeveelheid fosfor (P) die in Nederland per inwoner per etmaal vanuit de woonruimte

via het afvalwater wordt geloosd. Dit rapport beperkt zich tot de theoretische analyse. De resultaten van het meetonderzoek zijn gerapporteerd in STOWA 2018-42 [1].

In grote lijnen is in dit rapport de indeling van huishoudelijke activiteiten aangehouden zoals deze ook in 1985 en 1998 is toegepast. Daarnaast zijn er tegenwoordig literatuurgegevens beschikbaar van metingen aan gescheiden ingezamelde afvalwaterstromen. Deze zijn ter vergelijking ook opgenomen in het rapport.

Er is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van specifiek Nederlandse informatie, waar nodig aangevuld met gegevens uit vergelijkbare landen. De vrachten zijn zo berekend dat zij een zo realistisch mogelijk beeld geven van de hoeveelheden die per etmaal per persoon uit de woning geloosd worden. Er is daarbij dus rekening gehouden met de uithuizigheid van mensen en hoe deze invloed heeft op de lozing.

RESULTATEN

Op basis van de beschikbare gegevens is berekend dat de theoretische totale zuurstofvraag uit huishoudens 163 g O₂/persoon.dag bedraagt. De tabel geeft een samenvatting van de waarden voor CZV, N en P uitgedrukt in de dagelijks per persoon thuis geloosde vracht.

Door huishoudens thuis geloosde vracht. Samenvatting van de resultaten (g/pers.d). Verwaarloosbaar = v.w. Door afronding kan het zijn dat de afzonderlijke getallen niet optellen tot het totaal.

	Totaal O ₂ -verbruik*	CZV	N	P
Urine	47	8,6	8,5	Samen 1,2
Ontlasting	36	32	0,9	
Toiletpapier	27	27	v.w.	v.w.
Luiers, incont.mat. (correctie)	-1,5	-1,0	-0,1	0
Totaal toilet	109	66	9,3	1,2
Persoonlijke verzorging	4,0	3,5	0,1	>0
Textielreiniging	22	21	0,2	>0
Woningverzorging	5,3	5,3	>0	>0
Voedselverzorging	23	23	0,1	>0
Totaal grijs	55	53	>0,4	>0
Totaalvracht	163	119	>9,7	>1,2

* CZV+4,57xN

Het totaal zuurstofverbruik komt in de huidige berekening 14 gram hoger uit dan in 1998 en 26 gram hoger dan in 1985. Niet alle opgenomen categorieën vrachten zijn nu hoger. Het opvallendste verschil is de CZV-vracht uit toiletpapier, deze is ten opzichte van 1998 meer dan verdubbeld. De theoretisch bepaalde vrachten vallen binnen de waarden die in onderzoek aan gescheiden ingezamelde huishoudelijke afvalwaterstromen zijn bepaald.

DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de ‘kennisvragen van morgen’ – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook ‘eigenaar’ van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

THEORETISCHE ANALYSE VAN DE ZUURSTOFVRAAG VAN HUISHOUDELIJK AFVALWATER

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	SAMENVATTING	
	DE STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
2	OPZET EN UITVOERING VAN HET ONDERZOEK	3
2.1	Methode	3
2.2	Categorieën stromen en stoffen	3
2.3	Parameters	4
2.4	Lozingsgedrag	4
2.5	Beperkingen	4
3	LOZINGSGEDRAG	6
3.1	Watergebruik in huishoudens	6
3.1.1	Gemiddeld watergebruik in Nederland	6
3.1.2	Invloed van watergebruik op vuilvracht	6
3.2	Penetratiegraden en gebruiksfrequenties	7
3.3	Uithuizigheid	8
3.3.1	Relatie uithuizigheid en vuilvracht	8
3.3.2	Gemiddelde uithuizigheid van Nederlanders	9
3.3.3	Vakantie	10
3.3.4	Toiletbezoek buitenshuis	11
3.3.5	Textielreiniging buitenshuis	11
3.3.6	Activiteiten en uithuizigheid	12
3.4	Invloed van soorten huishoudens op geloosde vrachten	12
4	ZWART WATER	14
4.1	Ontlasting en urine	14
4.1.1	In literatuur gerapporteerde hoeveelheden en vrachten	14
4.1.2	Gemiddelde voedselinname in Nederland	15
4.1.3	Uitgescheiden voedingsstoffen	16
4.1.4	Energieverlies via feces en urine	17
4.2	Toiletpapier	18
4.3	Vochtig toiletpapier en overige vochtige doekjes	19
4.4	Menstruatie	19

4.5	Correctie voor gebruik van luiers en incontinentiemateriaal	20
4.6	Samenvatting vrachten in zwart water	21
5	GRIJS WATER	22
5.1	Persoonlijke verzorging	22
5.1.1	Lichaamsvuil	22
5.1.2	Verzorgingsproducten	23
5.2	Textielreiniging	25
5.2.1	Gebruik van soorten wasmiddelen	25
5.2.2	CZV-gehalte van wasmiddelen	25
5.2.3	Geloosde vrachten uit wasmiddelen	26
5.2.4	Vuil uit het textiel	27
5.3	Voedselverzorging	27
5.3.1	Handafwasmiddelen	28
5.3.2	Machinevaatwasmiddelen	28
5.3.3	Verkoopcijfers van afwasmiddelen	29
5.3.4	Via het riool weggespoelde voedingsresten	29
5.4	Verzorgen van de woning	33
5.4.1	Huisvuil	33
5.4.2	Schoonmaakmiddelen	34
5.5	Samenvatting vrachten in grijs water	35
6	ONGEWENSTE LOZINGEN	36
7	TECHNOLOGISCHE EN MAATSCHAPPELIJKE ONTWIKKELINGEN	38
7.1	Waterontharding	38
7.2	Grotere wasmachines	39
7.3	Particuliere vakantie-accommodaties	39
7.4	Alternatieve was- en reinigingsmiddelen	40
7.5	Kant-en-klaarmaaltijden	40
8	VRACHTEN GEVONDEN IN GESCEIDEN INGEZAMELDE STROMEN	41
8.1	Zwart water	41
8.2	Urine en ontlasting	42
8.3	Grijs water	42
9	BESCHOUWING VAN DE RESULTATEN	44
9.1	Samenvatting van de gevonden vrachten	44
9.2	Indicatie van de bandbreedte	44
9.3	Vergelijking met de uitkomsten van de eerdere studies	48
9.4	Vergelijking met vrachten in gescheiden ingezamelde stromen	49
10	CONCLUSIE	50
11	LITERATUURLIJST	51
BIJLAGE 1	Bevolking van Nederland	57
BIJLAGE 2	Nederlandse voedselinname per leeftijdsgroep	59
BIJLAGE 3	Vrachten afgevoerd in luiers en incontinentiematerialen	60
BIJLAGE 4	Vrachten uit wasmiddelen	65
BIJLAGE 5	Vrachten uit verzorgingsproducten	66
BIJLAGE 6	Gehaltes CZV, N en P in voedingsmiddelen	68

1

INLEIDING

De zuurstofvraag van rioolwater bepaalt voor een groot deel de inspanning die nodig is om het te zuiveren. Lozingen uit huishoudens hebben een belangrijk aandeel in die zuurstofvraag. Meer dan 30 jaar geleden, in 1985, is de zuurstofvraag van huishoudelijke lozingen uitgebreid onderzocht door middel van een uitgebreid meetonderzoek in zeven woonwijken, aangevuld met een literatuurstudie naar de verschillende soorten uit woningen geloosde stromen [2]. In 1998 is de theoretische analyse herhaald, aangevuld met metingen aan een beperkt aantal specifieke deelstromen [3]. Sinds die tijd is er geen nieuw onderzoek naar de zuurstofvraag uit huishoudens gedaan. De resultaten uit 1985 en 1998 vormen nog steeds de basis voor de huidige zuiveringsheffing.

Huishoudens en bedrijven betalen via de zuiveringsheffing voor het feit dat ze lozen op een rioolwaterzuiveringsinstallatie van het waterschap. Huishoudelijk afvalwater is afvalwater afkomstig van een woning en representeert het daarbij behorende gedrag. Voor de zuiveringsheffing wordt de zuurstofvraag die benodigd is om via oxidatie de organische stoffen af te breken als basis gebruikt. Momenteel is het uitgangspunt dat per etmaal gemiddeld 150 gram zuurstof nodig is om het door één persoon vanuit huis geloosde afvalwater te zuiveren. Per jaar is dat 54,8 kg zuurstof. Dit staat gelijk aan één vervuilingseenheid (VE).

In de afgelopen 20 jaar hebben er in de maatschappij wel veranderingen plaatsgevonden. Denk aan o.a. de samenstelling van huishoudens, de gebruikte huishoudelijke apparaten, leefgewoonten en consumptiepatronen. Tegenwoordig is het bijvoorbeeld meer regel dan uitzondering dat de keuken is voorzien van een afwasmachine, terwijl in 1998 met de hand afwassen nog het meest gangbaar was. Andere aspecten zijn ontwikkelingen op het gebied van eetgewoonten, wasmiddelen, toiletpapier, etc. Om na te gaan of dit soort ontwikkelingen een merkbaar effect hebben gehad op de zuurstofvraag uit huishoudens was het wenselijk om opnieuw een onderzoek hiernaar te doen.

In aanvulling op bovenstaande is er momenteel ook een discussie gaande over een aanpassing van het belastingstelsel (Commissie Aanpassing Belastingstelsel - CAB) met consequenties voor de zuiveringsheffing. De gedachte is om over te stappen naar andere parameters. Deze parameters (TOC, totaal stikstof en fosfaat) zijn in dit onderzoek meegenomen.

Tenslotte is de samenstelling van het afvalwater van huishoudens belangrijk voor het fenomeen discrepantie. Discrepantie is de term die gebruikt wordt voor het verschil tussen het aantal VE's dat op een rioolwaterzuiveringsinstallatie wordt gemeten, en wat in rekening wordt gebracht bij de belastingbetalers (huishoudens en bedrijven). Als de waarde van de gemiddelde vuillast van één persoon (1 VE) verandert, dan heeft dat indirect effect op de hoogte van de discrepantie.

Om bovenstaande redenen is de vanuit huis geloosde zuurstofvraag van afvalwater opnieuw bepaald. In 2017 zijn net als in 1985 zowel een meetonderzoek als een theoretische analyse

uitgevoerd. In aanvulling op de zuurstofvraag op basis van CZV en Nkjeldahl is nu ook gekeken naar de hoeveelheid fosfor (P) die in Nederland per inwoner per etmaal vanuit de woonruimte via het afvalwater wordt geloosd. Dit rapport beperkt zich tot de theoretische analyse. De resultaten van het meetonderzoek zijn gerapporteerd in STOWA 2018-XX [1].

2

OPZET EN UITVOERING VAN HET ONDERZOEK

2.1 METHODE

Huishoudens lozen afvalwater van verschillende activiteiten op het riool. De activiteiten en bijbehorende soorten geloosde stoffen zijn in kaart gebracht, en vervolgens is per activiteit een theoretische analyse van de geloosde vuilvracht uitgevoerd. Deze analyse is gebaseerd op informatie over de afvalwater producerende activiteiten die binnen de woning worden uitgevoerd, en de stoffen die daarbij met het water geloosd worden. Dit betreft fysiologische en niet-fysiologische afvalstoffen zoals urine, etensresten en vuil uit kleding, en gebruikte chemische stoffen zoals shampoo en wasmiddelen. Huishoudelijke activiteiten waarbij afvalwater buiten de woning wordt geloosd, zoals het wassen van de auto, vallen buiten de analyse.

Er is zo veel mogelijk gebruik gemaakt van recente Nederlandse bronnen, aangevuld met informatie uit landen die qua bevolking en gedrag het meest vergelijkbaar zijn zoals Duitsland en de Scandinavische landen. Er is informatie gebruikt uit een grote verscheidenheid aan bronnen, waaronder statistische informatie, vak- en wetenschappelijke literatuur, proefschriften en afstudeerverslagen, rapporten van nationale en internationale overheidsinstellingen, jaarverslagen, en internetpagina's.

In grote lijnen is de indeling van huishoudelijke activiteiten aangehouden zoals deze ook in 1985 en 1998 is toegepast. Er zijn wel verschillen. Enerzijds is in deze studie, naast de puur theoretische achtergrond, ook informatie opgenomen over in de literatuur gevonden informatie m.b.t. gescheiden ingezamelde afvalwaterstromen. Deze informatie was in 1998 nog niet in bruikbare mate beschikbaar, en is nu toegevoegd. Dit is puur aanvullende informatie, die bruikbaar kan zijn bij de interpretatie van de gevonden waarden in de huidige theoretische en praktische onderzoeken. Anderzijds wordt er minder diep ingegaan op de historische en toekomstige maatschappelijke ontwikkelingen en het gedrag van consumenten.

2.2 CATEGORIEËN STROMEN EN STOFFEN

Vrijwel alle stoffen die door huishoudens via het afvalwater worden geloosd dragen bij aan de zuurstofvraag van het rioolwater. Een deel van de stoffen wordt uitgescheiden door het lichaam, een ander deel is afkomstig van verschillende huishoudelijke activiteiten. In beide eerder uitgevoerde studies is de volgende indeling gemaakt qua categorieën stoffen:

- Fysiologische afvalstoffen: feces, urine, menstruatie.
- Persoonlijke verzorging: zeep, shampoo, toiletpapier, zweet, etc.
- Voedselverzorging: voedselresten, afwasmiddel.
- Textielreiniging: wasmiddelen, vuil uit kleding.
- Verzorging van de woning: reinigingsmiddelen, vuil uit de woning.

De opdracht was om de eerdere studies te herhalen, dat maakt het vergelijken van de resultaten eenvoudiger. Daarom is in deze rapportage in grote lijnen dezelfde indeling in stofcategorieën aangehouden. Het rapport is ingedeeld in een hoofdstuk “Zwart water”, over de vrachten die via het toilet worden geloosd, en een hoofdstuk “Grijs water” over de overige stromen.

2.3 PARAMETERS

De volgende parameters zijn in deze theoretische studie opgenomen: CZV, N_{kjeldahl} en P. Daarnaast is voor de gevallen waar deze gerapporteerd werd ook de TOC waarde genoteerd.

De TOC waarde is als interessante parameter aangemerkt, omdat deze bepalingsmethodiek momenteel in beeld is als een mogelijke vervanger voor de CZV-bepaling. Beide parameters worden in de afvalwaterwereld gebruikt voor het meten van de organische vuilvracht. De TOC meet de hoeveelheid koolstof, onafhankelijk van de oxidatietoestand, terwijl de CZV meet hoeveel zuurstof er nodig is voor de volledige oxidatie¹. Elke stof heeft daarom een eigen CZV:TOC verhouding. Voor afvalwaters met een constante gemiddelde samenstelling kan op basis van metingen een verhouding worden vastgesteld. Voor rioolwater ligt deze meestal rond de 3:1, deze omrekenfactor wordt in Europa standaard gebruikt² [4-6]. Voor industriële afvalwaters, die vaak sterk verschillen in samenstelling, kan de CZV/TOC verhouding per afvalwater (en per lozingsmoment) sterk afwijken. In het Stowa-onderzoek naar de CZV/TOC verhouding van industriële afvalwaters werden verhoudingen tussen de 2,85 en 5,55 gevonden [7].

2.4 LOZINGSGEDRAG

Het watergebruik van huishoudens en de invloed van socio-economische en demografische factoren op dat gebruik wordt driejaarlijks in detail in kaart gebracht in opdracht van de Vewin, de Vereniging van waterbedrijven in Nederland. De resultaten worden gepubliceerd in de rapportenserie “Watergebruik Thuis”. In deze rapporten staat naast het waterverbruik ook informatie over welke fractie van de huishoudens waterverbruikende apparaten bezit en hoe vaak deze dagelijks gebruikt worden.

Het doel van Vewin is niet zozeer het totale verbruik precies in kaart te brengen - die informatie is beschikbaar aan de hand van de watermeters - maar men wil weten waarvoor het water wordt gebruikt en of daar veranderingen in zijn. Het onderzoek wordt gedurende 4 weken uitgevoerd, waarbij respondenten dan gedurende één week een dagboek bijhouden. De resultaten uit het rapport geven een overzicht van het watergebruik op dagen dat mensen hun normale activiteiten hebben. Er wordt niet achteraf gecorrigeerd voor bijvoorbeeld vakanties [8].

2.5 BEPERKINGEN

Een theoretische analyse van wat huishoudens op het riool lozen heeft het lozingsgedrag van de gemiddelde Nederlander als uitgangspunt, en maakt inherent gebruik van aannames en schattingen met betrekking tot dat gedrag en de gebruikte producten.

1 Zie https://nl.wikipedia.org/wiki/Chemisch_zuurstofverbruik voor uitleg over CZV.

2 De TOC, als totaal koolstof of CZV/3, wordt standaard gerapporteerd in het kader van het European Pollutant Release Transfer Register

Er zijn echter geen gegevens beschikbaar over het gedrag van *de* gemiddelde Nederlander³. Onderzoeken naar mensen worden altijd gedaan met een beperkte groep. De onderzochte groepen mensen zijn niet altijd een goede afspiegeling van de maatschappij, waardoor het niet te garanderen is dat gevonden getallen representatief zijn voor de gemiddelde Nederlander. Inwoners met een migratieachtergrond, maar ook kinderen, zijn bijvoorbeeld ondervertegenwoordigd in vrijwel alle onderzochte bevolkingsgroepen. Ook worden sommige studies worden gedaan met een speciaal geselecteerde groep mensen, of in een bepaalde regio. Bij het vergelijken van de theoretische waarden en de in het praktijkdeel gevonden meetwaarden moet hiermee rekening gehouden worden.

De verschillen tussen mensen en huishoudens zijn erg groot, net als de manier waarop verschillende auteurs tot de door hun opgegeven waarden komen. De gevonden gegevens vertonen daarom een grote spreiding. Doordat de gerapporteerde studies in allerlei aspecten onderling zeer sterk verschillen⁴ was het niet mogelijk een kwantitatief betrouwbare bandbreedte of standaardafwijking te geven. Daarom is in de meeste gevallen uitgegaan van het rekenkundig gemiddelde van gevonden waarden.

Het is onmogelijk is om een volledig detailbeeld te krijgen van het afvalwater, gezien de variatie aan fysiologische en chemische stoffen die op het riool worden geloosd en de verschillen tussen huishoudens. In grote lijnen is echter wel een representatief beeld verkregen. Voor zover mogelijk is gebruik gemaakt van gegevens uit Nederland, en van zo recent mogelijke bronnen. Waar nodig is de informatie aangevuld met gegevens uit oudere bronnen en informatie uit studies uit landen die in algemene zin met Nederland te vergelijken zijn (met name Duitsland en Zweden). Ten tijde van de afronding van dit rapport was de laatst beschikbare versie van de driejaarlijkse studie *Watergebruik Thuis* die over 2016. Het onderzoek uit 2016 had echter te kampen met een grote toevallige steekproeffout. Voor het waterverbruik is deze statistisch gecorrigeerd, maar niet voor de penetratiegraden en de gebruiksfrequenties. Daarom zijn de resultaten uit 2013 gebruikt in de berekeningen (zie ook paragraaf 3.2).

3 Zie bijlage 1 voor de samenstelling van een theoretische gemiddelde woonwijk, berekend op basis van de Nederlandse bevolkingssamenstelling in 2016.

4 Bijvoorbeeld de soorten onderzochte bevolkingsgroepen, de grootte van de testgroep, de opzet van de studies, de wijze van rapporteren, etc.

3

LOZINGSGEDRAG

3.1 WATERGEBRUIK IN HUISHOUDENS

3.1.1 GEMIDDELD WATERGEBRUIK IN NEDERLAND

In opdracht van de Vereniging van waterbedrijven in Nederland (Vewin) wordt elke drie jaar onderzoek gedaan naar het watergebruik door huishoudens. De resultaten worden gepubliceerd in de driejaarlijkse rapportage “Watergebruik Thuis”. Op het moment van schrijven waren de nieuwst beschikbare gegevens die voor 2016 [9].

TABEL 3.1 VERANDERINGEN IN GEMIDDELD NEDERLANDS WATERVERBRUIK IN LITER PER PERSOON PER DAG, TUSSEN 1998 EN 2016, OPGESPLITST PER TOEPASSING [9]. DE WAARDEN UIT 2013 ZIJN GEBRUIKT

Toepassing	1998	2001	2004	2007	2010	2013	2016*
Bad	6,7	3,7	2,8	2,5	2,8	1,8	1,9
Douche	39,7	42,0	43,7	49,8	48,6	51,4	49,2
Wastafel	5,1	5,2	5,1	5,3	5,0	5,2	5,2
Toiletspoeling	40,2	39,3	35,8	37,1	33,7	33,8	34,6
Kleding wassen, hand	2,1	1,8	1,5	1,7	1,1	1,4	1,3
Kleding wassen, machine	23,2	22,8	18,0	15,5	14,3	14,3	14,1
Afwassen, hand	3,8	3,6	3,9	3,8	3,1	3,6	3,5
Afwassen, machine	1,9	2,4	3,0	3,0	3,0	2,0	2,5
Voedselbereiding	1,7	1,6	1,8	1,7	1,4	1,0	1,2
Koffie, thee en water drinken	1,6	1,5	1,6	1,8	1,8	1,0	1,3
Overig	6,1	6,7	6,4	5,3	5,3	3,4	4,5
Totaal	131,9	130,7	123,8	127,5	120,1	118,9	119,2

* Getallen na correctie voor de in het onderzoek uit 2016 meespelende steekproeffout. Zie ook paragraaf 3.2.

In vergelijking met 1998 is het waterverbruik per toepassing in de meeste gevallen lager. Een duidelijke stijging is te zien bij de douche, volgens “Watergebruik Thuis” komt dit door de daling van het gebruik van het bad en doordat er steeds meer luxe douches verkocht worden met een hoger verbruik.

3.1.2 INVLOED VAN WATERGEBRUIK OP VUILVRACHT

Er is een relatie tussen het watergebruik en de resulterende vuilvracht naar het afvalwater. Deze is echter niet eenduidig, er is geen standaard vuilvracht per liter verbruikt water. De gebruiksfrequentie van de verschillende watertoepassingen in een huishouden is wel een belangrijk gegeven voor het kunnen inschatten van de vuilvracht. Uit het onderzoek Watergebruik Thuis blijkt bijvoorbeeld dat er langer gedoucht wordt, en dat er minder douches met een waterbesparende douchekop zijn. Langer douchen, of met een hoger verbruik, heeft echter geen aantoonbare relatie met de vuilvracht. Vaker douchen heeft wel invloed op de vuilvracht: er zal een grotere hoeveelheid verzorgingsproducten geloosd worden. Hetzelfde effect zal optreden bij de wasmachine: vaker gebruiken geeft meer wasmiddelen in het afvalwater.

3.2 PENETRATIEGRADEN EN GEBRUIKSFREQUENTIES

Het onderzoek Watergebruik Thuis stelt ook de penetratiegraad en gebruiksfrequentie vast van de verschillende huishoudelijke watertoepassingen. De penetratiegraad wordt soms op persoonsniveau en soms op huishoudniveau gegeven. De gebruiksfrequenties zijn allemaal op persoonsniveau. Voor het huidige onderzoek is gebruik gemaakt van de penetratiegraden en gebruiksfrequenties uit Watergebruik Thuis 2013, omdat de resultaten uit 2016 als gevolg van een steekproeffout⁵ minder betrouwbaar bleken.

TABEL 3.2 PENETRATIEGRAAD (% VAN DE PERSONEN EN/OF HUISHOUDENS) EN GEMIDDELDE GEBRUIKSFREQUENTIE (AANTAL KEER PER DAG) IN 2013, OPGESPLITST PER TOEPASSING [11].

Toepassing	Penetratiegraad in %		Gebruiksfrequentie - aantal keer per dag
	(persoonsniveau)	(huishoudniveau)	(persoonsniveau)
Bad	-	36	0,04
Douche – thuis	99	-	0,72
Douche – buitenshuis	-	-	0,05
Wastafel	-	100	1,3
Toilet doorspoelen	-	-	5,9
Handen wassen na toiletbezoek*	82	-	-
Wasmachine	97	-	0,28
Handwas	-	-	0,04
Afwasmachine	66	59	0,17
Handafwas	-	-	0,39
Voedselbereiding (keukenkraan)	63	-	3,3
Schoonmaken (keukenkraan)	42	-	3,0
Handen wassen (keukenkraan)	106**	-	5,4

* Som van antwoorden “meestal” en “altijd”. ** Waarde hoger dan 100, omdat in meerdere huishoudens de keukenkraan meerdere malen per dag gebruikt werd om de handen te wassen.

In Waterverbruik Thuis worden ook gegevens gerapporteerd naar leeftijd, gezinsgrootte, geslacht, regio, sociale klasse en herkomst. Hieruit zijn een aantal algemene tendensen op te maken m.b.t. de gebruiksfrequentie (weergegeven in Tabel 3.3).

TABEL 3.3 FACTOREN DIE DE GEBRUIKSFREQUENTIE BEÏNVLOEDEN [11]. FREQUENTIE IN AANTAL KEER PER PERSOON PER DAG. HIER ALLEEN DE GROTE LIJNEN UIT WATERGEBRUIK THUIS 2013, OP DETAILNIVEAU ZIJN ER MEER VERSCHILLEN TE ZIEN.

	Douche	Toilet	Wasmachine	Afwassen
Leeftijd	Kinderen tot 12 jaar douchen het minst vaak (freq. 0,5), mensen van 25-34 jaar het vaakst (freq. 0,9).	De freq. van toiletgebruik loopt op van 5,0 (0-12 jaar) tot 7,3 (65+)	Wassen is niet zo leeftijdsafhankelijk: de freq. is 0,2 voor 0-18 jaar en 0,3 voor volwassenen.	De freq. van de handafwas varieert met de leeftijd, van freq. 0,1 (0-12 jaar) tot 0,7 (65+).
Gezinsgrootte	De freq. is 0,8 voor 1-pers. hh, 0,6 voor hh van 4+ pers.	2-pers.hh spoelen het vaakst (6,8) hh. van 5+ pers het minst vaak (5,1)	Met een freq. van 2,4/week is de freq. in 1-pers.hh het hoogst. Dit loopt af naar 1,3/week voor hh. met 5+ pers.	De freq. van de handafwas varieert met de gezinsgrootte freq. 0,7 (1 pers.) tot 0,1 (5+ pers.).
Geslacht	Mannen en vrouwen douchen even vaak	Vrouwen spoelen vaker door (freq. 6,3) dan mannen (5,3)	Mannen en vrouwen gebruiken de wasmachine even vaak	Mannen en vrouwen wassen even vaak af

- 5 De resultaten van het onderzoek Watergebruik Thuis 2016 lieten een daling van het waterverbruik zie die niet in overeenstemming is met de drinkwaterverbruikstatistieken van Vewin. De conclusie was dat er zeer waarschijnlijk een grote toevallige steekproeffout in het spel was. De waterhoeveelheden zijn daarna statistisch gecorrigeerd door bureau Icastat. Op de penetratiegraden en gebruiksfrequenties is geen correctie toegepast. Daarom is in overleg met Icastat besloten om in het huidige onderzoek de gegevens uit 2013 te gebruiken [10].

	Douche	Toilet	Wasmachine	Afwassen
Regio*	In de 3 grote steden wordt vaker (freq. 0,8) gedoucht dan in de rest van Nederland (0,7)	Er zijn geen duidelijke regionale verschillen in toiletgebruik	In de 3 grote steden en regio Oost is de penetratiegraad iets lager (95% tegen 99%). In Oost is de frequentie het hoogst, in de 3 grote steden het laagst.	In de 3 grote steden wordt vaker (freq. 0,5) afgewassen dan in de rest van Nederland (0,4)
Sociale klasse**	Klasse A doucht het minst vaak (0,6), klasse C het vaakst (0,8)	Klasse A spoelt het minst vaak door (5,2), klasse D het vaakst (8,1)	Er zijn geen duidelijke klasse-verschillen in wasmachinegebruik	Er zijn geen duidelijke klasse-verschillen in afwassen
Etniciteit***	Mensen met een migratieachtergrond douchen langer en ook vaker (1,0) dan autochtonen (0,7).	Er zijn geen duidelijke etnische verschillen in toiletgebruik	Deze groep doet vaker een handwas (freq. 0,7 per week tegen 0,2 per week).	Men wast vaker af met de hand (freq. 0,8) dan autochtonen (0,4). De afwasmachine heeft een lagere penetratiegraad (48% tegen 67%).

* De regio's zijn opgedeeld in 3 grote steden, rest west, noord, oost en zuid. Zie [11].

