

1994-W03_ervaringen-plannen-P-en-N-verwijdering

stowa

**Ervaringen en plannen
met P- en N-verwijdering**

94-W-03

**Ervaringen en plannen
met P- en N-verwijdering**



INHOUDSOPGAVE**Blz.**

1.	INLEIDING	1
2.	ERVARINGEN EN ONDERZOEK P-VERWIJDERING	2
2.1.	Technieken voor P-verwijdering	2
2.1.1.	Chemisch (voor-, simultane en naprecipitatie)	2
2.1.2.	Biologische P-verwijdering	4
2.1.3.	'Spontaan' verhoogde biologische P-opname	5
2.1.4.	Nageschakelde P-verwijdering	6
2.1.5.	Behandeling P-rijke deelstromen	7
2.2.	Bedrijfsgegevens P-verwijdering	7
2.2.1.	Rendement P-verwijdering	7
2.2.2.	Gebruikte chemicaliën	7
2.2.3.	Dosering (hoeveelheid en wijze van dosering)	8
2.2.4.	Invloed specifiek afvalwater	10
2.2.5.	Invloed bedrijfsvoering	10
2.3.	Secundaire effecten P-verwijdering	10
2.3.1.	Invloed op N-verwijdering	10
2.3.2.	Invloed op slib	11
2.4.	Praktische aspecten P-verwijdering	12
2.5.	Plannen voor invoering van P-verwijdering	12
3.	ERVARINGEN EN ONDERZOEK N-VERWIJDERING	16
3.1.	Technieken voor N-verwijdering	16
3.1.1.	Aëratiecircuits	16
3.1.2.	Voordenitrificatie	18
3.1.3.	Alternerend/intermitterend beluchten	19
3.1.4.	N-verwijdering in tweetrapssystemen	20
3.1.5.	Verhoogde N-verwijdering door wijziging procesconfiguratie	21
3.1.6.	Verhoogde N-verwijdering door aanpassing bedrijfsvoering	21
3.1.7.	Behandeling deelstromen	23
3.1.8.	Overige systemen/onderwerpen	23
3.2.	Bedrijfsgegevens N-verwijdering	23
3.2.1.	Rendement N-verwijdering	23
3.2.2.	Bedrijfsvoering	24
3.3.	Procesmonitoring	25
3.3.1.	Redoxpotentiaalmeting	25
3.3.2.	On-line stikstofmeting	25
3.3.3.	Troebelheidsmeting	26
3.3.4.	Respiratiemeting	26
3.4.	Secundaire effecten N-verwijdering	27
3.5.	Praktische aspecten N-verwijdering	27
3.6.	Plannen voor invoering N-verwijdering	27

1. INLEIDING

Het voorliggende rapport geeft een inventarisatie van de ervaringen en onderzoeksactiviteiten van de Nederlandse waterkwaliteitsbeheerders op het gebied van P- en N-verwijdering. De resultaten zijn gebundeld van drie inventarisatierondes, in voorjaar 1990, juli 1991 en december 1993.

Het overzicht dient vooral als wegwijzer (wat, waar) en niet als complete beschrijving met alle gegevens. Nadere informatie is te verkrijgen via de beheerders en onderzoeksrapporten die onder meer in het kader van PN 1992 zijn opgesteld.

2. ERVARINGEN EN ONDERZOEK P-VERWIJDERING

2.1. Technieken voor P-verwijdering

2.1.1. Chemisch (voor-, simultane en naprecipitatie)

Z.S. Amstel en Gooiland:

- rwzi Hilversum: oxydatiebed, voorprecipitatie met FeCl_3 , dosering 21 mg Fe/l, pe-dosering (afhankelijk van seizoen) 0,3-0,6 mg/l;
- rwzi Weesp: oxydatiebed, voorprecipitatie met FeCl_3 , dosering 21 mg Fe/l, pe-dosering (afhankelijk van seizoen) 0,3-0,6 mg/l;

Prov. Utrecht:

- rwzi Nieuwegein: onderzoek voorprecipitatie met FeClSO_4 en een licht anionisch polymeer (artikel Klaarmeester 92, 6, 14-19);
- rwzi De Bilt: onderzoek voorprecipitatie met FeCl_3 en polymeer, augustus t/m november 1993;
- rwzi Utrecht: onderzoek precipitatie met FeCl_3 in de beluchting eerste trap, januari t/m april 1994.

W.S. Friesland:

- 16 rwzi's met simultane precipitatie;
- 2 rwzi's met voorprecipitatie;
- onderzoek naar simultane precipitatie met verhoogde dosering (rapport PN 92-12).

Prov. Groningen:

- rwzi Veendam: 's zomers dosering FeSO_4 in eerste en tweede trap;
- rwzi Hoogezand: Al-houdend afvalwater via persleiding aangevoerd (overmaat);
- rwzi Slochteren: dosering FeCl_3 in circuit;
- rwzi Leek: dosering FeClSO_4 in overstort aëratietank naar nabezinktank;
- rwzi Delfzijl (nieuw): dosering FeSO_4 vanaf mei 1993.

Z.S. Drenthe:

- rwzi Gieten: simultane precipitatie met FeCl_3 (1981-1984) en FeSO_4 plus kalk vanaf 1984; onderzoek naar simultane precipitatie met verhoogde dosering (rapport PN 92-12);
- rwzi Klijndijk: simultane precipitatie met Al-beits vanaf 1988;
- rwzi Schoonoord: simultane precipitatie met Al-beits 1988-1992 en met Alton-P1 (pH 14) vanaf 1992;
- rwzi Zuidlaren: simultane precipitatie:
1989-1990: Alton-P (pH 14), Me/P-verhouding 1,3 mol/mol, effluentgehalte P-totaal 1 mg P/l;
1990: FeClSO_4 , Me/P-verhouding 1,0 mol/mol, effluentgehalte P-totaal < 1 mg P/l;
1991-1992 (3 mnd): FeSO_4 (in Gieten opgelost), Me/P-verhouding 2,0 mol/mol, effluentgehalte P-totaal < 1 mg P/l;
vanaf 1992: Alton-P1;
- rwzi Ruinen: Alton-P1 vanaf 1993;
- algemeen Alton: problemen met kristallisatie; leverancier komt met nieuwe samenstelling Alton.

W.S. Regge en Dinkel:

- rwzi Denekamp: dosering FeSO_4 en Al-beitsen, aanvullend op biologische P-verwijdering; effluentgehalte P-totaal < 1,0 mg P/l.

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi Deventer: sinds voorjaar 1989 voorprecipitatie met FeClSO_4 ; effluentgehalte P-totaal van 1 mg P/l haalbaar (maar thans niet nodig); voorbereiding pe-dosering in 1994;
- rwzi Tollebeek: sinds 1989 proeven met voorprecipitatie, vanaf 1991 permanent; eind 1992 lange duurproef FAST-proces (ijzerproces + flocculant + coagulant, rapport verkrijgbaar bij ZWO); medio 1993 automatisch gestuurde kalkdosering in AT in gebruik genomen, pH = 6,5; medio 1994 permanent FAST-proces;

- rwzi Raalte: sinds 1991 voorprecipitatie met FeClSO_4 ; voorbereidingen nieuwbouw voorprecipitatie met FAST-proces, in werking 1994/1995;
- rwzi Zwolle: voorbereidingen FAST-proces, installeren medio 1994;
- rwzi Steenwijk: sinds 1975 simultane precipitatie met $\text{FeCl}_3/\text{FeClSO}_4$;
- rwzi Olst: per 1-1-95 simultane precipitatie met FeSO_4 ;
- rwzi Dalfsen: medio 1994 simultane precipitatie met FeClSO_4 ;
- rwzi Heino: vóór 1995 simultane precipitatie.

H.H.S. Delfland:

- rwzi Houtrust: voorprecipitatie met driewaardig ijzerzout; de proeven met natronloog zijn afgerond, natronloog is te duur en wordt niet meer toegepast; door combinatie van centrale deelontharding drinkwater en gebruik zuivere O_2 treedt mogelijk pH-daling op door voorprecipitatie; daarom worden hardheidsmetingen uitgevoerd.

H.H.S. Uitwaterende Sluizen:

- rwzi Katwoude: propstroom actief slib; voorprecipitatie met FeCl_3 ter ontlasting van biologie; resultaat betere BZV- en NH_4 -verwijdering; minder denitrificatie; effluentgehalte P-totaal < 1 mg P/l;
- rwzi Eversteekooog: oxydatiesloot met simultaan FeSO_4 -dosering; effluentgehalte P-totaal circa 1 mg P/l als jaargemiddelde; dosering niet direct bekend; geen beeld van de spreiding; continue dosering, bijstellen op basis van PO_4 -meting door bedrijfsvoerder (LASA-testset);
- rwzi Wervershoof: carrousel met selector, 2 AT's met simultane precipitatie sinds januari 1992. Me/P-verhouding 0,9 mol/mol, effluentgehalte P-totaal < circa 1,5 mg P/l.
- rwzi Beemster: carrousel met selector, simultane precipitatie sinds januari 1992, dankzij grote anaërobe selector volstaat Me/P-verhouding 0,5 mol/mol, effluentgehalte P-totaal circa 1,3 mg P/l;
- rwzi Beverwijk: voorprecipitatie met FeCl_3 .

Amsterdam:

- rwzi West: 1975 enkele maanden simultane precipitatie (artikel H_2O 1977);
- rwzi Oost: onderzoek simultane precipitatie (1990; inclusief slibverwerking; 165.000 i.e.).

H.H.S. West-Brabant:

- rwzi's Etten-Leur en St. Willebrord: oxydatiebedden met voorprecipitatie, St. Willebrord buiten bedrijf sinds november 1993;
- rwzi's Baarle-Nassau, Chaam, Dinteloord, Dongemond, Halsteren, Kaatsheuvel, Nieuw-Vossemeer: simultane precipitatie; gemiddeld 90% P-verwijdering bij effluentgehaltes P-totaal van 1,0 mg P/l of lager (eerste helft 1993).

H.H.S. Schieland:

- rwzi Kralingseveer: laagbelast actief-slibstelsysteem; praktijkonderzoek voorprecipitatie in één van de vier voorbezinktanks; gestelde effluentgehalte P-totaal voor 1995-1998: 1,3 mg P/l; dit blijkt haalbaar bij Me/P-verhouding 0,3 mol Me/mol P;
- rwzi Kralingseveer: semi-technisch onderzoek naar het effect van voorprecipitatie op de slibbezinkingseigenschappen en de stikstofverwijdering.

