

WATEROPLEIDINGEN WATERKENNIS OP PEIL



UITGEBREIDE TECHNIEK AFVALWATERZUIVERING

MODULE 1:
ZUIVERINGSPROCESSEN
CURSUSBOEK

NIEUWEGEIN
2017

© Stichting Wateropleidingen,
Augustus 2017 Nieuwegein

Versie 4.3

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.....	1
	Leerdoelen.....	1
1.1	Watersysteem en waterketen.....	1
1.2	Actoren en belanghebbenden.....	3
1.3	Natuurlijke processen O ₂ , N en P.....	6
1.4	Verstoringen en effecten.....	6
1.5	Waterzuivering.....	11
	1.5.1 Verleden-heden.....	11
	1.5.2 proces op hoofdlijnen.....	13
1.6	Toekomst waterzuivering.....	13
1.7	Rol van de medewerkers.....	16
1.8	Samenvatting.....	17
2	Chemie.....	19
	Leerdoelen.....	19
2.1	Opfris begrippen en stoffen.....	19
	2.1.1 Basisbegrippen.....	19
	2.1.2 Organisch-anorganisch.....	21
	2.1.3 Zuren-zouten-basen.....	22
	2.1.4 Reacties.....	23
	2.1.5 Oxidatie.....	24
	2.1.6 Reductie.....	25
	2.1.7 Neerslag.....	25
2.2	Rekenen.....	26
2.3	P-neerslag.....	30
2.4	Rol van de medewerker om reacties optimaal te beïnvloeden.....	32
3	Microbiologie.....	35
	Leerdoelen.....	35
3.1	Opfris begrippen en stofwisselingsschema's.....	35
	3.1.1 Algemeen.....	35
	3.1.2 Bacteriën.....	37
	3.1.3 Stofwisseling.....	41
3.2	Monod kinetiek-substraat.....	45
3.3	Stofwisseling per procesonderdeel.....	46
	3.3.1 Afbraak organische stof.....	46
	3.3.2 NITRIFICATIE.....	46
	3.3.3 DENITRIFICATIE.....	47
	3.3.4 ANAMMOX.....	47
	3.3.5 Fosfaatverwijdering.....	47
	3.3.6 Anaerobe zuivering en slibgisting.....	48
	3.3.7 Geurvorming en bestrijding.....	49
	3.3.8 Relatie tussen verschillende processen (onderdelen).....	49
4	Fysische en fysisch chemische processen en technieken.....	53

Leerdoelen	53
4.1 Inleiding.....	53
4.1.1 Scheiden	54
4.1.2 Oplossen	55
4.2 Techniek gericht op deeltjesgrootte.....	55
4.2.1 Inleiding.....	55
4.2.2 Zeven	55
4.2.3 Filtreren.....	56
4.2.4 Uitlekken en persen.....	58
4.2.5 Membraanfiltratie.....	58
4.3 Techniek gericht op dichtheid.....	59
4.3.1 Floteren.....	60
4.3.2 Bezinken	60
4.3.3 Gravitair Indikken.....	60
4.3.4 Cycloneren	60
4.4 Techniek gericht op chemische binding.....	61
4.4.1 Neutralisatie	62
4.4.2 Precipatie	62
4.4.3 Kristallisatie	63
4.4.4 Coagulatie en flocculatie.....	64
4.4.5 Adsorptie	65
4.4.6 Extractie	65
4.4.7 ionenuitwisseling	65
4.4.8 Elektrolyse.....	67
4.5 Overige technieken	67
4.5.1 Mengen en roeren	67
4.5.2 Vervluchtiging en gasstripping.....	68
4.5.3 Indampen	68
4.5.4 Desinfecteren	68
4.6 Relatie tussen technieken en procesonderdelen	69
5 Rekenen aan processen	71
Leerdoelen	71
5.1 Inleiding.....	71
5.2 Massabalans.....	71
5.3 Vracht	73
5.4 Rendement	74
5.5 Hydraulische Verblijftijd	74
5.6 Oppervlaktebelasting.....	75
5.7 Energie	76
5.8 Kentallen.....	77
5.9 Conclusie	82
6 Wetgeving, milieu en vergunningen.....	83
Leerdoelen	83
6.1 Beleid en richtlijnen	83
6.1.1 Europees beleid	83
6.1.2 Nationaal beleid.....	84
6.2 Wetgeving	85