** De sociale klassen zijn A (hoog), B-boven, B-onder, C en D (laag). zie [11].

*** Afkomstig uit Turkije, Marokko, Suriname en de Nederlandse Antillen/Aruba. Een persoon wordt tot deze groep gerekend als ten minste één ouder is geboren in één van deze landen.

3.3 UITHUIZIGHEID

De studie betreft de huishoudelijke lozing vanuit de woning, niet de totale dagelijkse lozing van een gemiddelde Nederlander. Dit betekent dat bij de bepaling van de geloosde vrachten rekening gehouden moet worden met de uithuizigheid van mensen.

3.3.1 RELATIE UITHUIZIGHEID EN VUILVRACHT

In 1985 is een uitgebreide monitoringscampagne gedaan aan het afvalwater van zeven woonwijken. Van die wijken is toen ook in verschillende perioden de gemiddelde uithuizigheid bepaald, waardoor het effect van uithuizigheid op de vuilvracht geanalyseerd kon worden [12]. De uithuizigheid in de niet-vakantieperiode mei-juni varieerde tussen de 14% en 25% van het totaal aantal uren, van september t/m november was dit 18-25%. In de vakantieperiode begin juli was men 14-42% van de tijd niet thuis, in de herfstvakantie 23-45%⁶. De duidelijke verschillen in uithuizigheid op tijdbasis waren echter niet terug te zien in de variatie van de geloosde vrachten. De conclusie was toen dat het effect van de uithuizigheid binnen de meetonzekerheid van 10-20% valt [12].

Voor een theoretische analyse van de geloosde vuilvracht uit huishoudens zou het niet correct zijn om de uithuizigheid buiten beschouwing te laten. Er is echter geen standaard uithuizigheid die voor alle soorten lozingen geldt: niet thuis zijn betekent niet in alle gevallen dat er daarom een kleinere vracht uit de woning geloosd wordt. Van het toilet is bijvoorbeeld bekend dat veel mensen een sterke voorkeur hebben om dit thuis te gebruiken. In verhouding tot de totale lozing betreft dit een relatief groot aandeel in de vracht aan CZV, N en P. Bij het toilet is er dus geen direct verband tussen de dagelijkse uithuizigheid op tijdsbasis en de geloosde vracht. Tijdens periodes dat men de hele dag of langer afwezig is, zoals tijdens vakanties, is er uiteraard wel een verband.

Voor veel van de waterverbruikende activiteiten zijn de penetratiegraden en gebruiksfrequenties zoals gegeven in "Waterverbruik Thuis" bepalend bij het inschatten van de lozing uit huishoudens. Deze zijn representatief voor de normale activiteiten van Nederlanders in peri-

6 Aangezien de vakantiespreiding pas in 1986 werd ingevoerd kan dat niet de oorzaak zijn geweest van de grote variatie tussen wijken.

odes dat zij geen vakantie hebben [8]. In de volgende paragrafen wordt dieper ingegaan op de uithuizigheid en de relatie met de verschillende huishoudelijke activiteiten en bijbehorende lozingen.

3.3.2 GEMIDDELDE UITHUIZIGHEID VAN NEDERLANDERS

Deze studie betreft alleen de lozing door mensen die vanuit de eigen woning plaatsvindt. Er is dus een correctie nodig voor het deel van de vuilvracht dat buitenshuis wordt geloosd. Op basis van het tijdsbestedingsonderzoek (TBO) van het SCP is een inschatting gemaakt van de gemiddelde uithuizigheid van Nederlanders. De laatste uitgebreide rapportage van het TBO is die over 2011 [13].

Voor het TBO worden een week lang gedetailleerde dagboeken bijgehouden over hoe en waar men de tijd besteedt. In 2011 betrof dit ongeveer 2000 mensen 12 jaar en ouder, verspreid over heel Nederland. Tabel 34 geeft een overzicht van het aantal uren per week dat gemiddeld aan de verschillende soorten tijdsbesteding gespendeerd werd in 1985, 1995, 2006 en 2011. Alle Nederlanders en alle activiteiten tellen mee in de uitkomsten, ook bijvoorbeeld vakanties. Uit de tabel blijkt een gemiddelde uithuizigheid van 22% voor Nederlanders van 12 jaar en ouder in 2006 en 2011.

TABEL 3.4 GEMIDDELDE TIJDSBESTEDING VAN NEDERLANDERS VAN 12 JAAR EN OUDER (UUR/WEEK) [13]

		1985	1995	2006*	2011
Binnenshuis	slapen	59	59	59	60
	eten en drinken	10	10	12	12
	persoonlijke verzorging	5,8	6,1	6,2	6,2
	huishouden en zorgtaken	19	19	20	18
	vrije tijd: binnenshuis	33	31	32	32
	betaald werk: thuiswerken	-	-	1,0	1,7
	totaal	128	125	130	129
Buitenshuis	onderwijs	7,2	6,4	3,1	3,7
	betaald werk: buitenshuis	14	17	18	20
	vrije tijd: uithuizig	16	17	15	16
	totaal	37	40	37	37
Totaal per week	% binnenshuis	77	76	78	78
	% uithuizig	23	24	22	22

* Vanaf 2006 is een andere methode gebruikt, er zijn onder andere verdeeld over hele jaar dagboeken ingevuld en niet alleen gedurende een week in oktober. Het SCP geeft aan dat men voorzichtig moet zijn bij het vergelijken tussen voor en na 2006.

Voor kinderen van 4 tot 12 jaar geldt dat deze tussen de circa 25 en 30 uur per week op school zijn (afhankelijk van het precieze rooster, overblijven op school, etc). Dit geeft een standaard uithuizigheid voor deze groep van 15-18%. Buiten schooltijden is deze groep ook om andere redenen uithuizig, bijvoorbeeld voor vrije tijdsbesteding of omdat zij gebruik maken van buitenschoolse opvang (BSO). Kinderen van 0-3 jaar gaan voor een deel van de tijd in het tijdsbestedingspatroon van de ouders mee, en worden deels buitenshuis opgevangen.

Op basis van cijfers van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) over het aantal kinderen in de twee leeftijdscategorieën (bijlage 1) en gegevens over hoeveel kinderen gebruik maken van kinderopvang en BSO [14], kon voor de periode 2013-2016 een inschatting gemaakt worden van het aantal uren per week dat kinderen doorbrachten in professionele kinderopvang. Het blijkt dat de gemiddelde uithuizigheid van Nederlandse kinderen nauwelijks stijgt door het

meerekenen van de tijd die een deel van hen in professionele opvang doorbrengt: gemiddeld over *alle* Nederlandse kinderen ging het in die periode om 1,2 uur/week voor kinderen van 4-12 jaar en 2,4 uur/week voor kinderen van 0-3 jaar. Voor schoolgaande kinderen komt de gemiddelde uithuizigheid op basis van school en BSO op 17-19%, kinderen van 0-3 jaar verblijven gemiddeld 1,5% van hun tijd in professionele kinderopvang.

De waarde van 22% uithuizigheid voor Nederlanders van boven de 12 jaar lijkt op basis van de getallen ook representatief voor de groep van 4-12 jarigen. Voor de jongste groep van 0-3 jaar zijn geen cijfers gevonden over het aantal uren niet-professionele opvang en andere activiteiten buitenshuis. De uithuizigheid van deze kinderen wordt met name door hun ouders bepaald. Zij gaan mee met de ouders of worden op de momenten dat dit niet kan thuis of buitenshuis opgevangen. Daar staat tegenover dat de uithuizigheid van ouders deels ook door deze groep wordt bepaald, bijvoorbeeld omdat men thuis wil zijn zodat het kind een middagslaapje kan doen. De gemiddelde uithuizigheid van kinderen van 0-3 jaar zal daarom iets lager liggen dan voor andere groepen.

Uit onderzoek naar de mobiliteit van inwoners met een migratieachtergrond⁷ afkomstig uit Turkije, Marokko, Suriname en de Nederlandse Antillen/Aruba, is gebleken dat deze significant minder vaak uithuizig zijn [15]. In 2016 bestond de Nederlandse bevolking voor 7,6% uit deze groep. Er zijn echter geen cijfers met betrekking tot de omvang van de uithuizigheid, waardoor er geen kwantitatieve correctie plaats kan vinden.

Vanwege de lagere uithuizigheid van kleine kinderen en inwoners met een migratieachtergrond zal het gemiddelde voor de hele Nederlandse bevolking lager zijn dan 22%. Er wordt uitgegaan van 20%.

3.3.3 VAKANTIE

De invloed van vakanties verschilt per lozingsactiviteit. Vakanties zijn opgenomen in de uithuizigheid (zie paragraaf 3.3.2), waarbij de duur van de verschillende vakanties is gemiddeld over alle Nederlanders en het hele jaar. In sommige gevallen hoeven de geloosde vrachten alleen voor de uithuizigheid tijdens vakanties gecorrigeerd te worden.

Het CBS houdt bij hoe vaak Nederlanders op vakantie gaan naar binnen- en buitenland en wat de gemiddelde vakantieduur is⁸. Tabel 35 geeft het aantal vakanties in Nederland in 2016 en de gemiddelde verblijfsduur, opgesplitst in lange en korte vakanties in de winter en in de zomer.

TABEL 3.5. VAKANTIES VAN NEDERLANDERS IN 2016 (CBS), OP PERSOONSBASIS

		Korte vakanties		Lange vakanties	
		Nederland	Buitenland	Nederland	Buitenland
Aantal vakanties (x 1 000)	Winter	4620	2113	2781	5226
	Zomer	4898	1489	5283	9109
Gemiddelde vakantieduur (d)	Winter	3,0	3,3	7,9	11,2
	Zomer	3,1	3,3	11,0	14,1

7 Een persoon wordt tot deze groep gerekend als ten minste één ouder is geboren in één van deze landen.

8 De definitie van vakantie volgens het CBS: een verblijf buiten de eigen woning voor ontspanning of plezier met ten minste één overnachting. Ook het logeren bij familie, vrienden of kennissen in het buitenland valt onder het begrip vakantie. Een verblijf bij familie, vrienden of kennissen in Nederland telt echter niet mee, tenzij de bewoners de hele tijd of de meeste dagen afwezig waren.

Er is een duidelijk verschil in de duur van de korte en lange vakanties, en ook duren lange buitenlandse vakanties gemiddeld langer dan die in Nederland. De langste gemiddelde vakantieduur blijkt maximaal 14 dagen. Bijna 90% van het aantal dagen dat Nederlanders op vakantie waren, werd aan lange vakanties besteed.

In 2016 was de gemiddelde uithuizigheid als gevolg van vakantie 5%. Alle Nederlanders samen waren 307.981 dagen op vakantie, 5% van het totaal aantal “beschikbare dagen” van alle Nederlanders (17 miljoen x 365).

3.3.4 TOILETBEZOEK BUITENSHUIS

Uit verschillende onderzoeken blijkt dat men het liefst thuis naar het toilet gaat, vooral voor de ontlasting [16-18]. Voor de lozing van urine en ontlasting is dus een correctiefactor nodig die gebaseerd is op het thuisgebruik van het toilet, in plaats van een correctie op basis van uithuizigheid. Helaas is het toiletgebruik buitenshuis geen standaard onderwerp van studie in de onderzoeken van Watergebruik Thuis.

In de editie “Waterverbruik Thuis” uit 1995 is het toiletgebruik buitenshuis wel in kaart gebracht. Gemiddeld werd toen 5,8 keer per dag thuis de wc gebruikt, tegen 1,1 keer buitenshuis. In 1998 werd op basis hiervan berekend dat ongeveer 15% van de urine buiten de woning uitgescheiden, en 4% van de ontlasting. De (niet-onderbouwde) aanname was toen dat bij 25% van de toiletbezoeken buitenshuis feces worden geproduceerd [3].

De huidige gebruiksfrequentie van het toilet binnenshuis (Tabel 32) is met 5,9 keer per dag niet anders dan in 1995. Volgens onderzoek van de Maag Lever Darm Stichting onder 1000 Nederlanders [18] gaat 48% van de mensen in de ochtend naar het toilet voor de ontlasting, tegen 2,2% in de middag en 4,9% in de avond. De overige 45% hebben geen voorkeursmoment. Uit het onderzoek bleek ook dat veel mensen het ontlasten uitstellen tot ze weer thuis zijn. Afhankelijk van de plek stelt 8-27% het altijd uit en 64-83% als ze het nog wel even kunnen ophouden. Hoewel dit geen harde getallen zijn, ondersteunen ze wel de aanname uit 1998 [3] dat slechts een kwart van de toiletbezoeken buitenshuis voor de ontlasting zijn.

Tijdens vakanties wordt het toilet thuis niet gebruikt en wordt er dus niet geloosd. In totaal maken alle dagen die aan korte en lange vakanties worden besteed ongeveer 5% van de tijd uit. Voor de overige 95% van de tijd is aangenomen dat 85% van de urine en 95% van de ontlasting thuis wordt geloosd.

3.3.5 TEXTIELREINIGING BUITENSHUIS

Voor het gebruik van de wasmachine is de algemene uithuizigheid geen goed uitgangspunt voor een eventuele correctie van de vuilvracht. De meeste mensen wassen tijdens kortere vakanties weliswaar niet thuis, maar dit wordt na thuiskomt ingehaald door extra te wassen. Ook tijdens lange vakanties wordt in elk geval een deel van het vuile wasgoed opgespaard. Er zijn geen gegevens gevonden over het wasgedrag van Nederlanders op vakantie.

Om een correctiefactor uit te kunnen rekenen is de verhouding tussen het totaal aantal beschikbare dagen in een jaar (aantal inwoners x 365) en de hoeveelheid dagen die aan lange vakanties werd besteed van belang. Wanneer dit tegen elkaar wordt afgezet blijkt dat het totaal aantal dagen lange vakantie uitkomt op slechts 4% van het totaal aantal beschikbare dagen. Er van uitgaande dat een deel van de vuile was wordt opgespaard tot deze thuis kan worden gewassen, zal de werkelijke correctie voor wasgedrag buitenshuis nog lager zijn.

De “uithuizigheid” van wassen als gevolg van vakanties wordt daarom als verwaarloosbaar beschouwd.

Uit “Watergebruik Thuis” blijkt dat de penetratiegraad van de wasmachine op persoonsniveau 97% is. Dit betekent dat slechts 3% van de Nederlanders geen wasmachine heeft. Deze groep zal met de hand wassen of naar een wasserette gaan. Over het gebruik van wasserettes zijn geen gegevens gevonden.

3.3.6 ACTIVITEITEN EN UITHUIZIGHEID

Voor de overige activiteiten is de uithuizigheid wel van directe invloed op de lozing vanuit huishoudens.

Douchen en baden

Hoe vaak men gemiddeld per persoon thuis doucht en het bad gebruikt wordt gegeven in “Watergebruik Thuis” [11]. Voor de dagen dat men op vakantie is moet nog gecorrigeerd worden (zie 3.3.3), de normale uithuizigheid is al in de gegevens opgenomen.

Reinigen van de woning

Het reinigen van de woning wordt deels beïnvloed door de uithuizigheid. Tijdens vakanties wordt er niet thuis schoongemaakt, en wordt de woning ook niet vies. Daar zit dus een duidelijke relatie. Korte periodes buitenshuis zullen echter weinig invloed hebben op het normale schoonmaakgedrag van mensen, zeker als men dit met een vaste frequentie doet. Daarom wordt aangenomen dat het reinigen van de woning alleen gecorrigeerd hoeft te worden voor de lange vakanties. De lange vakanties maken zoals eerder berekend 4% van de beschikbare tijd uit.

Voedselbereiding

Wanneer men niet thuis is wordt er thuis ook geen voedsel bereid en wordt er niet afgewassen. De gevonden informatie betrof in alle gevallen de normale thuissituatie met de gewone dagelijkse uithuizigheid. De vrachten zijn wel gecorrigeerd voor de vakantie-uithuizigheid van 5%.

Per onderdeel is aangegeven of en hoe de waarden zijn gecorrigeerd voor uithuizigheid.

3.4 INVLOED VAN SOORTEN HUISHOUDENS OP GELOOSDE VRACHTEN

Het soort huishouden heeft invloed op de geloosde vracht. In een wijk met een duidelijk andere bevolkingssamenstelling zou dus een afwijkende vracht gevonden kunnen worden. Hieronder volgen een aantal voorbeelden.

Grootte van het huishouden

Eenpersoonshuishoudens hebben hogere watergebruiksfrequenties en verbruiken relatief meer water per persoon. Door de hogere gebruiksfrequenties zal ook de lozing afwijken van het gemiddelde. Het is echter niet aan te geven in welke mate. Op wijkniveau zijn er grote verschillen. Ter illustratie, een stad als Amersfoort⁹ heeft een gemiddelde huishoudensgrootte van 2,3 personen en 36% van de huishoudens bestaat uit één persoon – vergelijkbaar met de Nederlandse gemiddelden van respectievelijk 2,2 personen en 38% eenpersoonshuishoudens. Op wijkniveau zijn er in Amersfoort echter grote verschillen te zien: 1,3 tot 3,2 personen per huishouden, en 0% tot 77% eenpersoonshuishoudens.

⁹ CBS - Kerncijfers wijken en buurten 2016. Geraadpleegd op 8-12-2016.

Leeftijd

Uit de gegevens uit Watergebruik Thuis blijkt dat er verschillen zijn tussen leeftijdsgroepen wat betreft penetratiegraden, gebruiksfrequenties en gebruiksduur van watertoepassingen. De groep van 25-34 jaar doucht bijvoorbeeld vaker en langer. Onderzoeken naar ongewenst lozingsgedrag door Rioned, Gemeente Leiden en Gemeente Nijmegen [19-21] geven aan dat het jongere deel van de bevolking (tot 35 jaar) meer ongewenste zaken zoals verf en frituurvet wegspoelt. Het is niet te voorspellen of de zuurstofvraag uit wijken met een bepaalde afwijkende bevolkingssamenstelling altijd hoger of lager zal zijn dan gemiddeld. Een hogere zuurstofvraag uit bijvoorbeeld vaker douchen kan gecompenseerd worden door het vaker gebruiken van kant-en-klaar maaltijden, waardoor thuis minder gekookt en afgewassen wordt.

Migratieachtergrond

Inwoners met een migratieachtergrond hebben een aantoonbaar ander watergebruik, en zijn meer thuis. Waarschijnlijk is ook het lozingsgedrag anders, maar hier is geen bruikbare informatie over gevonden. Bekend is wel bijvoorbeeld dat er over het algemeen meer olie en vet gebruikt wordt in de keuken [22, 23], maar niet of er dan ook meer olie en vet in het riool terechtkomt. Het aandeel mensen met een migratieachtergrond verschilt per wijk.

Drie grote steden

De drie grote steden wijken qua watergebruik af van de rest van het land [11]. Waterverbruik Thuis stelt dat dit komt het aandeel van de inwoners met een migratieachtergrond groter is dan gemiddeld. Uit CBS-gegevens blijkt daarnaast dat de grote steden een relatief groot aandeel eenpersoons huishoudens kennen, en een relatief jonge bevolking.

4

ZWART WATER

Via het toilet worden hoofdzakelijk spoelwater, urine, ontlasting en toiletpapier geloosd. Menstruatiesbloed is wel een veelvoorkomende andere component van toiletafvalwater, maar een *worst-case* berekening geeft aan dat de bijdrage aan de CZV, N en P-vrachten erg laag is (zie paragraaf 4.4). Van andere lozingen via het toilet is minder goed te bepalen wat het aandeel in vuilvracht zou kunnen zijn. Het lijkt echter redelijk om aan te nemen dat de vracht *per persoon per dag* lager zal zijn dan die uit menstruatie, vanwege onder meer de kleine omvang van de lozing (bijv. vaginale afscheiding) of het incidentele karakter (bijv. braaksel). Er zijn binnen het bereik van deze studie geen bruikbare gegevens gevonden over de omvang van deze andere lozingen. Etensoestanden die via het toilet worden geloosd worden samen met andere weggespoelde etensresten besproken in paragraaf 5.3.4. Schoonmaakwater in paragraaf 5.4.

Dit hoofdstuk gaat daarom in op de in de literatuur gepubliceerde vrachten CZV, N en P gerelateerd aan urine, ontlasting en toiletpapier. Daarnaast is een schatting gemaakt van de vracht die via luiers en incontinentiemateriaal naar het vast afval gaat en dus niet via de stroom zwart water wordt ingezameld.

4.1 ONTLASTING EN URINE

4.1.1 IN LITERATUUR GERAPPORTEERDE HOEEVELHEDEN EN VRACHTEN

In 2015 is in het tijdschrift “*Critical Reviews in Environmental Science and Technology*” een artikel gepubliceerd waarin tientallen studies naar de hoeveelheid en samenstelling van urine en ontlasting geanalyseerd zijn [24]. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de resultaten. Hierbij zijn voor zover mogelijk alleen de waarden uit hoge inkomenslanden gebruikt.

TABEL 4.1 HOEEVELHEID EN VRACHTEN CZV, NKJ EN P VAN ONTLASTING ZOALS GEGEVEN IN [24]. GEMIDDELDEN VAN IN ANDERE STUDIES OPGEGEVEN GEMIDDELDEN.

		gemiddelde	spreiding	n*
Nat gewicht	g/p.d	149±95	51 - 796	95
Droog gewicht	g/p.d	30	12-81	57
CZV **	g/g ds	1,4	1,1-1,7	5
N	g/p.d	1,8	0,9-4,9	18
P	g/p.d	0,6	0,4-0,9	6
Energie-inhoud	kcal/p.d	132	49-347	14

* n geeft het aantal studies weer waarop de getallen zijn gebaseerd, niet het aantal personen uit de studies.

** CZV-gehalte van droge feces in gram per gram droge stof.

Ontlasting bestaat vooral uit water, niet-verteerde voedselbestanddelen, darmflora en afvalstoffen van de vertering. De hoeveelheid en samenstelling van de ontlasting varieert sterk met het dieet. Voedingsvezels hebben een sterke invloed op de hoeveelheid ontlasting. Niet alleen omdat de onverteerde vezels in de ontlasting terechtkomen, maar ook omdat het waterge-

halte van feces toeneemt naar mate er meer voedingsvezels in aanwezig zijn. Gerapporteerde watergehaltes liggen tussen de 63% en 86%, met een gemiddelde van 75%. Vegetariërs eten over het algemeen meer vezels, en dit is terug te zien in een grotere hoeveelheid ontlasting. De 25% vaste stof van de ontlasting is voor 84-93% organisch materiaal [24].

Gemiddeld wordt er per persoon per dag 1,8 g N en 0,6 g P geloosd. Tabel 4.1 geeft geen gemiddelde CZV-waarde. Deze kan op twee manieren worden berekend: op basis van de hoeveelheid droge stof en op basis van de energie-inhoud. Op basis van het droge stofgehalte en de bijbehorende CZV-omrekenwaarde van 1,4 is de CZV vracht 42 g/p.d. Voor de omrekening van kcal naar CZV kan de gemiddelde omrekenfactor voor vetten, eiwitten en koolhydraten gebruikt worden, deze is 0,28 g CZV/kcal [3]. Dat geeft een CZV-vracht van 37 g/p.d.

Urine (Tabel 4.2) bestaat voor 91-96% uit water, met daarin vooral opgeloste bestanddelen (ureum, zouten) en wat organische afvalstoffen [24]. De tabel geeft geen CZV-gehaltes, de weinige waarden die in het reviewartikel genoemd werden waren niet bruikbaar¹⁰.

TABEL 4.2

HOEVEELHEID EN VRACHTEN NKJ EN P VAN URINE [24]. GEMIDDELDEN VAN IN ANDERE STUDIES OPgegeven GEMIDDELDEN

		gemiddelde	spreiding	n*
Nat gewicht	ml/p.d	1400	600-2600	14
Droog gewicht	g/p.d	59	57-64	7
N	g/p.d	11	2-35	8
P	g/p.d	0,7	0,45-0,93	3

* n geeft het aantal studies weer waarop de getallen zijn gebaseerd, niet het aantal personen uit de studies

Gedurende het Nederlandse EET-DESAR project (2001-2007) [25] is ook onderzoek gedaan naar vrachten uit urine en feces. Literatuurwaarden die in het kader van dat project gerapporteerd zijn worden gegeven in Tabel 4.3.

TABEL 4.3

LITERATUURWAARDEN VOOR VRACHTEN UIT URINE EN FECES ZOALS GERAPPORTEERD BINNEN HET EET-DESAR PROJECT [25]

		Urine	Feces
Nat gewicht	kg/p.d	1,25-1,5	0,07-0,17
CZV	g/p.d	10-12	45,7-54,5
N	g/p.d	7-11	1,5-2
P	g/p.d	0,6-1,0	0,3-0,7

De getallen uit beide reviews komen goed overeen.

4.1.2 GEMIDDELTE VOEDSELINNAME IN NEDERLAND

De voedselinname van Nederlanders is in beeld gebracht in verschillende onderzoeken naar de voedselconsumptie. In deze onderzoeken is in detail gekeken naar de voedselinname van verschillende leeftijdsgroepen [26-29]. De laagste inname is die van de kinderen van 0-1 jaar, de hoogste inname zien we in bijna alle gevallen voor mannen in de groep van 19-30 jaar (zie bijlage 2). Op basis van de ingenomen hoeveel energie, vetten, eiwitten, koolhydraten en fosfor per leeftijdsgroep en het aantal Nederlanders per leeftijdsgroep (bijlage 1) is de gemiddelde inname van de Nederlandse bevolking berekend. Gedeeld door het totaal aantal Nederlanders geeft dit de gemiddelde inname per persoon (Tabel 4.4).

10 De voor CZV in urine gegeven waarden zijn 17.500 en 6270-10.600 mg/l, er worden geen bijbehorende volumes of berekende vrachten gegeven en ook geen beschrijving van het soort urine. De originele bronnen van de gegeven concentraties zijn niet goed te herleiden.

TABEL 4.4

GEMIDDELDE VOEDSELCONSUMPTIE PER NEDERLANDER (BEREKEND O.B.V. GEGEVENS UIT [26-29] EN HET AANTAL NEDERLANDERS VAN EEN BEPAALDE LEEFTIJDGROEP EN SEKSE IN 2016). ZIE OOK BIJLAGE 1 EN BIJLAGE 2

	Eenheid	Gemiddelde inname
Energie	kcal/d	2139
Vet	g/d	81
Eiwit	g/d	79
Koolhydraten totaal	g/d	241
- mono en disacchariden	g/d	114
- polysacchariden	g/d	125
Vezels	g/d	19
Fosfor	mg/d	1408

De energie-inhoud van levensmiddelen wordt niet experimenteel bepaald, maar berekend aan de hand van vaste factoren voor de omrekening van de individuele voedingsstoffen naar energie [30]. In deze factoren is het energieverlies naar urine en ontlasting al meegerekend, zodat de energiewaarden in voedingsmiddelentabellen beter overeen komen met wat door het lichaam gebruikt kan worden [31, 32].

4.1.3 UITGESCEIDEN VOEDINGSSTOFFEN

CZV vracht van de ontlasting o.b.v. niet-opgenomen voedingsstoffen

In de voedingswetenschap worden vaste algemene kentallen gebruikt voor de opname van voedingsstoffen door het lichaam. Met behulp van deze factoren kan berekend worden welk deel van de ingenomen voedingsstoffen met de ontlasting uitgescheiden wordt. Dit geeft een CZV-vracht naar de ontlasting van gemiddeld 35 g CZV/p.dag (Tabel 4.5).

TABEL 4.5

UITGESCEIDEN CZV OP BASIS VAN NIET-OPGENOMEN VOEDINGSSTOFFEN

	Gemiddelde voeding (Tabel 4.4) (g/p.d)	Niet opgenomen fractie [30, 33-35]	Met feces uitgescheiden CZV	
			(gCZV/g)	(gCZV/p.d)
Vet	81	0,05	2,7	10,9
Eiwit	79	0,08	1,7	10,7
Koolhydraten	241	0,03	1,1	7,6
Vezels	19	0,30	1,1	6,1
Totaal				35,3

CZV-vracht van urine o.b.v. in urine uitgescheiden stoffen

Van urine is bekend dat er naast ureum nog een heel scala aan organische stoffen in aanwezig is. Kuntke [36] heeft op basis van wat er aan stoffen bekend is de gemiddelde theoretische CZV-concentratie van urine berekend: 6 g/l. Uitgaande van de gemiddelde hoeveelheid van 1,4 l/p.d (zie Tabel 4.2) geeft dit een vracht van 8,4 g CZV/p.d. Aantekening die hierbij wordt gemaakt is dat de lijst van stoffen niet compleet was, waarmee dit een minimumwaarde zou zijn [36].

