

WATEROPLEIDINGEN WATERKENNIS OP PEIL



TECHNIEK AFVALWATERZUIVERING

MODULE 1:
ZUIVERINGSPROCESSEN
CURSUSBOEK

NIEUWEGEIN
2017

© Stichting Wateropleidingen,
Augustus 2017 Nieuwegein

Versie 4.4

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	De waterkringloop	1
	1.1.1 Eigenschappen van water	1
	1.1.2 Kringloop	2
	1.1.3 Waterbalans	3
1.2	Het watersysteem	4
1.3	Het waterbeheer.....	6
	1.3.1 Verstoringen van het watersysteem.....	8
1.4	Verontreiniging.....	12
	1.4.1 Effecten.....	12
1.5	De waterzuivering	13
	1.5.1 Historie.....	13
	1.5.2 Doel van de zuivering.....	15
	1.5.3 Onderdelen en proces op hoofdlijnen	16
	1.5.4 Rol zuivering in de waterketen.....	16
	1.5.5 Toekomst waterzuivering.....	17
1.6	Spin in het web.....	19
1.7	Samenvatting	19
2	Chemie	21
	Leerdoelen	21
2.1	Dagelijkse voorbeelden	21
2.2	Begrippen.....	21
	2.2.1 Moleculen en atomen	21
	2.2.2 Elementen en verbindingen	22
	2.2.3 Atoommassa, molgewicht, mol	23
	2.2.4 Atoomladingen, ionen.....	24
	2.2.5 Chemische reacties.....	25
	2.2.6 Fysische reacties.....	26
	2.2.7 Zuren, Basen en zouten	26
	2.2.8 Zuurgraad, pH	28
	2.2.9 Alkaliteit.....	29
2.3	Oplossen in water	30
2.4	Organische en anorganische stoffen	31
2.5	Reacties	32
	2.5.1 Ontleden.....	33
	2.5.2 Vormen van zouten door zuur-base reactie	33
	2.5.3 Oxideren.....	35
2.6	Chemie op de zuivering.....	36
	2.6.1 Defosfateren.....	36
	2.6.2 H ₂ S verwijdering.....	36
3	Microbiologie.....	37
	Leerdoelen	37

3.1	Dagelijkse voorbeelden	37
3.2	Organismen en eigenschappen.....	37
3.3	Bacteriën.....	37
3.3.1	Vorm, afmeting, verschijningsvorm.....	37
3.3.2	Groei en vermeerdering.....	39
3.3.3	Omzettingsprocessen (stofwisseling).....	41
3.4	Microbiologie op de zuivering.....	44
3.4.1	Aerobe oxidatie	44
3.4.2	Nitrificatie	44
3.4.3	Denitrificatie.....	45
3.4.4	ANAMMOX.....	45
3.4.5	Biologische fosfaatverwijdering.....	45
4	Fysische en fysisch chemische processen en technieken	47
	Leerdoelen	47
4.1	Dagelijkse voorbeelden	47
4.2	Scheiden van vaste stoffen en water op de zuivering	48
4.2.1	Inleiding.....	48
4.2.2	Scheiding op deeltjesgrootte	48
4.2.3	Scheiding op dichtheid	50
4.2.4	Overige scheidingsmethoden	51
4.3	Oplossen van gassen.....	52
4.4	Technieken op de zuivering.....	55
4.4.1	Zeven	55
4.4.2	Filtreren over korrelige media	56
4.4.3	Membraantechnieken	58
4.4.4	Olie- en vetafscheiding	60
4.4.5	Centrifugeren en cycloneren.....	61
4.4.6	Adsorptie	63
4.4.7	Kristallisatie	63
4.4.8	Ionenuitwisseling	63
4.4.9	UV-straling.....	64
4.4.10	Mengen en roeren	64
4.4.11	Neutralisatie	65
4.4.12	Precipitatie of neerslag reacties.....	65
4.4.13	Coagulatie en flocculatie.....	66
4.4.14	Vervluchtigen en gasstrippen	67
4.4.15	Chemische desinfectie en oxidatie	68
4.5	Overzicht.....	68
5	Metten en rekenen op de zuivering	71
	Leerdoelen	71
5.1	Inleiding.....	71
5.2	Zuurgraad	71
5.3	Droogrest, indamprest, organische stofgehalte	71
5.4	Organische stof (CZV en BZV).....	72
5.5	Stikstof en fosforverbindingen	72
5.6	Rekenen aan het proces	74
5.6.1	Massabalans	74