6.2.1	Omgevingswet.....	85
6.2.2	Omgevingsvergunning.....	85
6.2.3	Waterwet.....	86
6.3	Vergunningen.....	86
6.3.1	Lozingen.....	86
6.3.2	Heffingen.....	89
6.4	Kwaliteit, Arbo en Milieu	95
6.4.1	Algemeen	95
6.4.2	Kwaliteit.....	95
6.4.3	Arbo	99
6.4.4	Milieu.....	103
7	Afvalwater en riolering.....	107
	Leerdoelen	107
7.1	Opfris basisbegrippen	107
7.2	Afvalwaterstromen	109
7.2.1	Huishoudelijk afvalwater	109
7.2.2	Industrieel afvalwater.....	111
7.2.3	Patronen.....	114
7.2.4	Relatie riolering en waterzuivering	115
7.2.5	Bouw stelsels	116
7.2.6	Gemalen.....	119
7.2.7	Onderhoudsactiviteiten gemeenten	119
7.2.8	Samenwerking in de afvalwaterketen	120
7.2.9	Rekenen.....	120
7.3	Anticiperen op veranderingen in aanvoer	122
7.4	Samenwerking in de keten en de rol van de medewerker	123
8	Zuiveringssystemen	125
	Leerdoelen	125
8.1	Inleiding.....	125
8.2	Rwzi.....	125
8.2.1	schema's rwzi.....	126
8.2.2	Aantal rwzi's in Nederland	131
8.3	Industriële awzi's.....	132
8.3.1	Voedingsmiddelenindustrie.....	134
8.3.2	Papier en grafische industrie	136
8.3.3	Petrochemische industrie	137
8.3.4	metaalindustrie	140
8.4	IBA.....	141
8.5	Praktijkvoorbeelden.....	142
8.5.1	Inleiding.....	142
8.5.2	Rwzi Amersfoort	143
8.5.3	Rwzi Epe	144
8.5.4	rwzi Losser	146
8.5.5	Rwzi Maarssenbroek	147
9	Voorbehandeling.....	149

9.1	Opfris componenten en technieken	149
9.1.1	grof-vuilverwijdering.....	149
9.1.2	Verwijderen van zand	151
9.1.3	Fijnzeeftechnieken.....	152
9.1.4	Bezinking.....	155
9.1.5	Karakterisering van bezinking.....	157
9.1.6	Uitvoeringsvormen voorbezinktanks	160
9.1.7	Zand en slib scheiding.....	162
9.1.8	Vet en olieafscheiding	163
9.2	Inzet techniek in relatie tot soort aanvoer	163
9.2.1	stedelijk afvalwater	163
9.2.2	Vet/olie houdend afvalwater	164
9.3	Kritische succesfactoren	164
9.3.1	Zand verwijderen.....	164
9.3.2	Voorbezinking.....	165
9.4	Gevolgen slechte voorbehandeling voor het zuiveringsproces	165
9.5	Rol van de medewerker om voorbehandeling optimaal te beïnvloeden	165
10	Anaerobe biologische behandeling.....	167
10.1	Inleiding.....	167
10.2	De stappen van het anaerobe afbraakproces	168
10.2.1	Hydrolyse (of ontsluiting)	169
10.2.2	Verzuring.....	170
10.2.3	Methaanvorming.....	170
10.2.4	Hoeveelheid gevormd methaan	171
10.2.5	Sulfaatreductie	172
10.2.6	Anaeroob slib	173
10.3	Werking van de anaerobe zuiveringsinstallatie.....	174
10.3.1	Opstart	175
10.3.2	Rendementsindicatoren.....	176
10.4	Processturing en controle.....	177
10.4.1	procescontrole algemeen	177
10.4.2	Voeding.....	177
10.4.3	Temperatuur.....	178
10.4.4	pH	178
10.4.5	Afvalwatersamenstelling	179
10.5	Uitvoeringsvormen anaerobe reactoren	179
10.5.1	Batch gevoede en continu gemende reactor.....	180
10.5.2	Gemengde reactor met externe bezinking en slib terugvoer	181
10.5.3	Upflow Anaerobic Sludge Bed reactor	181
10.5.4	IC reactor	182
10.5.5	EGSB reactor	183
10.5.6	Fluidbedreactor	184
10.5.7	Anaerobe filterreactoren	184
10.5.8	Vergelijking anaerobe reactoren	185
10.6	Soorten anaerobe systemen	186
10.7	Kosten en veiligheid	186
10.7.1	Energie bij anaerobe zuivering	186
10.7.2	Kosten.....	188