N uitgescheiden via ontlasting en urine

In de literatuur zijn verschillende stikstofbalans-studies gevonden waarbij in detail gekeken wordt naar de inname en uitscheiding van stikstof, met als doel om de opname van eiwitten in kaart te brengen. Het merendeel van deze studies wordt gedaan met zeer specifieke groepen mensen, zoals zwakke ouderen of zieke kinderen, of met aangepaste diëten om de minimaal benodigde eiwithoeveelheid te bepalen. Over het algemeen wordt circa 80% van de met de voeding ingenomen stikstof in de urine teruggevonden. Een meta-analyse van stikstofbalans-

studies kwam uit op 83,5% [37]. In een studie met twaalf gezonde Nederlandse vrouwen werd gevonden dat de ingenomen eiwitten voor 88% verteerbaar waren [38]. Stikstof verlaat het lichaam niet alleen met de urine, maar ook met de ontlasting en daarnaast nog kleinere hoeveelheden via zweet, adem, etc.

Het eiwitgehalte van o.a. voedingsstoffen maar ook andere materialen zoals ontlasting wordt vrijwel altijd berekend aan de hand van het gemeten stikstofgehalte. Hiervoor wordt een standaard omrekenfactor van 6,25 gebruikt, uitgaande van een gemiddeld eiwit-stikstofgehalte van 16% [39]. Bij een dagelijkse gemiddelde inname van 79 g eiwit met 16% N en een uitscheiding naar urine van 83,5% komt de vracht naar urine uit op 10,5 g N/p.d.

Daar komt dan nog een hoeveelheid bij, de N die aanwezig is in de niet-verteerde eiwitten in de ontlasting. De 8% niet-opgenomen eiwit [33] geeft een N-vracht naar de ontlasting van 1 gN/d.

P op basis van opname uit voedingsstoffen: feces+urine

Gemiddeld krijgen Nederlanders met de voeding zo'n 1420 mg P binnen (zie bijlage 2). In gezonde niet-groeiende mensen is er een neutrale P-balans, wat betekent dat de ingenomen hoeveelheid P gelijk is aan de uitgescheiden hoeveelheid. Hiervan wordt circa 40-60% in de feces opgenomen [24, 40, 41], de rest wordt met de urine uitgescheiden.

4.1.4 ENERGIEVERLIES VIA FECES EN URINE

Totale CZV-vracht naar ontlasting en urine

Verschillende boeken over humane voeding geven aan dat het gecombineerde energieverlies via feces en urine op circa 10% ligt [31, 33]. De energie-inname van 2139 kcal/d komt dan overeen met 90% van de bruto energie-inname, omdat de verliezen al in de voedselenergie-waarden waren verrekend. Voor de gemiddelde Nederlander komt het energieverlies naar feces en urine dan uit op 238 kcal/d.

De omrekeningsfactor van kcal naar CZV is 0,28 g CZV/kcal (het gemiddelde voor vetten, eiwitten en koolhydraten, [3]). Een deel van het energieverlies komt echter voor rekening van N-houdende stoffen die gevormd worden bij de omzetting van eiwitten. Hiervoor moet eerst gecorrigeerd worden. Eiwit wordt voor circa 92% omgezet in het lichaam (zie Tabel 45), wat betekent dat ongeveer 72 g wordt omgezet naar N-houdende metabolieten: voornamelijk ureum, ammonia en creatine in een verhouding van ongeveer 90:5:5. De gezamenlijke energie-inhoud van deze stoffen is 5,8 kcal/g N [42]. De standaard omrekenfactor van 16% N in eiwit geeft een hoeveelheid van 11,6 g N – ofwel een correctie van 67 kcal. De resterende 170 kcal kan dan worden omgerekend naar de CZV vracht naar urine en ontlasting, samen 48 g CZV/p.d.

Verdeling van vrachten

Meer gedetailleerde gegevens over hoe de energieverliezen naar ontlasting en urine zijn verdeeld, werden gevonden in de literatuur. In een Nederlandse studie uitgevoerd met 17 mannelijke en vrouwelijke proefpersonen van 18-67 jaar is gevonden dat gemiddeld 5,7% van de ingenomen energie via de ontlasting wordt uitgescheiden. Dit energieverlies bleek onafhankelijk van de hoogte van de energie-inname. Het relatieve energieverlies via de urine was wel afhankelijk van de inname: dit liep op van 3,7% bij een lage inname tot 7,1% bij een hoge inname. Gemiddeld lag het energieverlies via de urine op 5% [43]. Een Amerikaanse studie met diëten die verschilden in vet- en vezelgehalte (hoog-gemiddeld-laag, in totaal 9 combina-

ties) kwam op een gemiddeld energieverlies van 6,5% via de ontlasting en 5% via de urine (15 proefpersonen, mannen en vrouwen, 21-52 jaar). Wanneer de diëten met een hoog vezelgehalte niet meegerekend worden, komt het energieverlies op respectievelijk 5,5% en 5% [44]. Een andere Amerikaanse studie met 21 mannen van 33-36 jaar oud vond bij een gewoon dieet in de feces gemiddeld rond de 5% energie terug, bij een energierijk dieet rond de 4%. Voor urine lagen de percentages rond de 3,5% en 3% [45]. Een Britse studie met 6 mannen van 21-24 jaar oud kwam bij een normaal dieet op verliezen via ontlasting en urine van gemiddeld respectievelijk 4,1% en 3,5% [46]. Deze laatste twee studies met alleen relatief jonge mannen geven lagere waarden dan de andere studies. Het kan zijn dat dit toeval is, of dat mannen van 20-35 jaar lagere verliezen hebben. In het boek "Physics of the Human Body" geeft men als standaardwaarden voor energieverliezen 5,8% via de feces en 4,5% via de urine [47].

Op basis van het voorgaande is gekozen voor een opdeling van 5,5% energie naar de ontlasting (131 kcal) en 4,5% energie naar urine (107 kcal). Bij een gemiddelde N-vracht van 10,5 g per dag in urine (zie Tabel 45) geeft dit een correctie van 61 kcal. Het resterende energieverlies via urine is dan 46 kcal, wat uitkomt op een CZV-vracht van 13 g/p.d. Voor de ontlasting komt de CZV dan uit op $48-13=35$ g CZV/p.d.

4.2 TOILETPAPIER

In Nederland wordt jaarlijks gemiddeld rond de 15,5 kg tissuepapier per persoon verkocht, een hoeveelheid die de laatste jaren stabiel is: deze hoeveelheid wordt gegeven in cijfers over 2011 en 2015 [48, 49]. Tissuepapier omvat naast toiletpapier ook keukenpapier, papieren zakdoekjes, etc. Het aandeel toiletpapier is stabiel op ongeveer 70% [50]. Er wordt dus een kleine 11 kg toiletpapier per persoon per jaar verkocht, een dagelijkse hoeveelheid van 30 gram.

De recent uitgevoerde studies naar het terugwinnen van cellulosevezels uit rwzi-influent komen op een aanvoer van gemiddeld 32 g cellulosevezels per persoon per dag [51]. Er van uitgaande dat toiletpapier volledig uit cellulosevezels bestaat, komt dit goed overeen met de hoeveelheid van 30 gram op basis van de verkoop van toiletpapier. In het riool bevinden zich ook cellulosevezels uit andere bronnen, waaronder niet-huishoudelijk toiletpapier, ander papier, bladafval en resten van plantaardig materiaal zoals groente, fruit en granen.

De consumentenbond heeft in 2015 een uitgebreide toiletpapier test gedaan met 21 verschillende varianten [52]. Op basis van de testgegevens ligt het gemiddelde gewicht van een vel toiletpapier op 0,6 gram - 30 gram komt dan overeen met een gebruik van 50 vel/p.d - gemiddeld 8,3 vellen per toiletbezoek. In 2009 kwam het televisieprogramma Kassa op een gemiddeld gebruik van 8,5 velletjes per toiletbezoek, na 40 mensen uit één woonwijk twee weken lang verschillende merken te laten testen [53]. Hoewel dit een kleine steekproef betreft, is het een ondersteuning van de gevonden hoeveelheid van 30 gram op basis van de verkoop van toiletpapier.

In Europa wordt gemiddeld 75% van het toiletpapier via de detailhandel verkocht [54], het resterende deel via de professionele markt. Dat geeft een dagelijks *huishoudelijk* verbruik van 22 g/persoon. Dit getal komt overeen met informatie over toiletpapiergebruik in de Zweedse plaats Gebers, daar werd een hoeveelheid van 23 g per persoon per dag gevonden voor toiletgebruik [55].

Een onbekend deel van het verkochte toiletpapier komt na gebruik niet in het riool, omdat mensen het voor andere doeleinden gebruiken. Naar schatting is een correctie met 10% realistisch [56], waarmee de hoeveelheid doorgespoeld toiletpapier uitkomt op 20 g per persoon per dag. Uitgaande van het CZV-gehalte van cellulose (1,19 g/g) wordt 24 g CZV/p.d aan toiletpapier doorgespoeld. Cellulose bevat geen N en P.

Aan toiletpapier worden tijdens het productieproces verschillende stoffen toegevoegd, waardoor het CZV-gehalte van toiletpapier hoger kan zijn dan wanneer uitgegaan wordt van 100% cellulose. Het papier moet zowel droog als nat sterk genoeg zijn om het te kunnen gebruiken, terwijl het na gebruik snel uit elkaar moet vallen in het riool. Om deze eigenschappen te bereiken worden chemicaliën toegevoegd, bijvoorbeeld *glyoxalated polyacrylamide* [57, 58]. Andere stoffen die toegevoegd kunnen worden zijn chemicaliën die het papier zachter laten aanvoelen, inkt, parfum en lotions. Daarnaast kunnen er resten lignine in het papier zitten, wat een hoger CZV-gehalte heeft dan cellulose. Er is geen overzicht gevonden van alle ingrediënten van een “gemiddeld” toiletpapier om zo het CZV, N en evt. P-gehalte te kunnen berekenen. Wel is er een beperkte hoeveelheid metingen voorhanden. Tijdens studies naar de verwerking van zeefgoed uit rioolwater zijn voor schoon zacht 2-laags wit toiletpapier een waarde van 1,5 g CZV per g organische vaste stof gevonden [59]. Een zacht 3-laags papier had 1,6 g CZV en 3,4 mg N per g organische vaste stof [60]. Wanneer gerekend wordt met deze hogere CZV-gehalten komt de dagelijkse lozing uit op 30 g CZV/p.d en 65 mg N/p.d.

Het is niet met zekerheid te stellen dat alle soorten toiletpapier hetzelfde hoge CZV-gehalte hebben. Waarschijnlijk is het gehalte van dunnere en/of minder zachte varianten lager. Om dit goed in kaart te brengen zou het CZV-gehalte van verschillende soorten toiletpapier bepaald moeten worden. Dit valt echter buiten het bereik van deze studie. Als te gebruiken vracht is gekozen voor het gemiddelde van de twee berekende vrachten: 27 g CZV/p.d.

Wanneer dezelfde redenering wordt toegepast voor N ligt de waarde tussen de 0 en 65 mg per persoon per dag, ofwel circa 30 mg/p.d. Dit is verwaarloosbaar.

4.3 VOCHTIG TOILETPAPIER EN OVERIGE VOCHTIGE DOEKJES

Naast “droog” toiletpapier worden ook vochtig toiletpapier en andere vochtige doekjes gebruikt. Het doorspoelen van deze doekjes is in de meeste gevallen niet toegestaan, vanwege de problemen die dit in de riolering veroorzaakt. Op verpakkingen van vochtig toiletpapier staat dat dit doorgespoeld mag worden, maar in de praktijk geven ook deze doekjes problemen. In het riool zal er een vuilvracht uit de doekjes vrijkomen, in de vorm van uitgespoelde lotion en losse vezels. Bij gebrek aan gegevens kon er geen inschatting gemaakt worden van de hoeveelheden CZV, N en P die uit doekjes kunnen vrijkomen.

4.4 MENSTRUATIE

De hoeveelheid menstruatiebloed die per keer vrijkomt varieert zeer sterk: de gevonden waarden liggen tussen de 4 ml en 840 ml per periode [61, 62]. Menstruatiebloed bestaat voor een groot deel uit bloed, en bevat daarnaast weefselresten en andere uitgescheiden vloeistoffen. Gemiddeld verliezen vrouwen 50-60 ml. Internationaal is de afspraak dat een verlies van meer dan 80 ml als abnormaal veel beschouwd wordt. Dit komt waarschijnlijk voor bij 10-20% van de vrouwen. Het grootste deel van het bloed wordt opgevangen in maandverband en tampons, circa 80-90% [63].

Om een inschatting te kunnen maken of het aandeel CZV, Nkj en P van menstruatiebloed in het afvalwater een relevante factor is, is eerst een benadering gedaan op basis van zwaar bloedverlies en een relatief groot percentage dat niet wordt opgevangen in maandverband of tampons. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gebruikt: alle Nederlandse vrouwen tussen de 12 en 52 jaar menstrueren, met een maandelijks bloedverlies van 80 ml waarvan 20% in het toilet komt. Op basis van het totaal aantal Nederlandse vrouwen in 2016 (bijlage 1) en 30 dagen per maand, geeft dit een totale hoeveelheid van bijna 2400 liter/dag die wordt geloosd in het toilet.

Er zijn geen bruikbare gegevens gevonden voor de samenstelling van menstruatievloeistof, of voor humaan bloed in het algemeen. Voor dierenbloed zijn CZV-gehaltes van 250-300 g/l gevonden, voor slachthuisbloed worden getallen van 400-900 g/l genoemd. De gevonden Nkj- en P-waarden lagen op respectievelijk 5-15% en 0,1-0,5% van het CZV-gehalte [64-67]. Voor de *worst-case* is uitgegaan van 500 gCZV/l, 75 gNkj/l en 2,5 gP/l. Omgerekend naar het totaal aantal inwoners van Nederland in 2016 geeft dit een bijdrage van 70 mg CZV/p.d, 10 mg Nkj/p.d en 0,3 mg P/p.d.

Deze getallen zijn zo laag dat de bijdrage van menstruatie niet wordt meegenomen in de uiteindelijke berekening van de vuilvracht uit huishoudens.

4.5 CORRECTIE VOOR GEBRUIK VAN LUIERS EN INCONTINENTIEMATERIAAL

Niet alle urine en ontlasting wordt via het riool geloosd, een deel wordt opgevangen in luiers en incontinentiemateriaal en gaat via die route weg met het vaste afval. Het deel van de urine en ontlasting dat in wegwerpmateriaal wordt opgevangen komt niet in het afvalwater terecht. Uit wasbare luiers en incontinentiematerialen komen de urine en ontlasting wel in het afvalwater: een deel van de ontlasting via het toilet, en de urine en een deel van de ontlasting via de wasmachine. Daarnaast hebben sommige wasbare luiers een inlegvel dat met de ontlasting wordt weggegooid in de afvalbak. Er zijn geen betrouwbare cijfers gevonden over hoeveel mensen wasbare materialen gebruiken, maar naar verwachting is dit een kleine minderheid. De beschikbare gegevens zijn gebruikt om een inschatting te maken van de vermeden vrachten. Dit betreft de eerder berekende vrachten in urine en ontlasting, in combinatie met gegevens over zindelijkheid bij kinderen, luiergebruik, incontinentie, bezit van incontinentiematerialen en hoeveelheden luiers en incontinentiematerialen in huishoudelijk vast afval. Zie bijlage 3. De vrachten die *vanuit huishoudens* met luiers en incontinentiemateriaal via het vast afval worden afgevoerd blijken relatief klein te zijn (Tabel 4.6):

TABEL 4.6

BEREKENDE CZV, N EN P-VRACHTEN UIT FECES EN URINE (G/PERSOON.D) DIE VANUIT DE WONING VIA LUIERS EN INCONTINENTIEMATERIAAL MET HET VAST AFVAL WORDEN AFGEVOERD, GEMIDDELD OVER ALLE NEDERLANDERS.

	Urine	Ontlasting	Totaal (afgerond)
CZV	0,13	0,91	1,0
N	0,13	0,02	0,1
P	0,01	0,02	0,0

4.6 SAMENVATTING VRACHTEN IN ZWART WATER

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gevonden CZV, N en P vrachten die met urine en feces uitgescheiden worden:

TABEL 4.7 SAMENVATTING VAN GEVONDEN CZV, N EN P-VRACHTEN IN ONTLASTING EN URINE (G/PERSOON.D)

	In literatuur gerapporteerde waarden [24, 25]		Berekend uit voedselinname en -verliezen naar urine en feces	
	Urine	Ontlasting	Urine	Ontlasting
CZV	10 – 12	37 – 54,5	8,4-13	35
N	7 – 11	1,5 – 2,0	10,5	1,0
P	0,6 – 1,0	0,3 – 0,7	1,4 (totaal U+F)	

De CZV-vracht uit feces is op twee manieren berekend aan de hand van de gemiddelde Nederlandse voedselinname: op basis van het energieverlies en op basis van de fractie niet-opgenomen voedingsmiddelen. In beide gevallen komt de berekening uit op 35 g CZV/p.d.

Voor urine zijn twee uiteenlopende CZV-vrachten gevonden. Gezien de onzekerheden in de energie-inhoud van urine [68] en in de samenstelling qua organische stoffen [36] wordt gekozen voor de gemiddelde waarde: 10,7 g CZV/p.d.

De aanname is dat op gewone dagen thuis circa 85% van de urine en 95% van de ontlasting wordt geloosd (zie §3.3.4). Daarnaast is er nog een vakantiecorrectie van 5%. Voor toiletpapier is geen correctie nodig voor gebruik buitenshuis of vakanties, omdat de cijfers zijn gebaseerd op de door consumenten aangekochte jaarlijkse hoeveelheid. Voor de volledigheid wordt de correctie voor vrachten in luiers en incontinentiemateriaal toegepast van 1 g CZV en 0,1 g N. Dit geeft de volgende vrachten:

TABEL 4.8 VANUIT DE WONING GELOOSDE CZV, N EN P-VRACHTEN UIT FECES EN URINE (G/PERSOON.D), GECORRIGEERD VOOR UITHUIZIGHEID, EN UIT TOILETPAPIER

	Urine	Feces	Toiletpapier	Correctie	Totaal
CZV	$10,7 \times 0,85 \times 0,95 = 8,6$	$35 \times 0,95 \times 0,95 = 31,6$	27	-1	66
N	$10,5 \times 0,85 \times 0,95 = 8,5$	$1,0 \times 0,95 \times 0,95 = 0,9$	0	-0,1	9,3
P*	$1,4 \times 0,9 \times 0,95 = 1,2$		0	0	1,2

* P wordt voor ca. 50% via urine en 50% via de ontlasting uitgescheiden. De gemiddelde uithuizigheidsfactor 0,9 (voor urine en feces) is gebruikt.

5

GRIJS WATER

5.1 PERSOONLIJKE VERZORGING

Onder afvalwater uit persoonlijke verzorging valt al het water dat gebruikt wordt bij het reinigen van het lichaam. Het overgrote deel van dit afvalwater is afkomstig van douchen en baden, gebruik van de wasbak (o.a. wassen, tanden poetsen) en handen wassen op verschillende punten in het huis (wasbakje bij het toilet, keukengootsteen).

Tijdens het douchen en baden komt er een groot aantal verschillende stoffen in het afvalwater terecht. Deze zijn grofweg in te delen in vier categorieën:

- Fysiologische afvalstoffen (o.a. huidvet, cellen, zweet, resten urine en ontlasting);
- Op het lichaam aangebrachte cosmetica (o.a. crèmes, lotions, haargel);
- Deeltjes die aan het lichaam zijn blijven hangen (stof, textielvezels);
- Douche- en badproducten (o.a. shampoo, douchegel, badschuim).

Van de fysiologische afvalstoffen is onbekend welk deel in de kleding achterblijft en welk deel van het lichaam gewassen wordt. Ditzelfde geldt voor de cosmetica.

5.1.1 LICHAAMSVUIL

De studie uit 1998 [3] refereert aan niet-gepubliceerde metingen uit 1984 aan douche- en badwater door Keltjens, waarbij CZV-waarden van respectievelijk 1,13 en 1,27 g per persoon per keer gevonden zijn. Deze waarden werden in 1998 aangehouden als maat voor de vuillast van “transpiratie”. In een doctoraalstudie die onder begeleiding van Keltjens is uitgevoerd [69] zijn CZV-waarden en stikstofwaarden bepaald m.b.v. badkuipexperimenten: gemiddeld $1,25 \pm 0,4$ g CZV per persoon ($n=8$), en circa 40 mg N (17 ± 9 mg $\text{NH}_4\text{-N}$ en 71 ± 34 mg ureum per persoon, beide $n=6$). Kanttekening is dat deze experimenten zijn uitgevoerd bij een watertemperatuur van circa 30°C , met passief liggende proefpersonen in badkleding.

In een recenter onderzoek [70] is met behulp van douche-experimenten in het laboratorium bepaald dat er gemiddeld 211 mg TOC/persoon en 46 mg TN/persoon vrijkomt tijdens de eerste minuut douchen. De proefpersonen droegen badkleding, een deel werd gevraagd stil te staan en een ander deel moest zich intensief wrijven tijdens het douchen. In de eerste minuut werd circa 70% van het TOC teruggevonden en circa 80% van de TN, wat de totale hoeveelheid op 300 mg TOC en 58 mg TN per douchebeurt brengt. Omgerekend naar CZV (factor 3 – zie paragraaf 2.3) komt de gemiddelde gevonden TOC waarde overeen met 0,9 g CZV/persoon.

In laatstgenoemde studie [70] zijn ook douche-experimenten bij zwembaden gedaan, met dezelfde douchecabine als in het laboratorium. Daar werd tussen de 252 en 387 mg TOC/persoon en 66-102 mg TN/persoon gevonden in de eerste 30 seconden. In de eerste halve minuut werd in de laboratoriumexperiment circa 50% van het TOC teruggevonden en circa 60% van de TN, wat de totale hoeveelheid op 500-775 mg TOC en 110-170 mg TN per douchebeurt brengt. Omgerekend naar CZV liggen de waarden tussen de 1,5 en 2,3 g CZV/persoon. De

gevonden waardes waren hoger voor mensen die langer niet gedoucht hadden, het lichaam afwreven met de handen of die van te voren lichamelijk actief waren geweest.

Het gebruik van shampoo, douchegel en andere wasproducten vergroot de hoeveelheid vuil die van een lichaam afgewassen kan worden, omdat de oppervlakte-actieve stoffen vuildeeltjes zoals huidvet in oplossing brengen die met alleen water niet weggewassen zouden worden. Ook dragen mensen thuis geen badkleding, en worden soms hulpmiddelen zoals washandjes en sponzen gebruikt. Daarnaast heeft een groot deel van de mensen eerder op de dag al thuis gedoucht, voordat zij naar het zwembad gingen. Het is daarom aannemelijk dat de vuilvracht die thuis van het lichaam wordt gewassen eerder hoger dan lager zal zijn dan de in de studies gevonden waarden.

Deze aanname wordt onderbouwd door de waarden gevonden in een Duitse studie [71] waarbij met twee personen een badkuipexperiment is gedaan waarbij shampoo en een washandje zijn gebruikt. De gevonden CZV gehalten voor de bijdrage van lichaamsvuil waren meer dan tweemaal zo hoog als in de eerder genoemde studies: 4150 en 5400 mg CZV. Daarnaast werden 76 en 254 mg N gevonden, en 0,45 en 1,6 mg PO₄-P. De persoon met de lage waarden was een vrouw die de laatste 24 uur alleen kantoorwerk had gedaan, de ander een man die fysiek werk had gedaan.

Tabel 5.1 geeft een overzicht van de in de genoemde studies gevonden waarden:

TABEL 5.1 BIJDRAGE VAN LICHAAMSVUIL IN CZV (G/KEER), N (G/KEER) EN P (MG/KEER)

Type experiment	Badkuip	Douchecabine lab	Douchecabine zwembad	Badkuip
Wassen	T=30°C, passief	T=38-40°C actief en passief	T=38-40°C actief en passief	T=37°C, shampoo* actief (washandje)
n =	16	10	106	2
CZV		1,25 0,9	1,5-2,3	4,2 & 5,4
TN	0,04	0,06	0,11-0,17	0,76 & 0,25
P	-	-	-	0,45 & 1,6

* De shampoo en het washandje werden eerst in het water gebracht, de inhoud van de badkuip werd gehomogeniseerd, en daarna werd het beginmonster genomen.

Aangezien mensen thuis actief douchen en meestal shampoo en/of douchegel gebruiken wordt het vuil efficiënt van het lichaam gewassen. De Duitse studie gaf hoge waarden, maar deze was slechts op twee personen gebaseerd. Daarom wordt uitgegaan van de hoogst gevonden waarden in de Nederlandse zwembadstudie: 2,3 g CZV en 0,17 g N per persoon per keer. Op basis van de in Duitsland gevonden P-waarden kan gesteld worden dat de vracht aan P verwaarloosbaar is.

De gebruiksfrequentie van thuis douchen is 0,72 keer per dag. Daarnaast is er een vakantie-correctie (zie paragraaf 3.3.3) van 5%. De gemiddelde dagelijkse lozing per persoon per dag komt dan uit op: $2,3 \times 0,72 \times 0,95 = 1,6$ g CZV en $0,17 \times 0,72 \times 0,95 = 0,1$ g N.

5.1.2 VERZORGINGSPRODUCTEN

Er zijn gedetailleerde studies gevonden die het gebruik van verzorgingsproducten en cosmetica in beeld brengen, zowel de gebruiksfrequentie als de per keer gebruikte hoeveelheden. Hiervan is er één gedaan met een groep van 516 Nederlandse consumenten [72]. Andere studies betreffen studies uit Frankrijk [73, 74] en de Verenigde Staten [75, 76] en een gecomp-

leerde studie voor EU landen [77, 78]. Voor de huidige studie is alleen gebruik gemaakt van de gegevens over de Nederlandse consumenten, omdat de getallen voor de andere landen duidelijk afwijken van de in Watergebruik Thuis gerapporteerde douchefrequenties.

Er bestaat een zeer grote variatie aan verzorgingsproducten, en elk merk en type heeft een eigen samenstelling. In het kader van een Europese studie naar Ecolabel-criteria voor zeep, shampoos en conditioners, is de gemiddelde samenstelling hiervan bepaald op basis van de ingrediënten van een groot aantal verschillende producten [79]. Voor de ingrediënten met een gewichtsaandeel van 0,5% of meer zijn de theoretische CZV- en N-gehalten berekend. Geen van die ingrediënten bevatte fosfor.

De meest gebruikte verzorgingsproducten die toegevoegd worden aan wat van het lichaam gespoeld wordt zijn shampoo, douchezeep, handzeep en crèmespoeling. Het aandeel vaste zeep is ten opzichte van 1998 sterk gedaald: volgens het jaarverslag over 2012 van de NCV was het aandeel vloeibare zeep toen gegroeid tot 82% tegenover 76% twee jaar eerder [80]. In een krantenartikel uit 2001 wordt gesproken over een aandeel vloeibare zeep van 53%, ten opzichte van 44% twee jaar eerder [81]. In nieuwere jaarverslagen worden geen actuelere cijfers gegeven, maar waarschijnlijk is het aandeel vloeibaar verder gegroeid. In deze studie is de situatie vereenvoudigd naar 100% vloeibare handzeep.

Volgens de beschikbare gegevens [72] gebruiken 70% van de mannen en 85% van de vrouwen douchegel. Het grootste deel van de overige 15-30% van de bevolking zal een ander product gebruiken om zich te wassen, bijvoorbeeld vaste zeep of shampoo. Daarnaast zijn er ook mensen die meer dan één product gebruiken voor de lichaamsverzorging, bijvoorbeeld douchegel en een scrubmiddel. Voor de berekening is daarom uitgegaan van een gebruikerspercentage van 100% voor vloeibare douchezeep.

De vrachten CZV en N die als gevolg van het gebruik van shampoo, vloeibare douche- en handzeep en crèmespoeling wordt geloosd is berekend op basis van de volgende gegevens (zie ook bijlage 5):

- Percentage mannelijke en vrouwelijke gebruikers, gebruiksfrequenties en -hoeveelheden voor shampoo en crèmespoeling [72];
- Douchegel: percentage gebruikers geschat op 100%, gebruiksfrequentie en -hoeveelheid volgens [72];
- Handzeep: percentage gebruikers geschat op 100%, gebruiksfrequentie en -hoeveelheid volgens [82];
- Theoretische CZV- en N-gehalten van ingrediënten met een gewichtsaandeel van minstens 0,5% voor de gemiddelde producten zoals samengesteld door [79].

Omgerekend naar de dagelijkse vracht per persoon geeft dit een hoeveelheid CZV van 2,8 g/p.d en 0,2 g N/p.d voor de opgetelde bijdrage uit shampoo, vloeibare douche- en handzeep en crèmespoeling. In geen van de in de analyse betrokken ingrediënten van verzorgingsproducten zat P.