5.6.1	Vracht.....	75
5.6.2	Verwijderingsrendement.....	76
5.6.3	Hydraulische verblijftijd.....	76
6	Wetgeving, milieu en vergunningen.....	79
	Leerdoelen.....	79
6.1	Beleid en richtlijnen.....	79
6.1.1	Europees beleid.....	79
6.1.2	Nationaal beleid.....	79
6.2	Wetgeving.....	80
6.2.1	Omgevingswet.....	80
6.2.2	Omgevingsvergunning.....	80
6.2.3	Waterwet.....	81
6.3	Vergunningen.....	81
6.3.1	Lozingen.....	81
6.3.2	Heffingen.....	82
6.4	Kwaliteit, Arbo en Milieuzorg.....	84
6.4.1	Kwaliteit.....	84
6.4.2	Arbo.....	86
6.4.3	Milieu.....	90
7	Afvalwater en riolering.....	93
	Leerdoelen.....	93
7.1	Verbruik water.....	93
7.1.1	Huishouden.....	93
7.1.2	Industrie.....	94
7.2	Rioolwaterstromen.....	95
7.2.1	Hoeveelheid.....	95
7.2.2	Samenstelling.....	96
7.3	Riolering.....	98
7.3.1	RWA/DWA.....	98
7.3.2	Stelsels.....	100
7.3.3	Gemalen.....	101
7.4	Samenwerking in de (afval)waterketen.....	101
8	Zuiveringssystemen.....	103
	Leerdoelen.....	103
8.1	Inleiding.....	103
8.2	Rwzi.....	103
8.2.1	schema's rwzi.....	104
8.2.2	Aantal rwzi's in Nederland.....	109
8.3	Industriële awzi's.....	110
8.3.1	voedingsmiddelenindustrie.....	112
8.3.2	Papier en grafische industrie.....	113
8.3.3	Petrochemische industrie.....	114
8.3.4	metaalindustrie.....	117
8.4	IBA.....	118

9	Voorbehandeling	119
9.1	Doel en functie	119
9.2	Roosters.....	120
9.2.1	Algemeen	120
9.2.2	Staafroosters	120
9.2.3	Stappenroosters	122
9.2.4	Perforatieroosters	123
9.2.5	Roostervuilverwerking	123
9.3	Zandvangers	124
9.3.1	Algemeen	124
9.3.2	Dorr-zandvanger	124
9.3.3	Gootzandvanger	125
9.3.4	Hydrocycloon.....	126
9.3.5	Zandwassers	127
9.4	Bezinkinstallaties.....	128
9.4.1	Algemeen	128
9.4.2	Ronde bezinkinstallaties	128
9.4.3	Rechthoekige bezinkinstallaties.....	130
9.5	Lamellenafscheider	132
9.6	Rol van medewerker voor een goed werkende voorbehandeling	132
10	Anaerobe biologische behandeling.....	135
10.1	Doel en functie	135
10.2	Het proces.....	136
10.2.1	Hydrolyse (of voorverzuring).....	137
10.2.2	Verzuring.....	137
10.2.3	Methaanvorming.....	138
10.3	Werking van de anaerobe zuiveringsinstallatie.....	138
10.4	Uitvoeringsvormen anaerobe reactoren	141
10.5	Rol van medewerker voor een goed werkende anaerobe gisting / waterzuivering	145
11	Aerobe biologische behandeling: actief slib proces	147
11.1	Geschiedenis, doel en functie	147
11.2	Actief slib: Processchema en definities	147
11.3	Begrippen.....	149
11.3.1	Vracht.....	149
11.3.2	Rendement.....	150
11.3.3	Slibbelasting	150
11.3.4	Slibleeftijd	152
11.3.5	Slibvolume-index	153
11.3.6	Karakteristiek van het actiefslib-proces.....	154
11.4	Lichtslib	154
11.5	Reactortypen.....	156
11.5.1	volledig gemengde reactor	157
11.5.2	Propstroomreactor.....	158
11.5.3	Omloopsysteem	158
11.5.4	Gecompartimenteerd.....	159
11.5.5	Batch-reactor.....	160
11.5.6	Membraanbioreactor	161