W.S. Noord- en Zuid-Beveland:

- rwzi Willem Annapolder: praktijkonderzoek voorprecipitatie december 1992-mei 1993; eerste periode FeClSO_4 , dosering 20 mg Fe/l, effluentgehalte P-totaal gemiddeld 0,7 mg P/l; tweede periode aangezuurd drinkwaterslib, dosering 22 mg Fe/l, effluentgehalte P-totaal gemiddeld 0,9 mg P/l (behalve bij problemen met doseren).

Z.S. Rivierenland:

- rwzi Nijmegen: proeven met voorprecipitatie; FeCl_3 -dosering in 1991; PAX-W-dosering in 1992, met en zonder pe.

H.H.S. Rijnland:

- rwzi Reeuwijk-Brug: in 1994 proef met aangezuurd drinkwaterslib i.p.v. FeCl_3 .
- rwzi Reeuwijk-Brug momenteel enige met precipitatie;
- voorheen proeven met P-verwijdering op enige andere rwzi's.

Z.S. Limburg:

- rwzi Maastricht-Bossherveld: 1992-1994 voorprecipitatie;
- rwzi's Roermond, Susteren en Stein: voorprecipitatie vanaf 1993.

Z.S. Veluwe:

- rwzi Elburg; tweetraps, oxydatiebed/actief slib, 130.000 i.e.; chemicaliëndosering op voorbezinktank en in carrousel; 1992: Me/P-verhouding 1,8 mol/mol, 94% P-verwijdering, effluentgehalte P-totaal 0,99 mg P/l;
- rwzi Epe: actief slib, 55.000 i.e.; simultane precipitatie; 1992: Me/P-verhouding 2,9 mol/mol, 93% P-verwijdering, effluentgehalte P-totaal 0,57 mg P/l;
- rwzi Harderwijk: tweetraps, oxydatiebed/carrousel, 260.000 i.e.; 1992: Me/P-verhouding 2,6 mol/mol, 93% P-verwijdering, effluentgehalte P-totaal 0,61 mg P/l;
- rwzi Heerde: oxydatiebed, 26.000 i.e.; 1992: Me/P-verhouding 1,9, 78% P-verwijdering, effluentgehalte P-totaal 2,1 mg P/l;
- rwzi Lunteren: oxydatiebed, 11.000 i.e.; voorprecipitatie 1992: Me/P-verhouding 1,4 mol/mol, 86% P-verwijdering, effluentgehalte P-totaal 1,5 mg P/l;
- rwzi Nijkerk: oxydatiebed/actief slib, 70.000 i.e.; 1992: Me/P-verhouding 1,7 mol/mol, 92% P-verwijdering, effluentgehalte P-totaal 0,55 mg P/l.

G.T.D. Oost-Brabant:

- rwzi Vinkel: zie handboek chemische P-verwijdering.

2.1.2. Biologische P-verwijdering

Amsterdam:

- rwzi Westpoort: vanaf januari 1994 proef biologische P-verwijdering (voorkeur nieuwe rwzi West).

G.T.D. Oost-Brabant:

- rwzi Eindhoven: semi-technisch en praktijkonderzoek;
- rwzi Veghel: proef met kleine stripper (enkele m^3) in retoursliblijn van full-scale installatie; alleen P-strippen onderzoek, biologische P-verwijdering werkt hier al van nature.

H.H.S. Uitwaterende Sluizen:

- rwzi Alkmaar: pilot-onderzoek P-strippen (rapportage onder PN-platform verspreid);
- rwzi Oosthuizen: proefnemingen biologische P-verwijdering (rapportage onder PN-platform verspreid); proeven afgerond, nog steeds biologische P-verwijdering door intermitterend beluchten;
- rwzi Geestmerambacht: demo-project P-strippen in combinatie met korrelreactor per april 1994.

H.H.S. Rijnland:

- rwzi's Leiden-Noord, Haarlem-Waarderpolder en Heemstede: experimenten met pilot plant P-strippen;
- rwzi Heemstede: demo-project P-strippen in combinatie met korrelreactor;
- rwzi Aalsmeer: onderzoek biologische P-verwijdering hoofdstroom.

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi Holten: diverse aspecten biologische P-verwijdering.

Z.S. Hollandse Eilanden en Waarden:

- rwzi Bergambacht: onderzoek naar intermitterend beluchten en P-strippen.

Z.S. Veluwe:

- rwzi Bennekom: biologische P-verwijdering in de hoofdstroom door voorschakeling anaerobe tank;
- rwzi Ede: pilot-onderzoek biologische P-verwijdering (rapportage onder PN-platform verspreid);
- rwzi Elburg: sinds 1-11-93 in bedrijf biologische P-verwijdering in hoofdstroom door voorschakeling van selector/anaerobe tank voor carousel.

Prov. Groningen:

- biologische P-verwijdering geen specifiek aandachtspunt.

H.H.S. Schieland:

- rwzi Kralingseveer: semi-technisch onderzoek biologisch defosfateren in sliblijn. Op grond van het onderzoek en de financiële overwegingen is niet gekozen voor biologisch defosfateren.

Z.S. Amstel en Gooiland:

- rwzi Blaricum: oxydatiesloot, proeven voor introductie biologische P-verwijdering.

Z.S. Rivierenland:

- rwzi Zetten: verhoogde biologische P-opname door intermitterende beluchting, gestuurd op redoxmeting;
- rwzi Beesd: verhoogde biologische P-opname door intermitterende beluchting, gestuurd op redoxmeting.

Z.S. Limburg:

- rwzi's Venlo, Roermond en Maastricht-Limmel: pilot-proeven biologische P-verwijdering hoofdstroom;
- rwzi Venlo: pilot-proeven P-strippen.

Z.S. Oostelijk Gelderland:

- rwzi Borculo: Mabeg-installatie; biologische P-verwijdering in de hoofdstroom; goede P-accumulatie, maar door lage slibbelasting en lage slibproductie te weinig P-verwijdering;
- rwzi Etten: anaerobe tank, carousel, 50% belast; biologische P-verwijdering in de hoofdstroom; 83% P-verwijdering, effluentgehalte P-totaal > 1 mg P/l; directe ontwatering P-rijk surplusslib loopt sinds kort, nog niet geoptimaliseerd;
- rwzi Arnhem-Nieuwgraaf: pilot-onderzoek biologische P-verwijdering hoofdstroom of deelstroom; bij hoofdstroom werd zonder aanvullende chemicaliëndosering net effluentgehalte P-totaal 1 mg P/l gehaald; ontwerp uitbreiding praktijkinstallatie loopt nog.

2.1.3. 'Spontaan' verhoogde biologische P-opname

Prov. Utrecht:

- rwzi Bunnik: oxydatietank intermitterend beluchten in combinatie met gemakkelijk afbreekbaar influent, effluentgehalte P-totaal 0,5 mg P/l (1992);
- rwzi Bunschoten: hoog fosfaat-influentgehalte, oxydatietank intermitterend beluchten, 94% fosfaatverwijdering;
- rwzi Lopik: Schreiber (binnenring is nabezinking) met intermitterende membraan-beluchting, effluentgehalte P-totaal 1,0 mg P/l (1991);
- rwzi Loenen: Schreiber (binnenring is nabezinking) met intermitterende membraan-beluchting, effluentgehalte P-totaal 1,1 mg P/l (1992).

W.S. Friesland:

- rwzi Oosterwolde (zie rapport LUW, Hennink), rwzi's Workum, Bolsward;
- soms in situaties met gestoorde biologische zuivering (Heerenveen).

Z.S. Drenthe:

- rwzi Coevorden: Schreiber-installatie met effluentgehalte P-totaal < 1 mg P/l; ontvangt

BZV-rijk industrieel afvalwater (ook beschreven door Hennink, met enkele onjuistheden).

Z.S. Oost-Gelderland:

- rwzi Lichtenvoorde: carrousel met aanvullende bellenbeluchting; hoge P-concentraties waargenomen in overloop indikker en filtraat zeefbandpers, samen 30 % van influentvracht; participatieonderzoek naar behandelingsmogelijkheden verricht in kader van PN 1992; onderzoek afgerond, verslag beschikbaar;
- rwzi Varsseveld en Dinxperlo: Mabeg-systemen met > 70 % P-verwijdering, 3 mg P/l; volledig gemengd, geen alternerende beluchting, beperkt aandeel industrieel afvalwater, kortom geen klassiek-gunstige omstandigheden voor biologische P-verwijdering;

W.S. Regge en Dinkel:

- rwzi Almelo Vissedijk: propstroom aeratietank met voorgeschakelde zwak beluchte aeratietank van oude installatie (slibbelasting 0,05 - 0,06 kg BZV/kg ds-d); influent aangerot; effluentgehalte P-totaal < 1,0 mg P/l (behoudens uitschieters); oplopende P-gehalte als NO₃ stijgt door tekort schietende denitrificatie; kinetiek van P-strippen uit retourslib onderzocht met participatie van PN 1992; (nog) geen noodzaak realisatie in praktijk.

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi Zwartsluis: voorwaarde is het regelmatig optreden van anaërobe omstandigheden in de contactbak;
- rwzi Heino: voorwaarde is het regelmatig optreden van anaërobe omstandigheden in het aëratiecircuit, incidenteel door alternerend beluchten;
- rwzi Genemuiden: BCFS (Biologisch-Chemisch Fosfaat- en Stikstofverwijdering, precipitatie van in de hoofdstroom afgegeven fosfaat) draait sinds december 1993 naar tevredenheid.

H.H.S. Schieland:

- rwzi Kortenoord: oxydatiesloot, 25.000 i.e.; 70% P-verwijdering (zie rapport Hennink); mogelijk invloed alternerend beluchten (6 h/d alle borstels uit).

H.H.S. Uitwaterende Sluizen:

- rwzi Oudeschild: ten tijde van aansluiting zuivelfabriek meer dan 70 % P-verwijdering.

Z.S. Rivierenland:

- rwzi's Gorinchem-Oost en Culemborg: onderbelaste carrousel met intermitterende beluchting;
- rwzi's Druten en Dodewaard: Schreiber-installaties met anoxisch/anaërobe binnenring.