De gebruiksfrequentie van douchen is 0,72 keer per dag. Daarnaast is er een vakantiecorrectie (zie 3.3) van 5%. De gemiddelde dagelijkse lozing komt dan uit op 1,9 g CZV en een verwaarloosbare hoeveelheid N: 0,02 g per persoon per dag.

5.2 TEXTIELREINIGING

De vuilvracht afkomstig van textielreiniging bevat naast het uitgewassen vuil ook verschillende soorten wasmiddelen en toevoegingen. Dit betreft wit- en bontwasmiddelen in poedervorm en als vloeibare variant maar ook wasverzachters, vlekkenmiddelen en speciale inweekmiddelen. Naast vuil worden er ook textielvezels uit het wasgoed gewassen.

5.2.1 GEBRUIK VAN SOORTEN WASMIDDELEN

De consumentenbond heeft in 2016 marktcijfers voor bontwasmiddelen gepubliceerd, waaruit bleek dat het aandeel vloeibare middelen veel hoger was dan dat van poeder [83]: 70% vloeibaar tegenover 16% waspoeder op basis van het aantal verkochte verpakkingen “gewone” wasmiddelen, en daarnaast nog zo’n 14% capsules en gels (zie Tabel 5.2). Voor specifiek witwasmiddelen is geen Nederlandse marktinformatie gevonden.

Over het algemeen is er in Nederland een toename te zien in het aandeel vloeibare wasmiddelen, en is het marktaandeel van waspoeders gemiddeld nog 25% (o.b.v. omzet). Jongeren en gezinnen met kinderen gebruiken vooral vloeibare middelen gebruiken, onder gepensioneerden is het aandeel waspoeder nog circa een derde [84]. Dat het gemiddelde marktaandeel op 25% ligt wijst erop dat het aandeel poeder onder witwasmiddelen waarschijnlijk groter is dan het aandeel 16% voor bontwasmiddelen, hoewel dat aandeel berekend was op basis van het aantal verkochte verpakkingen.

De Nederlandse Vereniging van Zeepfabrikanten (NVZ) heeft aangegeven dat er een verschuiving aan het optreden is naar meer geconcentreerde middelen, maar kon geen specificaties geven [85]. Volgens de A.I.S.E. (International Association for Soaps, Detergents and Maintenance Products) lag in 2014 het gemiddelde Europese marktaandeel voor poeders en geconcentreerde gels/capsules op respectievelijk 52% en 19% [86]. Standaard vloeibare middelen vormen de overgebleven fractie. In 2013 is voor vijf landen (Groot Brittannië, Duitsland, Frankrijk, Italië en Rusland) onderzoek gedaan naar wasmiddelgebruik [87]. Daar kwamen grote verschillen tussen landen naar voren. De verwachting is dat van die landen Groot Brittannië, Duitsland en Frankrijk het meest op Nederland lijken, daarom zijn deze ter informatie in de tabel opgenomen. Ook is in die studie gevraagd naar het gebruik van wasverzachters. Het blijkt dat in de drie landen rond de 70% van de respondenten altijd of meerdere keren per week wasverzachter gebruikt.

TABEL 5.2 AANDEEL VAN VERSCHILLENDE SOORTEN WASMIDDELEN

	Bontwasmiddel Nederland 2015 [83] (% verpakkingen)	Wasmiddel Europa 2014 [86] (%)	Meest gebruikte soort wasmiddel in 2013 (% van respondenten) [87]		
			Groot Brittannië	Duitsland	Frankrijk
Poeder	16,4	52	37	50	13
Vloeibaar standaard	69,9	29	37	42	69
Capsules	9,9	19	12	2	9
Gel	3,7		15	6	9
Gebruikt wasverzachter	-	-	73% *	72%	65%

* Dit is het aandeel respondenten dat aangaf altijd of meerdere keren per week wasverzachter te gebruiken.

5.2.2 CZV-GEHALTE VAN WASMIDDELEN

De gemiddelde CZV-vracht afkomstig van wasmiddelen is in 2014 onderzocht in een Stowa-studie naar het effect van het verdergaand ontharden van leidingwater [88]. Toen is van een aantal producten¹¹ het CZV-gehalte bepaald, om op basis van de aanbevolen dosering de resulterende CZV-vracht te kunnen berekenen. Gemiddeld waren de gehalten als volgt:

- 0,4 g CZV/g voor poeders,
- 0,5 g CZV/g voor standaard vloeibare middelen,
- 0,8 g CZV/g voor geconcentreerde middelen,
- 0,3 g CZV/g voor wasverzachter.

De verschillende soorten wasmiddelen hadden duidelijk verschillende CZV-gehalten, wat betekent dat het relatieve aandeel van de verschillende soorten wasmiddel effect heeft op de geloosde vracht.

5.2.3 GELOOSDE VRACHTEN UIT WASMIDDELEN

Geloosde vracht - Op basis van verkoopcijfers

In 2016 werd er in Nederland 118715 ton wasmiddelen verkocht [85], omgerekend 19,2 g/p.d. De verkoopcijfers omvatten alle middelen die voor de was worden gebruikt, dus naast wasmiddel en wasverzachter ook producten als vlek- en voorbehandelingsmiddelen, drogerdoekjes en strijkwater. Omdat er geen cijfers beschikbaar zijn voor de individuele hoeveelheden van die verschillende producten in 2016, is gerekend met de totaalhoeveelheid alsof deze alleen uit wasmiddel en wasverzachter bestond. Op basis van de gegevens in paragraaf 5.2.1 is voor elk soort wasmiddel een percentage gekozen.

Voor waspoeder is uitgegaan van het marktaandeel van 25%. Over het gemiddelde aandeel capsules en gels is niets bekend, maar waarschijnlijk ligt dit voor de witte was lager dan de 14% bij de bontwasmiddelen. Bij gebrek aan informatie is het gemiddelde aandeel geconcentreerde middelen geschat op totaal 10%. De overige 65% is dan voor de vloeibare middelen. Hierbij komt dan nog de wasverzachter. Op basis van de getallen uit Tabel 52 is gekozen voor gebruik van wasverzachter bij 70% van de wasbeurten.

Voor 100 wasbeurten betekent dit de volgende aantallen doseringen: 65 keer vloeibaar wasmiddel, 25 keer waspoeder, 10 keer geconcentreerd wasmiddel en 70 keer wasverzachter. De verschillende middelen tellen dus voor respectievelijk 38%, 15%, 6% en 41% mee in de dosering. Hierdoor komt het gemiddelde CZV-gehalte van de wasmiddelen inclusief wasverzachter op iets meer dan 0,4 g/g. Het dagelijkse gebruik van 19,2 g/p.d komt dan overeen met een CZV vracht van 8,2 g/p.d.

Geloosde vracht - Op basis van aanbevolen dosering

De geloosde vracht kan ook worden berekend op basis van de gemiddelde aanbevolen doseringen op de verpakkingen en de CZV-gehalten van de producten (Tabel 5.3). Doseringen en CZV-gehalten worden gegeven in het eerder genoemde Stowa-onderzoek naar ontharden [88]). Omdat echt hard water steeds minder voorkomt in Nederland is er alleen gerekend met de doseringen voor zacht en middelhard water (zie ook bijlage 4).

¹¹ zes vloeibare wasmiddelen, acht waspoeders, twee wasverzachters, twee geconcentreerde vloeibare wasmiddelen en één soort tabs

TABEL 5.3

CZV VRACHT UIT WASMIDDELEN, BEREKEND OP BASIS VAN DE CZV VRACHT PER MACHINEWAS A.H.V. AANBEVOLEN DOSERINGEN [88]. DE PENETRATIEGRAAD VAN DE WASMACHINE IS 0,97 EN DE GEBRUIKSFREQUENTIE 0,28 (ZIE PARAGRAAF 3.2)

	gCZV/was	Aandeel in het gebruik	gCZV/was	Vracht (gCZV/p.d)
poeder	24	0,15	27,7	7,5
vloeibaar	41	0,38		
geconcentreerd	32	0,06		
wasverzachter	16	0,41		

Berekend op basis van de aanbevolen doseringen voor de machinewas komt de CZV-vracht iets lager uit dan wanneer de verkoopcijfers als uitgangspunt worden genomen. Dit was te verwachten omdat in de verkoopcijfers ook de wasmiddelen voor de handwas zijn opgenomen, en producten als strijkwater en drogerdoekjes.

Gekozen vracht uit wasmiddelen

Door de NVZ is aangegeven dat het aandeel geconcentreerde wasmiddelen stijgt en dat dit de interpretatie van marktcijfers moeilijk maakt [85]. Een groter aandeel aan geconcentreerde middelen betekent niet automatisch een grotere vracht, dit hangt af van het gedrag van de consument. Wanneer mensen de dosering aanpassen aan de concentratie, zou de vracht gelijk moeten blijven. Voor het doel van deze studie is aangenomen dat de vracht berekend o.b.v. de verkoopcijfers het meest betrouwbaar is: 8 g CZV/p.d.

Zoals aangegeven in §3.3.5 wordt er voor textielreiniging geen vakantiecorrectie toegepast, omdat het effect van vakanties op de textielreiniging verwaarloosbaar wordt geacht.

5.2.4 VUIL UIT HET TEXTIEL

Het wasgoed bevat verschillende verontreinigingen, en ook vezels uit het textiel zelf dragen bij aan de vuilvracht. Behalve de in 1998 uitgevoerde studie [3] zijn er geen goede gegevens gevonden over de vuilvracht uit wasgoed. Er zijn wel concentraties van CZV en andere stoffen in wasmachinewater gevonden, maar zonder bijbehorende informatie over de bijdrage van wasmiddelen aan de vuilvracht of over het corresponderende debiet. Het is niet waarschijnlijk dat wasgoed nu veel vuiler of veel minder vuil is dan in 1998. Daarom wordt uitgegaan van de resultaten van die studie.

In 1998 is er aan 30 textielwassen van 6 huishoudens gemeten om te bepalen welk deel van de vuilvracht afkomstig is uit het wasgoed. Per kg wasgoed bleek er gemiddeld 11 g CZV en 0,2 g Nkj geloosd te worden. Er zijn geen aanvullende getallen gevonden.

Uit onderzoek van de Consumentenbond in 2014 [89] bleek dat wasmachines van 5-6 kg capaciteit gemiddeld voor 80% belaad worden, en wasmachines met een capaciteit van 6-8 kg slechts voor 60%. Dat betekent dat de gemiddelde lading wasgoed ongeveer 4,5 kg weegt. Uit één lading van 4,5 kg komt 55 g CZV en 1 g N vrij. Vermenigvuldigd met de penetratiegraad van 0,97 en de wasfrequentie van 0,28 keer per persoon per dag geeft dit een lozing van 13,4 g CZV en 0,2 g N.

5.3 VOEDSELVERZORGING

Water speelt een grote rol in de handelingen rondom voedsel, en als gevolg daarvan is er ook een duidelijke relatie met het huishoudelijk afvalwater. In alle huishoudens wordt met de hand en/of met een afwasmachine afgewassen. Het afwaswater bevat voedselresten en afwas-

middel. Daarnaast worden er ook voedselresten buiten het afwassen om via de gootsteen en toilet weggespoeld.

5.3.1 HANDAFWASMIDDELEN

Uit de studie “Watergebruik Thuis” is gebleken dat per persoon gemiddeld 0,39 keer per dag met de hand afwassen wordt [11]. In een Nederlandse studie uit 2001 onder 9 huishoudens gebruikte men per keer hoeveelheden van 1-16 g (n=163). Gemiddeld werd er per afwasbeurt 5 g gebruikt [90]. Er zijn weinig gegevens gevonden over het verbruik van afwasmiddel in een normale huishoudelijke situatie¹². De A.I.S.E. gaat uit van een huishoudelijk gebruik van 3-10 g per keer voor standaardafwasmiddel en 2-5 g per keer voor geconcentreerd afwasmiddel [93].

Er zijn veel merken en soorten afwasmiddel. Hoewel de precieze samenstelling sterk kan variëren zijn oppervlakte-actieve stoffen in alle gevallen het belangrijkste ingrediënt. De basis-samenstelling zoals wordt gegeven door het IKW (het Duitse Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel) is 13,6% natriumalkaansulfonaat/natriumlaurethsulfaat en 1,2% cocamidopropyl betaine [94]. Dit komt goed overeen met een representatieve samenstelling gegeven door de A.I.S.E. [95]. Naast oppervlakte-actieve stoffen zitten er ook kleur-, geur-, en hulpstoffen in commerciële producten. De concentraties zijn zo laag dat ze hier verder buiten beschouwing zijn gelaten.

Op basis van de beschikbare informatie wordt uitgegaan van 5 gram afwasmiddel per keer. De door het IKW opgegeven ingrediënten geven een theoretische CZV-vracht van 1,9 g per afwasbeurt, en een verwaarloosbare hoeveelheid N (5 mg). Uitgaande van een gebruiksfrequentie van 0,39 keer per persoon per dag en een vakantiecorrectie van 5% is de dagelijkse lozing uit handafwasmiddel 0,7 g CZV/p.d.

5.3.2 MACHINEVAATWASMIDDELEN

Er zijn verschillende machinevaatwasmiddelen op de markt. Standaard worden een wasmiddel, glansspoelmiddel en zout gebruikt. Vaatwastabletten bevatten in elk geval wasmiddel, en daarnaast één of meer andere middelen. Bij tabletten die alleen wasmiddel bevatten worden glansspoelmiddel en zout apart gedoseerd. “Alles in één” tabletten combineren vijf functies: wasmiddel, glansspoelmiddel, zout, anti-glascorrosiemiddel en metaalbescherming. De samenstelling van de tabletten varieert sterk, met als belangrijkste ingrediënten de zogenaamde “builders” (waterontharders), buffers (om pH constant te houden) en vulmiddelen.

Van de detergenten die in huishoudens gebruikt worden waren vaatwastabletten de laatste jaren de uitzondering voor wat betreft de aanwezigheid van fosfor als ingrediënt. Veel middelen bevatten tot voor kort grote hoeveelheden fosfaat of fosfonaten, fosforhoudende fosfaatvervangers. Fosfaat heeft de functie van builder, het voorkomt dat vuildeeltjes opnieuw neerslaan.

De Emissieregistratiefactsheet “Huishoudelijk afvalwater” uit 2016 stelt bijvoorbeeld dat er in de periode 2005-2013 per persoon bijna 470 mg P/d werd geloosd via vaatwastabletten. Dit is toen berekend op basis van de volgende uitgangspunten: één blokje van 20 g per huishouden per dag, een natriumtripolyfosfaatgehalte van 34% (fosforgehalte 25% in natriumtripolyfos-

¹² Andere gevonden studies met Europese deelnemers (geen Nederlanders) komen op veel hogere hoeveelheden van rond de 20-30 gram, maar daar werden standaard meerdere sets complete eenpersoonsserviezen en bestek afgewassen [91, 92].

faat, dus 1,7 g P per tablet), een huishoudelijke penetratiegraad van wasmachines van 55% en een huishoudgrootte van 2 personen [96]6 .

Sinds januari 2017 mag een vaatwasmiddel echter nog maar 0,3 g P per dosis bevatten ([97, 98]). De nu beschikbare penetratiegraad en gebruiksfrequentie op persoonsniveau voor vaatwassers (zie paragraaf 3.2) zijn respectievelijk 66% en 0,17 keer per dag. Wanneer alle fabrikanten de maximaal toegestane hoeveelheid P in hun middelen zouden opnemen en het gewicht van vaatwastabletten 20 g blijft, is de dagelijkse P-lozing 34 mg P/persoon. Er zijn ook middelen die nu al minder P bevatten, wat betekent dat dit getal een maximumwaarde is.

Om de bijdrage aan CZV en N uit vaatwastabletten te bepalen moet gekeken worden naar andere ingrediënten. Er zijn veel verschillende samenstellingen mogelijk. In studies naar de milieu-impact van vaatwasmiddelen wordt daarom met vereenvoudigde formules gewerkt. Voor de revisie van Europese Ecolabelcriteria voor vaatwasmiddelen is de volgende representatieve samenstelling van een fosfaatvrij vaatwasmiddel gebruikt: 30% natriumcitraat, 50% natrium(per)carbonaat, 10% natriumsilicaat en 6% copolymeren van acrylzuur en maleïnezuur [99]. Op basis van de theoretische CZV en N-gehalten van deze ingrediënten bevat een vaatwasblokje van 20 gram zo'n 8,3 g CZV en geen N. Rekening houdend met de penetratiegraad, de gebruiksfrequentie op persoonsniveau en een vakantiecorrectie van 5% geeft dit een dagelijkse lozing van 0,9 g CZV/persoon.

5.3.3 VERKOOPCIJFERS VAN AFWASMIDDELEN

In 2016 werd in Nederland 34.867 ton afwasmiddel verkocht binnen de huishoudelijke markt [85], dit getal omvat alle producten voor handafwas en vaatwasmachine. Omgerekend is dit 5,6 g per persoon per dag. Uit de berekeningen in de voorgaande paragrafen is gebleken dat het CZV-gehalte van zowel handafwasmiddel als van vaatwasblokjes rond de 0,4 g/g is. De dagelijkse CZV-lozing aan afwasmiddelen komt dan op 2,3 g per persoon.

Dit is iets hoger dan de 1,6 g/p.d aan handafwasmiddelen en vaatmachinewasmiddelen berekend in de twee voorgaande paragrafen op basis van de doseringen. Het kan zijn dat mensen toch meer product gebruiken dan in de berekening is aangehouden. Dit effect zit naar verwachting vooral in de handafwasmiddelen, aangezien vaatwasblokjes een vaste dosis hebben. Wanneer de vracht bijvoorbeeld wordt berekend op basis van de bovengrens van A.I.S.E. voor handafwasmiddel (10 g per keer) komt de lozing 0,7 g CZV hoger uit, vergelijkbaar met die berekend op basis van de verkoopcijfers.

Afwasmiddel wordt ook voor andere doeleinden gebruikt dan alleen de afwas, bijvoorbeeld voor schoonmaken in de keuken. Daarom wordt voor de analyse uitgegaan van het gemiddelde van beide rekenmethoden: 2 g CZV/p.d.

5.3.4 VIA HET RIOOL WEGGESPOELDE VOEDINGSRESTEN

Gegevens uit de studie "Zuurstofvraag uit huishoudens", 1998.

De studie naar de zuurstofvraag uit huishoudens uit 1998 [3] is het meest uitgebreide beschikbare onderzoek naar afwaswater en weggespoelde voedselresten. Bij 25 huishoudens in en om Wageningen is toen gedurende vier dagen bijgehouden en opgevangen wat er normaliter aan voedingsresten via de gootsteen of het toilet weggegooid zou worden. Vaste en vloeibare resten werden verzameld, van voorspoel- en afwaswater werd het volume bijgehouden en een monster geanalyseerd. Gemiddeld werd er dagelijks per huishouden 59,38 g CZV en 0,15 g N geloosd, afkomstig van voedingsresten en afwasmiddel. Met CZV-gehalten van 7-170 g en

Nkj-gehaltes van 0,015-0,6 g was de variatie in metingen erg groot. De grootte van de deelnemende huishoudens varieerde tussen de 1 en 5 personen, de helft bestond uit 4 personen. De dagelijkse lozing per persoon is berekend op basis van de gemiddelde huishoudgrootte van 3,48 mensen: 17 g CZV en 42 mg N. Er zijn geen gegevens per persoon voor de verschillende huishoudens, waardoor er geen relatie tussen huishoudgrootte en voedselgerelateerde lozing gelegd kan worden.

Ten opzichte van de vrachten uit afwasmiddel is de vracht van 17 g CZV/p.d uit afwaswater en voedingsresten veel groter. De CZV-vracht uit afwasmiddel werd in 1998 op 5 g/p.d geschat, waardoor de bijdrage uit afgewassen en weggegooid voedingsresten uitkwam rond de 12 g CZV.

In de omschrijving van de bestemmingen van de verschillende typen voedingsresten werd in 1998 door alle huishoudens aangegeven dat jus en frituurolie/vet niet via de gootsteen of het toilet werden afgevoerd. Het is echter bekend dat veel huishoudens wel resten olie en vet wegspoelen, zoals ook in de resultaten van de meest recente studie naar voedselverspilling te zien is [100, 101]. Zie ook de volgende paragraaf. Vanwege het hoge CZV-gehalte dragen ook kleine hoeveelheden vet en olie sterk bij aan de totale vracht.

Gegevens uit onderzoek naar voedselverspilling via een app, 2016.

In 2016 is onderzocht hoeveel voedselresten er gemiddeld via gootsteen en toilet bij huishoudens worden weggespoeld. Dit is op twee manieren in kaart gebracht: zelfrapportage door middel van een enquête via internet onder 763 respondenten [100] en registratie via een app [102] onder 1105 respondenten¹³. Deze tweede groep vulde gedurende twee dagen drie keer per dag via een app in wat ze hadden weggespoeld.

Rapportage via de app gaf als resultaat dat er jaarlijks 16-69 liter per respondent wordt weggespoeld via gootsteen en toilet, waarvan de helft koffie en thee. Het gemiddelde lag op 57 l/jaar. De resultaten zijn gegeven per respondent (Tabel 5.4). Voor de via de app gerapporteerde categorieën voedingsmiddelen zijn dit waarschijnlijk de betrouwbaarste beschikbare waarden.

TABEL 5.4 VIA GOOTSTEEN EN TOILET VERSPILD VOEDSEL, IN ML PER RESPONDENT PER DAG [102]. GEGEVENS VERKREGEN D.M.V. EEN APP

Huishoudgrootte	Gemiddeld**	1	2	3	4	5	6
Koffie en thee	84	84	89	80	69	79	106
Melk	28	26	26	29	35	35	16
Zuiveldrank	7	8	7	5	7	13	11
Dikzuivel*	11	10	11	10	12	13	6
Frisdrank en sappen	18	14	11	19	28	21	39
Sauzen	7	5	7	7	10	13	11
Totaal	155	147	152	150	161	176	190

* Yoghurt, kwark, vla. ** In de publicatie opgegeven gemiddelde verspilling.

De gehalten eiwitten, vetten en koolhydraten van verschillende representatieve producten¹⁴ zijn omgerekend naar gehalten CZV, N en P en daarna per categorie uit Tabel 54 gemiddeld (zie bijlage 6). Hiervoor zijn de voedingswaardetabellen van het Voedingscentrum gebruikt, aangevuld met voedingstabellen van het RIVM (NEVO-online) en voedingswaardetabel.nl. Er

- 13 Per huishouden was er één respondent die opgaf wat hij of zij wegspoelde. Dat konden dus alleen de eigen resten zijn, maar ook de resten van meerdere personen.
- 14 Bijvoorbeeld: voor zuiveldranken is gerekend met de gemiddelde samenstelling van volle, halfvolle en magere chocomel en vijf soorten drinkyoghurt. Zie ook paragraaf 4.1.2 voor de omrekenfactoren van kcal, eiwitten, vetten en koolhydraten naar CZV- en N-gehalten.

is aangenomen dat weggespoelde koffie en thee voor het grootste deel bestond uit koffie en thee zonder suiker of melk, en dus niet meetelde in de vrachten. De resulterende CZV- en N-vrachten worden gegeven in Tabel 5.5. De P-vracht was met 37-65 mg per respondent per dag verwaarloosbaar.

TABEL 5.5 VIA GOOTSTEEN EN TOILET VERSPILD VOEDSEL, IN G CZV EN G N PER RESPONDENT PER DAG. O.B.V. GEGEVENS IN TABEL 5.4

Huishoud- grootte	CZV						N					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Koffie, thee	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Melk	3,3	3,3	3,7	4,5	4,5	2,1	0,14	0,14	0,15	0,18	0,18	0,08
Zuiveldrank	1,3	1,2	0,8	1,2	2,2	1,8	0,03	0,03	0,02	0,03	0,06	0,05
Dikzuivel	2,5	2,7	2,5	3,0	3,2	1,5	0,09	0,10	0,09	0,11	0,11	0,05
Fris, sappen	1,5	1,2	2,0	3,0	2,2	4,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sauzen	1,8	2,5	2,5	3,6	4,7	3,9	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02
Totaal	10,4	10,9	11,6	15,2	16,8	13,5	0,27	0,28	0,27	0,34	0,38	0,21

In de bijbehorende rapportage wordt gesteld dat het aannemelijk is dat in een huishouden vaak door één persoon de resten van meerdere mensen worden opgeruimd, waardoor de hoeveelheid per respondent niet zomaar kan worden omgerekend naar een hoeveelheid per persoon. De verspilling van een eenpersoonshuishouden zou volgens de auteurs wel als indicatie van de verspilling per persoon gezien kunnen worden [102]. Op basis van de resultaten lijkt dit laatste echter geen goed uitgangspunt. Respondenten uit huishoudens van 1, 2 en 3 personen rapporteerden namelijk allemaal een verspilling van circa 150 ml/d. Vanaf 4 personen is er een langzame toename. De hoeveelheid uitgedrukt per lid van het huishouden daalt dus eerst heel sterk en vlakt daarna af. Waarschijnlijk verspillen kleine huishoudens relatief meer voedsel via toilet en gootsteen dan grotere huishoudens.

De in de studie gevonden gemiddelde dagelijkse verspilling via gootsteen en toilet (zie Tabel 55) resulteert in een CZV-vracht van 12 g/respondent en een N-vracht van 0,3 g/respondent. Gedeeld door de gemiddelde huishoudgrootte in Nederland (2,2 personen) geeft dit een dagelijkse vracht van 5,4 g CZV en 0,13 g N per persoon. Dit komt overeen met de helft van de verspilling opgegeven voor een tweepersoonshuishouden. Deze waarde lijkt daarom representatief voor de vracht per persoon, voor de via de app onderzochte voedingsmiddelen.

Aanvullende gegevens uit onderzoek via zelfrapportage d.m.v. een enquête, 2016.

De berekende dagelijkse vracht van 12 g CZV/respondent en 0,3 g N/respondent is echter niet compleet. Veel soorten voedingsresten die ook wel eens door gootsteen en toilet weggespoeld worden waren niet in de app opgenomen. Een deel hiervan was wel opgenomen in het onderzoek o.b.v. zelfrapportage via de enquête: boter, eieren, maaltijdresten, jus en olie (incl. braadvet, excl. frituurvet en -olie), soep, wijn, bier, vis, rijst, pasta en couscous. De bijbehorende rapportage [100] geeft alleen het gemiddelde van de opgegeven hoeveelheden, en geen opsplitsing naar huishoudgrootte. Uit de zelfrapportage kwam naar voren dat de respondenten dachten jaarlijks gemiddeld in totaal 21,2 kg voedsel te verspillen, waarvan circa 2,6 liter zuivel en 7 liter andere vloeistoffen.

De gemiddelde via gootsteen en toilet weggespoelde CZV-vracht van de voedingsmiddelen die wel in de zelfrapportage waren opgenomen maar niet in de app komt uit op 3,5 g CZV/d¹⁵. De N- en P-vrachten waren in alle gevallen verwaarloosbaar. De hoeveelheid braadvet en olie

15 Dit is exclusief maaltijdresten. De omschrijving is te vaag om een inschatting te maken van de samenstelling. De opgegeven hoeveelheid was overigens erg laag, 32 g/respondent/jaar.

heeft een sterke invloed op de totaal geloosde CZV vracht: 3,1 g is afkomstig van de categorie “jus en/of olie” en 0,2 g elk van soep en wijn. Ter vergelijking: één standaardtheelepels olie (5 ml) vertegenwoordigt een CZV vracht van 13,2 g. Gedeeld door de gemiddelde huishoudgrootte in Nederland (2,2 personen) is de dagelijkse vracht voor deze voedselresten 1,6 g CZV per persoon.

Het is bekend dat zelfrapportage tot een onderschatting leidt, en dat bleek ook uit een vergelijking van de resultaten met de uitkomsten van een sorteeraanlyse van vast huishoudelijk afval en met de rapportage via de app. In de sorteeraanlyse van huishoudelijk afval (restafval en gft van 130 huishoudens) werd gevonden dat alleen al via die route gemiddeld 30,4 kg per persoon¹⁶ per jaar aan voedselresten wordt weggegooid [101]. Als gekeken wordt naar de hoeveelheden voedingsresten die via beide methoden bepaald zijn, blijken de via de app gerapporteerde hoeveelheden vele malen groter: 6,4 keer voor dikzuivel, rond de 8,5 keer voor zuivelranken en frisdrank/sap, bijna 12 keer voor melk, 14 keer voor koffie en thee en 38 keer voor saus. Het is aannemelijk dat de hoeveelheden oliën en vetten, soep en wijn in dezelfde orde van grootte ondergerapporteerd zijn. Voorzichtig uitgaande van de minimale onderrapportage van 6,4 keer, komt de aanvullende vracht uit de zelfrapportage uit op 10,2 g CZV per persoon per dag.

