

Onderzoek naar de vervuilingswaarde van huishoudens

Bepaling zuurstofvraag huishoudelijk afvalwater aan de hand van een meetonderzoek

Paul Telkamp, Tauw
Rien de Ridder, waterschap Zuiderzeeland

9 oktober 2018

Inwonerequivalent?

Inwonerequivalent

- De hoeveelheid zuurstofbindende stoffen die vanuit huis worden geloosd, waarvan het zuurstofverbruik bij afbraak overeenkomt met het afvalwater van één inwoner
- Zuurstofvraag huishoudelijk afvalwater
- Huidig: 150 gram zuurstof per etmaal (TZV)

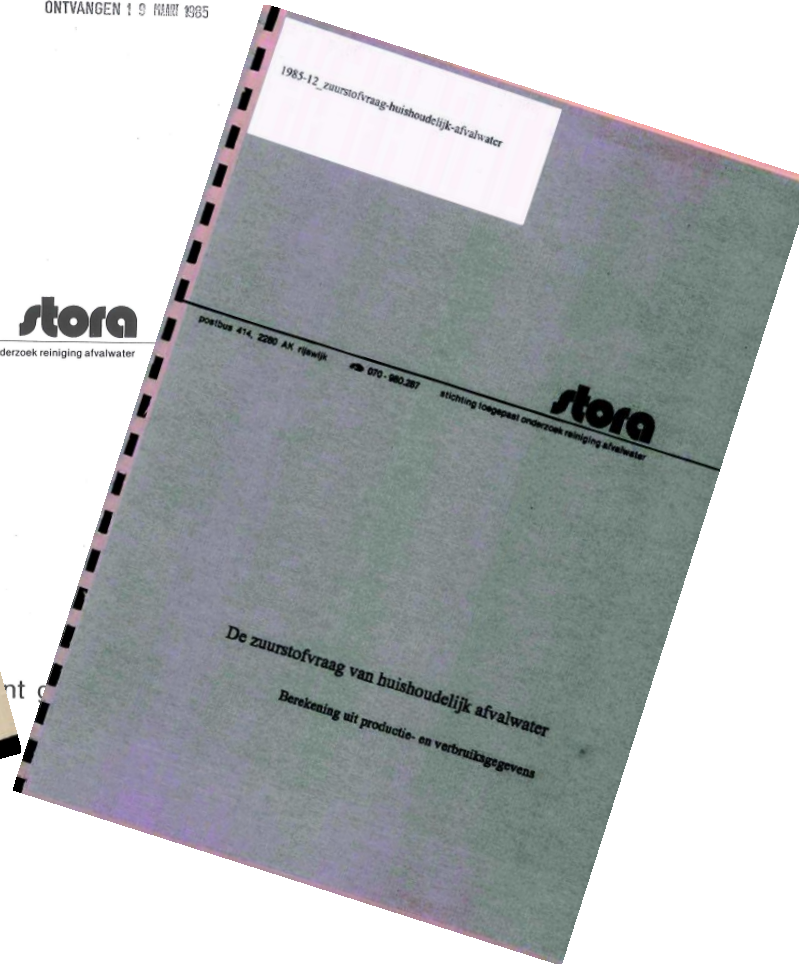


Historie

1985



ONTVANGEN 1 9 MAART 1985



1998



Achtergrond

Waarom opnieuw bepaald?