H.H.S. Rijnland:

- diverse rwzi's: oxydatiesloot of carrousel met intermitterende beluchting.

2.1.4. Nageschakelde P-verwijdering

Z.S. Rivierenland:

- rwzi Geldermalsen: proeven magnetische P-verwijdering medio 1992 afgerond, installatie uit bedrijf genomen.

Z.S. Amstel en Gooiland:

- rwzi Huizen: 1991-1992 onderzoek magnetische separatie, kalk- en ijzerchloridedosering.

W.S. Friesland:

- enkele oriënterende proeven op laboratoriumschaal bij Smit Nymegen; bij nitrificerende systemen bleek minder kalk nodig dan bij niet-nitrificerende; onderzoek stopgezet.

Z.S. Drenthe:

- rwzi Westerbork: vanaf 1989 korrelreactor; effluentgehalte P-totaal < 1 mg P/l wordt nog niet gehaald door problemen met kalkdosering en nozzles (verstopping door bladafval en

plastic); eind 1993 zijn beide problemen deels provisorisch opgelost.

Z.S. Oostelijk Gelderland:

- rwzi Wehl: kleine oxydatiesloot; november 1993- maart 1994 zwevende-stofverwijdering uit effluent met Dynasand-filter, FeCl_3 -dosering voor P-verwijdering;

2.1.5. Behandeling P-rijke deelstromen

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi Holten: sinds 1990 P-strippen in de hoofdstroom; sinds 1990 P-verwijdering door precipitatie uit stripperwater in de slibstroom van de voorindikker en door P-afgifte van spuislib onder toevoeging van ijzerslib in de gistingstank; dit werkt goed, door P-afgifte ontstaat hoog P-gehalte;
- rwzi Genemuiden: nieuwe rwzi, per 1-12-1993 in gebruik genomen; anaëroob/anoxisch/aëroob; biologische N- + P-verwijdering, aanvullende simultane precipitatie met FeSO_4 ;
- rwzi Steenwijk: wijzigingen medio 1994 volgens 'systeem rwzi Holten';
- rwzi Dalfsen: per 1994/1995 uitbreiding volgens B.C.F.S.-proces.

Z.S. Oostelijk Gelderland:

- rwzi Lichtenvoorde: gedurende 1 jaar proeven met FeCl_3 -dosering aan slibwater; proeven stopgezet, P-gehalte in slibwater fluctueert.

H.H.S. Uitwaterende Sluizen:

- rwzi Oosthuizen: gedurende 5 maanden FeCl_3 -dosering in toevoer indikker, doseerverhouding 0,3 mol Fe/mol P t.o.v. influentgehalte P-totaal;

2.2. Bedrijfsgegevens P-verwijdering

2.2.1. Rendement P-verwijdering

Algemeen:

- onderzoek naar simultane precipitatie met verhoogde dosering (rapport PN 92-12);
- resultaten Nederlandse rwzi's tot medio 1993 verwerkt in Stowa handboek chemische P-verwijdering.

W.S. Friesland:

zie voordracht A.K. de Boer op NVA-dag Wageningen.

Z.S. Veluwe:

- 1992: P-verwijdering beheersgebied 65%; 8 van de 19 rwzi's voldoen aan fosfaat-AMvB; zie verder voordracht Tessel op NVA-dag Wageningen.

Prov. Groningen:

- van de 36 rwzi's bereikten 5 rwzi's meer dan 80% P-verwijdering, waarvan 3 meer dan 85% en 0 meer dan 90% (jaarcijfers 1992).

W.S. Regge en Dinkel:

- in 1992 70% P-verwijdering over beheersgebied.

W.S. Hulster Ambacht:

- rwzi Kloosterzande: actief slib, 89% P-verwijdering.

Z.S. Rivierenland:

- van de 27 rwzi's in beheersgebied voldeden in 1992 reeds 6 rwzi's aan de effluent-eis fosfaat op basis van jaargemiddelde effluentgehalte P-totaal.

H.H.S. Rijnland:

- 10 rwzi's voldoen aan fosfaat-AMvB.

2.2.2. Gebruikte chemicaliën

Prov. Utrecht:

- gebruikte chemicaliën bij voorprecipitatie: FeCl_3 (en FeClSO_4) in combinatie met licht anionisch polymeer (Superfloc A1839, Cyanamid);
- rwzi Nieuwegein: onderzoek naar hergebruik van (aangezuurd) drinkwaterslib medio 1994.

Amsterdam:

- simultane P-verwijdering RI Oost met FeCl_3 tijdens proefjaar.
- vanaf oktober 1992 proef met aluminiumrijk afvalwater op RI Westpoort-industrieel (voorheen Groote IJpolder).

W.S. Friesland:

- in het algemeen FeSO_4 toegepast;
- FeClSO_4 toegepast bij voorprecipitatie;
- één maal gezamenlijk FeSO_4 en metaalbeits toegepast, gaf bij menging kristallisatie;
- aangezuurd drinkwaterslib gaat worden toegepast voor conditionering bij filterpers Heerenveen.

Z.S. Drenthe:

- in wintersituaties heeft het basisch produkt Alton-P wellicht positief effect op de nitrificatie;
- 1993/1994 onderzoek naar P-verwijdering met $\text{Fe}(\text{OH})_3$ in slibgistingstanks.

W.S. Regge en Dinkel:

- basische en zure Al-beits;
- Fe-beits van buizenfabriek (werkzaam bestanddeel FeSO_4).

H.H.S. Delfland:

- voorprecipitatie met driewaardig ijzerzout.

Z.S. West Overijssel:

- rwzi Holten: gebruik ijzerhydroxydeslib in de gistingstank bij biologische P-verwijdering om P-afgifte spuislib te binden, zie verslag KIWA-symposium 1993.
- rwzi's Steenwijk, Tollebeek: aanvullend kalkmelkdosering bij lage pH door P-verwijdering.

Prov. Groningen:

- FeSO_4 , FeCl_3 , FeClSO_4 ;
- Al-houdend afvalwater.

H.H.S. Schieland:

- FeClSO_4 (PIX) en anionisch pe;
- optimale dosering (voorprecipitatie in één van de vier voorbezinktanks): 12,8 mg Fe/l PIX en 1,0 mg pe/l; gegevens gebaseerd op laboratoriumproeven en praktijkexperimenten;
- gedurende korte tijd gecombineerd ijzerzout/polymeer (UPIX) gedoseerd.

W.S. Noord- en Zuid-Beveland:

- FeClSO_4 , aangezuurd drinkwaterslib.

H.H.S. West-Brabant:

- FeSO_4 , oplossing aangemaakt op rwzi's Kaatsheuvel en Dongemond (Tunetanken); tevens transport van deze oplossing naar kleinere rwzi's;
- FeCl_3 .

Z.S. Limburg:

- 1997/1998 alleen FeClSO_4 .

2.2.3. Dosering (hoeveelheid en wijze van dosering)

Prov. Utrecht:

- dosering bij voorprecipitatie debietproportioneel;

- gemiddelde Me/P-verhouding 0,9-1,3 mol Fe/mol P (effluentgehalte P-totaal 1,0 mg P/l);
- gemiddelde pe-dosering 0,5-0,6 mg/l.

Amsterdam:

- continudosering op basis van gemiddelde aanvoer; Me/P-verhouding 1,5 mol/mol.

W.S. Friesland:

- dosering continu over 24 uur, op basis van gemiddelde aanvoer; bij rwa blijkt verhoogde P-afvoer. Indruk dat dit vooral chemisch is, minder sterke relatie met zwevende stof dan bijvoorbeeld bij Veluwe.

Prov. Groningen:

- rwzi's Slochteren, Leek, Hoogezand: dosering 24 h/d in beluchting;
- rwzi Delfzijl: dosering 20 min/h in beluchting;
- rwzi Veendam: dosering in eerste en tweede trap;
- sinds kort problemen met aankoeken FeSO_4 -doseeroplossing.

Z.S. Drenthe:

- continudosering, door klaarmeester bijgestuurd op basis van ter plaatse gemeten effluentgehalte P-ortho (stuurwaarde 0,5 - 0,9 mg P/l voor effluentgehalte P-totaal < 1 mg P/l);

W.S. Regge en Dinkel:

- rwzi Denekamp dagelijkse controle effluentgehalte P-ortho; handmatig bijstellen dosering Fe- en Al-beitsen; dosering ter ondersteuning biologische P-verwijdering, Me/P-verhouding circa 0,4 mol/mol, bij effluentgehalte P-totaal < 1 mg P/l.

Z.S. West-Overijssel:

- dosering FeClSO_4 in het algemeen volumeproportioneel, in combinatie met handinstelling voor de doseerverhouding (aanpassen bij regen); proeven met het inbouwen van een geleidsbaarheidsmeter voor automatische beperking dosering ijzervzouten bij rwa;
- aanvullende kalkdosering, automatisch pH-gestuurd op pH 6,5;
- bij voorprecipitatie juist zoveel fosfaat in de voorbezinktank verwijderen dat door P-opname in het celmateriaal van het actief slib een gewenst restgehalte fosfaat wordt geloozd.

H.H.S. Uitwaterende Sluizen:

- rwzi Katwoude: dosering bij voorprecipitatie debietproportioneel; doseerverhouding op basis van proeven en praktijkgegevens.

H.H.S. Schieland:

- rwzi Kralingseveer: debietproportionele dosering bij 840 à 8.400 m³/h (Q-max = 12.800 m³/h); dosering PIX aan begin afvoerleiding naar voorbezinktank, pe-dosering circa 3,0 m (~ 10 s) verder in deze leiding.

H.H.S. West-Brabant:

- aantal rwzi's: debietproportioneel tot rwa;
- aantal rwzi's: tijdproportioneel;
- thans onderzoek naar verschillen tussen debiet-/tijdproportioneel, bij dosering op basis van handmatige ortho-fosfaatanalyses door klaarmeester;
- bij gebruik van ongefiltreerd effluent als verdunningswater van de verzadigde FeSO_4 -oplossing vindt aankoeking in de doseerleiding plaats; dit probleem treedt niet op bij verdunnen met drinkwater;
- toepassing Tunetanken-systeem, de dosering wordt bepaald op basis van dichtheidsmeting FeSO_4 -oplossing.