Gekozen waarden

De gecombineerde vracht die in 2016 via app en zelfrapportage is gevonden bedraagt 15,6 g CZV en 0,13 g N per persoon per dag. In 1998 werden waarden van 12 g CZV en 0,04 g N gevonden.

De getallen uit de onderzoeken van 2016 geven niet voldoende informatie om de in 1998 gevonden waarden te kunnen vervangen. Via de app zijn voor een deel van de via het riool geloosde voedingsmiddelen betrouwbare getallen verkregen, maar o.a. olie en vet zijn buiten beschouwing gebleven. De door zelfrapportage via enquête verkregen aanvullende getallen geven interessante maar onbetrouwbare informatie, die niet goed gecorrigeerd kan worden omdat onbekend is in welke mate ondergerapporteerd is. Daarnaast heeft geen van de onderzoeken in 2016 gekeken naar de lozing via afspoel- en afgietwater, zoals in 1998 wel is gedaan. Hier staat tegenover dat de steekproef in 1998 erg klein en lokaal was.

Wanneer de gemiddelde bijdrage uit oliën/vetten uit de zelfrapportage (circa 10 g CZV) opgeteld wordt bij de waarde uit 1998 (12 g CZV), komt de totale dagelijkse vracht uit afgewassen en weggespoelde voedingsresten op 22 g CZV per persoon.

De in 1998 bepaalde N_{kj}-vracht was 42 mg/p.d. Voor de via de app bepaalde verspilling kwam het uit op 130 mg/p.d. In beide studies zijn niet alle soorten voedingsmiddelen opgenomen. Afgerond naar boven komt het gemiddelde op zo'n 0,1 gN/persoon.dag.

Deze waarde hoeft niet gecorrigeerd te worden voor de dagelijkse uithuizigheid, omdat de onderzoeken in alle gevallen gedaan zijn voor de thuis geloosde resten. Wel is de vakantiecorrectie van 5% toepassing. De gecorrigeerde vrachten zijn 21 g CZV/p.d en 0,1 g N/p.d.

Afhaal- en kant-en-klaarmaaltijden: correctie?

In de onderzoeken naar voedselverspilling is voor zover bekend geen onderscheid gemaakt tussen dagen dat men zelf had gekookt en dagen dat afhaalmaaltijden of kant-en-klaarmaal-

¹⁶ De sorteeraanlyse geeft wel resultaten per persoon.

tijden zijn gegeten. Er is dus geen reden om de gevonden vrachten voor voedselverspilling aan te passen. Bij de afgewassen resten is wel een effect, omdat er minder snijplanken, pannen, borden etc. worden gebruikt bij het eten van dit soort maaltijden. Uit budgetonderzoek van het CBS¹⁷ bleek dat men in 2015 gemiddeld per huishouden 152 heeft uitgegeven aan kant-en-klaarmaaltijden en 20 aan afhaalmaaltijden, ofwel in totaal $172/2,2 = 78$ per persoon¹⁸. Stel dat een maaltijd 5-10 kost, dan zou het gaan om 8-16 maaltijden per jaar: 2-4% op jaarbasis (365 dagen). Gezien over de gehele vracht van 12 g CZV voor afwassen en voedselresten (behalve vet/jus) zou het gaan om een correctie van 0,3-0,5 g. Omdat niet bekend welk deel van de vracht voor rekening van de afwas komt, is besloten geen correctie toe te passen.

5.4 VERZORGEN VAN DE WONING

Onder het verzorgen van de woning vallen de schoonmaakactiviteiten. Een deel van de schoonmaakactiviteiten veroorzaakt geen lozing naar het riool, bijvoorbeeld het stofzuigen en het afnemen van oppervlakken met wegwerpdoekjes. Bij activiteiten als dweilen en nat afnemen komt wel afvalwater vrij. Dit bevat schoonmaakmiddelen, en het verwijderde huisvuil. Het gebruikte sop wordt via gootsteen of toilet weggespoeld, en resten die in de doeken achterblijven komen via het wasmachinewater ook in het riool.

5.4.1 HUISVUIL

Onder huisvuil vallen in deze context voornamelijk huisstof, binnengelopen vuil en gemorst eten dat met de schoonmaakactiviteiten wordt opgenomen. Etenresten die tijdens de etens- en afwasactiviteiten worden opgeruimd vallen binnen de activiteiten rond de voedselverzorging. Resten urine en ontlasting die tijdens het schoonmaken van de toiletpot worden verwijderd zijn deel van de eerder berekende vrachten daarvan.

Er is niet veel bekend over soorten en hoeveelheden vuil in woningen, en welk deel daarvan uiteindelijk in het riool komt. Huisstof is wel onderzocht. Een studie van het RIVM rapporteert gevonden waarden van 2,2-8,9 mg/m².d aan neerddwarrelend stof [103]. Tijdens stofzuigen en afnemen werden hoeveelheden tussen de 0,1 en 11,5 g/m² gevonden, dit is van een onbekend aantal dagen. Niet alle stof wordt bij het schoonmaken weggehaald, de gemeten reductie in hoeveelheid stof na schoonmaken was een factor 1 tot 4. Van de 13 gerapporteerde gevonden waarden voor de stofbelasting lagen er 8 tussen de 0,14 en 0,83 (harde oppervlakken) en 5 tussen de 3 en 11,5 (waarvan 3 waarden voor tapijt en 1 voor een vensterbank). De auteurs geven aan dat zij een waarde van <1 g/m² realistisch vinden voor harde oppervlakken. In het blootstellingsmodel CSOIL wordt uitgegaan van een waarde rond de 0,5 g/m² [103]. Er wordt niet specifiek genoemd of deze waarde alleen “dwarrelstof” is of ook binnengelopen vuil.

CBS-cijfers geven voor 2016 een gemiddelde woningoppervlak van circa 120 m². Op basis van de waarde van 0,5 g/m² zou op de oppervlakten van een woning 60 g stof aanwezig zijn. Aangenomen dat wekelijks wordt schoongemaakt en dan de helft wordt verwijderd, wordt er per dag gezien zo'n 4,3 g aan huisstof weggehaald. Volgens de eerder genoemde cijfers voor stofdeposities zou er in een woning van 120 m² dagelijks tussen de 0,26 en 1,07 g stof uit de lucht ophopen. Dat is beduidend minder dan de berekende 4,3 g aan verwijderd vuil, wat niet onredelijk lijkt als aangenomen wordt dat binnengelopen vuil ook deel uitmaakt van de 0,5 g/m².

¹⁷ CBS-tabel “Bestedingen van huishoudens; bestedingscategorieën”, 2018. Periode: 2015. Voorlopige cijfers.

¹⁸ De gemiddelde grootte van een huishouden is 2,2 personen.

Niet alle oppervlakken worden nat schoongemaakt. Vooral vloeren worden ook droog gereinigd (stofzuigen, vegen). Het is niet bekend welk deel van een gemiddelde woning uit vrij vloeroppervlak bestaat. Wanneer 50% nat wordt schoongemaakt, komt er rond de 2,1 gram per woning in het schoonmaakwater. Rekening houdend met de gemiddelde huishoudgrootte van 2,2 personen en een gemiddeld CZV-gehalte van 1,2-1,4 g/g voor organisch materiaal komt de CZV-vracht op 1,2 g/p.d. De gewone uithuizigheid zal weinig invloed hebben op deze vracht, maar tijdens vakanties wordt er geen stof of vuil binnengebracht. Na de vakantiecorrectie van 5% is de vracht 1,1 gCZV/p.d.

In een studie uit Groot-Brittannië is het stikstofgehalte van huisstof in 32 huizen bepaald. Dit was 1-8,5% op gewichtsbasis, met een gemiddelde van $3,9 \pm 2\%$ [104]. Een studie uit Finland vond een stikstofgehalte van 4,6% in de gecombineerde inhoud van stofzuigerzakken van zes huishoudens [105]. Uitgaande van 4% N komt er een verwaarloosbare N-vracht van 40 mg/p.d. met het stof in het schoonmaakwater terecht. Metingen aan het fosforgehalte van de inhoud van stofzuigerzakken gaven ook verwaarloosbare waarden: tussen de 1,2 en 1,4 mg P/g stof [106].

5.4.2 SCHOONMAAKMIDDELEN

Voor het schoonhouden van de woning is een heel scala aan producten beschikbaar, toegespitst op de verschillende te reinigen oppervlakken¹⁹. Naast generieke middelen zoals allesreinigers en schuurmiddelen zijn er producten specifiek voor toilet, badkamer, keuken, vloer, ramen, etc. Vaak zijn er onderverdelingen binnen soorten, zoals verschillende typen toiletreinigers en reinigers speciaal voor laminaatvloeren. In het algemeen zijn (naast water) oppervlakte-actieve stoffen de belangrijkste ingrediënten van reinigingsmiddelen, met zuurteregelaars op de tweede plaats. Een uitzondering zijn de schuurmiddelen die voor het grootste deel uit calciumcarbonaatdeeltjes bestaan. Andere ingrediënten zijn polymeren voor een grotere viscositeit, conserveringsmiddelen, parfums en kleurstoffen.

In 2016 werd in Nederland in totaal 72.530 ton aan schoonmaakmiddelen verkocht [85], omgerekend 11,7 g per persoon per dag. Op basis van het procentuele aandeel van de verschillende typen middelen op het totaal [107], algemene samenstellingsinformatie van Unilever [107] en Cleanright [108] voor de verschillende typen middelen en theoretische CZV-gehalten voor de belangrijkste ingrediënten komt de resulterende CZV-vracht op 4,2 g/p.d. (Tabel 5.6).

TABEL 5.6 BEREKENING VAN CZV VRACHT UIT REINIGINGSMIDDELEN VOOR DE WONING

	Marktaandeel [107] (%)	Dagelijkse hoeveelheid (g/p.d)	Theoretisch CZV-gehalte (g/g)	Dagelijkse vracht (gCZV/p.d)
Toiletreinigers (totaal)	28	3,3	0,6	1,8
Allesreiniger	26	3,0	0,3	1,1
Hygiënische reinigers	18	2,1	0,2	0,5
Overig	14	1,6	0,2	0,4
Keuken- bad- en douche	10	1,2	0,3	0,3
Schuurmiddelen	5	0,6	0,3	0,2
Totaal		11,8		4,2

Omdat dit de hoeveelheid verkocht reinigingsmiddel betreft hoeft er niet gecorrigeerd te worden voor uithuizigheid.

19 Sommige agressieve schoonmaakmiddelen leiden tot de vorming van vluchtige organische stoffen. Vanwege het verwachte geringe effect op de totale vracht is dit buiten beschouwing gebleven.

De samenstellingslijsten gaven geen informatie over het mogelijke stikstofgehalte van schoonmaakmiddelen. Het is echter zeker dat er via schoonmaakmiddelen ook stikstof in het afvalwater terecht komt: ammoniakoplossing wordt gebruikt als ontvetter, en ammoniak is een ingrediënt in ruitenreinigers. Er zijn geen verkoopcijfers gevonden voor huishoudammoniak of ammoniakhoudende schoonmaakmiddelen. In een notitie over ammoniakemissies uit huishoudens is gevonden dat eerdere emissieschattingen uit gingen van een gebruik van 1 liter ammoniakoplossing per huishouden per jaar (gehalte 25%) maar dat de emissie uit schoonmaakmiddelen nu is bijgesteld naar 36 g NH₃/hh.jaar op basis van onderzoek uit het Verenigd Koninkrijk [109]. Dit komt overeen met een verwaarloosbare N-emissie van 37 mg N/p.d.

In Cleanright staan fosfonaten en fosforzuur vermeld als ingrediënten bij toiletpotreinigers (twee van de vier soorten, 0-5% fosfonaten), vloerreinigers (0-0,5% fosfonaten), metaalreinigers voor roestvrij staal (10-20% fosforzuur), anti-kalkmiddelen (5-15% fosforzuur²⁰ en 1-5% fosfonaten) en bleekmiddel (<0.5% fosfonaten) [108]. Er is geen informatie gevonden op basis waarvan het gebruiksaandeel van deze specifieke stoffen ingeschat kan worden, maar zelfs wanneer alle toiletreinigers 5% fosfonaten zouden bevatten (P-gehalte 20%), is de resulterende P-vracht slechts 30 mg/p.d.

5.5 SAMENVATTING VRACHTEN IN GRIJS WATER

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gevonden CZV, N en P vrachten die met het grijs water uitgescheiden worden.

TABEL 5.7 SAMENVATTING VAN GEVONDEN GEMETEN WAARDEN EN BEREKENDE THEORETISCHE CZV, N EN P-VRACHTEN IN COMPONENTEN VAN DE GRIJS WATERSTROOM (G/PERSOON.D)

	Textielreiniging*	Persoonlijke verzorging	Verzorging van de woning	Voedsel-verzorging**	Totaal
CZV	21	3,5	5,3	23	53
N	0,2	0,1	>0	0,1	0,4
P	>0	>0	>0	>0	>0

* wasmiddel (§5.2.3) plus vuil uit textiel (§5.2.4). ** afwasmiddel (§5.3.3) plus weggespoelde voedselresten (§5.3.4)

De grootste bijdrage aan de vrachten in grijs water zijn die van de textielreiniging en de voedselverzorging. De gebruikte CZV- en N-waarden voor wat er uit wasgoed gewassen wordt zijn gebaseerd op de praktijkmetingen die voor de studie uit 1998 gedaan zijn [3]. P is toen niet gemeten. Dit zijn de enige gevonden metingen waarbij het echte waterverbruik is gemeten en gerelateerd aan de betreffende concentraties.

Voor de P-vracht van de verschillende stromen geldt dat de beschikbare gegevens leidden tot verwaarloosbaar kleine theoretische waarden, of dat er geen kwantitatieve informatie was. Het gehalte zal echter zeker groter zijn dan 0.

²⁰ Fosforzuur is één van de drie genoemde mogelijkheden, kan ook mierenzuur of sulfaminezuur zijn.

6

ONGEWENSTE LOZINGEN

In de praktijk worden er door huishoudens veel zaken op het riool geloosd die daar niet in thuishoren. Dit blijkt uit waarnemingen in de riolering, bij de rwzi en uit onderzoeken naar rioolgebruik. Het gaat om een grote variatie aan ongewenste lozingen, waaronder frituurolie en -vet, maandverband, condooms, verfresten, schoonmaakdoekjes, etc.

Er zijn een aantal studies gevonden die samen een beeld geven van dit soort ongewenste lozingen (zie Tabel 61). Rioned heeft in 2013 onderzoek gedaan naar dit aspect, waarbij voor een aantal soorten afval is gevraagd of men dit door het toilet of de gootsteen spoelt [19]. Door Rioned is toen ook de vraag gesteld of men denkt dat anderen het doen, dit om het aspect van sociaal-wenselijke antwoorden te ondervangen. Ook in het kader van Watermonitor 2009 [110] en in de gemeente Nijmegen [20] zijn enquêtes gehouden over wat er zoal door het riool wordt gespoeld.

TABEL 6.1 RESULTATEN VAN ENQUÊTES NAAR ONGEORLOOFDE LOZINGEN, IN % VAN RESPONDENTEN DIE HET BETREFFENDE ANTWOORD HEEFT GEGEVEN. EEN STREEPJE GEEFT AAN DAT HET SOORT LOZING NIET GENOEMD IS

	NL Rioned 2013 *		Nijmegen 2014 **	NL Watermonitor 2009 ***	
	Zelf	Anderen	Wel eens	Altijd	Af en toe
Frituurvet	4.3	69	9	0	3
Verf	2.1	37	17	<1	6
Medicijnen	1.7	70	-	0	3
Schoonmaakdoekjes	1.2	47	0	-	-
Spoelwater verf-kwasten en -rollers	-	-	57	-	-
Ammonia, chloor	-	-	25	-	-
Koffie- en theeprut	-	-	21	-	-
Vochtige toiletdoekjes	-	-	20	-	-
Kwastreiniger of verfverdunner	-	-	11	1	20
Terpentine, thinner	-	-	10	<1	10
Batterijen	0.1	3	-	-	-
Papier	0.1	16	-	-	-
Blik	0.4	1	-	-	-
Kattenbakgrit	0.6	17	0	-	-

* Of men het zelf wegspoelt via toilet, gootsteen / of men denkt dat anderen dat doen. n=2085

** Men spoelt dit wel eens weg via toilet, gootsteen of straatputje. n=1527

*** Men spoelt dit wel eens weg via toilet, gootsteen of wasbak. n=1227

Het verschil in antwoorden tussen de directe en de indirecte vraag door Rioned is erg groot. Er kan niet zomaar gesteld worden dat de indirecte vraag het eerlijke antwoord is, volgens de auteurs zal de werkelijkheid ergens in het midden liggen. Dan nog gaat het om grote hoeveelheden mensen die dit soort zaken lozen.

Uit het onderzoek van Rioned blijkt ook dat er verschillen te zijn in de antwoorden wanneer men kijkt naar omgeving, leeftijdsgroepen en opleidingsniveau:

- Hoe groter de gemeente waar mensen wonen, hoe vaker mensen aangeven dat anderen verf, frituurvet, kattenbakvulling en papier door het toilet spoelen.
- Hoger opgeleiden vaker geven vaker dan lager opgeleiden aan dat anderen verf (44% vs. 27%) en frituurvet (73% vs. 60%) door het toilet spoelen.
- van de jongeren van 18 t/m 24 jaar geeft 56% aan dat anderen weleens verf door het toilet spoelen. Onder ouderen van 65 jaar en ouder is dit slechts 22%. Voor frituurvet is dit respectievelijk 85% onder jongeren vs. 64% onder ouderen.

In beide andere onderzoeken kwam naar voren dat vooral de groep tot 35 jaar vaker ongewenst lozingsgedrag vertoont met betrekking tot schadelijke stoffen als terpentine en verf. De Watermonitor concludeerde bovendien dat laagopgeleiden relatief vaak aangaven niet te weten of een product vervuילend is of niet.

In de Stadsenquête Leiden 2010 [21] werd een omgekeerde vraag gesteld, men werd gevraagd een voorbeeld te noemen van maatregelen die ze zelf namen of waar ze op letten om watervervuiling te voorkomen. Ongeveer 30% van de respondenten gaf aan dat ze geen verfristen of chemische middelen door het riool spoelden, en eenzelfde percentage gaf aan voorzichtig te zijn met vet en olie bij de afvoer. Dit wil niet zeggen dat 70% van de mensen dus altijd verf, chemicaliën en vet wegspoelt, maar het geeft wel aan het grootste deel van de mensen waarschijnlijk wel eens een ongewenste lozing doet.

Volgens cijfers van MVO, de ketenorganisatie voor oliën en vetten, komt er jaarlijks in Nederland 1,2 kg gebruikt frituurvet per persoon vrij, waarvan 20% wordt ingezameld [111, 112]. Dit betekent dat huishoudens zelf ongeveer 2,5 gram per persoon per dag afvoeren, wat overeen komt met bijna 8 g CZV/p.d. Het is niet bekend hoeveel hiervan via het vast afval verdwijnt en hoeveel er via het riool wordt weggespoeld.

Het is duidelijk dat ongewenste lozingen een veelvoorkomend verschijnsel zijn. Bij gebrek aan cijfers over de hoeveelheden aan ongewenste weggespoelde producten is echter niet aan te geven in welke mate deze lozingen de vracht uit huishoudens vergroten. Het betreft ook vaak incidentele lozingen: men verft bijvoorbeeld niet elke dag zijn huis. Wanneer uitzonderlijke waarden gevonden worden tijdens het meetonderzoek kunnen ongewenste lozingen mogelijk wel (deel van) de verklaring zijn.

7

TECHNOLOGISCHE EN MAATSCHAPPELIJKE ONTWIKKELINGEN

7.1 WATERONTHARDING

De hardheid van water heeft invloed op de dosering van was- en reinigingsmiddelen en persoonlijke verzorgingsproducten zoals shampoo. Bij zachter water wordt de dosering lager. De doseervoorschriften voor wasmiddelen en wasverzachters maken daarom onderscheid tussen verschillende hardheden. Volgens een kosten-batenanalyse van verder centraal ontharden in relatie tot minder wasmiddelgebruik, blijkt dat dit tot energetische en financiële baten kan leiden. Het resultaat is afhankelijk van de gedragsverandering van de consument [88].

Het is de vraag of er in huishoudens inderdaad significant minder middelen gebruikt zouden worden bij verdergaande waterontharding. Hiervoor zouden campagnes nodig zijn om de gemiddelde consument te informeren en te overtuigen. Mensen die last hebben van hard water zijn hierbij de makkelijkste doelgroep.

In Nederland komt echt hard water niet meer voor, op veel plaatsen vindt centrale ontharding plaats. Toch worden er particuliere waterontharders verkocht, en gezien de hoeveelheid informatie op internet lijkt dit zelfs een trend te zijn. Verkoopcijfers zijn echter niet voorhanden. Marktleider AquaCell stelt op hun internetpagina dat in oktober 2016 het 200.000^e apparaat verkocht werd. Redenen die worden gegeven om een ontharder te kopen zijn o.a. minder kalkaanslag, een lager wasmiddelgebruik, en zelfs vermindering van eczeemklachten. Dat er ondanks het steeds zachtere leidingwater toch veel mensen kiezen voor een ontharder heeft te maken met de toename in luxe badkamers en keukens met materialen die gevoeliger zijn voor kalkaanslag en voor de producten waarmee deze verwijderd wordt [113]. De verkoopinformatie over waterontharders benadrukt de voordelen van het apparaat en dus ook de besparing op wasmiddelen. Waarschijnlijk zijn de gebruikers van deze apparaten zich meer dan gemiddeld bewust van dit effect en letten zij daarom beter op de dosering.

Om ook de consumenten te bereiken die vanuit zichzelf geen interesse hebben in de waterhardheid zouden campagnes nodig zijn om ook deze groep bewuster te laten doseren. De hardheid van het water geeft echter niet altijd een goede voorspelling van de kans op kalkaanslag, bij zacht water kan er toch dusdanige aanslag optreden dat de gebruikers hierdoor ontevreden zijn over hun leidingwater [114]. In dit geval kan men denken dat het zachtere leidingwater toch nog te hard is, en bewust de dosering niet aanpassen.

Het bewust doseren van wasmiddel is complex. Voor het volgen van de instructies moeten verschillende vragen beantwoord worden: wat is de waterhardheid, hoe vuil is het wasgoed en hoe vol is de trommel (zie de volgende paragraaf). Voor het wasresultaat speelt ook het

watervverbruik een rol, en dit varieert per programma. Daarnaast zijn de doseerbollen en -bakjes gemaakt om ook de grootste dosering te kunnen afmeten (bij extra vuil wasgoed en hard water). Dit is veel groter dan in de meeste gevallen nodig is. Het is dus de vraag of ook na campagnes de goede intentie van mensen in de praktijk gebracht gaat worden, of dat men volgens gewoonte blijft doseren.

Een technologische ontwikkeling die mogelijk een positief effect heeft op de dosering, is de wasmachine met automatische wasmiddeldosering. Hiervan is nog niet te zeggen of het een trend gaat worden. In maart 2017 stonden er 14 op de vergelijkingspagina van de consumentenbond, op een totaal van meer dan 300.

7.2 GROTERE WASMACHINES

Tot niet zo lang geleden hadden wasmachines een standaardcapaciteit van 5 kg. Hierop is de standaardgrootte van één was van 4,5 kg gebaseerd. De meeste wasmachines die tegenwoordig te koop zijn hebben echter een grotere capaciteit, tot wel 12 kg. Van de wasmachines die in maart 2017 op de vergelijkingspagina van de consumentenbond stonden, had het grootste deel een capaciteit van meer dan 8 kg.

TABEL 7.1

WASMACHINES OP DE PAGINA VAN DE CONSUMENTENBOND (OP 14-3-2017)

Capaciteit	Getest en goed verkrijgbaar/niet getest	Niet of beperkt verkrijgbaar
Voorlader tot 5 kg	1	0
Bovenlader (5,5-7 kg)	20	2
Voorlader 5-8 kg	119	124
Voorlader 8 kg of groter	192	76

Het effect van deze trend op de lozing door huishoudens is moeilijk te voorspellen. Op de wasmiddelen staat in de meeste gevallen nog altijd de standaarddosering voor de wasmachine van 5 kg, met eventueel een aanduiding voor hoeveel wasmiddel extra gedoseerd moet worden voor een grote was. Mogelijk houden de meeste mensen uit gewoonte vast aan hun standaarddosering, waardoor ze relatief minder wasmiddel gaan gebruiken. Dit effect treedt echter alleen op als er dan ook minder vaak gewassen gaat worden, omdat er per keer meer in de machine kan. Volgens de consumentenbond worden de grote machines echter niet goed benut. Uit een test met 34 huishoudens in 2014 bleek dat machines van 6-8 kg gemiddeld maar voor 60% vol zaten, tegenover 80% 5 jaar eerder, toen de meeste machines een capaciteit van 5 kg hadden [115]. Waarschijnlijk zal de hogere dosering voor grote machines op termijn de standaard worden op de wasmiddelverpakking. Wanneer men dan standaard de dosering voor grote wasmachines aanhoudt maar de capaciteit niet benut, zal er juist relatief meer wasmiddel per kg was verbruikt gaan worden.

7.3 PARTICULIERE VAKANTIE-ACCOMMODATIES

Steeds meer mensen bieden een kamer of zelfs een hele woning aan via bijvoorbeeld Airbnb, Home Exchange, Wimdu of Couchsurfing. Ook zijn er steeds meer Bed & Breakfasts. Het aantal accommodaties dat op deze manier wordt aangeboden neemt toe. Er zijn verschillende varianten in: de eigenaar is bijvoorbeeld wel of niet thuis, het kan gaan om losse kamers maar ook om hele woningen, sommige worden vrijwel permanent verhuurd en andere alleen tijdens de vakantie of een weekendje weg van de eigenaar.

Helaas zijn er geen cijfers voorhanden om een goede analyse te kunnen maken, en de relevantie van deze ontwikkeling m.b.t. de zuurstofvraag is dus lastig in te schatten. Er zijn wel verschillende effecten te bedenken:

- Bij verhuur tijdens vakanties vervalt bijvoorbeeld de correctie voor de daaraan gerelateerde uithuizigheid.
- Een tweede woning die anders weinig gebruikt wordt heeft ineens wel een vuilvracht, maar die was ook verwacht (betaald via de heffingen).
- Eenpersoonshuishoudens die vaak een kamer verhuren hebben een hogere vuilvracht dan op basis van hun status verwacht wordt.

7.4 ALTERNATIEVE WAS- EN REINIGINGSMIDDELEN

Afgaande op de hoeveelheid informatie die op internet en via andere media te vinden is zijn er steeds meer mensen die zelf wasmiddelen en persoonlijke verzorgingsproducten maken. In sommige gevallen zou dit invloed kunnen hebben op de vuilvracht en het soort vervuiling, bijvoorbeeld wanneer een scheutje azijn gebruikt wordt in plaats van wasverzachter. Het is onbekend hoeveel Nederlanders zelf hun middelen maken en deze gebruiken en of hun aantal toe- of afneemt.

7.5 KANT-EN-KLAARMAALTIJDEN

De markt in kant-en-klaarmaaltijden groeit [[116-118]]. Dit heeft op verschillende manieren invloed op de vrachten die in de categorie “voedselverzorging” geloosd worden. Bereidingsverliezen zijn er niet, en vooral maaltijden die direct uit de verpakking worden gegeten geven vrijwel geen vracht naar het afvalwater, alleen voor het afwassen van het bestek. Sommige gemaksmaltijden worden wel in een pan opgewarmd en/of van een bord gegeten, maar over het algemeen zal er ook in die gevallen minder afwas zijn dan wanneer de maaltijd helemaal met verse producten wordt bereid. Naast kant-en-klaarmaaltijden worden ook regelmatig afhaalmaaltijden gegeten, waarbij hetzelfde effect op de lozing optreedt. Zoals in §5.3.4 besproken is, lijkt de vermindering in de vracht gemiddeld over Nederland gezien klein. Dit kan echter anders worden als de trend doorzet, en ook zouden er per wijk wel effecten zichtbaar kunnen zijn als er relatief veel van dit soort maaltijden gebruikt worden.