- Laatste keer 1985
- ‘Zwartwatergat’
- Lopend onderzoek naar modernisering van de waterschapsbelastingen (CAB) → Toekomstbestendigheid belastingen
 - TOC en N-Totaal
- Discrepantie



Onderzoek

Onderdelen

- Theoretisch onderzoek naar te verwachten vuillast vanuit woning
 - In vervolg op de twee eerdere theoretische studies (1985, 1998) een nieuwe analyse uitgevoerd.
- Meetonderzoek bij enkele representatieve locaties naar de vuillast
 - Statistische beschouwing over keuze locaties
 - Praktijk meetomstandigheden
 - Verwerking analysegegevens



Doel van het onderzoek

Doel

- Bepalen van de dagelijks vanuit huis geloosde vracht afvalwater per persoon
- Componenten in meetonderzoek
 - Organische stof: CZV
 - Gereduceerde stikstof: N-Kjeldahl
 - Totaal zuurstofverbruik: TZV
 - Organische stof: TOC
 - Organische stof: BZV
 - Stikstof: N-totaal
 - Fosfaat: P-totaal
 - Zwevende stof (als indicator)

Parameter	Methode	Ondergrens meetbereik	Onzekerheid/ meetfout	Geaccrediteerd
CZV	conform NEN 6633	5 mg/l	13%	Ja
N-Kj	NEN 6646	1 mg/l	17%	Ja
P-totaal	glwd NEN-EN-ISO 15681-2	0,05 mg/l	17%	Ja
TZV	berekend		n.v.t.	Ja
TOC	NEN EN 1484	0,3 mg/l	11%	Ja
BZV-5	NEN-EN-1899-1	1 mg/l	29%	Ja
Zwevende stof	NEN-EN 872	2 mg/l	28%	Ja
N-totaal ^{A)}	NEN-EN 12260	0,5 mg/l	15%	Nee ^{B)}

A) na oxidatie tot stikstof oxiden

B) N-totaal bepaling conform NEN-EN 12260 is een relatief nieuwe methode waarvoor nog geen accreditatie is aangevraagd door het laboratorium. Deze methode is al wel gevalideerd door het laboratorium



Aanpak meetonderzoek

Aanpak

Aanpak gebaseerd op methodiek meetonderzoek 1985

- Gelijktijdige volumeproportionele bemonsteringen op meerdere representatieve locaties
- Samenvoegen uitkomsten tot een totaal gemiddelde dagelijks geloosde vracht
- Randvoorwaarden meetlocaties:
 - Geen bedrijfsafvalwater
 - Gescheiden rioolstelsel (geen hemelwater)
 - Grootte circa 1.700 tot 4.300 inwoners



Vaststellen onzekerheid TZV

- A.d.h.v. statistische analyse op dataset meetonderzoek 1984 (relatie aantal meetlocaties, aantal meetweken en de resulterende onzekerheid

Onzekerheid (gram TZV per persoon per dag)	Aantal meetlocaties	Aantal meetweken
15	3	4
14	3	4
13	4	3
12	4	4
11	4	5
10	5	4
9	8	3
8	7	5
7	10	5

Meetlocaties



Aangedragen meetlocaties

- Totaal 42 potentiële meetlocaties aangedragen
- O.b.v. blinde trekking zijn 15 meetlocaties geselecteerd

Geselecteerde meetlocaties

- Bloemenbuurt Zuid, Almere
- Landgoederenbuurt, Almere
- Vathorst, Amersfoort
- Gein, Amsterdam
- Emmelhage, Emmeloord



Ervaringen tijdens meetonderzoek






- Verstoppingen door natte doekjes, vochtig toilet papier en ander afval wat niet in de riolering thuis hoort



- Verstoppingen resulteerden (afhankelijk van moment waarop het gebeurde) in afkeur meetdag van de betreffende meetlocatie

Goedkeur/afkeur meetdagen

Criteria voor goedkeur / afkeur

Criteria	Overstort	Afwijking TLM/PLM	Deelmonsters
 Afkeur	Ja	> 12,5%	< 50
 Twijfel	Nee	> 7,5% < 12,5%	> 50
 Goed	Nee	< 7,5%	> 50