Z.S. Amstel en Gooiland:

- rwzi Hilversum: dosering FeCl_3 afhankelijk van signaal P-analyser influent;
- rwzi Weesp: dosering FeCl_3 afhankelijk van signaal influentdebiet.

H.H.S. Rijnland:

- diverse nieuwe rwzi's: sturing Fe-dosering op basis van on-line meting effluentgehalte P-ortho (systeem Eversteekoog).

2.2.4. Invloed specifiek afvalwater

W.S. Friesland:

- dalende influentconcentraties goed merkbaar; geen spectaculaire rendementtoename; wellicht doorkruist door deelontharding drinkwater, waardoor Ca-gehalte afneemt?

Z.S. Drenthe:

- indruk dat bij chemische P-verwijdering ook een deel biologische P-verwijdering kan meespelen; bij identieke installaties structurele verschillen ten aanzien van relatie dosering/P-verwijdering (Schoonoord vs. Klijndijk).

Prov. Groningen:

- rwzi's Oude Pekela, Marum, Ulrum, Vlagtwedde: effluentgehalte P-totaal < 2,0 mg P/l, waarschijnlijk door lozing nutriënt-arm industrieel afvalwater.

2.2.5. Invloed bedrijfsvoering

W.S. Friesland:

- rwzi Leeuwarden (voorprecipitatie): voldoet niet door te lage dosering;
- rwzi Sloten: minder goede werking P-verwijdering door hoog belaste nabezinking;
- rwzi Lemmer: minder goede werking P-verwijdering door te lage dosering en overbelasting;
- rwzi Joure: minder goede werking P-verwijdering door extreem hoge fosfaatbelasting.

G.T.D. Oost-Brabant:

- bedrijfsvoering lagunes aangepast, bezinking aflatwater, i.v.m. terugvoer verontreinigingen naar zuiveringsproces.

Prov. Groningen:

- verbeterde P-verwijdering waargenomen op rwzi's die worden geoptimaliseerd voor N-verwijdering.

2.3. Secundaire effecten P-verwijdering

2.3.1. Invloed op N-verwijdering

W.S. Friesland:

- geen invloed op N-verwijdering waargenomen.

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi's Deventer en Raalte: verbetering N-oxydatie door voorprecipitatie bij gelijkblijvende N-totaalverwijdering;
- rwzi Tollebeek: verdere verbetering nitrificatie door FAST-proces;
- rwzi Holten: proef met precipitatie fosfaat uit stripperwater in de voorbezinktank gaf een verbetering van het rendement van de voorbezinktank maar daardoor, gezien het tekort aan BZV in de AT, een kleine vermindering van de N-verwijdering van circa 75% naar 70%; gezien het tekort aan BZV wordt de P-verwijdering van stripperwater in het vervolg weer in de sliblijn gedaan.

H.H.S. Rijnland:

- rwzi Reeuwijk volbelast, verminderde nitrificatie waargenomen;
- (indertijd op Eversteekoog ook remming N-verwijdering).

H.H.S. Schieland:

- bij 25% voorprecipitatie geen invloed op N-verwijdering aangetoond;
- bij 100% voorprecipitatie effluentgehalte N-totaal van 12 naar 14 mg N/l, op basis van

pilot-onderzoek en 'Stream'-modellering.

W.S. Noord- en Zuid-Beveland:

- rwzi Willem Annapolder: tijdens voorprecipitatie bleef nitrificatie in winter gehandhaafd, in tegenstelling tot voorgaande jaren; mogelijke verklaringen zijn de relatief zachte winter en verlaging van de belasting van de oxydatiebedden door voorprecipitatie.

H.H.S. West-Brabant:

- geen invloed op N-verwijdering waargenomen.

Z.S. Amstel en Gooiland:

- geen positieve invloed op N-verwijdering waargenomen;
- er loopt onderzoek op oxydatiebed-installaties naar optimalisatie N-verwijdering.

2.3.2. Invloed op slib

algemeen: zie verzamelde resultaten in onderzoek Eikelboom (rapport PN 93-10).

Prov. Utrecht:

- rwzi Nieuwegein: voorprecipitatie, geen verbetering van de SVI;
- rwzi De Bilt: voorprecipitatie, wel verbetering van de SVI;
- rwzi Nieuwegein: voorprecipitatie, pe-dosering leidde tot verbeterde indikking van primair slib.

Amsterdam:

- geen invloed op N-verwijdering waargenomen;
- slibgisting negatief beïnvloed; toename uitgestist slib met 60%.

W.S. Friesland:

- iets minder draadvormende bacteriën;
- betere waterafscheiding in slibbufferbakken;
- bij voorprecipitatie Leeuwarden veel extra slibproductie, door extra BZV-verwijdering (> 30%, voorheen < 20%).

Prov. Groningen:

- rwzi Hoogezand: SVI gedaald van 100 tot 50 ml/g door toevoer Al-houdend afvalwater.

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi Deventer, Tollebeek en Raalte: bij voorprecipitatie een sterke verbetering van de SVI;
- rwzi Heino: afwisselend anoxisch/aëroob gaf incidenteel een kleine verbetering van de P-verwijdering (niet voldoende lang anaëroob), maar wel een verslechtering van de SVI; verhoging O₂-inbreng in de aërobe periode gaf weer een lichte daling van de SVI, maar nog steeds hoge SVI.

H.H.S. Schieland:

- door voorprecipitatie in één voorbezinktank wordt slibontwaterbaarheid niet aantoonbaar beïnvloed, primair-slibproductie neemt toe met circa 8%.

H.H.S. West-Brabant:

- geen invloed op slibbezineigenschappen waargenomen.

Z.S. Drenthe:

- rwzi Klijndijk: simultane precipitatie met Al-beits leidt tot SVI-daling tot 60 ml/g;
- rwzi Zuidlaren:
 - simultane precipitatie met Alton-P leidt tot SVI-daling van 130 naar 85 ml/g; 10% meer slibproductie;
 - simultane precipitatie met FeClSO₄ leidt tot SVI-stijging van 85 naar 120 ml/g; 25%-50% meer slibproductie;
 - simultane precipitatie met FeSO₄ geeft een SVI van 130 ml/g; 25%-50% meer slibpro-

duktie; kristallisatieproblemen;

Z.S. Veluwe:

- daling SVI tot 50 à 60 ml/g door simultane precipitatie met aluminium; zie ook lezing NVA-najaarsvergadering november 1991 en Klaarmeester 1992, 1, R. v. Dalen.

2.4. Praktische aspecten P-verwijdering

Algemeen: zie rapport over invloed P-verwijdering op verstopping beluchtingselementen (PN 91-04).

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi Tollebeek: kalkdosering AT nodig om verzuring te voorkomen;
- algemeen: door P-strippen in de hoofdstroom voorkomen dat het actief slib 'verontreinigd' raakt met chemisch fosfaatslib; hierdoor hogere zuiveringscapaciteit; dit is getest op rwzi Holten, zal worden toegepast bij uitbreiding rwzi Dalfsen en zo mogelijk op andere rwzi's.

H.H.S. Uitwaterende Sluizen:

- FeSO_4 -bunkers oorspronkelijk met spoelleidingen onder kiezelbed; nieuwere uitvoeringen met mestmixers, op basis van ervaringen Veluwe.

2.5. Plannen voor invoering van P-verwijdering

Prov. Utrecht:

- uitgangspunt is biologische P-verwijdering bij nieuwbouw en aanvullend chemische P-verwijdering bij bestaande rwzi's;
- chemicaliënkeuze wordt afgestemd op de zoutbelasting (chloride/sulfaat) van het ontvangende oppervlaktewater.

W.S. Friesland:

- invulling 75⁺-scenario, i.v.m. gevoelig oppervlaktewater;
- voorlopig vasthouden aan simultane precipitatie; bij enkele installaties voorprecipitatie.

Prov. Groningen:

- voorlopig richten op chemische P-verwijdering;
- nagaan mogelijkheden voor P-binding in slibstromen;
- rwzi's Oude Pekela en Vlachtwedde: nagaan mogelijkheden voor verhoogde biologische P-binding (onderzoek Hennink);
- rwzi Delfzijl; voorbezinking en ultra-laagbelaste carousel uitgelegd op effluenteisen 10 mg N/l en 2 mg P/l; simultane precipitatie met optie van biologische P-verwijdering in de waterlijn of in de sliblijn in de toekomst.

Z.S. Drenthe:

- gemiddeld verwijderingsrendement 1992: 62%;
- alle rwzi's: biologische P-verwijdering nagestreefd door zuurstof/influentdebiet-geregelde beluchting (gefaseerde invoering);
- rwzi's Emmen, Assen, Dieverbrug en Echten: uitbreiding met aanvullende Me^{3+} -dosering vanaf 1995;
- rwzi Beilen: vanaf 1996 ontvangt deze rwzi 29% (nu 22%) van de totale influentvracht P-totaal van het beheersgebied; de meest geconcentreerde P-stroom van de plaatselijke wei-ontzouting (27% van de totale P-vracht vanaf 1996) zal in de toekomst behandeld worden; onderzoek richt zich tot nu toe op kalkkristallisatie met korrelreactor;
- rwzi's Meppel (vanaf 1995), Dieverbrug (vanaf 1998?) en Zuidenveld (vanaf 1998?) worden omgebouwd voor biologische P-verwijdering in de waterlijn met aanvullende Me^{3+} -dosering.

H.S. Fleverwaard:

- rwzi Dronten: nieuwbouw gaat uit van biologische P-verwijdering in deelstroom, hoogbe-

- laste oxydatiebedden worden geamoveerd;
- rwzi Zeewolde: uitbreiding met biologische P-verwijdering in de hoofdstroom;
- rwzi Lelystad/Almere: bij uitbreidingen in principe biologische P-verwijdering.

Z.S. Oost-Gelderland:

- zo mogelijk biologische P-verwijdering via deelstromen.

Z.S. Rivierenland:

- rwzi's Nijmegen en Tiel: voorprecipitatie als voorlopige maatregel;
- rwzi Zaltbommel: biologische P-verwijdering sliblijn;
- rwzi's Arnhem-Zuid, Druten en Groesbeek: biologische P-verwijdering waterlijn met aanvullende chemische P-verwijdering;
- overige rwzi's: waar mogelijk optimalisatie verhoogde biologische P-opname met intermitterende beluchting.

