

WATEROPLEIDINGEN WATERKENNIS OP PEIL



STIKSTOF & FOSFOR

CURSUSBOEK

NIEUWEGEIN
2017

© Stichting Wateropleidingen,
Oktober 2017 Nieuwegein

Versie 6.1

Niets van deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van Stichting Wateropleidingen.

Inhoudsopgave

1	Inleiding, beleid	1
1.1	Historie beleid en wetgeving N- en P-verwijdering	1
1.1.1	Reductie fosfaatlozingen	5
1.1.2	Reductie stikstoflozingen	5
1.2	Huidige en toekomstige wetgeving en beleid	6
1.2.1	Lozingenbesluit WVO stedelijk afvalwater	6
1.2.2	Het huidige en toekomstige beleid	6
1.3	Gevolgen van het beleid voor de waterkwaliteitsbeheerders	8
1.4	Nieuwe ontwikkelingen	10
1.4.1	Innovaties	10
1.4.2	Milieu én Duurzaamheid	12
2	Basisprincipes in de afvalwaterzuivering	15
2.1	Rwzi's in Nederland	15
2.1.1	schema's rwzi	16
2.1.2	Aantal rwzi's in Nederland	21
2.1.3	Industriële afvalwaterzuiveringsinstallaties	21
2.2	Afvalwater: samenstelling en riolering	22
2.2.1	Inleiding	22
2.2.2	Afvalwater: samenstelling huishoudelijk afvalwater	23
2.2.3	Afvalwater: aanvoerpatronen	25
2.2.4	Afvalwater: verschillende rioolstelsels	26
2.2.5	Afvalwater en industrie: andere samenstelling en patronen	26
2.3	Processen van de zuivering	27
2.3.1	Chemie	27
2.3.2	Microbiologie	36
2.3.3	Fysische chemie	40
2.3.4	Rekenen aan processen	46
2.4	Onderdelen van de zuivering	49
2.4.1	Voorbezinking	49
2.4.2	Het aerobe zuiveringsproces	51
2.4.3	Slibbehandeling	61
3	Stikstofverwijdering	68
3.1	Inleiding	68
3.2	Stikstof in (huishoudelijk) afvalwater	68
3.2.1	Herkomst van stikstof	68
3.2.2	Verschijningsvormen van stikstof in afvalwater	69
3.2.3	Stikstof in effluent	70
3.3	Biologische stikstofverwijdering	71
3.3.1	Inleiding	71
3.3.2	Verwijderingrendementen	74
3.3.3	Afvoer via het spuislib	75
3.4	Stikstofbalans	77
3.5	Procescondities voor nitrificatie	79

3.5.1	Aanwezigheid van nitrificeerders	79
3.5.2	Aanwezigheid van ammonium	80
3.5.3	Aanwezigheid van opgeloste zuurstof.....	81
3.5.4	Watertemperatuur.....	81
3.5.5	pH	84
3.5.6	Groeiremmende stoffen.....	85
3.5.7	Lange- en kortetermijneffecten bij nitrificatie.....	85
3.5.8	Regelbare procesparameters	86
3.6	Procescondities voor denitrificatie	87
3.6.1	Aanwezigheid van nitriet- of nitraat-reducerende bacteriën	87
3.6.2	Aanwezigheid van nitraat.....	87
3.6.3	Afwezigheid van opgeloste zuurstof	87
3.6.4	Aanwezigheid van organische stoffen (BZV)	88
3.6.5	Watertemperatuur.....	88
3.6.6	pH	89
3.6.7	Aanwezigheid van groeiremmende stoffen	89
3.6.8	Lange- en kortetermijneffecten bij denitrificatie.....	89
3.6.9	Regelbare procesparameters	89
3.7	Nitrificatie en denitrificatie in één proces	90
3.8	Uitvoeringsvormen van actiefslib-systemen.....	93
3.8.1	Inleiding.....	93
3.8.2	Nitrificatie en denitrificatie gescheiden in plaats.....	95
3.8.3	Nitrificatie en denitrificatie gescheiden in tijd.....	104
3.9	Stikstofverwijdering in tweetraps-actiefslibsystemen	106
3.10	Meting en regeling.....	108
3.10.1	Algemeen	108
3.10.2	Meetmethoden	108
3.10.3	Regelingen	109
3.11	Nazuivering van effluent gericht op de verwijdering van stikstof	111
3.11.1	Fluidized bed	112
3.11.2	Vastbedsystemen.....	113
3.11.3	Continu systemen.....	113
3.12	Stikstofverwijdering en modeleren.....	115
4	Behandeling van stikstofrijke (en fosfaatrijke) deelstromen	119
4.1	Inleiding behandeling stikstofrijke deelstromen	119
4.2	Fysisch-chemische methoden voor stikstofverwijdering in deelstromen	121
4.2.1	Ammoniakstripping	121
4.2.2	Ammoniumkristallisatie	121
4.3	Biologische methoden voor stikstofverwijdering in deelstromen	123
4.3.1	SHARON proces	123
4.3.2	SHARON-ANAMMOX-proces.....	126
4.3.3	CANON en DEMON	130
4.4	Beïnvloeding van het hoofdproces door de deelstroom via enting	131
4.5	Behandeling fosfaatrijke deelstromen.....	134
5	Fosforverwijdering	137
5.1	Inleiding.....	137
5.2	Fosfor in (huishoudelijk) afvalwater	137