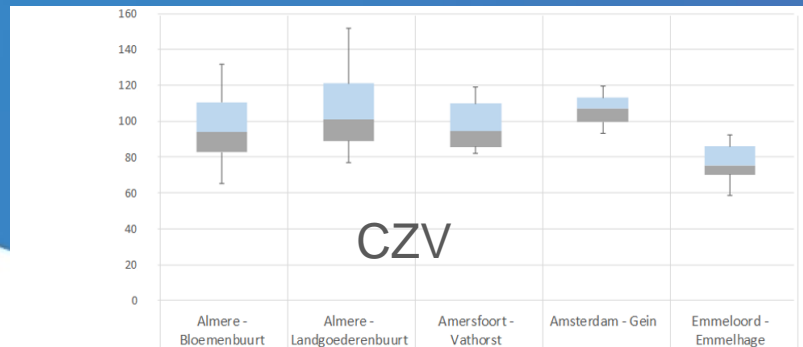
TLM = theoretische hoeveelheid verzameld monster

PLM = praktische hoeveelheid verzameld monster

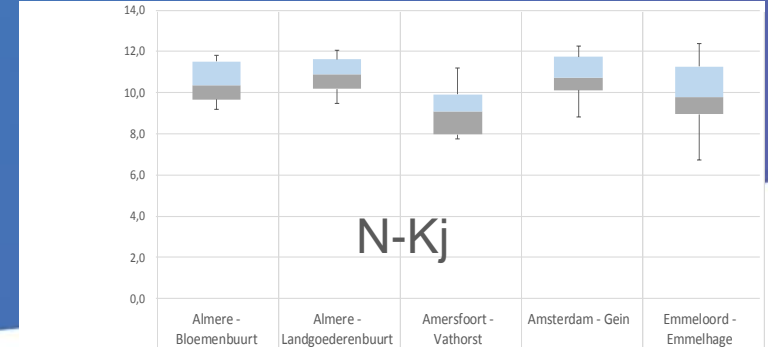
Meetdagen per meetlocatie

Locatie	Geschikte meetdagen	Twijfelachtige meetdagen	Afgekeurde meetdagen
Almere, Bloemenbuurt Zuid	21	3	4
Almere, Landgoederenbuurt	20	1	7
Amersfoort, Vathorst	11	2	15
Amsterdam, Gein	23	0	5
Emmeloord, Emmelhage	26	0	2
Totaal	101	6	33

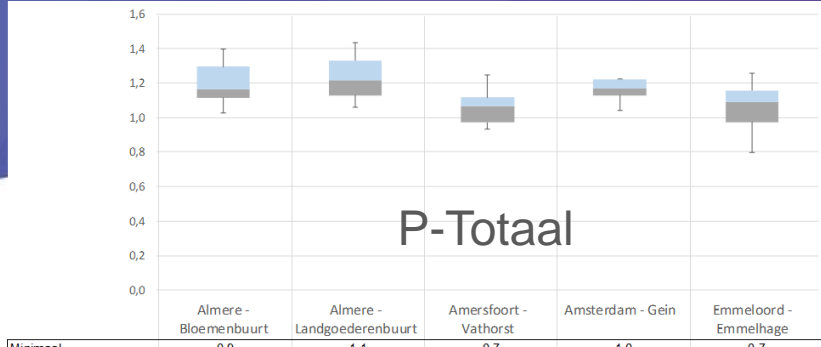




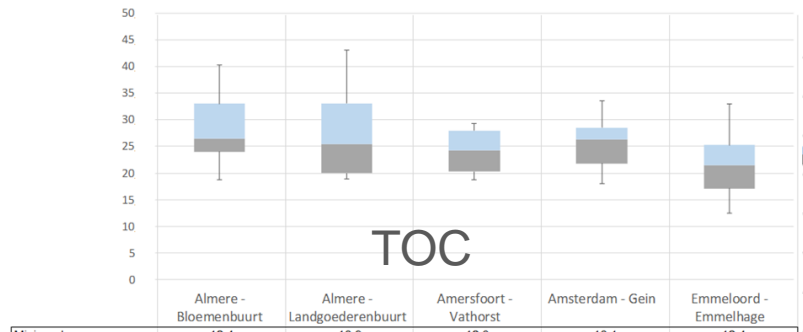
	Almere - Bloemenbuurt	Almere - Landgoederenbuurt	Amersfoort - Vathorst	Amsterdam - Gein	Emmeloord - Emmelhage
Minimaal	65,4	76,8	55,2	84,5	46,7
25 percentiel	82,7	88,9	85,7	99,5	70,3
Mediaan	93,8	100,8	94,3	107,2	75,5
75 percentiel	110,5	121,2	109,9	113,2	86,0
Maximaal	131,5	220,6	149,2	142,8	106,1
Standaard deviatie	17,2	31,3	22,6	12,1	13,9
Aantal metingen	21	20	11	23	26