Z.S. Veluwe:

- biologische P-verwijdering bij rwzi's Bennekom, Elburg ('92: bijbouwen anaerobe tank voor carousel) en Ede (Bio-Denipho), met handhaving van de bestaande installaties voor P-verwijdering).

W.S. Regge en Dinkel:

- uitgangspunt zo veel mogelijk biologische P-verwijdering met eventueel aanvullend chemische P-verwijdering;
- FeSO₄-doseerinstallaties plaatsen op uit te breiden rwzi's, dan wel bouwkundige voorzieningen hiervoor mee te nemen.

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi Dalfsen: 1994 simultane precipitatie, 1995 ombouwen naar FAST-proces (voorprecipitatie met Fe-zout en 2 poly-elektrolyten: 1 pe voor coagulatie als gedeeltelijke vervanging van Fe, 1 pe voor de flocculatie en bezinking);
- rwzi Zwolle: 1994 FAST-proces;
- rwzi Tollebeek, Deventer en Raalte: in 1994 bestaande voorprecipitatie ombouwen naar FAST-proces;
- rwzi Tollebeek: bij bestaande voorprecipitatie met Fe-zout Me/P-verhouding 1,5 mol Fe/mol P nodig voor goede vlokvorming in voorbezinktank; door overschakelen op FAST-proces kan bij Me/P-verhouding 0,5 mol Fe/mol P dezelfde BZV-verwijdering worden behaald, de overige P-verwijdering geschiedt biologisch; door lagere Me/P-verhouding lagere slibproductie, pe wordt in gisting afgebroken.
- rwzi Steenwijk: simultane precipitatie ombouwen naar FAST-proces;
- rwzi Heino: simultane precipitatie;
- rwzi Olst: per 1-1-95 P-verwijdering met FeSO₄.

H.H.S. Schieland:

- rwzi Groenedijk: ultra laagbelast actief slib, uitbreiding gedimensioneerd op simultane precipitatie; afhankelijk van ontwikkeling mogelijk later overgaan op andere techniek;
- rwzi Kralingseveer: vanaf 1-1-95 voorprecipitatie op één voorbezinktank; P-strippen op semi-technische schaal onderzocht, participatie-onderzoek PN 1992;
- rwzi Kortenoord: ultra laagbelast actief slib, uitbreiding gedimensioneerd op simultane precipitatie in verband met nitraatlozing uit glastuinbouw.

Z.S. Hollandse Eilanden en Waarden:

- rwzi Dordrecht: voorprecipitatie;
- rwzi Rotterdam-Dokhaven: najaar 1993 FAST-proces in A-trap; door goede ds-verwijdering ontlasting van beluchting;
- rwzi's Spijkenisse en Zwijndrecht: simultane precipitatie;
- overige rwzi's: biologische P-verwijdering.

Z.S. Schouwen-Duiveland:

- beleid is gericht op biologische P-verwijdering door aanpassing bedrijfsvoering; wanneer

noodzakelijk wordt overgegaan op chemische behandeling van deelstromen.

H.H.S. Delfland:

- rwzi Houtrust: voorprecipitatie;
- rwzi Groote Lucht voorlopig simultane precipitatie;
- rwzi Nieuwe Waterweg: mogelijk biologische P-verwijdering?
- Westland: beleid gericht op aansluiting op riolering van nutriëntrijk drainagewater uit glastuinbouw.

H.H.S. Uitwaterende Sluizen:

- rwzi's Beverwijk, Katwoude: bij lopende uitbreidingen voorzieningen voor simultane precipitatie;
- mogelijk later nieuwe technieken, m.n. biologische P-verwijdering;
- rwzi Geestmerambacht: demo-project biologische P-verwijdering deelstroom in combinatie met korrelreactor per april 1994;
- rwzi Alkmaar: per jan.'95 simultane precipitatie of voorprecipitatie.

Amsterdam:

- rwzi Oost: vanaf 1995 simultane precipitatie met FeSO_4 ;
- rwzi's Westpoort-huishoudelijk en -industriële: indien noodzakelijk simultane precipitatie;
- rwzi Zuid: geen fosfaatverwijdering.

H.H.S. Rijnland:

- algemeen: biologische P-verwijdering in sliblijn heeft voorkeur bij rwzi's met voorbezink-tank en gisting; invoering bij grotere rwzi's op basis van eigen proefnemingen;
- oxydatiesloten: biologische P-verwijdering in hoofdstroom;
- diverse rwzi's: tijdelijk chemische P-verwijdering om aan fosfaat-AMvB te voldoen;
- rwzi Heemstede: demo-project biologische P-verwijdering deelstroom in combinatie met korrelreactor loopt.

W.S. Noord- en Zuid-Beveland:

- augustus '91 onderzoek naar N- en P-verwijdering bij rwzi's Waarde, Camperland en Willem-Annepolder.

G.T.D. Oost-Brabant:

- enkele beleidsmatige ontwikkelingen afwachten, m.n. in relatie tot grensoverschrijdende vervuiling;
- gebruik maken van gegevens uit onderzoek P-strippen rwzi Eindhoven (op Eindhoven zelf echter keuze voor simultane precipitatie);
- rwzi Veghel-Uden: wellicht gunstig voor biologische P-verwijdering (afvalwater zuivelindustrie, nu al 70% P-verwijdering);
- aëratiecircuits waar mogelijk biologische P-verwijdering;
- tweetrapsinstallaties waarschijnlijk chemische P-verwijdering;
- in Dommelgebied doseerinstallaties reviseren die daar in jaren '70 zijn geplaatst (FeCl_3 , FeSO_4); kunnen indien nodig snel worden ingezet.

Z.S. Limburg:

- beleid gericht op biologisch defosfateren in verband met de beperkende factor van zoutlozingen op de Maas;
- rwzi's Roermond, Susteren, Stein, Maastricht-Limmel, Venray, Hoensbroek en Maastricht-Heugem: chemische P-verwijdering als tijdelijke maatregel.

H.H.S. West-Brabant:

- rwzi's Bath, Nieuwveer, Rijen, Waalwijk en Waspik: simultane precipitatie.

Z.S. Amstel en Gooiland:

- 75% P-verwijdering in 1995;
- rwzi's Hilversum en Weesp: voorprecipitatie;
- rwzi Horstermeer: aanvulling van biologische P-opname door FeCl_3 -dosering in afloop

AT;

- rwzi Amstelveen: FeCl_3 -dosering afloop AT;
- rwzi's Blaricum en Huizen: biologische P-verwijdering in de waterlijn.

3. ERVARINGEN EN ONDERZOEK N-VERWIJDERING

3.1. Technieken voor N-verwijdering

3.1.1. Aëratiecircuits

Prov. Groningen:

- rwzi Vlagtwedde type 'Voorschoten', mogelijk gunstig effect wisseling beluchte/niet-beluchte benen;

W.S. Friesland:

- rwzi's Bolsward, Joure, Workum: effluentgehalte N-totaal < 10 mg N/l, veelal invloed industrie (gunstige afvalwatersamenstelling, regelmatige aanvoer);
- rwzi Bolsward: onderzoek sturing alternerende beluchting op basis van redoxmeting.
- rwzi's Sint Anna Parochie, Grouw, Wijnjewoude: effluentgehalte N-totaal < 15 mg N/l;
- o.a. rwzi's Dokkum, Birdaard, Warns, Sneek voldoen nog niet aan effluentgehalte N-totaal < 10 mg N/l, maar kunnen hieraan naar verwachting wel voldoen door verbeterde sturing.

Z.S. Drenthe:

- rwzi Echten: circuit 100.000 i.e.; vanaf 1981 < 10 mg N-totaal/l; duidelijke aërobe/anoxische zones; participatieonderzoek in kader van PN 1992 naar geoptimaliseerde O₂-meting en -regeling;
- rwzi Eelde: circuit 80.000 i.e.; in de winter moet op een hoger NO₃-gehalte gestuurd worden i.v.m. het licht-slibrisico;
- rwzi Zuidlaren: circuit 20.000 i.e.; met Alton-P1 wordt in 1993 voor het eerst N_{tot} < 10 gehaald.

W.S. Regge en Dinkel:

- rwzi's Ootmarsum, Westerhaar: oxydatiesloten, meer dan 80% N-verwijdering (1992);
- rwzi's Den Ham, Rossum: oxydatiesloten, effluentgehalte N-totaal < 10 mg N/l (1992).

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi Heino: zie symposiumverslag Amsterdam 1993, publikatie Klaarmeester 1994, 1;
- rwzi Zwartsluis: hoogbelaste oxydatiesloot met anoxische contactbak opgeheven per 15-12-93;
- rwzi Vollenhove: twee circuits met een hoog en een laag zuurstofgehalte; door minimaal beluchten bezinkingsprobleem van actief slib; in de zomermaanden wordt effluentgehalte N-totaal 10 mg N/l gehaald; volgens planning invoering van systeem Genemuiden in 1994/1995;
- rwzi Genemuiden: in bedrijf per 1-12-1993, nieuw systeem met twee oxydatiesloten in serie.

Z.S. Oostelijk-Gelderland:

- drie (onderbelaste) rwzi's met slibbelasting 0,05 kg BZV/kg ds-d (waaronder Lichtenvoorde en Etten) effluentgehaltes N-totaal < 10 mg N/l.

H.H.S. Uitwaterende Sluizen:

- rwzi de Cocksdorp: sloot (6.500 i.e.), grootste deel jaar onderbelast i.v.m. seizoensbelasting, effluentgehaltes N-Kj 5,3 mg N/l en NO₃ 2,1 mg N/l;
- rwzi Niedorp: sloot (12.000 i.e.), effluentgehaltes N-Kj 2,1 mg N/l en NO₃ 2,1 mg N/l;
- rwzi Oosterend: sloot (2.250 i.e.), effluentgehaltes N-Kj 2,5 mg N/l en NO₃ 2,1 mg N/l;
- rwzi Oudeschild: sloot (6.000 i.e.), effluentgehaltes N-Kj 2,3 mg N/l en NO₃ 2,0 mg N/l;
- rwzi Ursem: Schreiber (31.500 i.e.), effluentgehaltes N-Kj 4,5 mg N/l en NO₃ 4,3 mg N/l;
- rwzi Beemster: carrousel (96.300 i.e.), effluentgehaltes N-Kj 2,9 mg N/l en NO₃ 3,3 mg N/l;
- rwzi Eversteekooog: oxydatiesloot (25.500 i.e.), effluentgehaltes N-Kj 2,4 mg N/l en NO₃ 3,0 mg N/l;
- rwzi Oosthuizen: oxydatiesloot (7.050 i.e.) 2/3 belast, effluentgehaltes N-Kj 4,0 mg N/l en NO₃ 2,4 mg N/l;
- rwzi's Geestmerambacht, Oosthuizen, Niedorp en Wieringen: er zijn ooit zuurstofprofiel-

len gemaakt.