8

VRACHTEN GEVONDEN IN GESCEIDEN INGEZAMELDE STROMEN

Sinds 1998 zijn er in Nederland en daarbuiten grote ontwikkelingen geweest op het gebied van de gescheiden inzameling en verwerking van huishoudelijke afvalwaterstromen. Uit meetonderzoeken aan deze stromen is informatie beschikbaar gekomen over de debieten en de samenstelling van verschillende huishoudelijke afvalwaters. Omdat de wijken waar dit soort gescheiden systemen geïmplementeerd zijn niet representatief zijn voor de gemiddelde Nederlandse bevolking, kunnen de waarden niet zomaar gebruikt worden als maat voor de vrachten van de gemiddelde Nederlander. Wel is het waardevolle informatie ter vergelijking met de theoretische vrachten en de uitkomsten van het recente meetonderzoek aan gemengd rioolwater in 5 wijken [1].

8.1 ZWART WATER

In Nederland zijn bruikbare zwartwatergegevens verkregen uit het eerste Nieuwe Sanitatie demonstratieproject in Sneek aan de Lemmerweg. De gegevens van het zwart water van het tweede project in Sneek zijn niet bruikbaar omdat daar een mengsel van zwart water en gemalen keukenafval geproduceerd wordt. Ter vergelijking worden ook getallen voor Duitsland (Flintenbreite) weergegeven, en voor een studentencomplex in Noorwegen. Zwart watergegevens voor de Groningse wijk Drielanden waren helaas niet bruikbaar²¹.

TABEL 8.1 VRACHTEN CZV, NKJ EN P IN G/PERSOON.D IN ZWART WATER OP BASIS VAN DE RESULTATEN VAN LANGLOPENDE DEMONSTRATIEPROJECTEN [120], [121] [122]

	Lemmerweg-Oost, Sneek (2007-2009) [120]	Flintenbreite, Duitsland* (2003-2008, 2013-2014) [121, 122]	Kaja studentenaccommodatie, Noorwegen (2010-2013) [[123, 124]]
CZV	66	65	77
N	7,8	11	11
P	1,0	1,4	1,3

* Gemiddelde van vrachten uit twee publicaties over Flintenbreite [121, 122]

Wanneer de CZV-vrachten van Lemmerweg Oost en Flintenbreite worden gecorrigeerd voor het thuis gebruikte toiletpapier (30 g CZV) komt de waarde voor zwart water op ca. 35 gCZV/p.d.

21 In Sneek en Flintenbreite wordt zwart water ingezameld met behulp van een vacuümsysteem. De Groningse wijk Drielanden heeft ook een gescheiden systeem, maar hier wordt geen strikt gescheiden zwart water ingezameld. Omdat er in Drielanden geen vacuümsysteem maar een waterzuinig spoelsysteem onder vrij verval wordt toegepast (Gustavberg waterbesparend toiletsysteem) wordt het grijs water van 55 van de 166 woningen bijgemengd in het zwart waterriool om de doorspoeling te verbeteren. De zwartwatervracht van Drielanden zou te berekenen moeten zijn door te corrigeren voor de grijswatervracht van die 55 woningen. Dit levert echter onrealistisch lage vrachten op: 24 g CZV, 1,3 g N en 0,2 g P per persoon per dag (meetwaarden uit [119]). Een verklaring is op basis van de beschikbare gegevens niet te geven. Wel wordt in [119] het vermoeden geuit dat er toch regenwater bij het afvalwater is gekomen.

Kaja is een studentencomplex, waardoor de vrachten niet representatief zijn voor een gemiddelde bevolking. Toch zijn de waarden interessant, als voorbeeld van hoe verschillend de vrachten kunnen zijn voor verschillende groepen mensen. Op basis van een deeltjesgrootteanalyse bleek het zwart water van Kaja naar schatting 30-40% toiletpapier te bevatten, wat betekent dat 45-55 g CZV/d zou kunnen worden toegeschreven aan urine en ontlasting [124]. Dat is beduidend hoger dan in de gemengde wijken. In Nederland heeft de leeftijdsgroep van 19-31 jaar de grootste voedselinname en daarmee ook een hogere uitscheiding, waarbij mannen een beduidend grotere inname hebben dan vrouwen (zie paragraaf 4.1.2). Naar verwachting verschilt de Noorse voedselinname niet heel veel van de Nederlandse. De man-vrouwverdeling in Kaja was ruwweg in evenwicht [124]. Bij een 50-50 verdeling en de gemiddelde Nederlandse voedselinname voor die groep, komt de berekende uitscheiding uit op gemiddeld 44 g CZV/p.d. aan urine en ontlasting.

8.2 URINE EN ONTLASTING

De verschillende Nederlandse projecten op het gebied van Nieuwe Sanitatie hebben gegevens opgeleverd over de samenstelling van urine en feces in Nederland. In de meeste gevallen betreffen dit metingen aan urine en ontlasting van hoogopgeleiden (universitaire werknemers en studenten uit binnen- en buitenland), en zijn de resultaten dus mogelijk niet representatief voor het Nederlandse gemiddelde. Wel geven ze een goede indicatie. Tabel 82 geeft een overzicht van gevonden gegevens over de samenstelling van urine en feces die in Nederland zijn ingezameld.

TABEL 8.2 SAMENSTELLING VAN URINE DIE IN NEDERLAND IS INGEZAMELD

	Kantoorurine [125]*	Samenstelling (g/l)		Berekende vrachten (g/p.d) o.b.v. 1,4 l/p.d
		Ochtend- en middagurine [36]**	Niet gespecificeerd* [126]"=	
CZV	6,3 - 8,4	9,0 ± 4,1	12,8 ± 0,2	8,8 - 18
N	6,3 - 7,2	8,6 ± 3,7	5,3 ± 1,1	7,4 - 12
P	0,4 - 0,5	0,7 ± 0,5	0,3 ± 0,0	0,4 - 1,0

* Medewerkers en studenten van Wageningen Universiteit (onbekend aantal)

** Medewerkers en studenten van Wetsus (92) en patiënten Medisch Centrum Leeuwarden (14)

Hoewel de samenstelling van urine gedurende de dag niet echt varieert wanneer gekeken wordt naar de aanwezige organische stoffen en hun onderlinge verhouding, worden er grote verschillen in concentraties gevonden [36]. Afhankelijk van de vochtinname geven metingen aan urinemonsters dus andere concentraties, wat invloed heeft op de berekende vrachten.

Er is één Nederlandse studie gevonden waarbij de samenstelling van ontlasting is bepaald. Dat is toen gedaan voor de ontlasting van vijf jonge studenten van Wageningen Universiteit [126]. De toen gemeten CZV vracht kwam op 78 g/p.d., onrealistisch hoog. Deze waarde kan niet verklaard worden door de leeftijd van de proefpersonen of door andere gegevens uit die studie en wordt daarom verder buiten beschouwing gelaten.

8.3 GRIJS WATER

In Nederland wordt en werd grijs water op verschillende plaatsen gescheiden ingezameld. Gedetailleerde gegevens zijn beschikbaar voor de wijken Waterland in Groningen, Lemmerweg Oost in Sneek, Noorderhoek in Sneek, Flintenbreite in Duitsland en het studentencomplex

Kaja in Noorwegen. Waarden voor deze laatste locatie worden niet gegeven, omdat zij niet representatief zijn²².

TABEL 8.3 VRACHTEN CZV, NKJ EN P IN G/PERSOON.D IN GRIJS WATER IN WOONWIJKEN (DRIE NEDERLANDSE EN EEN DUITSE) [119-122, 127, 128].

	Lemmerweg-Oost, Sneek (2007-2009) [120]	Noorderhoek, Sneek (2012- 2013) [127]	Waterland, Groningen (2005, (2014-2015))* [119, 128]	Flintenbreite, Duitsland** (2003-2008, 2013-2014) [121, 122]
CZV	50	45	35-37	42
N	1,5	1,1	1,5-1,9	1,3
P	0,3	0,9	0,3-0,5	0,5

* Voor de berekening van de vrachten o.b.v. de concentraties gegeven in [128] is het debiet gegeven in [119] gebruikt. In de eerdere publicatie was geen debiet gegeven.

** Gemiddelde van vrachten uit twee publicaties over Flintenbreite [121, 122].

Op basis van de gegevens in de tabel wordt er gemiddeld dagelijks per persoon 43 g CZV, 1,4 g N en 0,5 g P geloosd via het grijze water.

De CZV-waarde vracht van Waterland ligt duidelijk lager dan die voor de beide installaties in Sneek en ook lager dan in Flintenbreite. Het verschil is echter minder groot dan bij de zwart watervracht (zie 8). Het lijkt onwaarschijnlijk dat het gedrag van de inwoners van Waterland in zo'n grote mate afwijkt van dat van de bewoners van beide locaties in Sneek. In Noorderhoek woonden ten tijde van de gerapporteerde waarden weliswaar alleen ouderen, maar aan de Lemmerweg was de bewoning gemengd. Mogelijk komt er toch regenwater in het riool, of zijn er andere effecten van het rioolstelsel op de vrachten in Waterland.

De P-vracht is in Noorderhoek beduidend hoger. Het belangrijkste verschil met de andere locaties, dat de bewoners allemaal ouderen waren, zou hier mee te maken kunnen hebben. Sommige typen calciumsupplementen zijn gebaseerd op calciumfosfaat, en ook blijken veel medicijnen fosfaat te bevatten [129, 130]. Een ander afwijkend aspect is de centrale keuken van ouderencomplex. Het zou kunnen dat daar relatief veel fosfor uit professionele reinigings- en vaatwasmiddelen vrijkwam. Vanwege de andere eisen die aan de producten gesteld worden bevatten deze vaker fosfaat dan huishoudmiddelen [99] en ook is het gebruik anders dan in huishoudens. Of en in welke mate de leeftijd van de bewoners en het hebben van een centrale keuken de verklaring zijn voor de hogere fosforvracht is niet te zeggen.

Wanneer de waarden van Waterland en Noorderhoek niet meegerekend worden is de gemiddelde lozing via het grijze water 46 g CZV, 1,4 g N en 0,4 g P.

22 De studenten in Kaja hadden een relatief hoog waterverbruik, en gebruikten veel magnetronmaaltijden waardoor er weinig werd gekookt en weinig afgewassen [123, 124].

9

BESCHOUWING VAN DE RESULTATEN

9.1 SAMENVATTING VAN DE GEVONDEN VRACHTEN

Op basis van de beschikbare gegevens is berekend dat de theoretische totale zuurstofvraag uit huishoudens ongeveer 163 g O₂/persoon.dag bedraagt. Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de gevonden waarden voor CZV, N en P uitgedrukt in de dagelijks per persoon thuis geloosde vracht:

TABEL 9.1 THEORETISCHE DOOR HUISHOUDENS THUIS GELOOSDE VRACHT. SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN UIT DE VOORGAANDE HOOFDSTUKKEN (G/PERS.D). VERWAARLOOSBAAR = V.W. DOOR AFRONDING KAN HET ZIJN DAT DE AFZONDERLIJKE GETALLEN NIET OPTELLEN TOT HET TOTAAL

	Totaal O ₂ -verbruik*	CZV	N	P
Urine	47	8,6	8,5	Samen 1,2
Ontlasting	36	32	0,9	
Toiletpapier	27	27	v.w.	v.w.
Luiers, incont.mat. (correctie)	-1,5	-1,0	-0,1	0
Totaal toilet	109	66	9,3	1,2
Persoonlijke verzorging	4,0	3,5	0,1	>0
Textielreiniging	22	21	0,2	>0
Woningverzorging	5,3	5,3	>0	>0
Voedselverzorging	23	23	0,1	>0
Totaal grijs	55	53	>0,4	>0
Totaalvracht	163	119	>9,7	>1,2

* CZV+4,57xN

De waarde van 163 gram totaal zuurstofverbruik per persoon per dag is tot stand gekomen na een zo gedetailleerd mogelijke theoretische analyse van de verschillende soorten huishoudelijke afvalwaterlozingen. Tussen individuele personen zijn er echter grote verschillen in geloosde vrachten te verwachten, als gevolg van verschillen in leeftijd, persoonlijke voorkeuren, opvoeding, opleiding, inkomen, etc. Daarnaast zullen momentopnamen ook voor dezelfde persoon grote verschillen laten zien, afhankelijk van bijvoorbeeld de tijd van het jaar en de precieze activiteiten van dat moment.

9.2 INDICATIE VAN DE BANDBREEDTE

Voor de interpretatie van de resultaten is het nuttig om een idee te hebben van de bijbehorende bandbreedte. De geraadpleegde bronnen laten echter een zeer grote variatie zien in de herkomst en daarmee ook de betrouwbaarheid van de gepresenteerde getallen. Voor een aantal zaken zijn bijvoorbeeld aannames gedaan, andere getallen komen uit grote studies waar geen betrouwbaarheid bij wordt gegeven, andere studie geven getallen met standaardafwijking maar zijn gebaseerd op een kleine specifieke steekproef, etc. In de meeste gevallen is daarom geen kwantitatief oordeel te geven over de bandbreedte.

Hieronder volgt per deelvracht een beknopte evaluatie van de betrouwbaarheid van de gevonden waarde, en waar mogelijk een indicatie van de bandbreedte. Hierbij geldt dat de bandbreedte, net als de gemiddelde waarde, voor de lozing van de theoretische gemiddelde Nederlander is. De werkelijke lozingen uit woningen kunnen hier zeker nog boven of onder zitten.

Algemene uithuizigheid

De gemiddelde algemene uithuizigheid uit het uitgebreide Tijdsbestedingsonderzoek is 22%, een waarde die betrouwbaar is voor de gemiddelde Nederlander van 12 jaar en ouder. Voor jongere kinderen is gekeken naar de uren op school, en bekende gegevens over buitenschoolse opvang en kinderopvang. Op basis hiervan is de algemene uithuizigheid iets naar beneden bijgesteld, op 20%. Hierbij is al rekening gehouden met activiteiten buitenshuis anders dan school of BSO.

Ontlasting - waarden

De gevonden CZV-waarden voor ontlasting op basis van energieverlies naar feces en vrachten aan niet-opgenomen stoffen komen overeen: 35 g/p.d. Beide waarden zijn gebaseerd op de gemiddelde Nederlandse voedingsinname, waarin alle leeftijdsgroepen zijn verwerkt. De mogelijke onbetrouwbaarheid zit dan in de gebruikte kentallen voor energieverlies en niet-opgenomen voedingsstoffen. Dit zijn echter waarden die in de voedingswetenschap gebruikt worden voor alle mensen, er zijn geen bandbreedtes of variaties per leeftijdsgroep of sekse gevonden.

Ontlasting - uithuizigheid

Uit Watergebruik Thuis blijkt 15% van de toiletbezoeken buitenshuis te zijn. Voor urine is nu aangenomen dat 15% van de urine buitenshuis geloosd wordt. De samenstelling/concentratie van urine varieert echter gedurende de dag, en ook is de hoeveelheid per toiletbezoek verschillend. Mogelijk wordt dus meer of minder dan 15% van de vracht met de urine buitenshuis geloosd. Voor zover bekend bezoeken mensen liever thuis de wc voor de ontlasting. De uithuizigheid voor ontlasting is nu, net als in 1998, gesteld op 5%. Een uithuizigheid van minder dan 5% voor ontlasting lijkt onrealistisch. Het kan wel zijn dat in de praktijk meer mensen hun behoefte buitenshuis doen. Wanneer de uithuizigheid voor ontlasting gelijkgesteld zou worden aan die van urine (15%) scheelt dat circa 3 g CZV en 0,1 g N. Dit komt overeen met 10% van de TZV van de ontlasting.

Urine

Voor urine liggen de berekende CZV waarden verder uiteen, maar het gemiddelde komt overeen met in de praktijk gemeten waarden. De afwijking van het gemiddelde is ongeveer 20%.

Toiletpapier

De CZV-vracht uit toiletpapier is met 27 g/p.d veel hoger dan in 1998. Er wordt veel meer toiletpapier verkocht, en ook is nu uit metingen bekend dat toiletpapier een hoger CZV-gehalte heeft dan alleen dat van cellulose. Er van uitgaande dat niet alle toiletpapier een dergelijk hoog CZV-gehalte zal hebben, is nu gekozen voor het gemiddelde. De geschatte correctie van 10% niet-doorgespoeld toiletpapier lijkt realistisch, er zijn echter geen getallen om dit te onderbouwen. Het verschil in verkoopcijfers tussen 1998 en 2015 is opvallend, er is sprake van een verdubbeling. Mogelijk wordt een deel van het via de detailhandel verkochte toiletpapier toch buiten huishoudens gebruikt, en is dat aandeel gegroeid. De 27 g/p.d. lijkt dus een maximumwaarde, de werkelijke vracht uit huishoudens zou lager kunnen zijn.

Correctie voor luiers en incontinentiemateriaal

De correctie voor de vrachten die met luiers en incontinentiemateriaal via het vast afval verdwijnen is gebaseerd op allerlei algemene gegevens, waaronder CBS-cijfers voor bezit van hulpmiddelen, algemene gegevens over zindelijkheid bij kleine kinderen en gegevens over huishoudelijk vast afval. Het meest onzeker is de aanname voor de fractie van “vermeden” toiletbezoeken van mensen van 12 jaar en ouder die incontinentiemateriaal bezitten. Daar staat tegenover dat de correctie klein is. Zelfs een bijstelling van 50% naar onder of naar boven heeft maar een klein effect op de totale lozing. Het effect van de betrouwbaarheid van deze waarde is verwaarloosbaar.

Persoonlijke verzorging

In deze categorie vallen het afgewassen lichaamsvuil en de gebruikte verzorgingsproducten. Er zijn alleen gegevens gevonden voor de hoeveelheid lichaamsvuil die in een zwembadsituatie wordt afgewassen. De waarden lieten een grote spreiding zien. Ook het gebruik van verzorgingsproducten varieerde sterk, en de studie waarop de gebruikshoeveelheden en -frequenties gebaseerd zijn betrof alleen volwassenen tussen de 18 en 71 jaar. De vracht uit persoonlijke verzorging is niet groot, een 50% hogere of lagere waarde zou 2 g TZV verschil uitmaken.

Was-, afwas- en schoonmaakmiddelen

Voor deze middelen is vooral afgegaan op de verkoopcijfers en gemeten en theoretische CZV- en N-gehalten. De onbetrouwbaarheid zit in het mogelijk niet-huishoudelijk gebruik van afwas- en schoonmaakmiddelen die wel via de detailhandel zijn verkocht, en in mogelijk afwijkende samenstellingen van producten waardoor de werkelijke en de in de berekeningen gebruikte CZV- en N-gehalten niet overeenkomen.

Huisvuil afkomstig van het reinigen van de woning

Voor huisvuil is weinig informatie gevonden. Dit is een component die per huishouden veel kan verschillen, afhankelijk van of er schoenen in huis gebruikt worden, huisdieren aanwezig zijn, alleen gestofzuigd wordt en niet gedweild, etc. De bijdrage aan de totale vracht is echter erg klein. Het effect van de betrouwbaarheid van deze waarde is daarmee verwaarloosbaar.

Vuil uit wasgoed

De vracht die uit wasgoed vrijkomt is gebaseerd op de in 1998 door middel van metingen vastgestelde waarde. De gevonden vrachten waren 3-25 g CZV (gemiddeld $11 \pm 5,5$) en 0,08-0,34 g N (gemiddeld $0,19 \pm 0,12$) per kg wasgoed. De gemiddelde waarde geeft een CZV-vracht van 21 g/p.d. Wanneer de spreiding wordt meegenomen in de berekening geeft dit een minimale en maximale waarde voor de vracht uit textielreiniging. Uitgaande van plus of min 5,5 voor het wasgoed-CZV, komt de minimale vracht uit de was op 14 g CZV/p.d en de maximale vracht op 28 g CZV/p.d. (incl. 8 g uit wasmiddelen). Voor N komt de waarde met plus of min 0,12 uit op minimaal 0,1 g N/p.d en maximaal 0,4 g N/p.d.

Voedselverzorging

In 2016 is de voedselverspilling in detail in kaart gebracht door middel van zelfrapportage met een app en met een enquête. Hoe nauwkeurig de getallen zijn is moeilijk te zeggen, maar het is bekend dat zelfrapportage een onderschatting geeft (zie 5.3.4). In die onderzoeken waren afwaswater en het afgieten van pannen niet meegenomen. Daar is verder geen informatie over gevonden, behalve in de rapportage over de zuurstofvraag uit 1998. Toen zijn de vrachten uit deze stromen met behulp van metingen bepaald. De gemeten vracht uit 1998 is aangevuld met informatie uit 2016 over het wegspoelen van oliën en vetten/jus uit 2016, een

categorie die naar zeggen van de deelnemers in 1998 niet via het riool werd afgevoerd. De steekproef was toen echter erg lokaal. De variatie in weggespoelde etensresten is groot, en de invloed van olie en vet op de CZV vracht is erg groot. Zonder deze extra CZV komt de vracht voor afwas en weggespoelde resten op 12 g/p.d.

Ongewenste lozingen

Naast de in de analyse opgenomen gemiddelde activiteiten is er ook een component die bij gebrek aan kwantitatieve gegevens niet kon worden meegeteld. Dit betreft de ongewenste lozingen van bijvoorbeeld verfresten of frituurvet. Vanwege het incidentele karakter van de meeste van deze lozingen is het niet waarschijnlijk dat zij de gemiddelde geloosde vracht structureel sterk vergroten. Lokaal kunnen dit soort lozingen echter wel een merkbaar effect hebben.

Wanneer de bovenstaande beschouwing wordt verwerkt in de getallen, geeft dit de volgende bandbreedtes:

TABEL 9.2 THEORETISCHE DOOR HUISHOUDENS THUIS GELOOSDE VRACHT, INDICATIE VAN DE MOGELIJKE BANDBREEDTES (G/PERS.D). VERWAARLOOSBAAR = V.W. DOOR AFRONDING KAN HET ZIJN DAT DE AFZONDERLIJKE GETALLEN NIET OPTELLEN TOT HET TOTAAL

	Totaal O ₂ -verbruik*	CZV	N	P
Urine	46 - 49	6,9 - 10	8,5	Samen 1,2
Ontlasting	32 - 36	32 - 36	0,8 - 0,9	
Toiletpapier	27	27	v.w.	v.w.
Luiers, incont.mat. (correctie)	- 1,5	- 1,0	- 0,1	0
Totaal toilet	103 - 110	61 - 68	9,2 - 9,3	1,2
Persoonlijke verzorging	2,0 - 5,9	1,8 - 5,3	0,1 - 0,2	>0
Textielreiniging	14 - 30	14 - 28	0,1 - 0,4	>0
Woningverzorging	5,3	5,3	>0	>0
Voedselverzorging	13 - 23	13 - 23	0,1	>0
Totaal grijs	35 - 65	34 - 62	>0,3 - >0,7	>0
Totaalvracht	138 - 175	95 - 130	>9,5 - >10	>1,2

* CZV+4,57xN

Hierin zijn de volgende aanpassingen opgenomen (zie ook de tekst voorafgaand aan de tabel):

- Urine: plus of min 20% voor CZV, dit is de afwijking t.o.v. de gevonden gemiddelde waarde. De hoeveelheid N is afkomstig uit de eiwitten in de voeding, daar is geen bandbreedte voor te geven.
- Ontlasting: de minimumwaarde is verkregen door de uithuizigheid gelijk aan die van urine.
- Toiletpapier: er zijn geen aanwijzingen waarmee een bandbreedte bepaald kan worden.
- Luiers. incont.mat. (correctie): er zijn geen aanwijzingen waarmee een bandbreedte bepaald kan worden. Verder wordt er geen groot effect van een bandbreedte op de totale vracht verwacht.
- Persoonlijke verzorging: vrij onzeker, gekozen voor een bandbreedte van plus of min 50%.
- Textielreiniging: bandbreedte o.b.v. spreiding in de in 1998 gevonden vrachten aan vuil uit wasgoed. Voor de vracht uit wasmiddelen zijn geen aanwijzingen waarmee een bandbreedte bepaald kan worden, deze is gelijk gehouden.
- Woningverzorging: er zijn geen aanwijzingen waarmee een bandbreedte bepaald kan worden.
- Voedselverzorging: de minimumwaarde is de vracht zonder correctie voor extra olie/vet/jus. Er zijn geen aanwijzingen waarmee de bandbreedte naar boven toe bepaald kan worden.

9.3 VERGELIJKING MET DE UITKOMSTEN VAN DE EERDERE STUDIES

Onderstaande tabel geeft een vergelijking tussen de in de huidige studie gevonden waarden voor het totaal zuurstofverbruik en die uit 1998 en 1985.

TABEL 9.3 ZUURSTOFVERBRUIK ZOALS THEORETISCH BEREKEND IN DE HUIDIGE STUDIE, VERGELEKEN MET DE WAARDEN UIT 1998 EN 1985 (G/PERS.D). DOOR AFRONDING KAN HET ZIJN DAT DE AFZONDERLIJKE GETALLEN NIET OPTELLEN TOT HET TOTAAL

	Huidige studie			1998 [3]			1985 [3]
	Totaal	CZV	Nkj-O ₂	Totaal	CZV	Nkj-O ₂	Totaal
Urine	47	8,6	39	42	1,6	40	-
Ontlasting	36	32	4,1	43	37	6,2	-
Toiletpapier	27	27	0,0	11	11	0,0	-
Correctie luiers etc.	-1,5	-1,0	-0,5	-	-	-	-
Totaal toilet	109	66	43	96	50	46	76
Pers. verzorging	4,0	3,5	0,5	6,3	4,9	1,4	11
Textielreiniging	22	21	0,9	25	24	0,4	26
Woningverzorging	5,3	5,3	>0,0	4,5	4,5	0,0	5,0
Voedselverzorging	23	23	0,5	17	17	0,2	19
Totaal grijs	55	53	>1,8	52	50	2,0	61
Totaal	163	119	>44	149	100	48	137

Het totaal zuurstofverbruik komt in de huidige berekening 14 gram hoger uit dan in 1998 en 26 gram hoger dan in 1985. Niet alle opgenomen categorieën vrachten zijn nu hoger, in de tabel is bijvoorbeeld te zien dat de bijdrage van ontlasting qua CZV en N lager uitvalt, terwijl de uitkomst van de berekening van de CZV-vracht van toiletpapier juist hoger is.

MEEST OPVALLENDE VERSCHILLEN MET DE UITKOMSTEN IN 1998

- Toiletpapier: Veruit het grootste verschil zit in de CZV-vracht uit toiletpapier: 27 g/p.d tegen 11 g/p.d in 1998. Net als in 1998 is ook in deze studie gebruik gemaakt van verkoopcijfers om de vracht te berekenen. Blijkbaar is de verkoop van toiletpapier sterk toegenomen: in 1993 lag het jaarlijks verbruik rond de 5 kg per persoon, in 2015 was dit iets meer dan het dubbele. De huidige hogere waarde wordt ondersteund door de beschikbare meetgegevens aan zeefgoed uit rioolwater en andere gegevens over het gebruik van toiletpapier. Een ander verschil is dat de vracht uit toiletpapier in 1998 wel is gecorrigeerd voor uithuizigheid. Omdat gebruik wordt gemaakt van de hoeveelheid aan huishoudens verkocht toiletpapier - dus voor thuisgebruik - is die correctie nu echter niet aan de orde.
- Ontlasting: de vrachten naar ontlasting komen nu wat lager uit dan in 1998. De kentallen die toen gebruikt zijn om de uitgescheiden fractie voedingsstoffen te berekenen zijn anders zijn dan in de huidige studie.
- Urine: De CZV-vracht in urine is nu flink hoger dan in 1998. Deze is nu berekend op basis van energieverliezen, en de gevonden waarde wordt ondersteund door meetgegevens aan urine. In het rapport uit 1998 wordt voor urine alleen een geschatte waarde gebruikt, op basis van de aanname dat urine slechts kleine hoeveelheden organische stoffen bevat.
- Voedselverzorging: bij de grijswatercomponenten is de voedselverzorging de enige categorie die een opvallend groot verschil heeft met de in 1998 gevonden waarden. De CZV-vracht uit afwasmiddelen komt nu iets lager uit, terwijl de berekende vracht uit voedingsresten duidelijk hoger is. Deze laatste is in 1998 gebaseerd op een praktijkonderzoek naar de geloosde CZV-vracht uit afwaswater en via het riool weggespoelde voedingsresten. De uitkomsten van dat onderzoek zijn ook nu als basis gebruikt voor de vracht, aangevuld met uit recent onderzoek beschikbaar gekomen gegevens voor de gemiddelde lozing van oliën en vetten/jus. De respondenten van het onderzoek in 1998 gaven aan deze niet via

het riool af te voeren, terwijl uit recente onderzoeken blijkt dat dit wel in enige mate gebeurt.