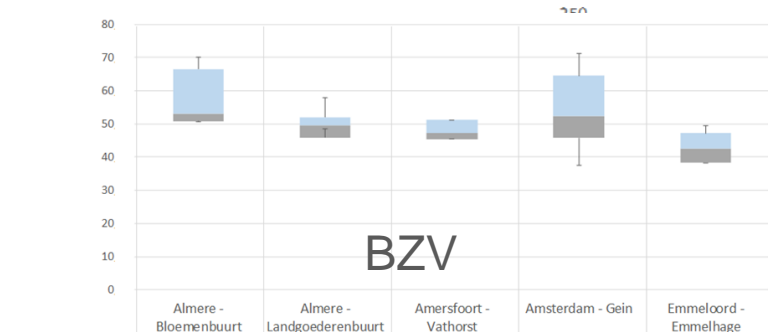
	Almere - Bloemenbuurt	Almere - Landgoederenbuurt	Amersfoort - Vathorst	Amsterdam - Gein	Emmeloord - Emmelhage
Minimaal	7,1	9,5	5,9	8,8	6,3
25 percentiel	9,7	10,2	8,0	10,1	9,0
Mediaan	10,3	10,9	9,1	10,7	9,8
75 percentiel	11,5	11,6	9,9	11,7	11,3
Maximaal	14,6	14,3	17,3	14,2	12,4
Standaard deviatie	1,6	1,2	2,7	1,2	1,6
Aantal metingen	21	20	11	23	26



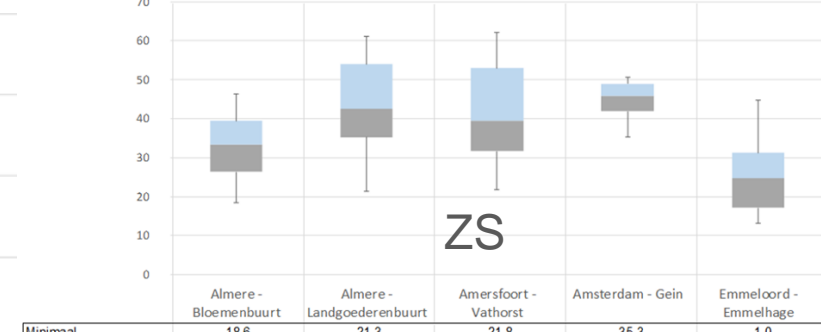
	Almere - Bloemenbuurt	Almere - Landgoederenbuurt	Amersfoort - Vathorst	Amsterdam - Gein	Emmeloord - Emmelhage
Minimaal	0,9	1,1	0,7	1,0	0,7
25 percentiel	1,1	1,1	1,0	1,1	1,0
Mediaan	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1
75 percentiel	1,3	1,3	1,1	1,2	1,2
Maximaal	1,7	1,6	1,8	1,5	1,4
Standaard deviatie	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1
Aantal metingen	21	20	11	23	26



	Almere - Bloemenbuurt	Almere - Landgoederenbuurt	Amersfoort - Vathorst	Amsterdam - Gein	Emmeloord - Emmelhage
Minimaal	12,4	18,9	12,3	18,1	12,4
25 percentiel	24,0	19,9	20,3	21,8	17,1
Mediaan	26,5	25,5	24,2	26,3	21,5
75 percentiel	33,0	33,1	27,9	28,5	25,2
Maximaal	42,6	50,7	37,3	40,1	32,9
Standaard deviatie	7,6	8,7	6,1	5,5	4,9
Aantal metingen	21	20	11	23	26