Prov. Utrecht:

- in het kader van fosfaatverwijdering is er onderzoek gedaan naar de samenstelling van de influenten op de LUW; grote verschillen in influentsamenstelling, praktijkresultaten blijken soms flink af te wijken van influentkarakteristieken; wellicht is dit ook interessant voor denitrificatie;
- rwzi's Houten en Maarssebroek: carrousel met puntbeluchting; slibbelasting 0,04-0,05 kg BZV/kg ds-d.

H.H.S. Delfland:

- rwzi Berkel: oxydatiesloot met borstelbeluchting, slibbelasting 0,054 kg BZV/kg ds-d, 11.000 i.e., indompeldiepte gestuurd op dagelijkse nitraat- en ammoniummeting; belasting circa 100%, effluentgehalte N-totaal circa 10 mg N/l (gegevens 1992);
- rwzi Rodenrijs: oxydatiesloot ('kettingkastmodel') met borstelbeluchting, 2.000 i.e., circa 100%.

W.S. Hulster Ambacht:

- rwzi Kloosterzande: actief slib, 79% N-verwijdering effluentgehalte N-totaal 10,2 mg N/l (1992).

H.H.S. West-Brabant:

- rwzi Riel: onderbelaste oxydatiesloot 80% N-verwijdering;
- rwzi's Kaatsheuvel, Chaam, Nieuwveer en Dongemond: resultaten van optimalisaties en onderzoek worden verwacht.

Z.S. Limburg:

- rwzi Rimburch: 75.000 i.e. 50% belast slibbelasting 0,025 kg BZV/kg ds-d; effluentgehaltes N-Kj 3 mg N/l en NO₃ 1,1 mg N/l;
- rwzi Kerkrade-Kaffeberg: 75.000 i.e. slibbelasting 0,05 kg BZV/kg ds-d; effluentgehaltes N-Kj 4,6 mg N/l en NO₃ 2,9 mg N/l;
- rwzi Maastricht-Heugem: 50.000 i.e. slibbelasting 0,043 kg BZV/kg ds-d; effluentgehaltes N-Kj 5,7 mg N/l en NO₃ 3,2 mg N/l;
- rwzi Gennep: streven naar optimalisatie N- en P-verwijdering door betere sturing (opgenomen in STOWA-project 'Regelen van P- en N-verwijdering in praktijk').

Z.S. Rivierland:

- rwzi Nijmegen: propstroomconfiguratie; onderzoek naar sturing van de verdeling van de verhouding nitrificatie/denitrificatie aan de hand van feed forward-regeling door meting van de influentvracht stikstof en door bepaling van de actuele nitrificatiesnelheid van het actief slib met respiratiemetingen;
- rwzi Tiel: propstroomconfiguratie; onderzoek naar sturing beluchting op ammoniummeting.

H.H.S. Schieland:

- rwzi Kralingseveer: praktijkonderzoek optimalisatie N-verwijdering; door aanpassen van bestaande beluchterregeling met schakelklokken wordt gezien of op eenvoudige wijze verlaging van effluentgehalte N-totaal kan worden bereikt; tevens on-line ammonium- en nitraatmonitoring ter controle achteraf; onderzoek naar optimalisatie van beluchterregeling en beoordeling van verschillende proces-technologische aanpassingen voor N-verwijdering met computersimulatie.
- onderzoek P-verwijdering heeft prioriteit.

G.T.D. Oost-Brabant:

- rwzi Veghel-Uden: grote sloot met 6 rotoren; vanaf 1991 experimenten met aërobe en anoxische zones; optimalisatie N-verwijdering m.b.v. O₂-sturing.

Amsterdam:

- rwzi Westpoort-huishoudelijk: vanaf augustus 1990 onderzoek denitrificatie door sturing bellenbeluchting op O₂-regeling;
- rwzi Oost:
AT, propstroomer, vanaf januari 1994 onderzoek naar N-verwijdering met retourslib, later in combinatie met cascade-denitrificatie;
medio 1994 proef N-verwijdering centraat/filtraat door stoomstrippen (STOWA-BL N-rijke deelstromen).

H.H.S. Rijnland:

- rwzi Leimuiden: proef met twee gekoppelde O₂-meters.

3.1.2. Voordenitrificatie

W.S. Friesland:

- rwzi Harlingen:
vanaf 1992 uitbreiding van 40.000 i.e. propstroom tot 78.000 i.e. met voordenitrificatie, 4 DWA recirculatie; is nog onderbelast en bereikt effluentgehalte N-totaal circa 5 mg N/l.

Z.S. Drenthe:

- rwzi Emmen: aangepaste actief-slibinrichting met voordenitrificatie (170.000 i.e.), medio 1989 opgestart; resultaat 1992: 2 mg NH₄-N/l, 6 mg NO₃-N/l; optimalisatie beluchting in de verschillende segmenten van de aëratie en aanpassing recirculatie-debiet in 1993 met als doel NO₃ < 5 mg N/l.

H.H.S. Uitwaterende Sluizen:

- rwzi Alkmaar: sinds juli 1989 in bedrijf; intern onderzoek verricht naar verbetering N-totaalverwijdering; metingen uitvoeren op o.a. denitrificatiecapaciteit;
- rwzi Ursem: capaciteit binnenring vaststellen.

W.S. Noord- en Zuid Beveland:

- rwzi Camperlandpolder (klein);
- rwzi Waarde: effluentgehalten N-Kj 1,5-2,0 mg N/l, NH₄ < 0,5 mg N/l en NO₃ 10,6 mg N/l; retourslib + bij lage aanvoer recirculatie samen met influent naar binnenring.

W.S. Regge en Dinkel:

- rwzi Enschede-Zuid: beperkte voordenitrificatie gerealiseerd door voorbezinktank van bestaande situatie om te bouwen tot voordenitrificatietank;
- rwzi Oldenzaal: proefinstallatie 400 l, voordenitrificatie met recirculatie als variant voor de uitbreiding, slibbelasting 0,05 (i.v.m. uitbreiding);
- rwzi Goor: wordt uitgebreid met voordenitrificatie;
- rwzi Enschede-West: voordenitrificatie is onderdeel van voorontwerp uitbreiding.

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi Genemuiden: per 1-12-1993 in gebruik genomen, anaëroob/anoxisch/aëroob; recirculatie op basis van redoxmeting; meer dan 80% N-verwijdering verwacht.

H.H.S. Rijnland:

- rwzi's Haarlem-Waarderpolder en Haarlem-Schalkwijk: voordenitrificatie na renovatie;
- diverse rwzi's: voordenitrificatie, sturing recirculatie op redoxmeting.

Z.S. Oostelijk Gelderland:

- rwzi Olburgen: ombouw tot voordenitrificatie; experimenten leidden tot verlaging effluentgehalte N-totaal met 10 mg N/l; daarbij werd van de effluentgehalten NO₃ een toename en van NH₄ een afname geconstateerd.

Z.S. Amstel en Gooiland:

- rwzi Horstermeer: experimenteren met verbeterde denitrificatie in propstroom AT in combinatie met NH₄-monitor: O₂-regeling verfijnen, aanvoerpatroon NH₄ volgen, spelen

met mogelijkheden step feed/step sludge; roeders gemonteerd; slibbelasting 0,07 kg BZV/kg ds-d, effluentgehalte N-totaal circa 12 mg N/l; plannen voor verbeterde biologische P-verwijdering door redoxmeting;

- rwzi Uithoorn: OB/AS installatie met zeer laag belaste tweede trap, slibbelasting 0,03 kg BZV/kg ds-d; in eerste instantie O₂-regeling aanbrengen; roeders gemonteerd; effluentgehalte N-totaal circa 12 mg N/l.

W.S. Schouwen Duiveland:

- rwzi Verseput: verbetering N- en P-verwijdering door verhoging recirculatie, slibgehalte en reactorvolume; rapportage verspreid via platform.

H.H.S. West-Brabant:

- rwzi Nieuwveer: voordennitrificatie (en simultane precipitatie) in "A-trap";
- rwzi Dongemond: onderzoek voordennitrificatie met retourpomp.
- rwzi Bath: voorbereiding voor praktijkproef voordennitrificatie met methanoldosering in combinatie met voorprecipitatie.

G.T.D. Oost-Brabant:

- rwzi Helmond: 1992-1993 semi-technisch onderzoek voordennitrificatie;
- rwzi Eindhoven: mogelijk full-scale onderzoek voordennitrificatie met grote retourpomp.

Prov. Utrecht:

- rwzi Utrecht, 1994: uitgebreid onderzoek naar effect van voordennitrificatie in beluchting tweede trap, in combinatie met simultane precipitatie in eerste trap; tevens onderzoek naar behandeling van N-rijke deelstromen door strippen, airlift-reactor, CAFR (= variant op 'MAP-Verfahren' met terugwinning chemicaliën);

3.1.3. Alternierend/intermitterend beluchten

Prov. Groningen:

- rwzi Ter Apel: weerstand Brandolbuizen neemt toe door de discontinuë beluchting.

Z.S. Drenthe:

- rwzi Gieten: 'Mabeg'-installatie met ongunstige influentsamenstelling; wordt vanaf 1991 gestuurd met behulp van zuurstofmeters in alternierend beluchte tanks; een besturing van de beluchting in de eerste vak m.b.v. een redoxmeting bleek na korte tijd niet toe-pasbaar (mogelijk negatieve invloeden van: FeSO₄-dosering, de niet gemengde onbeluchte perioden en de ongunstige positie van de elektrode nabij de slibretourstroom); resultaat effluentgehalte N-totaal van 24 naar 12 mg N/l.