9.4 VERGELIJKING MET VRACHTEN IN GESCHEIDEN INGEZAMELDE STROMEN

De uitkomsten van de theoretische analyse komen overeen met de waarden die in gescheiden ingezamelde stromen zwart water en grijs water gemeten zijn (zie hoofdstuk 8):

TABEL 9.4 VERGELIJKING VAN DE UITKOMSTEN VAN DE THEORETISCHE ANALYSE MET DE IN DE LITERATUUR GERAPPORTEERDE GEMETEN WAARDEN IN GESCHEIDEN INGEZAMELD GRIJS WATER EN ZWART WATER. ZIE OOK HOOFDSTUK 8

		Totaal O₂-verbruik	CZV	N	P
Zwart water	Theoretisch	109	66	9,3	1,2
	Gemeten	101-115	65	7,8-11	1,0-1,4
Grijs water	Theoretisch	55	53	>0,4	>0
	Gemeten	52	46	1,4	0,4
Totaal	Theoretisch	163	119	>9,7	>1,2
	Gemeten	153-167	111	9,2-12,4	1,5-1,9

Voor grijs water geeft de theoretische inschatting een hogere CZV-waarde en een lagere N-waarde dan in de gescheiden ingezamelde stromen gevonden zijn. De stikstofvracht voor grijs water is mogelijk iets onderschat. De waarde voor het totale zuurstofverbruik is wel vergelijkbaar. De hogere P-vrachten die in grijs water gemeten zijn, zijn te verklaren doordat de metingen stammen van vóór de strengere P-limieten op vaatwasmiddelen.

10

CONCLUSIE

De theoretische waarde voor het dagelijkse zuurstofverbruik in het afvalwater van een gemiddelde Nederlander komt uit op 163 g O₂ per persoon (zie Tabel 9.1) met een indicatieve bandbreedte van 138-175 g O₂ (zie Tabel 9.2). De huidige gebruikte waarde voor de vervuilingseenheid, 150 gram O₂ per persoon per dag valt binnen deze bandbreedte.

Ten opzichte van de voorgaande keren dat de zuurstofvraag theoretisch is bepaald, komt de waarde van 163 g/p.d hoger uit: in 1998 was de theoretische vracht 149 g/p.d, in 1985 werd 137 g/p.d gevonden. De eerder gevonden vrachten vallen wel binnen de indicatieve bandbreedte, of maar net erbuiten. In onderzoek aan gescheiden ingezamelde huishoudelijke afvalwaterstromen (zie §9.4) werden overeenkomstige vrachten van 153-167 g/p.d gevonden.

Van de verschillende categorieën geloosde stoffen geven de voedselverzorging en de textielreiniging de grootste onzekerheid in de vrachten, meer specifiek de via het riool weggespoelde voedselresten en het uit het wasgoed afkomstige vuil. Praktisch onderzoek (metingen) aan deelstromen was in de huidige studie niet voorzien. Met het oog op een toekomstige herhaling van deze theoretische analyse, is het aan te raden om in praktische onderzoeken naar dit soort stromen²³ ook de zuurstofvraag mee te nemen.

23 Denk aan bijvoorbeeld onderzoek naar nanodeeltjes uit wasmachines

11

LITERATUURLIJST

1. Telkamp, P., et al., *Bepaling zuurstofvraag huishoudelijk afvalwater*. 2018, STOWA.
2. Groot-Marcus, J.P. and G.P.P.M. Hesselmanns, *De zuurstofvraag van huishoudelijk afvalwater - Berekening uit productie- en verbruiksgegevens*. 1985, Stora.
3. van der Wijst, M. and A.P. Groot-Marcus, *Huishoudelijk afvalwater - Berekening van de zuurstofvraag*. 1998, STOWA.
4. Hodzic, E., *Total organic carbon (TOC) and chemical oxygen demand (COD) - Monitoring of organic pollutants in wastewater*, in *Institutionen för medicinsk biokemi och mikrobiologi*. 2011, Uppsala Universitet, Zweden.
5. Dubber, D. and N.F. Gray, *Replacement of chemical oxygen demand (COD) with total organic carbon (TOC) for monitoring wastewater treatment performance to minimize disposal of toxic analytical waste*. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 2010. **45**(12): p. 1595-1600.
6. Baltussen, J.J.M., *E-prtr voor rwzi's*. 2007, Stowa.
7. Stowa, *Vervanging van CZV door TOC*. 1998.
8. van Thiel, L., *Telefoongesprek over "Watergebruik Thuis"*, I. Bisschops, Editor. 2016.
9. van Thiel, L., *Watergebruik Thuis 2016*. 2017, TNS Nipo.
10. Baggelaar, P., *Correspondentie per e-mail over de betrouwbaarheid van de penetratiegraden en gebruiksfrequenties uit Watergebruik Thuis 2016*, I. Bisschops, Editor. 2017.
11. van Thiel, L., *Watergebruik Thuis 2013*. 2014, TNS NIPO.
12. STORA, *Het inwonerequivalent getoetst - eindrapportage*. 1985.
13. Cloin, M., et al., *Met het oog op de tijd - Een blik op de tijdsbesteding van Nederlanders*. 2013, Sociaal en Cultureel Planbureau, Den Haag.
14. SZW, *Cijfers kinderopvang eerste en tweede kwartaal 2016*. 2016, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.
15. Harms, L., *Overwegend onderweg - De leefsituatie en de mobiliteit van Nederlanders*. 2008, Sociaal en Cultureel Planbureau, Den Haag.
16. Glorix. *Groot Glorix Toilet Onderzoek*. 2009; Available from: <https://www.wonenwonen.nl/overig/groot-glorix-toilet-onderzoek/1500>.
17. Medical, B. *Nationaal Poepdagboek*. 2013; Available from: <http://www.bional.nl/poepdagboek>.
18. Stichting, M.L.D. *Zo poept nederland*. 2016; Available from: <https://www.mlids.nl/nederlanders-grote-boodschap-liefst-s-ochtends/>.
19. Rioned, *Het riool gewaardeerd. Bekendheid en waardering van de riolering in Nederland*. 2013, Rioned.
20. Gemeente-Nijmegen, *Burger en afvalwater. Kennis en gedrag rond 'goed rioolgebruik'*. 2014.
21. Leiden, S.e.O.G., *Stadsenquête Leiden 2010*, in *Statistiek 2010 / 07*. 2010, Gemeente Leiden.
22. van den Berg, I., *Allochtonen en voeding - Een literatuurverkenning*. 2010, LEI Wageningen UR.
23. Dagevos, J. and H. Dagevos, *Minderheden meer gewicht - Over overgewicht bij Turken, Marokkanen, Surinamers en Antillianen en het belang van integratiefactoren*. 2008, Sociaal en Cultureel Planbureau.

24. Rose, C., et al., *The Characterization of Feces and Urine: A Review of the Literature to Inform Advanced Treatment Technology*. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 2015. **45**(17): p. 1827-1879.
25. Kujawa, K., *Anaerobic treatment of concentrated wastewater in DESAR concepts*. 2005, STOWA.
26. Ocké, M.C., et al., *Dutch National Food Consumption Survey – Young Children 2005/2006*. 2008, RIVM.
27. van Rossum, C.T.M., et al., *Dutch National Food Consumption Survey 2007-2010, Diet of children and adults aged 7 to 69 years*. 2011, RIVM.
28. Ocké, M.C., et al., *Diet of community dwelling older adults, Dutch National Food Consumption Survey Older adults 2010-2012*. 2013, RIVM.
29. Breedveld, B.C. and K.F.A.M. Hulshof, *Zo eten jonge peuters in Nederland*. 2002, Voedingscentrum.
30. Westenbrink, S. and M. Jansen-van der Vliet, *NEVO-online 2016: achtergrondinformatie. Nederlands Voedingsstoffenbestand 2016*. 2016, RIVM.
31. Berdanier, C.D. and J. Zempleni, *Energy*, in *Advanced Nutrition: Macronutrients, Micronutrients, and Metabolism*. 2009, CRC Press, Taylor & Francis Group. p. 4.
32. Schoeller, D.A. and D.B. Allison, *Use of doubly-labeled water measured energy expenditure as a biomarker of self-reported energy intake*, in *Advances in the assessment of dietary intake*, D.A. Schoeller and M.S. Westerterp-Plantenga, Editors. 2017, CRC Press / Taylor & Francis Group: Boca Raton.
33. Schutz, Y., *ENERGY | Balance*, in *Encyclopedia of Human Nutrition*, B. Caballero, Editor. 2005, Elsevier. p. 115-125.
34. Sanders, T. and P. Emery, *Molecular basis of human nutrition*. 2003, Londen: Taylor & Francis.
35. FAO, *Food energy - methods of analysis and conversion factors / Report of a Technical Workshop, Rome, 3-6 December 2002*, in *FAO Food and nutrition paper 2003*.
36. Kuntke, P., *Nutrient and energy recovery from urine*, in *Sub-department of Environmental Technology*. 2013, Wageningen Universiteit.
37. Kipnis, V., et al., *Empirical Evidence of Correlated Biases in Dietary Assessment Instruments and Its Implications*. American Journal of Epidemiology, 2001. **153**(4): p. 394-403.
38. Mojtahedi, M., et al., *Nitrogen balance of healthy Dutch women before and during pregnancy*. American Journal of Clinical Nutrition, 2002. **75**(6): p. 1078-1083.
39. Mariotti, F., D. Tomé, and P.P. Mirand, *Converting Nitrogen into Protein—Beyond 6.25 and Jones' Factors*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2008. **48**(2): p. 177-184.
40. Calloway, D.H. and S. Margen, *Variation in Endogenous Nitrogen Excretion and Dietary Nitrogen Utilization as Determinants of Human Protein Requirement*. Journal of Nutrition, 1971. **101**: p. 205-216.
41. Kuro-o, M., *A phosphate-centric paradigm for pathophysiology and therapy of chronic kidney disease*. Kidney International Supplements, 2013. **3**(5): p. 420-426.
42. Schoeller, D.A. *Energy density of body tissue*. in *NIMBioS Investigative Workshop: Modelling Body Weight Regulation*. 2011. Knoxville, Tennessee.
43. Van Es, A.J.H., et al., *Human energy metabolism below, near and above energy equilibrium*. British Journal of Nutrition, 1984. **52**(3): p. 429-442.
44. Baer, D.J., et al., *Dietary Fiber Decreases the Metabolizable Energy Content and Nutrient Digestibility of Mixed Diets Fed to Humans*. The Journal of Nutrition, 1997. **127**(4): p. 579-586.
45. Jumpertz, R., et al., *Energy-balance studies reveal associations between gut microbes, caloric load, and nutrient absorption in humans*. The American Journal of Clinical Nutrition, 2011. **94**(1): p. 58-65.
46. Norgan, N.G. and J.V. Durnin, *The effect of 6 weeks of overfeeding on the body weight, body composition, and energy metabolism of young men*. Am J Clin Nutr., 1980. **33**(5): p. 978-988.

47. Herman, I.P., *Metabolism: Energy, Heat, Work, and Power of the Body*, in *Physics of the Human Body*. 2007, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 319-403.
48. RISI. *Per capita consumption of tissue in Western Europe, 2011*. 2013 [cited 2017 20 januari]; Available from: <http://europeantissue.com/wp-content/uploads/2009/11/Western-Europe-per-Capita-consumptions-2011.png>.
49. Uutela, E. *RISI Global Tissue Outlook - With Special Focus on European Developments*. in *CEPI European Paper Week*. 2016. Brussels, Belgium.
50. Rensen, E., *Discounter in trek voor papierwaren*, in *Distrifood/Extra*. 2015. p. 5.
51. Mulder, M., et al., *Verkenning haalbaarheid terugwinning cellulose uit primair slib*. 2016, Stowa.
52. Lucassen, B. and E. Brenninkmeijer, *Test toiletpapier. De no-nonsense rol: zacht, sterk en zonder opsmuk*, in *Consumentengids*. 2015, Consumentenbond. p. 24-31.
53. Kassa, *Wc-papiertest*. 2009.
54. Symposium, E.T. *Facts and Figures on Tissue*. 2017 [cited 2017 February 13]; Available from: <http://europeantissue.com/about-tissue/fact-and-figures/>.
55. Vinnerås, B., et al., *The characteristics of household wastewater and biodegradable solid waste—A proposal for new Swedish design values*. *Urban Water Journal*, 2006. **3**(1): p. 3-11.
56. van den Bulk, J., *Notulen BC zuurstofvraag 23 februari 2018*. 2018.
57. Grigoriev, V., M. Mäkinen, and R. Zulian, *Squeezing more profits out of your sheet using novel and conventional strength technologies*, in *Tissue World 2013*. 2013: Barcelona, Spain.
58. Lindström, T., L. Wågberg, and T. Larsson, *On the nature of joint strength in paper - A review of dry and wet strength resins in paper manufacturing*. 2005, STFI-Packforsk.
59. Ghasimi, D.S.M., *Bio-methanation Of Fine Sieved Fraction Sequestered From Raw Municipal Sewage*. 2016, Technische Universiteit Delft.
60. van Balkom, N., *Energy production from fine sieve material for the benefit of the sewer mining concept - Biodegradability and reactor design aspects*. 2012, Technische Universiteit Delft.
61. Wyatt, K.M., et al., *Determination of total menstrual blood loss*. *Fertility and Sterility*, 2001. **76**(1): p. 125-131.
62. Napolitano, M., et al., *Iron-dependent erythropoiesis in women with excessive menstrual blood losses and women with normal menses*. *Annals of Hematology*, 2014. **93**(4): p. 557-563.
63. Hurskainen, R., et al., *Combined laboratory and diary method for objective assessment of menstrual blood loss*. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 1998. **77**(2): p. 201-204.
64. Garcia, R.A., et al., *The effect of chicken blood and its components on wastewater characteristics and sewage surcharges*. *Poultry Science*, 2016. **95**(8): p. 1950-1956.
65. Roy, M., et al., *Application of rural slaughterhouse waste as an organic fertilizer for pot cultivation of solanaceous vegetables in India*. *International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2013. **2**(1): p. 6.
66. DEFRA, *Resource use efficiency in food chains - Priorities for water, energy and waste opportunities*. 2007: Verenigd Koninkrijk.
67. Banks, C.J. and Y. Zhang, *Technical Report - Optimising inputs and outputs from anaerobic digestion processes*. 2010, School of Civil Engineering and the Environment, University of Southampton, Verenigd Koninkrijk.
68. Sánchez-Peña, M.J., et al., *Calculating the metabolizable energy of macronutrients: a critical review of Atwater's results*. *Nutrition Reviews*, 2017. **75**(1): p. 37-48.
69. Jansen, H., *Experimenten in en rond een overdekt zwembad*, in *Vakgroep Waterzuivering*. 1984, Landbouwhogeschool Wageningen.
70. Keuten, M.G.A., et al., *Definition and quantification of initial anthropogenic pollutant release in swimming pools*. *Water Research*, 2012. **46**(11): p. 3682-3692.

71. Weingärtner, D.E., *Greywater Characteristics, Biodegradability and Reuse of some Greywaters*, in Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften. 2013, Karlsruher Instituts für Technologie: Karlsruhe, Duitsland.
72. Biesterbos, J.W.H., et al., *Usage patterns of personal care products: Important factors for exposure assessment*. Food and Chemical Toxicology, 2013. **55**: p. 8-17.
73. Fichoux, A.S., et al., *Consumption of cosmetic products by the French population. First part: Frequency data*. Food and Chemical Toxicology, 2015. **78**: p. 159-169.
74. Fichoux, A.S., et al., *Consumption of cosmetic products by the French population second part: Amount data*. Food and Chemical Toxicology, 2016. **90**: p. 130-141.
75. Loretz, L., et al., *Exposure data for personal care products: Hairspray, spray perfume, liquid foundation, shampoo, body wash, and solid antiperspirant*. Food and Chemical Toxicology, 2006. **44**(12): p. 2008-2018.
76. Loretz, L.J., et al., *Exposure data for cosmetic products: Facial cleanser, hair conditioner, and eye shadow*. Food and Chemical Toxicology, 2008. **46**(5): p. 1516-1524.
77. Hall, B., et al., *European consumer exposure to cosmetic products, a framework for conducting population exposure assessments*. Food and Chemical Toxicology, 2007. **45**(11): p. 2097-2108.
78. Hall, B., et al., *European consumer exposure to cosmetic products, a framework for conducting population exposure assessments Part 2*. Food and Chemical Toxicology, 2011. **49**(2): p. 408-422.
79. Escamilla, M., et al., *Revision of European ecolabel criteria for soaps, shampoos and hair conditioners – Preliminary results of the technical analysis*. 2012, European Commission, Joint Research Centre, Directorate B - Growth and Innovation.
80. NCV, *Jaarverslag 2012*. 2013, Nederlandse Cosmetica Vereniging.
81. RD, *Handpompje helpt blok om zeep*, in Reformatorisch Dagblad. 2001.
82. Bremmer, H.J., L.C.H. Prud'homme de Lodder, and J.G.M. van Engelen, *Cosmetics Fact Sheet. To assess the risks for the consumer. Updated version for ConsExpo 4*. 2006, RIVM.
83. Honig, H. and H. Verhagen, *Test Bontwasmiddelen - Vlekkenfestijn*, in Consumentengids. 2016. p. 12-17.
84. Hentzepeter, V., *Prijs domineert ontwikkelingen in schoon*. Foodmagazine, 2016(1): p. 54-56.
85. NVZ, *Telefoongesprek en e-mailverkeer met de Nederlandse Vereniging van Zeepfabrikanten*. 2017.
86. A.I.S.E., *Pan-European consumer survey on sustainability and washing habits (summary of findings, 2014)*. 2014.
87. Ferri, A., et al., *Laundry Performance: Effect of Detergent and Additives on Consumer Satisfaction. Tenside Surfactants Detergents*, 2016. **53**(4): p. 375-386.
88. Mulder, M., *Minder hard - Meer profijt*. 2014, STOWA.
89. Meijer, E. and E. van Steijn, *Test Wasmachines - Koop 'm niet te groot*, in Consumentengids. 2014. p. 47-49.
90. Weegels, M.F. and M.P. Van Veen, *Variation of Consumer Contact with Household Products: A Preliminary Investigation*. Risk Analysis, 2001. **21**(3): p. 499-512.
91. Stammering, R., et al., *Dishwashing Under Various Consumer-relevant Conditions*. Hauswirtschaft und Wissenschaft, 2007. **2**: p. 81-88.
92. Fuss, N., et al., *Are resource savings in manual dishwashing possible? Consumers applying Best Practice Tips*. International Journal of Consumer Studies, 2011. **35**(2): p. 194-200.
93. A.I.S.E., *SCEDs Specific Consumer Exposure determinants - A.I.S.E. supporting explanation*. 2015.
94. Nitsch, C. and G. Hüttmann, *Recommendation for the Quality Assessment of the Cleaning Performance of Hand Dishwashing Detergents*. SÖFW-Journal, 2002. **128**(5): p. 11-15.
95. Golsteijn, L., et al., *A compilation of life cycle studies for six household detergent product categories in Europe: the basis for product-specific A.I.S.E. Charter Advanced Sustainability Profiles*. Environmental Sciences Europe, 2015. **27**(1): p. 23.

96. Rijkswaterstaat, *Factsheet Huishoudelijk afvalwater*, in *Emissieschattingen Diffuse bronnen - Emissieregistratie*. 2016, Deltares en TNO in opdracht van Rijkswaterstaat – WVL.
97. IKW, *Measures to Ensure Compliance with the Limit Value for Phosphorus in Automatic Dishwasher Detergents*. SOFW Journal, 2016. **142**(11): p. 2-4.
98. Parliament, E. and C.o.t.E. Union, *VERORDENING (EU) Nr. 259/2012 VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 14 maart 2012 tot wijziging van Verordening (EG) nr. 648/2004 wat het gebruik van fosfaten en andere fosforverbindingen in consumentenwasmiddelen en consumentenwasmiddelen voor vaatwasmachines betreft*. Publicatieblad van de Europese Unie 2012: p. L 94/16-21.
99. Arendorf, J., et al., *Revision of European EU Ecolabel Criteria for Detergents for Dishwashers - Preliminary report*. 2014, DG JRC (IPITS), European Comission.
100. Kaal, M., S. Hooijmans, and I. Houtepen, *Voedselverspilling in Nederland op basis van zelfrapportage*. 2017, Voedingscentrum, Kantar Public.
101. van Dooren, C., *Voedselverspilling bij huishoudens in Nederland in 2016 - Oplegnotitie*. 2017, Stichting Voedingscentrum Nederland.
102. van den Berg, J. and M. Kaal, *Schattingsstudie naar de mate van verspilling van zuivel en andere drinkbare vloeistoffen in Nederland*. 2017, TNS, Kantar Public.
103. Oomen, A.G. and J.P.A. Lijzen, *Relevancy of human exposure via house dust to the contaminants lead and asbestos*. 2004, RIVM.
104. Turner, A. and L. Simmonds, *Elemental concentrations and metal bioaccessibility in UK household dust*. Science of The Total Environment, 2006. **371**(1–3): p. 74-81.
105. Korpi, A., et al., *Microbial growth and metabolism in house dust*. International Biodeterioration & Biodegradation, 1997. **40**(1): p. 19-27.
106. Ibanez, Y., B. Le Bot, and P. Glorennec, *House-dust metal content and bioaccessibility: a review*. European Journal of Mineralogy, 2010. **22**(5): p. 629.
107. Unilever, *Reinigingsmiddelen*. 2006, Unilever Nederland Home & Personal Care.
108. A.I.S.E. and Cefic. Cleanright 2017 [cited 2017 21-4-2017]; Available from: <http://nl.cleanright.eu/>.
109. Jansen, B.I., *Notitie: Ammoniak emissies in huishoudens*. 2016, TNO.
110. Nijhof, M., *Watermonitor 2009: inzicht in waterbewustzijn van burgers en draagvlak voor beleid*. . 2010, Intomart GfK bv.
111. MVO. *Campagne 'Frituurvet recycle het!'* 2017 3 oktober 2017]; Available from: <http://www.mvo.nl/campagne-frituurvetrecyclehet>.
112. MVO. *Veelgestelde vragen: Om hoeveel frituurvet gaat het?* 2017 3 oktober 2017]; Available from: <http://www.frituurvetrecyclehet.nl/veelgestelde-vragen/>.
113. Smorenburg, P., *Waterontharders zijn geen luxeproduct*. Intech K&S, 2011(September 2011): p. 34-35.
114. Tas, M. and M. Lips, *Relatie drinkwaterkwaliteit en klanttevredenheid*. H2O-Online, 2014(19 november 2014).
115. ten Grotenhuis, L. *Capaciteit grote wasmachines nauwelijks benut*. 2014 22-12-2014 [cited 2017 14-3]; Available from: https://www.consumentenbond.nl/wasmachine/capaciteit_grote_wasmachines_nauwelijks_benut.
116. Amro, A. *AGF-industrie*. 2017; Available from: <https://insights.abnamro.nl/branche/agf-industrie/>.
117. Hentzepeter, V., *In diepvries is ruimte voor kwaliteit*, in *Foodmagazine*. 2017.
118. Meijsen, J., *Supermarktkok is vaker 'ultravers'*, in *Distrifood*. 2016. p. 9.
119. Telkamp, P., *Informatie over het watersysteem van Waterland, Groningen*. Per e-mail. . 2017.
120. Stowa, *Ervaringen met de toegepaste technologie op de demo-site Lemmerweg-Oost in Sneek*. 2014, STOWA.

121. Oldenburg, M., A. Albold, and R. Otterpohl, *Vacuum sewerage and grey water treatment: experience of 8 years of operation*, in *Sanitation Challenge*. 2008: Wageningen, the Netherlands.
122. Sievers, J.C., et al., *Case study: characterization of source-separated blackwater and greywater in the ecological housing estate Lübeck "Flintenbreite" (Germany)*. *Environmental Earth Sciences*, 2016. **75**(22): p. 1428.
123. Todt, D., A. Heistad, and P.D. Jenssen, *Load and distribution of organic matter and nutrients in a separated household wastewater stream*. *Environmental Technology*, 2015. **36**(12): p. 1584–1593.
124. Todt, D., *Correspondence about the pollution loads measured at Kaja student dormitory, Norway*, I. Bisschops, Editor. 2017.
125. Tuantet, K., *Microalgae cultivation for nutrient recovery from human urine*, in *Sub-department of Environmental Technology*. 2015, Wageningen Universiteit.
126. Gaillard, A., *Wastewater characterisation and estimation of digestion kinetics for the anaerobic digestion of concentrated domestic wastewater streams in an accumulation system (AC)*. 2002, Wageningen Universiteit.
127. de Graaf, R. and A.J. van Hell, *Nieuwe Sanitatie Noorderhoek, Sneek - Deelonderzoeken*. 2015, STOWA.
128. Hernández Leal, L., et al., *Characterisation and biological treatment of greywater*. *Water Science and Technology*, 2007. **56**(5): p. 193.
129. Kok, G. *Medicijnen bevatten onnodig veel fosfaat*. 2015 30-04-2015 [cited 2017 21-9-2017].
130. Sherman, R.A., R. Supriya, and K. Toros, *A dearth of data: the problem of phosphorus in prescription medications*. *Kidney International*, 2015. **87**(6): p. 1097-1099.
131. Kamphuis, M., et al., *JGZ Richtlijn - Zindelijkheid urine en feces*. 2011, Nederlands Centrum Jeugdgezondheid (NCJ).
132. Teunissen, T.A.M., et al., *Prevalentie van incontinentie voor urine en ontlasting bij zelfstandig wonende ouderen in Nijmegen, januari 1999-juli 2001*. *Ned Tijdschr Geneeskd.*, 2006. **150**: p. 2430-2434.
133. Teunissen, T.A.M. and A.L.M. Lagro-Janssen, *Fecale incontinentie: prevalentie en de rol van ruptuur van de anale sfincter bij de partus; literatuurstudie*. *Ned Tijdschr Geneeskd* 2000. **144**(27): p. 1318-1323.
134. CLO, *Compendium voor de Leefomgeving*. 2016.
135. NVRD and Rijkswaterstaat, *Ketenproject luiers: Ketenanalyse en inventarisatie van kansen en belemmeringen*. 2015.

BIJLAGE 1

BEVOLKING VAN NEDERLAND

TABEL B1.1

BEVOLKING VAN NEDERLAND IN 2016 VERDEELD OP LEEFTIJD (TOTAAL AANTAL INWONERS VAN NEDERLAND: 16.979.120)

Leeftijd	Aantal mannen	Aantal vrouwen	Leeftijd	Aantal mannen	Aantal vrouwen
0 jaar	87.338	83.003	48 jaar	127.011	125.225
1 jaar	89.724	85.997	49 jaar	127.731	126.017
2 jaar	88.508	83.887	50 jaar	129.999	127.577
3 jaar	90.806	86.398	51 jaar	132.171	130.154
4 jaar	92.936	88.257	52 jaar	129.718	127.946
5 jaar	94.838	90.957	53 jaar	126.695	126.131
6 jaar	95.504	91.023	54 jaar	125.261	124.867
7 jaar	95.910	91.044	55 jaar	121.886	121.327
8 jaar	93.744	89.914	56 jaar	120.499	120.230
9 jaar	96.015	91.089	57 jaar	117.111	116.855
10 jaar	96.718	92.279	58 jaar	114.108	114.428
11 jaar	99.493	95.450	59 jaar	112.131	112.039
12 jaar	103.231	98.436	60 jaar	108.299	109.680
13 jaar	103.749	98.990	61 jaar	106.954	107.179
14 jaar	104.573	99.961	62 jaar	104.855	105.299
15 jaar	106.513	102.191	63 jaar	104.721	105.110
16 jaar	104.867	99.569	64 jaar	100.786	100.869
17 jaar	104.517	99.152	65 jaar	100.254	101.127
18 jaar	102.098	97.903	66 jaar	100.733	101.724
19 jaar	103.730	98.187	67 jaar	102.945	103.973
20 jaar	104.103	100.716	68 jaar	106.461	109.194
21 jaar	107.864	104.401	69 jaar	108.834	111.458
22 jaar	107.947	104.871	70 jaar	76.251	79.524
23 jaar	109.870	106.518	71 jaar	78.123	82.268
24 jaar	111.236	108.420	72 jaar	72.862	77.081
25 jaar	111.992	108.847	73 jaar	65.632	70.605
26 jaar	107.783	105.977	74 jaar	60.778	66.388
27 jaar	106.795	104.992	75 jaar	60.036	67.338
28 jaar	107.521	104.853	76 jaar	55.293	64.077
29 jaar	106.699	105.543	77 jaar	52.191	61.200
30 jaar	104.634	103.194	78 jaar	46.236	56.178
31 jaar	103.321	101.364	79 jaar	43.415	54.381
32 jaar	100.339	99.186	80 jaar	39.477	51.361
33 jaar	100.839	99.700	81 jaar	35.838	49.122
34 jaar	102.198	102.566	82 jaar	32.104	45.903
35 jaar	104.115	103.610	83 jaar	29.567	44.568
36 jaar	100.507	100.514	84 jaar	26.060	40.936
37 jaar	100.484	100.947	85 jaar	22.896	38.526
38 jaar	98.833	99.755	86 jaar	18.874	33.975
39 jaar	100.411	100.237	87 jaar	16.041	30.574
40 jaar	100.718	101.724	88 jaar	13.125	26.210
41 jaar	105.256	106.293	89 jaar	10.812	23.267
42 jaar	109.025	110.261	90 jaar	8.426	19.883
43 jaar	117.940	119.507	91 jaar	6.515	17.214
44 jaar	124.679	124.579	92 jaar	5.300	14.029
45 jaar	130.208	129.863	93 jaar	3.549	10.941
46 jaar	133.565	132.303	94 jaar	2.586	8.535
47 jaar	127.834	126.987	95 jaar of ouder	4.457	18.077

TABEL B1.2

THEORETISCHE SAMENSTELLING VAN EEN GEMIDDELTE WIJK, GEBASEERD OP CBS GEGEVENS OVER DE NEDERLANDSE BEVOLKING IN 2016 (TOTAAL AANTAL INWONERS VAN NEDERLAND: 16.979.120)

Geslacht	Man	50%
	Vrouw	50%
Leeftijdsverdeling	Kinderen (0-18)	21%
	Volwassenen (19-64)	61%
	Ouderen (65 +)	18%
Huishoudens	Eenpersoons	38%
	Meerpersoons	62%
	Huishoudens >5	5%
	Gemiddelde aantal personen/huishouden	2.2
Migratieachtergrond	Autochtoon	78%
	Mensen met migratieachtergrond (niet-westers)	10%
	Mensen met migratieachtergrond (westers)	12%

BIJLAGE 2

NEDERLANDSE VOEDSELINNAME PER LEEFTIJDSGROEP

Bronnen: [26-29].