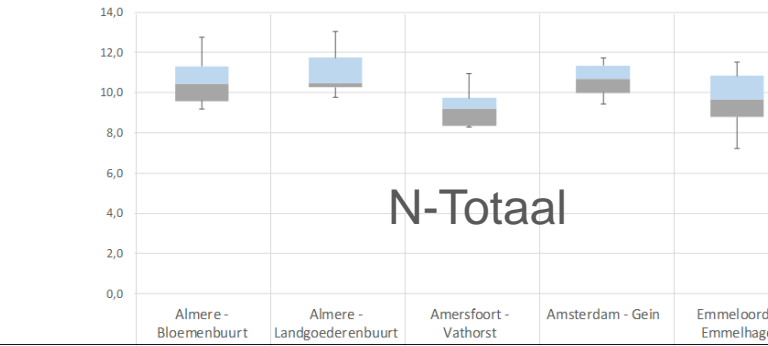


	Almere - Bloemenbuurt	Almere - Landgoederenbuurt	Amersfoort - Vathorst	Amsterdam - Gein	Emmeloord - Emmelhage
Minimaal	50,7	38,1	45,5	37,6	27,3
25 percentiel	50,8	45,9	45,5	45,8	38,3
Mediaan	53,0	49,5	47,2	52,3	42,6
75 percentiel	66,6	52,0	51,2	64,5	47,1
Maximaal	70,1	57,9	51,2	71,3	49,5
Standaard deviatie	7,7	5,8	2,4	10,8	6,5
Aantal metingen	21	20	11	23	26



	Almere - Bloemenbuurt	Almere - Landgoederenbuurt	Amersfoort - Vathorst	Amsterdam - Gein	Emmeloord - Emmelhage
Minimaal	18,6	21,3	21,8	35,3	1,0
25 percentiel	26,3	35,2	31,6	42,0	17,1
Mediaan	33,3	42,6	39,6	45,9	24,7
75 percentiel	39,4	54,0	53,0	49,0	31,2
Maximaal	59,3	128,3	62,2	166,3	47,4
Standaard deviatie	9,2	21,4	12,7	25,7	9,7
Aantal metingen	21	20	11	23	26

	Almere - Bloemenbuurt	Almere - Landgoederenbuurt	Amersfoort - Vathorst	Amsterdam - Gein	Emmeloord - Emmelhage
Minimaal	88,4	114,8	68,2		
25 percentiel	114,6	117,4	93,1		
Mediaan	118,9	120,4	98,9		
75 percentiel	126,4	122,9	119,4		
Maximaal	154,7	149,1	177,6		
Standaard deviatie	13,5	8,6	27,1		
Aantal metingen	21	20	11		



	Almere - Bloemenbuurt	Almere - Landgoederenbuurt	Amersfoort - Vathorst	Amsterdam - Gein	Emmeloord - Emmelhage
Minimaal	7,3	9,8	5,9	8,3	6,2
25 percentiel	9,6	10,3	8,4	10,0	8,8
Mediaan	10,5	10,5	9,2	10,7	9,7
75 percentiel	11,3	11,8	9,7	11,4	10,8
Maximaal	14,1	14,2	16,0	13,4	11,5
Standaard deviatie	1,4	1,1	2,4	1,1	1,3
Aantal metingen	21	20	11	23	26

	Almere - Landgoederenbuurt	Amersfoort - Vathorst	Amsterdam - Gein	Emmeloord - Emmelhage
126,3	82,4	133,6	76,1	
135,4	127,4	148,7	113,9	
148,0	133,6	156,3	119,8	
174,3	150,5	166,9	134,8	
286,2	228,1	207,9	159,9	
35,6	33,3	17,1	20,3	
20	11	23	26	
160,5	140,8	157,9	120,9	