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi Heino: zie artikel Klaarmeester 1994, 1;
- algemeen: let op dat de aërobe slibleeftijd voldoende is.

W.S. Regge en Dinkel:

- rwzi Glanerbrug (Landex): i.v.m. overcapaciteit beluchting meerdere h/d uit; 1 x per 14 dagen drukverlies elementen gemeten (zijn al sterk vervuild), geen invloed op elementen geconstateerd;
- rwzi Tubbergen: intermitterend beluchten op basis van nitraatmonitor.

H.S. Fleverwaard:

- rwzi Lelystad: ultra laag belaste carousel, circa 65% belast, alternierende beluchting van begin 1991 tot begin 1993, 3 à 4 x per dag 1,5 h uitgeschakeld om SVI te verbeteren (stroming gaat nog 1/2 h door); effluentgehalte N-totaal 9,5 mg N/l (1992) resp. 8,8 mg N/l (1993); november 1993 onderzoek naar invloed van stilstand puntbeluchters op drijf-laagvorming/N-/P-verwijdering.

Z.S. Oostelijk Gelderland:

- rwzi Aalten: experimenten met alternerend beluchten door te spelen met een puntbeluchter; resultaten met betrekking tot N-verwijdering nog niet bekend;
- rwzi Borculo: Mabeg-installatie; experimenten met alternerende beluchting.

Z.S. Rivierenland:

- rwzi's Culemborg en Overasselt: intermitterende beluchting op tijdbasis;
- rwzi's Beesd en Zetten: intermitterend beluchting gestuurd op basis van redoxmeting;
- rwzi Eck en Wiel: 1992/1993 proef met intermitterende beluchting op basis van ammoniummeting.

Prov. Utrecht:

- rwzi Lopik: Schreiberinstallatie (binnenring is nabezinking) met membraanbeluchting; na het bereiken van een in te stellen zuurstofgehalte wordt de beluchting een bepaalde periode uitgeschakeld;
- rwzi's Bunnik, Bunschoten, Montfoort: oxydatietanks zonder menging; sturing onbeluchte periodes; zie rwzi Lopik, Loenen.

H.H.S. Schieland:

- rwzi Kortenoord: ultra laag belast actief slib, 6 h/d alle borstels uit; geen problemen met opdrijvend slib; mogelijk speelt hoge SVI een rol, waardoor het slib weinig inklinkt; circa 100% belast, effluentgehalte N-totaal 9,5 mg N/l (gemiddeld 1988-1992)
- rwzi Kralingseveer: intermitterend beluchten leidde tot verbetering effluentgehalte N-totaal van 15 tot 13 mg N/l.

W.S. Noord- en Zuid Beveland:

- rwzi Camperlandpolder: wanneer O_2 2,5 mg/l bereikt wordt beluchting 1/2 h onderbroken om aantal schakelingen te beperken. Geen verstopping van de Aeroflex elementen waargenomen; effluentgehalte N-totaal circa 10 mg N/l, rwzi zeer laag belast.

W.S. Friesland:

- rwzi Bolsward: aan/uit-regeling puntbeluchters op redoxmeting, effluentgehaltes N-totaal < 10 mg N/l;
- rwzi Vlieland in bedrijf sinds oktober 1993, 's zomers als Bio-Denitro, 's winters alternerende beluchting;
- rwzi Schiermonnikoog komt medio 1994 gereed en wordt bedreven zoals rwzi Vlieland.

H.H.S. Rijnland:

- 8 rwzi's: oxydatiesloten of carrousel met intermitterende beluchting.

H.H.S. West-Brabant:

- rwzi Kaatsheuvel: recent uitgebreid, circa 75% belast, effluentgehalte N-totaal circa 5 mg N/l;
- rwzi Chaam: twee parallelle sloten, recent bedrijfsvoering gewijzigd naar intermitterend beluchten, effluentgehalte N-totaal < 10 mg N/l.

Z.S. Veluwe:

- rwzi Hattem: intermitterend bedrijfsvoering op basis van NO_x -regeling.

3.1.4. N-verwijdering in tweetrapssystemen

Z.S. Hollandse Eilanden en Waarden:

- rwzi Dokhaven: $FeCl_3$ -dosering in A-trap ondermeer ter verbetering van nitrificatie.

H.H.S. West Brabant:

- rwzi Nieuwveer: geëxperimenteerd met voordennitrificatie in "A-trap" bij verhoogde recirculatie; resultaat effluentgehalte N-totaal circa 15 mg N/l.

G.T.D. Oost-Brabant:

- vaak slechte nitrificatie in tweede trap door slibdoorslag uit eerste trap, nadelige invloed op slibleeftijd (met name rwzi Asten).

Prov. Utrecht:

- rwzi Utrecht: optimalisering N-verwijdering door recirculatie van effluent naar de beluchting eerste trap; sturing beluchting tweede trap op ammoniumgehalte in afloop tweede trap.

Z.S. Drenthe:

- rwzi Beilen: twee oxydatiebedden in serie met 30% bypass naar circuit; voeding circuit in anoxische zone BZV/N = 2,8; effluentgehaltenes NH_4 1 mg N/l en NO_3 = 7 mg N/l (1992).

3.1.5. Verhoogde N-verwijdering door wijziging procesconfiguratie

H.S. Fleverwaard:

- rwzi Lelystad: in één straat spatkappen op de beluchters geplaatst; temperatuur 2 à 3 °C hoger dan in andere straat, waardoor 's winters betere N-verwijdering (vrijwel geen verschil in O_2 -inbreng).

Z.S. Hollandse Eilanden en Waarden:

- rwzi Ridderkerk: Oxycaps hebben negatieve invloed op O_2 -inbrengrendement.

Z.S. Oostelijk Gelderland:

- rwzi Olburgen: wegens verwachte extra N-aanvoer aanpassing propstroom AT tot voordennitrificatie (1/6 deel van totaal volume): minimale beluchting in eerste been en verhoging retourstroom + externe recirculatiepomp (slechte ervaringen door stukslaan slib); resultaten zijn niet eenduidig: door extra luchtinbreng in beluchte gedeelte steeg het effluentgehalte NO_3 en daalde NH_4 ; de aanpassing leidde tot een effluentgehalte N-totaal die 10 mg N/l lager was dan in de referentiestraten.

H.H.S. Schieland:

- rwzi Groenedijk: verbouwd van type oxydatiebed tot ultra laag belast actief slib; influenttoevoer in lange been van carrousel, ruim voor eerste beluchter; vanaf juni 1993 in bedrijf; effluentgehaltenes N-totaal gemiddeld < 10 mg N/l en vaak < 5 mg N/l.

3.1.6. Verhoogde N-verwijdering door aanpassing bedrijfsvoering

Z.S. Drenthe:

- per rwzi wordt een winteradvies (bij eerste dag $T \leq 15^\circ\text{C}$) en een zomeradvies (bij eerste dag $T \geq 15^\circ\text{C}$) gegeven; bij volbelaste installaties correspondeert het advies met een slibbelasting van 0,05 resp. 0,07 kg BZV/kg ds·d;
- afhankelijk van de bedrijfservaring wordt bovengenoemd advies jaarlijks aangepast; zo wordt op rwzi's met simultane precipitatie en voldoende nabezinkcapaciteit op hogere ds-gehaltenes gestuurd (= correctie voor chemisch slib, lage T en pH → negatief effect op de nitrificatiesnelheid).

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi's Vollenhove en Hardenberg: beide twee oxydatiesloten met één gecombineerde nabezinktank, in één circuit hoog zuurstof en in één circuit laag zuurstof; dit geeft betere N-verwijdering bij verhoogd retourslibdebiet;
- in de diepe oxydatiesloten met mammoetrotoren zuurstofregeling d.m.v. ROKOR = combinatie van niveauregeling en één of twee rotoren in/uit bedrijf schakelen; regelgebied tussen circa 25% en 100% van het zuurstofinbrengend vermogen;
- in bestaande propstroom actief-slibinstallaties wordt in de zomermaanden de beluchting in het eerste compartiment geknepen ter bevordering van de N-verwijdering.

W.S. Regge en Dinkel:

- O₂-regeling op alle rwzi's (ook kleine), met tijdsturing borstels, indompeldiepte puntbeluchters, capaciteit blowers;
- alle rwzi's uitgerust met LASA-apparatuur voor (handmatige) ammonium-, nitraat- en orthofosfaatanalyse.

Z.S. Oostelijk Gelderland:

- slechte ervaringen met alternerend beluchten: beschadiging tandwielkasten; op nieuwe rwzi Aalten met geschikte apparatuur wel toepassen;
- geen O₂-regeling (m.u.v. rwzi Aalten); dagelijks meting NH₄ en NO₃ door de klaarmeester; bijstelling indompeldiepte of looptijd borstels op basis van deze metingen. O₂-regeling in Aalten erg ver naar achteren geplaatst (effluent) waardoor niet dynamisch wordt gestuurd.

Z.S. Rivierenland:

- rwzi Beesd (sloot 7.500 i.e., 3 borstels): experimenten gaande met PLC-besturing beluchting (O₂-meting, setpoints 1 en 1,5 mg/l min/max); 1 borstel staat minimaal 2 x 10 minuten aan ten behoeve van voortstuwing; effluentgehalte N-totaal daalde van circa 19 naar < 10 mg N/l; tevens proeven met redoxmeter (WTW; Retsch Ochten);
- rwzi Zetten: sloot 7.500 i.e. 3 borstels, eind 1991 start een zelfde experiment als in Beesd;
- rwzi Overasselt: carrousel-variant < 50 % belast, proef met opsparen aanvoer in rioolstelsel, dan eerste uren na inschakelen influentgemaal niet beluchten (bij rwa normaal beluchten); de indruk bestaat dat P-verwijdering beter wordt, maar dit is moeilijk te beoordelen door zeer verdund water (kwel).

Prov. Utrecht:

- 3x per week controle NH₄, NO₃ en P-ortho door klaarmeester;
- nog eens kijken naar verbeterde bedrijfsvoering N-verwijdering op carrousel en sloten.

H.H.S. Uitwaterende Sluizen:

- diverse installaties extra voortstuwing door de installatie van mestmixers (ondiepe circuits) of propellers (carrousel);
- dagelijks meting NH₄ en NO₃ door bedrijfsvoerder; aanpassing loop/wachttijd tweede rotor of setpoint O₂-sturing.