5.2.1	Herkomst van fosfor	137
5.2.2	Verschijningsvormen van fosfor in afvalwater	139
5.3	Fosforverwijdering in conventionele systemen	140
6	Biologische defosfatering	143
6.1	Inleiding.....	143
6.2	Principe, microbiologie en biochemie	143
6.2.1	Principe	143
6.2.2	Microbiologie en biochemie	144
6.3	Uitvoeringsvormen	146
6.3.1	Hoofdstroomproces	147
6.3.1	<i>Deelstroomproces</i>	152
6.3.2	Proces beïnvloedende factoren	153
6.4	De praktijk van biologische defosfatering	156
6.4.1	Anaerobe contacttijd.....	157
6.4.2	Combinatie anaerobe tank en contacttank/selector	158
6.4.3	Beschikbaarheid van vetzuren.....	159
6.4.4	Fosfaatopname	160
6.4.5	Fosfaatafgifte.....	160
6.4.6	Slibverwerking	160
6.4.7	Procesvoering	162
7	Chemische defosfatering.....	165
7.1	Principe	165
7.2	Reactiemechanismen bij chemische defosfatering	165
7.3	(Neven)effecten van chemische defosfatering.....	167
7.3.1	Invloed op het zuiveringproces	167
7.3.2	Invloed op het slibverwerkingproces.....	170
7.3.3	Invloed op de effluentkwaliteit.....	172
7.4	Uitvoeringsvormen chemische defosfatering	174
7.4.1	Voor-precipitatie (hoofdstroom)	174
7.4.2	Simultane precipitatie (hoofdstroom)	176
7.4.3	Naprecipitatie (hoofdstroom)	177
7.4.4	Precipitatie in deelstromen	180
7.4.5	Combinaties van technieken.....	180
7.5	Chemische defosfatering in de praktijk.....	181
7.5.1	Chemicaliënkeuze	181
7.5.2	Opslag- en doseerinstallaties	184
7.5.3	Doseertechniek	186
7.5.4	Procesvoering	188
8	Combinaties	195
8.1	Combinaties van biologische en chemische defosfatering.....	195
8.2	Fosfaatbalansen.....	196
8.3	Gecombineerde stikstof- en fosforverwijdering.....	198
8.4	Invloed van defosfatering op stikstofverwijdering.....	199
8.4.1	Chemische defosfatering	199
8.4.2	Biologische defosfatering.....	199

8.5	Invloed van stikstofverwijdering op defosfatering.....	199
8.5.1	Nitrificatie	199
8.5.2	Denitrificatie.....	200
9	‘Nieuwe’ technieken	201
9.1	Aeroob korrelslib	201
9.2	Membraanbioreactor	203
9.3	Nieuwe sanitatie: urinescheiding	206
9.4	Nabehandeling van effluent in een (zand)filter	207
9.5	Helofytenfilter	209
10	Kosten.....	213
10.1	Belangrijke kosten in het proces.....	213
10.2	Kosten van nutriëntenverwijdering.....	214
10.3	Posten waarop bespaard kan worden	215
11	Bijlagen	217
11.1	Case 1	217
11.2	Case 2 (vervolg op case 1)	218
11.3	Case 3	219
11.4	Case 4 (vervolg op case 3)	220
11.5	Dimensionering rwzi 1	221
11.6	Dimensionering rwzi 2	222