Geloosde debieten per persoon per meetlocatie (l/per)

persoon per meetlocatie (g TZV/pers.d)



Correctie resultaten

Ringonderzoek laboratoria

Parameter	CZV	N-Ki	TOC	BZV	ZS	P-totaal
Aantal betrokken ringonderzoeken (n=)	4	4	4	2 ^{A)}	4	5
Gemiddelde correctiefactor	89,4%	112,2%	88,9%	88,8% *	106,4%	97,7%

A) Voor de parameter BZV zijn onvoldoende ringonderzoekresultaten beschikbaar om tot minimaal 4 stuks te kunnen komen. Het weergegeven gemiddelde is gebaseerd op 2 ringonderzoekresultaten.

Uithuizigheid ivm vakantie

- Correctie van 5%



Statistische analyse resultaten

Statische analyse van gecorrigeerde resultaten

- het gemiddelde debiet
- de gemiddelde vrachten per parameter
- de bijbehorende onzekerheden per parameter

Gemiddelde debiet: 119,9 liter per persoon per dag, onzekerheid 18,2

	Eenheid	TZV	CZV	N-Kj	N-tot ^{A)}	P-tot	TOC	ZS	BZV ₅
Gemiddelde									
vracht	<u>g/pers.d</u>	143,0	103,0	8,7	9,8	1,1	27,5	34,6	54,6 ^{B)}
Onzekerheid	<u>g/pers.d</u>	19,3	16,3	0,8	0,9	0,1	3,9	10,1	^{C)}

A) Niet gecorrigeerd voor ringonderzoek

B) Het totaal gemiddelde van de BZV₅ waarden voor alle locaties is vanwege de beperkte hoeveelheid BZV₅ monsters bepaald op basis van CZV/BZV verhouding. De verhouding is afgeleid bij dagen waarbij zowel CZV als BZV₅ is gemeten. Overige dagen zijn niet betrokken.

C) Vanwege de beperkte hoeveelheid BZV₅ monsters kan de onzekerheid niet worden bepaald.

**Onzekerheid voor TZV
hoger dan beoogd**



Onzekerheid

Waarvoor wordt de onzekerheid bepaald?

- Spreiding per meetweek (temporele variantie)
- Spreiding tussen de locaties (ruimtelijke variantie)
- Duur van de meetperiode
- De hoeveelheid meetlocaties

Op basis van de dataset uit 1984 is de beoogde onzekerheid bepaald met daarbij het aantal meetlocaties en meetweken voor onderliggend onderzoek.

Waarom is de onzekerheid nu hoger dan beoogde onzekerheid?

- deels door de **relatief grote uitval van meetdagen** als gevolg van storingen (kleinere dataset).
- Deels is de hogere onzekerheid naar verwachting ook veroorzaakt door een **hogere spreiding per meetweek en/of tussen de locaties in de uitgevoerde meetcampagne** ten opzichte van de dataset uit 1984



Beschouwing

Effect niet corrigeren voor resultaten ringonderzoek

Dagelijks vanuit huis geloosde vracht en onzekerheid gecorrigeerd en niet gecorrigeerd

	Eenheid	TZV	CZV	N-Ki	N-tot	P-tot	TOC	ZS	BZV
Gecorrigeerd									
Gemiddelde									
vracht	g/pers.d	143,0	103,0	8,7	9,8	1,1	27,5	34,6	54,6 ^{A)}
Onzekerheid	g/pers.d	19,3	16,3	0,8	0,9	0,1	3,9	10,1	^{B)}
Niet gecorrigeerd									
Gemiddelde									
vracht	g/pers.d	137,0	92,1	9,8	9,8	1,1	24,4	36,8	48,5 ^{A)}
Onzekerheid	g/pers.d	18,0	14,6	0,9	0,9	0,1	3,4	10,7	^{B)}