TABEL B2.1 VOEDSELINNAME PER LEEFTIJDSGROEP

		0-1 jaar	2-3 jaar	2-3 jaar	4-6 jaar	4-6 jaar	7-8 jaar	7-8 jaar
		m+v	m	v	m	v	m	v
Energie	kcal/d	1046	1363	1288	1579	1470	1929	2011
Energie	MJ/d	4,4	5,7	5,4	6,6	6,2	8,1	8,4
Vet	g/d	33	45	42	54	50	71	76
Eiwit	g/d	35	44	43	51	46	61	60
Koolhydraten	g/d	151	194	184	221	208	258	255
wv mono en di	g/d	92	122	115	133	127	141	140
wv poly	g/d	58	72	69	88	81	116	110
Fosfor	mg/d	810	927	893	1041	928	1135	1136
Inwoners 2016		346.062	179.314	170.285	283.278	270.237	189.654	180.958

TABEL B2.2 VOEDSELINNAME PER LEEFTIJDSGROEP (VERVOLGD)

		9-13 jaar	9-13 jaar	14-18 jaar	14-18 jaar	19-30 jaar	19-30 jaar
		m	v	m	v	m	v
Energie	kcal/d	2330	2010	2622	2008	2753	1999
Energie	MJ/d	9,8	8,4	11	8,4	11,5	8,4
Vet	g/d	86	76	98	76	105	75
Eiwit	g/d	75	64	86	67	94	71
Koolhydraten	g/d	297	254	318	251	317	242
wv mono en di	g/d	156	134	157	126	145	116
wv poly	g/d	141	119	159	124	168	123
Fosfor	mg/d	1392	1198	1591	1259	1735	1325
Inwoners 2016		499.206	476.244	522.568	498.776	1.290.174	1.256.519

TABEL B2.3 VOEDSELINNAME PER LEEFTIJDSGROEP (VERVOLGD)

		31-50 jaar	31-50 jaar	51-69 jaar	51-69 jaar	70+	70+
		m	v	m	v	m	v
Energie	kcal/d	2647	1956	2390	1849	2176	1743
Energie	MJ/d	11,1	8,2	10	7,8	9,1	7,3
Vet	g/d	103	74	92	70	83	67
Eiwit	g/d	98	75	95	74	82	70
Koolhydraten	g/d	284	219	240	195	230	190
wv mono en di	g/d	122	102	103	90	105	93
wv poly	g/d	159	115	136	103	123	96
Fosfor	mg/d	1803	1381	1719	1364	1069	878
Inwoners 2016		2.245.013	2.238.215	2.144.422	2.149.590	886.444	1.152.161

BIJLAGE 3

VRACHTEN AFGEVOERD IN LUIERS EN INCONTINENTIEMATERIALEN

GEBRUIK VAN LUIERS

Volgens de richtlijn “Zindelijkheid van urine en feces” van het Nederlands Centrum Jeugdgezondheidszorg worden kinderen tussen de 1,5 en 5 jaar zindelijk. De meeste kinderen zijn met 2,5-3 jaar overdag, en met 3-4 jaar ook 's nachts droog. De meeste kinderen worden met 2-3 jaar zindelijk voor ontlasting, 95% voor het vierde jaar [131]. Opvoedkundige boeken en internetpagina's geven een gemiddelde leeftijd van 3 jaar dat de meeste kinderen zindelijk zijn. Er is geen detailinformatie over het aandeel zindelijke kinderen per leeftijdsgroep.

GEBRUIK VAN INCONTINENTIEMATERIAAL

Volgens de databank van het GIP (Genees- en hulpmiddelen Informatie Project) kreeg in 2016 gemiddeld bijna 3% van alle verzekerde Nederlanders een vergoeding voor Incontinentie- en absorptiematerialen. Dit is exclusief stoma's, katheters, urinezakken, e.d. Wel omvat dit alle verzekerden, dus ook de mensen die in een verzorgingshuis of ander niet-particulier huishouden verblijven.

Cijfers van het CBS geven aan dat in 2013 gemiddeld 4% van de bevolking van particuliere huishoudens (12 jaar en ouder) hulpmiddelen voor incontinentie bezat²⁴. Dit omvat zowel materialen voor urine als voor ontlasting. Tot en met een leeftijd van 50 jaar ligt het percentage rond de 1, dit loopt op tot meer dan 20% voor mensen van 75 jaar en ouder. Deze cijfers geven waarschijnlijk de meest betrouwbare aanname voor de prevalentie van incontinentie onder mensen in particuliere huishoudens. Wel zijn een aantal complicerende factoren bij het vertalen van deze aantallen mensen naar vermeden lozing van urine en ontlasting:

- Hulpmiddelen zijn in dit verband incontinentiemateriaal, katheters, urinalen, stoma's en stomamateriaal. Hier wordt verder geen onderscheid tussen gemaakt.
- Er wordt ook niet op een andere manier gespecificeerd of het incontinentie voor urine en/of ontlasting betreft.
- Er zijn veel gradaties in incontinentie. Bij een onderzoek naar prevalentie onder thuiswonende ouderen bij huisartsenpraktijken in Nijmegen werd bijvoorbeeld de definitie aangehouden van meer dan 2x per maand verlies van urine en/of ontlasting [132]. “Incontinent zijn” betekent dus niet dat alle urine en/of ontlasting met behulp van incontinentiemateriaal afgevoerd wordt.

Voor ontlastingsincontinentie onder volwassenen in de algemene bevolking zijn in de literatuur percentages tussen de 0,75% en 2,2% gevonden. In een publicatie over thuiswonende ouderen (65+) lagen de percentages tussen de 2,8% en 9% [133]. Volgens de Maag Lever Darm Stichting [18] hebben naar schatting 100.000 mensen last van ontlastingsincontinentie. Dat is 0,8% van de Nederlandse volwassenen. Omdat er geen goede specifieke informatie over

²⁴ CBS tabellen “Gezondheid, aandoeningen, beperkingen; leeftijd en geslacht, 2010-2013”. Dit zijn de nieuwste beschikbare gedetailleerde gegevens.

ontlastingsincontinentie beschikbaar zijn, zijn de CBS-getallen gebruikt zonder onderscheid te maken in het type incontinentie.

Voor de groep van mensen boven de 12 jaar die incontinentiematerialen bezitten kan niet de volledige vracht aan urine en feces worden meegerekend, aangezien niet alle mensen die incontinentiematerialen bezitten volledig incontinent zijn. Op basis van de hoeveelheid luiers en incontinentiematerialen die in het huishoudelijk restafval gevonden worden is een aanname gedaan van de fractie die redelijkerwijs meegerekend zou kunnen worden. In 2015 werd er 3381 miljoen kg huishoudelijk restafval geproduceerd, waarvan 5,5% luiers en incontinentiemateriaal [134]: 186 miljoen kg. Volgens informatie uit een rapport van het “Ketenproject luiers” gebruikt een kind gemiddeld 4,5 luiers per dag en weegt een gebruikte luier gemiddeld 185 g (luier, urine en ontlasting) [135]. Er zijn geen andere opgaven van een gemiddeld gewicht van een luier of incontinentieverband gevonden. De 186 miljoen kg komt dan overeen met een hoeveelheid van ongeveer 1005 miljoen stuks. Gecorrigeerd voor de 20% uithuizigheid gebruiken kinderen thuis 3,6 luiers per dag ofwel ongeveer 915 miljoen stuks. Het verschil, 90 miljoen stuks, bestaat dan uit incontinentieverbanden voor mensen van 12 jaar en ouder. Gerekend over de gehele populatie die volgens het CBS incontinentiematerialen bezit is dit minder dan een half verband per persoon per dag. Uitgaande van de gebruiksfrequentie van het toilet - 5,9 keer per dag - leidt dit tot de aanname dat 7% van de dagelijkse vracht urine en feces van de groep van 12 jaar en ouder (die incontinentiemateriaal bezit) in een incontinentieverband terecht komt.

KINDEREN VAN 0-3 JAAR: URINEPRODUCTIE

De richtlijn “Zindelijkheid van urine en feces” geeft een formule om voor jonge kinderen de hoeveelheid urine te berekenen die gemiddeld per keer uitgescheiden wordt: $30 + (\text{leeftijd in jaren} \times 30)$ geeft het aantal ml per keer [131]. Bijvoorbeeld, 6 keer plassen per dag geeft voor kinderen van 2 jaar een urinevolume van 540 ml/d. Tabel 4.8 geeft de CZV, N en P vrachten van thuis uitgescheiden urine, berekend voor een gemiddelde Nederlander. Het aandeel CZV, N en P uit kinderurine dat in luiers is opgevangen is berekend op basis van volume-proportionele vrachten, ten opzichte van de gemiddelde hoeveelheid van 1,1 liter/persoon.dag die thuis wordt uitgescheiden²⁵. Dit is gedaan voor kinderen van 0-3 jaar.

TABEL B3.1

KINDEREN VAN 0-3 JAAR, DAGELIJKS VIA URINE THUIS UITGESCHIEDEN VRACHTEN. BEREKEND O.B.V. GEMIDDELD 4,6 TOILETBEZOeken THUIS PER DAG (6 BEZOeken/D $\times$ 0,85 $\times$ 0,95) EN DE FORMULE $30 + (\text{LEEFTIJD} \times 30) = \text{ML PER KEER}$.

	Volume (liter/d)	fractie o.b.v. volume	CZV (g/p.d)	N (g/p.d)	P (g/p.d)
Gemiddelde Nederlander	1,1	1	8,6	8,5	0,6
0 jaar	0,21	0,18	1,6	1,5	0,1
1 jaar	0,28	0,24	2,1	2,1	0,1
2 Jaar	0,41	0,37	3,2	3,1	0,2
3 jaar	0,55	0,49	4,2	4,1	0,3

VERMEDEn VRACHTEN UIT URINE ALS GEVOLG VAN AFVOER VIA VAST AFVAL

Op basis van de voorgaande gegevens is berekend hoeveel CZV, N en P uit urine en ontlasting er met het vast afval verdwijnt. De volgende uitgangspunten zijn hierbij gebruikt:

- Aantallen Nederlanders per leeftijdscategorie in 2016.
- CBS-getallen voor bezit van incontinentiemateriaal onder de bevolking van 12 jaar en ouder, en de inschatting dat 7% van de urine en ontlasting in incontinentiemateriaal terechtkomt.

²⁵ De dagelijkse 1,4 liter urine (zie Tabel 42) vermenigvuldigd met de uithuizigheid voor urine: $1,4 \times 0,85 \times 0,95 = 1,1$.

- De aanname dat alle urine en ontlasting van kinderen van 0-3 jaar wordt opgevangen in luiers. Kinderen van 4-11 jaar worden bij gebrek aan informatie over deze groep als niet-incontinent beschouwd. De nog niet zindelijke kinderen van deze leeftijd vallen weg tegen de kinderen jonger dan 3 jaar die al zindelijk zijn of soms een potje of toilet gebruiken.
- Een hoeveelheid thuis geproduceerde urine van 1,1 l/p.d en vrachten zoals gegeven in Tabel B3-1 voor de bevolking van 12 jaar en ouder, en eerder in de bijlage gegeven vrachten uit urine voor kinderen van 0-3 jaar.

TABEL B3.2 VRACHTEN CZV, N EN P VAN MANNENURINE DIE VIA LUIERS EN INCONTINENTMATERIAAL IN HET VAST AFVAL TERECHTKOMT.

Leeftijd (jaar)	mannen (aantal)	Incontinent		Urine thuis		CZV		N		P	
		%	aantal	(l/p.d)	fractie*	g/p.d	g/p.d	g/p.d	kg/d	kg/d	kg/d
0.5	87338	100	87338	0,2	0,2	1,6	1,5	0,1	138	135	9
1	89724	100	89724	0,3	0,2	2,2	2,1	0,1	189	185	12
2	88508	100	88508	0,4	0,4	3,3	3,1	0,2	279	274	18
3	90806	100	90806	0,6	0,5	4,4	4,1	0,3	382	375	25
4 - 11	765158	0	0	-	-	-	-	-			
12 - 16	522933	1,3	6798	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	4,1	4,0	0,3
16 - 20	414448	0	0	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	0,0	0,0	0,0
20 - 30	1082341	0	0	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	0,0	0,0	0,0
30 - 40	1011765	0,5	5059	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	3,1	3,0	0,2
40 - 50	1233248	0,7	8633	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	5,2	5,1	0,3
50 - 55	635731	0,7	4450	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	2,7	2,6	0,2
55 - 65	1089718	2,3	25064	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	15	15	1,0
65 - 75	832655	3,4	28310	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	17	17	1,1
75 +	472762	14,4	68078	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	41	40	2,7
Totaal (kg/d)									1077	1057	70

TABEL B3.3 VRACHTEN CZV, N EN P VAN VROUWENURINE DIE VIA LUIERS EN INCONTINENTMATERIAAL IN HET VAST AFVAL TERECHTKOMT.

Leeftijd (jaar)	vrouwen (aantal)	Incontinent		urine thuis		CZV		N		P	
		(%)	(aantal)	(l/p.d)	fractie*	g/p.d	g/p.d	g/p.d	kg/d	kg/d	kg/d
0.5	83003	100	83003	0,2	0,2	1,6	1,5	0,1	131	129	9
1	85997	100	85997	0,3	0,2	2,2	2,1	0,1	181	178	12
2	83887	100	83887	0,4	0,4	3,3	3,1	0,2	265	260	17
3	86398	100	86398	0,6	0,5	4,4	4,1	0,3	364	357	24
4 - 11	765158	0	0	-	-	-	-	-			
12 - 16	499147	0	0	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	0,0	0,0	0,0
16 - 20	395958	0,6	2376	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	1,4	1,4	0,1
20 - 30	1057616	0,7	7403	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	4,5	4,4	0,3
30 - 40	1009603	1,4	14134	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	8,5	8,4	0,6
40 - 50	1228612	1,3	15972	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	10	9,5	0,6
50 - 55	630425	3,0	18913	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	11	11	0,7
55 - 65	1092816	8,0	87425	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	53	52	3,5
65 - 75	869553	11,2	97390	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	59	58	3,9
75 +	708957	28,9	204889	1,1	0,07	0,6	0,6	0,04	124	122	8,1
Totaal (kg/d)									1212	1189	79

TABEL B3.4

VRACHTEN CZV, N EN P VAN URINE DIE VIA LUIERS EN INCONTINENTMATERIAAL IN HET VAST AFVAL TERECHTKOMT, IN G/P.D GEMIDDELD OVER ALLE NEDERLANDERS. TOTAAL AANTAL NEDERLANDERS IN 2016: 16.979.120

	CZV	N	P
(kg/d)	2289	2246	150
(g/p.d)	0,13	0,13	0,01

VERMEDEEN VRACHTEN UIT ONTLASTING ALS GEVOLG VAN AFVOER VIA VAST AFVAL

Voor berekening van de ontlasting in luiers en incontinentiemateriaal is gebruik gemaakt van de energie-inname, eiwitinname en P-inname per leeftijdsgroep zoals gegeven in Bijlage 1. De afzonderlijke leeftijdsgroepen die beschikbaar zijn voor de voedselinname komen niet helemaal overeen met de leeftijdsgroepen van het CBS voor het bezit van incontinentiemateriaal. Voor de berekeningen zijn ze zo goed mogelijk aan elkaar gekoppeld.

Berekening van de CZV vracht:

Van de energie-inname in kcal (bijlage 1) komt 5,5% in de ontlasting terecht (zie paragraaf 4.1.4). De omrekenfactor naar CZV is 0,28. De resulterende CZV-vrachten per persoon zijn vermenigvuldigd met het aantal Nederlanders van de betreffende leeftijdscategorie en de bijbehorende fractie voor incontinentie. Voor kinderen van 0-3 jaar is aangenomen dat 100% incontinent is, voor de bevolking van 12 jaar en ouder is gebruik gemaakt van de CBS-gegevens over het percentage personen met incontinentiemateriaal in 2013. Verder is voor de tweede groep aangenomen dat gemiddeld over de totale groep gezien 7% van het aantal toiletbezoeken in een incontinentieverband terechtkomt. De totale vracht in kg/d voor alle leeftijdsgroepen samen is gedeeld door het totaal aantal Nederlanders.

Berekening van de N- en P-vrachten:

Van de ingenomen hoeveelheid eiwit gaat 8% verloren via de ontlasting. Het N-gehalte van eiwit is 16%. Volgens de aannames in paragraaf 4.1.3 is de P-uitscheiding over het algemeen gelijk aan de inname, en gaat rond de 50% naar de ontlasting. De resulterende N- en P-vrachten voor de verschillende leeftijdscategorieën zijn verder omgerekend op dezelfde manier als voor CZV is gedaan.

TABEL B3.5 VRACHTEN CZV, N EN P UIT ONTLASTING DIE VIA LUIERS EN INCONTINENTIE MATERIAAL IN HET VAST AFVAL TERECHTKOMT.

leeftijd		Naar feces		Eiwit (g/p.d)	N feces (g/p.d)	P		Inconti- nent aantal	fractie -	CZV kg/d	N kg/d	P kg/d
		(kcal/d)	(g CZV/ p.d)			voeding (mg/ p.d)	P feces (mg/ p.d)					
0-1	m+v	64	18	35	0,5	810	405	346062	1	6194	157	140
2-3	m	83	23	44	0,6	927	464	179314	1	4182	101	83
2-3	v	79	22	43	0,6	893	447	170285	1	3753	94	76
4-6	m	96	27	51	0,7	1041	521	0	0	0	0	0
4-6	v	90	25	46	0,6	928	464	0	0	0	0	0
7-8	m	118	33	61	0,8	1135	568	0	0	0	0	0
7-8	v	123	34	60	0,8	1136	568	0	0	0	0	0
9-13	m	142	40	75	1,0	1392	696	6798	0,07	19	0	0
9-13	v	123	34	64	0,8	1198	599	0	0,07	0	0	0
14-18	m	160	45	86	1,1	1591	796	0	0,07	0	0	0
14-18	v	123	34	67	0,9	1259	630	2376	0,07	5,7	0	0
19-30	m	168	47	94	1,2	1735	868	0	0,07	0,0	0	0
19-30	v	122	34	71	0,9	1325	663	7403	0,07	18	0	0
31-50	m	162	45	98	1,3	1803	902	13692	0,07	43	1,2	0,9
31-50	v	120	33	75	1,0	1381	691	30106	0,07	71	2,0	1,5
51-69	m	146	41	95	1,2	1719	860	57824	0,07	166	4,9	3,5
51-69	v	113	32	74	0,9	1364	682	203728	0,07	451	14	10
70+	m	133	37	82	1,0	1069	535	68078	0,07	177	5,0	2,5
70+	v	107	30	70	0,9	878	439	204889	0,07	428	13	6,3
Totaal (kg/d)										15507	392	324
Totaal gemiddeld per Nederlander (g/p.d)										0,91	0,02	0,02

BIJLAGE 4

VRACHTEN UIT WASMIDDELEN

TABEL B4.1 CZV-VRACHTEN UIT WASMIDDELEN, O.B.V. INFORMATIE UIT [88].

	CZV gehalte van wasmiddel (g/g)	Soortelijk gewicht (g/ml)	Dosering per watertype (ml)		Vracht per machinewas (g CZV)	
			zacht	middel	zacht	middel
Vloeibaar 1	0.67	1.2	60	75	48	60
Vloeibaar 2	0.63	1.2	75	75	57	57
Vloeibaar 3	0.31	1.2	66	66	25	25
Vloeibaar 4	0.31	1.2	66	66	25	25
Vloeibaar 5	0.56	1.2	50	70	34	47
Vloeibaar 6	0.50	1.2	75	75	45	45
Gemiddeld					41	
Poeder 1	0.38	0.83	60	80	19	25
Poeder 2	0.42	0.84	60	80	21	28
Poeder 3	0.30	0.73	70	95	15	21
Poeder 4	0.42	0.48	85	115	17	23
Poeder 5	0.40	0.84	60	80	20	27
Poeder 6	0.51	0.84	60	80	26	34
Poeder 8*	0.50	0.85	53	71	23	30
Gemiddeld					24	
Geconcentreerd 1	0.53	1.2	35	35	22	22
Geconcentreerd 2	0.98	1.2	35	35	41	41
Gemiddeld					32	
Wasverzachter 1	0.29	1.2	35	28	12	10
Wasverzachter 2	0.36	1.2	60	40	26	17
Gemiddeld					16	

* Waspoeder nummer 7 ("poeder 0" in [88]) had een sterk afwijkende dosering en bijbehorende CZV vracht, waarvoor geen verklaring werd gegeven. Daarom is besloten dit poeder buiten beschouwing te laten.

BIJLAGE 5

VRACHTEN UIT VERZORGINGSPRODUCTEN

De vrachten uit verzorgingsproducten zijn bepaald zoals beschreven in paragraaf 5.1.2. Hieronder de gebruikte productsamenstellingen en theoretische CZV- en N-gehalten van de ingrediënten. De CZV- en N-vracht per gebruiksmoment zijn als volgt berekend:

$$[\text{gebruik per keer}] \times [\text{percentage van ingrediënt in product}] \times [\text{theoretisch CZV of N}] = [\text{g/keer}]$$

Bij natrium- en ammonium laureth sulfaat is ook de fractie voor de twee varianten meegenomen.

TABEL B5.1 CZV- EN N-VRACHTEN IN VERZORGINGSPRODUCTEN.

Gebruik (g/keer)	Productsamenstelling (%), ingrediënten met een aandeel van 0,5% of meer [79]	Fractie	CZV* (g/g)	N* (g/g)	CZV (g/keer)	N (g/keer)
Shampoo						
5 [72]	Water	88.2	-	0.00	0.00	0.00
	Natrium laureth sulfaat	7.0	0.85	2.21	0.00	0.66
	Ammonium laureth sulfaat	7.0	0.15	2.12	0.04	0.11
	Cocamidopropyl betaine	2.5	-	2.39	0.00	0.30
	Propylene glycol	1.5	-	1.68	0.00	0.13
	Fatty alkanolamides	0.5	-	2.58	0.05	0.06
	TOTAAL				1.26	0.00
Crèmespoeling						
5 [72]	Water	90.8	-	0.00	0.00	0.00
	Cetyl stearyl alcohol	3.3	-	3.19	0.00	0.53
	Diocetadecyl dimethyl ammonium chloride	1.0	-	3.33	0.03	0.17
	Cetyl trimethyl ammonium chloride	0.8	-	3.24	0.05	0.13
	Propylene glycol	2.0	-	1.68	0.00	0.17
	carboxymethyl cellulose	0.6	-	1.04	0.00	0.03
	TOTAAL				1.02	0.00
Vloeibare zeep, douche						
6 [72]	Water	84.0	-	0.00	0.00	0.00
	Natrium laureth Sulfaat	6.9	0.85	2.21	0.00	0.77
	Ammonium laureth sulfaat	7.0	0.15	2.12	0.04	0.13
	Disodium cocoamphodiacetate	2.6	-	0.88	0.10	0.14
	Cocamidopropyl betaine	1.1	-	2.39	0.08	0.15
	C8-C16 fatty alcohol glucoside	1.2	-	1.78	0.00	0.13
	Polyol coconut fatty acid ester	0.5	-	1.99	0.00	0.06
	Citroenzuur	0.5	-	1.19	0.00	0.04
	TOTAAL				1.42	0.02
Vloeibare zeep, handen						
1 [82]	Water	84.0	-	0.0	0.00	0.00
	Natrium laureth Sulfaat	6.9	-	0.0	0.00	0.15
	Disodium cocoamphodiacetate	2.6	-	0.0	0.00	0.02
	Cocamidopropyl betaine	1.1	-	0.0	0.00	0.03
	C8-C16 fatty alcohol glucoside	1.2	-	0.0	0.00	0.02
	Polyol coconut fatty acid ester	0.5	-	0.0	0.00	0.01
	Citroenzuur	0.5	-	0.0	0.00	0.01
	TOTAAL				0.24	0.00

* Theoretische gehalten CZV en N van de chemicaliën op basis van de molecuulformule.

De percentages mannelijke en vrouwelijke gebruikers van shampoo en crèmespoeling en de bijbehorende gebruiksfrequenties volgen uit [67]. Voor douchegel en handzeep is aangenomen dat iedereen deze producten gebruikt, zoals uitgelegd in paragraaf 5.1.2. De gebruiksfrequenties komen uit respectievelijk [67] en [77].

BIJLAGE 6

GEHALTES CZV, N EN P IN VOEDINGSMIDDELEN

Van verschillende voedingsmiddelen zijn de gehalten vetten, eiwitten, koolhydraten, fosfor en evt. alcohol opgezocht en omgerekend naar CZV-, N- en P-gehalten. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de verkregen waarden.

TABEL B6.1 GEMIDDELD CZV-, N- EN P-GEHALTE VAN VERSCHILLENDE VOEDINGSMIDDELEN OP BASIS VAN HUN SAMENSTELLING.

	mg CZV/g	mg N/g	mgP/g
Frisdrank, sap	106	0.0	0.09
Wijn	236	0.0	0.11
Melk	128	5.2	1.01
Zuiveldranken	167	4.3	0.74
Dikzuivel	248	8.8	1.17
Sauzen	359	2.0	0.23
Soepen	122	3.7	0.19
Boter en margarine	2334	0.8	0.12
Vis	474	30.8	2.49
Rijst, pasta en couscous	366	6.7	0.81
Jus, olie	2241	0.0	0.00

De gebruikte productsamenstellingen zijn voor:

Frisdrank, sap: capri sun, coca cola, roosvicee, redbull, 7up, sinas, bitter lemon, ijsthee, lightdranken, multivruuchtensap, appelsap, sinaasappelsap, druivensap, dubbeldrank

Wijn: rood, wit droog, wit zoet

Melk: halfvolle melk, magere melk, volle melk, karnemelk

Zuiveldranken: magere chocomel, volle chocomel, halfvolle chocomel, fristi, optimel, yomild, yogho yogho, vifit

Dikzuivel: volle yoghurt, halfvolle yoghurt, magere yoghurt, Griekse yoghurt, magere kwark, halfvolle kwark, volle kwark, halfvolle vla, volle vla

Sauzen: saus uit een pakje, saus van bloem, melk en margarine, saus van melk en bloem, BBQ saus, curry, ketchup, fritessaus minder olie, fritessaus, tomatensaus kant en klaar, roomsaus

Soepen: gebonden soep algemeen, heldere soep met vermicelli, bonensoep, gebonden aspergesoep, heldere aspergesoep, erwtensoep compleet, heldere kippensoep met vermicelli, tomaten-crème soep, pompoensoep

Roomboter en margarine

Vis: kabeljauw (onbereid), zalm, tilapia, makreel, tonijn uit blik (water), koolvis

Rijst etc.: zilvervriesrijst gekookt, witte rijst gekookt, pasta volkoren gekookt, pasta gekookt, couscous gekookt

Jus, braadvet en olie.