11.5.7	Eigenschappen reactortypen	162
11.6	Nabezinking	163
11.6.1	Principe nabezinktanks.....	163
11.6.2	Dimensionering nabezinktanks.....	165
11.6.3	Uitvoeringsvormen.....	170
11.7	Andere vormen van slib-waterscheiding.....	173
11.7.1	Upflow Sludge Blanket Filtration (USBF)	174
11.7.2	Membraan Bioreactoren	175
11.8	Beluchtingsmethoden.....	178
11.8.1	Energie en rendement van beluchting	179
11.8.2	Bellenbeluchting	179
11.8.3	Oppervlaktebeluchters.....	181
11.9	Aeratietanks	184
11.10	Mengers en voortstuwers	184
11.11	Selectoren, anaerobe tanks en anoxische tanks	187
11.12	Rol van medewerker voor een goed werkende aerobe biologische zuivering	187
12	Biologische behandeling: Stikstofverwijdering	189
12.1	Doel en functie	189
12.2	Nitrificatie	190
12.3	Denitrificatie	190
12.4	Methoden	191
12.4.1	Voordenitrificatie.....	191
12.4.2	Omloopsystemen.....	191
12.4.3	Nageschakelde denitrificatie.....	192
12.5	Rol van medewerker voor een goed werkende stikstofverwijdering.....	193
13	Fosforverwijdering	195
13.1	Inleiding.....	195
13.2	Chemische P-verwijdering.....	196
13.2.1	Principe	196
13.2.2	Uitvoeringsvormen.....	196
13.2.3	Aandachtspunten	196
13.3	Biologische fosfaatverwijdering	197
13.3.1	Principe	197
13.3.2	Uitvoeringsvormen.....	198
13.3.3	Aandachtspunten	198
13.4	Rol van medewerker voor een goed werkende fosfaatverwijdering	199
14	Nabehandeling effluent	200
14.1	Doel en functie	200
14.2	Vergaande behandeling (nabehandeling) afloop nabezinktank	200
14.2.1	Doel en toepassingsgebied van nabehandeling.....	200
14.2.2	Desinfectie.....	201
14.2.3	Discontinue zandfiltratie.....	201
14.2.4	Continue zandfiltratie.....	204
14.2.5	Microfiltratie en ultrafiltratie	205
14.2.6	Helofytenfilters.....	206

14.3	Rol van de medewerker voor een goed werkende nabehandeling	207
15	Slibbehandeling.....	209
15.1	Inleiding.....	209
15.2	Indikking.....	209
	15.2.1 Algemene principes	209
	15.2.2 Gravitatie-indikking	210
	15.2.3 Mechanische indikking	210
15.3	Slibstabilisatie	212
	15.3.1 aerobe stabilisatie.....	212
	15.3.2 Anaerobe stabilisatie (slibgisting)	212
15.4	Slibontwatering.....	215
	15.4.1 Algemene principes	215
	15.4.2 Zeefbandpersen	215
	15.4.3 Centrifuges	215
	15.4.4 Filterpersen	216
15.5	De rol van de medewerker in de slibbehandeling	217
16	Slib (eind)verwerking.....	219
16.1	Doel en functie	219
	16.1.1 Soort en hoeveelheid.....	219
	16.1.2 Bestemming	220
16.2	Thermisch behandelen.....	221
	16.2.1 algemeen	221
	16.2.2 Thermisch drogen.....	221
	16.2.3 Biologisch drogen.....	224
	16.2.4 Natte oxidatie	225
	16.2.5 Verbranden.....	225
16.3	Rol van de medewerker bij een goede slibverwerking.....	228
17	Omgevingshinder	229
	Leerdoelen	229
17.1	Oorzaak en gevolg	229
17.2	Risico's	230
17.3	Geluid en trillingen	231
17.4	Geluid beperkende maatregelen	232
17.5	Geur beperkende maatregelen.....	233
	17.5.1 Koolfilter	233
	17.5.2 Compostfilter	233
	17.5.3 Lavafilter.....	234
	17.5.4 Chemische wasser	235
	17.5.5 Chemisch filter.....	236
17.6	Grondwatermonitoring (bodemverontreiniging).....	237
17.7	Rol van de medewerker	238
	17.7.1 Persoonlijke beschermingsmiddelen	238
	17.7.2 Bedrijfshulpverlening	238
	17.7.3 Brandblusapparatuur	239