10.7.3	Veiligheid.....	189
11	Aerobe biologische behandeling: actief-slib.....	191
11.1	Inleiding.....	191
11.2	Verwijdering van zuurstofbindende stoffen, stikstof en fosfor	191
11.3	Processchema en definities.....	193
11.4	Begrippen.....	194
11.4.1	Massabalans	194
11.4.2	Rendement.....	195
11.4.3	Slibbelasting	196
11.4.4	Slibleeftijd.....	197
11.4.5	Slibvolume-index	198
11.5	Karakteristiek van het actiefslib proces	199
11.6	Licht slib	200
11.7	Reactortypen.....	202
11.7.1	Continu gevoede reactoren	202
11.7.2	Hydraulische Verblijftijd	205
11.7.3	Substraatconcentratie.....	206
11.7.4	Zuurstofconcentratie.....	206
11.7.5	Procesregeling	206
11.7.6	Batch-reactor.....	207
11.7.7	licht slib en de verschillende reactortypen	208
11.8	Actief-slib: beluchting	209
11.9	Actiefslib proces beluchters.....	213
11.9.1	Bellenbeluchting.....	213
11.9.2	Oppervlaktebeluchters.....	215
11.9.3	Aeratietanks	218
11.10	Nabezinking	218
11.10.1	Principe nabezinktanks.....	218
11.10.2	Dimensionering nabezinktanks.....	221
11.10.3	Uitvoeringsvormen.....	225
11.11	Andere vormen van slib-waterscheiding.....	228
11.11.1	Upflow Sludge Blanket Filtration (USBF)	229
11.11.2	Membraanbioreactor (MBR)	230
11.11.3	Membraan Bioreactoren	231
11.12	Rol van de medewerker om aerobe zuivering optimaal te beïnvloeden	233
11.12.1	Wat doe je als	233
11.12.2	Wat kies je als	234
12	Biologische behandeling: stikstofverwijdering.....	235
12.1	Inleiding.....	235
12.2	Overzicht van stikstofverwijderingstechnieken	238
12.2.1	Afvoer via het slib	238
12.2.2	Nitrificatie/denitrificatie.....	239
12.3	Nitrificatie	240
12.4	Denitrificatie	243
12.4.1	Tegenstrijdige factoren van invloed op nitrificatie en denitrificatie.....	245
12.4.2	Sturen van de nitrificatie	246
12.4.3	Sturen van de denitrificatie	247

12.5	Uitvoeringsvormen van actiefslib systemen.....	248
12.5.1	Systeemeisen.....	248
12.5.2	Uitvoeringsvormen.....	249
12.5.3	Sharon.....	251
12.5.4	Anammox.....	251
12.6	Rol van de medewerker om stikstofverwijdering optimaal te beïnvloeden	252
13	Fosforverwijdering en fosforterugwinning	255
13.1	Inleiding.....	255
13.2	Chemische fosfaatverwijdering.....	257
13.2.1	Principe	257
13.2.2	Uitvoeringsvormen.....	259
13.3	Biologische fosfaatverwijdering	265
13.3.1	Principe	265
13.3.2	Uitvoeringsvormen.....	267
13.4	Fosforterugwinning.....	274
13.4.1	calciumfosfaat	274
13.4.2	Struviet.....	276
13.5	Kosten van defosfatering.....	278
13.6	Wat doe je bij problemen in de... ..	280
13.6.1	Chemische fosfaatverwijdering.....	280
13.6.2	Biologische fosfaatverwijdering.....	280
14	Actief-slib scheiding en effluent nabehandeling	281
14.1	Verdergaande behandeling (nabehandeling) afloop nabezinktank	281
14.1.1	Desinfectie.....	281
14.1.2	(Zand)filtratie	284
14.1.3	Microfiltratie en ultrafiltratie	289
14.1.4	Helofytenfilters.....	290
14.2	Rol van de medewerker om voorbehandeling optimaal te beïnvloeden	290
14.2.1	Wat doe je als.....	291
14.2.2	Wat kies je als	291
15	Slibbehandeling.....	293
15.1	Inleiding.....	293
15.2	Indikking.....	295
15.2.1	Gravitatie-indikking.....	295
15.2.2	Flotatie-indikking	297
15.2.3	Mechanische indikking	298
15.3	Slibstabilisatie	305
15.3.1	Algemeen	305
15.3.2	Aerobe stabilisatie	305
15.3.3	Anaerobe stabilisatie (slibgisting)	305
15.4	Slibontwatering.....	312
15.4.1	Algemeen	312
15.4.2	Zeefbandpersen	312
	312	
15.4.3	Centrifuges.....	313

15.4.4	Filterpersen	313
15.5	De rol van de medewerker	314
15.5.1	Wat kies je als.....	314
15.5.2	Wat doe je als	315
16	Slib(eind)verwerking.....	317
16.1	Processen	317
16.2	Thermische slibbehandeling.....	318
16.2.1	Drogen	319
16.2.2	Verbranding.....	325
16.2.3	Aerobe compostering	328
16.2.4	Natte oxidatie	330
16.2.5	Superkritisch vergassen	331
16.3	Kosten van slibbehandeling.....	331
17	Omgevingshinder (geur, geluid, bodem).....	335
17.1	Inleiding.....	335
17.2	Geur.....	335
17.2.1	Bronnen en waarneming.....	335
17.2.2	Normen en verspreiding	338
17.2.3	Maatregelen	341
17.3	Geluid	345
17.3.1	Definities	345
17.3.2	Bronnen en maatregelen	347
17.4	Grondwatermonitoring (bodem).....	351
17.5	Rol van de medewerker om preventief en correctief te handelen	352
17.5.1	Wat doe je als preventieve bestrijding van risico's.....	352
17.5.2	Wat kies je als de situatie niet gebruikelijk of maatwerk is.	353
17.5.3	Hoe spreek je iemand aan op	353