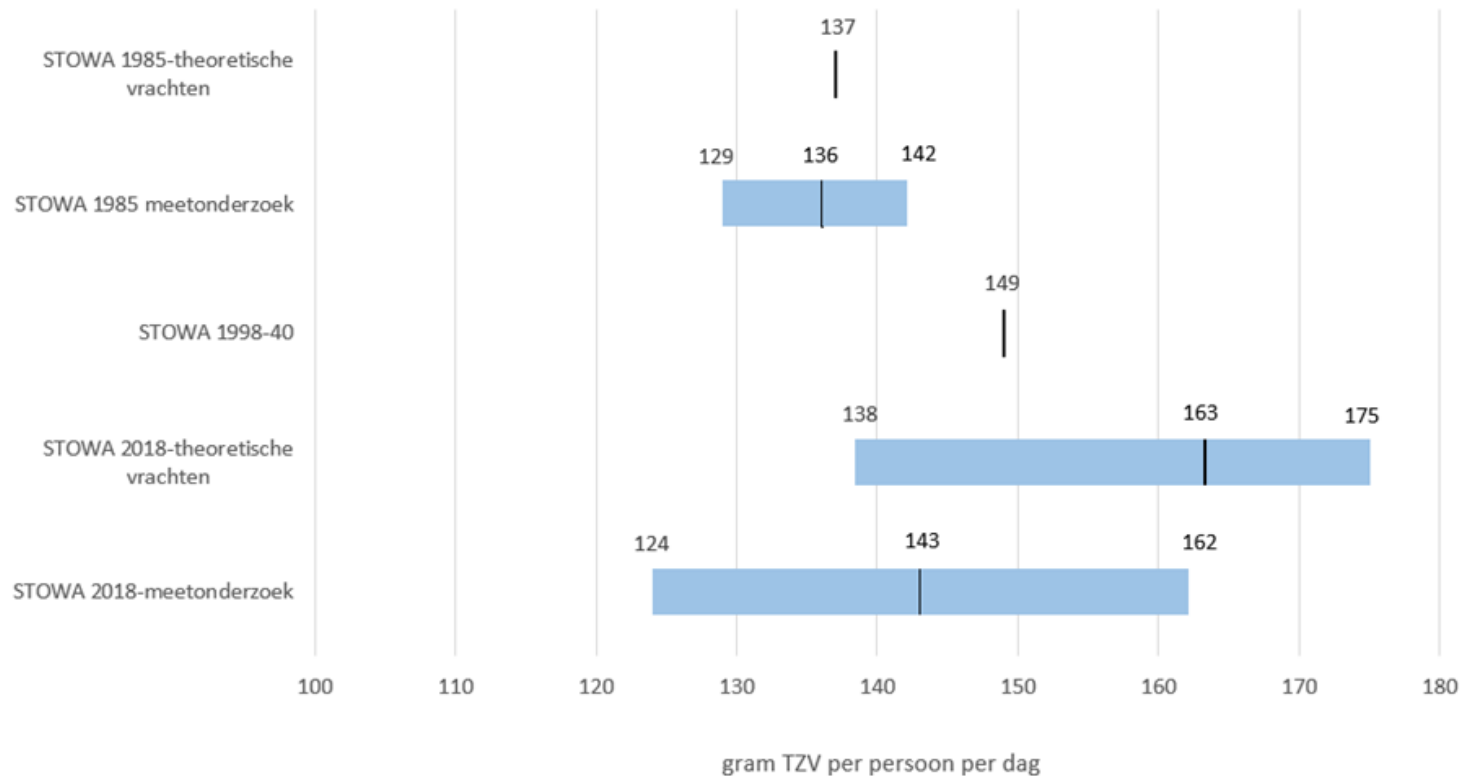
A) Het totaal gemiddelde van de BZV₅ waarden voor alle locaties is vanwege de beperkte hoeveelheid BZV₅ monsters bepaald op basis van CZV/BZV verhouding. De verhouding is afgeleid bij dagen waarbij zowel CZV als BZV₅ is gemeten. Overige dagen zijn niet betrokken.

B) Vanwege de beperkte hoeveelheid BZV monsters kan de onzekerheid niet worden bepaald.



Vergelijking met eerdere onderzoeken

Vergelijking meetonderzoek 2018 met andere onderzoeken



- Bandbreedtes meet- en theorieonderzoek 2018 overlappen grotendeels
- Gemiddelde waarde theoretisch onderzoek valt buiten bandbreedte meetonderzoek
- Meetwaarde van in 1998 en 1985 uitgevoerde studies vallen in de bandbreedte van dit onderzoek

Noot: De weergegeven onzekerheid van het meetonderzoek in 1985 is statistisch bepaald in onderliggend onderzoek op basis van de dataset uit 1984. In het meetonderzoek van 1985 is geen onzekerheid bepaald.



Conclusies

	Eenheid	TZV	CZV	N-Kj	N-tot ^{A)}	P-tot	TOC	ZS	BZV ₅
Gemiddelde vracht	g/pers.d	143,0	103,0	8,7	9,8	1,1	27,5	34,6	54,6 ^{B)}
Onzekerheid	g/pers.d	19,3	16,3	0,8	0,9	0,1	3,9	10,1	^{C)}

- Meetonderzoek **143 gram** TZV per persoon per dag \leftrightarrow huidige grondslag **150 gram** TZV per persoon per dag. Op basis van dit meetonderzoek met bijbehorende onzekerheid is het onvoldoende aannemelijk om te twijfelen aan de momenteel gehanteerde zuurstofvraag van 150 gram TZV per persoon per dag vanuit huis.
- De in het meetonderzoek bepaalde vanuit huis geloosde TZV vracht van 143 gram TZV per persoon per dag valt lager uit dan de theoretisch bepaalde TZV van 163 gram TZV per persoon per dag. De bandbreedtes van de in 2018 uitgevoerde meet- en theorie onderzoeken overlappen elkaar wel grotendeels.
- De theoretisch bepaalde zuurstofvraag is ten opzichte van 1998 toegenomen van 149 naar 163 gram TZV per persoon per dag.



CZV/TOC

Tijdens het meetonderzoek is ook de verhouding CZV/TOC bepaald.

Constateringen:

- Gemiddelde **CZV/TOC verhouding van 3,8**. Dit is hoger dan verwacht.
- Op basis van nader onderzoek: hoge CZV/TOC verhouding houdt geen verband heeft met “olie en vetten” en “hogere vetzuren”.
- Twijfel over correctheid TOC analyse apparatuur. ILOW (Integraal Laboratorium Overleg Waterkwaliteitsbeheerders) gaat hier onderzoek naar uit voeren.



Aanbevelingen

- Om de grammen per persoon per dag nauwkeuriger vast te stellen en de onzekerheid te verkleinen, is aanvullend meetonderzoek nodig om zodoende een grotere dataset te verkrijgen.
- Representativiteit meetonderzoek verder vergroten door analyses bij meerdere laboratoria en/of analyse in triplo.
- Duidelijke afspraken over de uitvoering van ringonderzoeken en de toepassing van de resultaten daarvan in meetonderzoeken zoals deze
- Aanvullend onderzoek naar de theoretische zuurstofvraag van de meetlocaties en de mate waarin dit door vertaald kan worden naar de Nederlandse situatie.
- Onderzoeken of werkelijk sprake is van afwijkende TOC resultaten bij verschillende type TOC-meetapparatuur en dit ook landelijk aan te kaarten bij zowel de waterschapslaboratoria alsmede commerciële laboratoria.



Stelling

De onzekerheid rondom de vastgestelde zuurstofvraag is te groot, vervolgonderzoek is noodzakelijk!



Bedankt voor jullie aandacht

Vragen?



Contact



Paul Telkamp



+31 651491854



Paul.telkamp@tauw.com



www.tauw.com