H.H.S. Rijnland:

- diverse kleine rwzi's: sturing op zuurstof;
- goede ervaringen met LASA-analyseset; alleen bruikbaar in effluent, structurele afwijkingen door storende stoffen in influent.

H.H.S. Delfland:

- rwzi Nieuwe Waterweg: geëxperimenteerd door beluchtingselementen in 1^o helft propstroominstallatie te halveren.

Z.S. Hollandse Eilanden en Waarden:

- per jaar i.s.m. klaarmeester stuurwaarden en streefwaarden voor BZV en N-Kj opstellen; bepaling NH₄ en NO₃ op rwzi ten behoeve van bijsturing proces;
- op grotere rwzi's O₂-regeling; op oude en kleine looptijd/wachttijd;
- alternerend beluchten bij uitzondering, bij spertarief op stroomverbruik;
- Schreibers alle met O₂-regeling; bij vervanging beluchtingselementen overstappen op membranen om de beluchting te kunnen onderbreken.

Z.S. Limburg:

- bedrijfsvoering vooral gericht op nitrificatie en in mindere mate op denitrificatie; beperkt terugdraaien beluchting met het oog op energiebesparing;
- controle door klaarmeester met NH₄- en NO₃-metingen.

Amsterdam:

- rwzi Groote IJpolder: dagelijks controle NH_4 door klaarmeester, sturing beluchting hierop; er wordt niet op NO_3 -verwijdering gestuurd.

W.S. Friesland:

- op alle oxydatiesloten worden puntbeluchters regelbaar gemaakt, waarbij iedere puntbeluchter wordt geregeld met een zuurstofmeter (zoals bij rwzi Joure).

Prov. Groningen:

- rwzi's Onderdam, Winsum, Zuidhorn en Gaarkeuken: door het tijdelijk blokkeren zuurstofregeling met klokken, het uitschakelen van één of meer beluchters en alternerend beluchten lijken effluentgehalte N-totaal van minder dan 10 mg N/l haalbaar.

3.1.7. Behandeling deelstromen

Prov. Groningen:

- onderzoek processtromen op rwzi Garmerwolde, vervolgens Oude Pekela (nog in de planning);
- rwzi Veendam: onderzoek naar interne P- en N-vrachten.

Z.S. Hollandse Eilanden en Waarden:

- rwzi Dokhaven: slibwater vertegenwoordigt circa 25% van stikstofbelasting van de rwzi; onderzoek slibwaterbehandeling met biologische membraanreactor (1994).

Prov. Utrecht

- rwzi Utrecht: onderzoek naar verschillende stikstofverwijderingssystemen uit slibwater (1994)

Amsterdam

- ri oost: onderzoek naar stoomstrippen voor N-verwijdering uit slibwater

3.1.8. Overige systemen/onderwerpen

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi Genemuiden: per 1 december 1993 in gebruik, nieuw systeem met twee oxydatiesloten in serie en een voorgeschakelde anaërobe tank; 1994 proefnemingen met sturing recirculatie op basis van redoxmeting;
- rwzi Holten: metingen van N-verwijdering (stageverslagen); laboratoriumproeven om te bepalen hoeveel vetzuren verkregen zouden kunnen worden bij voorverzuring van primair slib;
- diverse rwzi's: proeven met voorverzuring slib voor vetzuurproductie.

Z.S. Veluwe:

- rwzi Hattem: onderzoek naar voortstuwings en mixers; mixers goedkoper en voldoen ook.

W.S. Tholen:

- rwzi Tholen: onderzoek naar de remming van de nitrificatie door cyanide lozingen; remming treedt op vanaf $47,5 \mu\text{g/l}$; deze concentratie treedt op gedurende de nachturen, wanneer de aanvoer laag is; na een lozing treedt door enting snel herstel van de nitrificatiecapaciteit op.

3.2. Bedrijfsgegevens N-verwijdering

3.2.1. Rendement N-verwijdering

Prov. Groningen:

- van 36 rwzi's bereiken 4 meer dan 75% N-verwijdering waarvan 2 meer dan 80% (jaargemiddeld 1992, 's zomers 26 rwzi's meer dan 80%).

W.S. Regge en Dinkel:

- alle kleine en middelgrote rwzi's (tot circa 100.000 i.e.) 70% à 80% N-verwijdering en/of effluentgehaltes N-totaal van 10 à 15 mg N/l.

Z.S. Rivierenland:

- van de 27 rwzi's in beheersgebied behaalden in 1992 reeds 17 rwzi's meer dan 80% N-Kj-verwijdering; 5 rwzi's bereikten jaargemiddelde effluentgehaltes N-totaal ≤ 10 mg N/l.

H.H.S. Rijnland:

- 8 rwzi's effluentgehalte N-totaal < 10 mg N/l;

Z.S. Veluwe:

- van 19 rwzi's behaalden in 1992 3 rwzi's meer dan 80% Ntot-verwijdering en ≤ 10 mg Ntot/l.

3.2.2. Bedrijfsvoering

Z.S. West Overijssel:

- rwzi Holten: nitraatverwijdering door defosfaterende bacteriën in anoxische zone (RWZI-2000 onderzoek TU Delft).

W.S. Regge en Dinkel:

- rwzi Enschede: Pilot-onderzoek P- en N-verwijdering, bij slibbelasting 0,05 kg BZV/kg ds-d werd effluentgehalte N-totaal 10 mg N/l net gehaald, zowel met voordennitrificatie als met Bio-Deniphos;
- inventarisatie opgestart van kengetallen nitrificatie-, denitrificatie- en fosfaat-afgiftesnelheden;
- extra aandacht procesmodellering;
- er komt onderzoek naar nageschakelde technieken.

H.S. Fleverwaard:

- nitrificatie- en denitrificatiesnelheden zullen bij alle rwzi's gaan worden bepaald.

Z.S. Oostelijk Gelderland:

- rwzi Etten: in het verleden zijn (de)-nitrificatiesnelheden gemeten; bij slibbelastingen 0,1 - 0,15 kg BZV/kg ds-d.

Provincie Utrecht:

- het meten van denitrificatiesnelheden past wel in het beleid; over een half jaar, na afronding van de N-beleidsstudie zal meer informatie beschikbaar zijn over het doen van onderzoek.

Uitwaterende Sluizen:

- rwzi Ursem: te zijner tijd worden denitrificatiesnelheden gemeten, in het kader van het vaststellen van de capaciteit van de binnenring;

Z.S. Rivierenland:

- 6 rwzi's: 4 maal per jaar meting Acinetobacter-activiteit;
- incidentele meting nitrificatiesnelheid;
- projectmatig continue meting van respiratie- en nitrificatiesnelheid met Manotherm respirometer.

G.T.D. Oost-Brabant:

- 2 x per jaar wordt vlokbelading (methode Eikelboom), nitrificatie (NEN) en respiratie (NEN na 24 h beluchten) gemeten om als referentie te dienen bij eventuele verstoring van het proces; niet ter optimalisatie van de N-verwijdering.
- Resultaten onderzoek naar verwijderingssnelheden worden verwerkt in publikatie. Hierna zijn de resultaten beschikbaar voor het handboek.

Z.S. Schouwen-Duiveland:

- rwzi De Verseput: bij STORA-onderzoek zijn bij diverse metingen van de nitrificatie- en denitrificatiesnelheid verricht.

H.H.S. Schieland:

- rwzi Kralingseveer: onderzoek naar denitrificatiecapaciteit.

Z.S. Limburg:

- rwzi's Venlo, Roermond, Susteren en Maastricht-Limmel: meting nitrificatie- en denitrificatiesnelheden bij pilot-onderzoek.

3.3. Procesmonitoring

Z.S. Drenthe:

- m.b.v. een meetwagen (on-line redox, geleidbaarheid, ds, pH, zuurstof en twee bemonsteringspunten op PO_4 , NO_x en NH_4) zullen definitieve keuzes m.b.t. de verschillende PLC-regelingen gemaakt worden; de metingen worden ondersteund door IAWPRC-modellering.

Uitwaterende Sluizen:

- vanaf maart 1994 is een mobiele container beschikbaar voor automatische meting en data-transmissie van ammonium, nitraat, fosfaat, respiratie.

3.3.1. Redoxpotentiaalmeting

Z.S. Rivierenland:

- rwzi's Beesd, Zetten, Eck en Wiel, Valburg en nieuwe rwzi's < 20.000 i.e.: sturing intermitterende beluchting oxydatiesloten op redoxmeting; schakeling op basis van de snelheid van toename/afname van de redoxpotentiaal in de tijd.

Z.S. Hollandse Eilanden en Waarden:

- rwzi Bergambacht: proef met redoxmeter van Endress & Hauser.

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi's Holten, Heino en Genemuiden: redoxmeting in bedrijf.

Prov. Utrecht:

- rwzi Utrecht: sturing interne recirculatie bij voordennitrificatie op basis van redox-sigitaal.

W.S. Friesland:

- rwzi Bolsward: redoxmeting voor regeling alternerende beluchting;
- rwzi's Vlieland en Schiermonnikoog: redoxmeting voor sturing beluchting.

W.S. Regge en Dinkel:

- rwzi Tubbergen: redoxmeting voor registratie.

W.S. Noord- en Zuid-Beveland:

- rwzi Waarde: Schreiberinstallatie, redoxmeting vanaf begin 1992; in 1994 onderzoek naar sturing bellenbeluchting op basis van redoxmeting, hiervoor is speciaal kleine blower geïnstalleerd zodat beluchting op laag vermogen kan draaien.

3.3.2. On-line stikstofmeting

Z.S. Amstel- en Gooiland:

- rwzi Horstermeer: NH_4 -monitor in bedrijf, gekoppeld aan sturing beluchting; tevens NO_3 -monitor opgesteld; zie ook Stowa rapportage PN 12;
- rwzi Amstelveen: NH_4/NO_3 -monitor in bedrijf, in de loop van 1994 koppeling met beluchting.

Z.S. Veluwe:

- rwzi Hattem: on-line NO₃-monitor (UV-meting) gekoppeld aan sturing beluchting; zie ook Stowa rapportage PN 12;

H.H.S. Rijnland:

- rwzi Reeuwijk-Randenburg: on-line NH₄-meting gekoppeld aan sturing beluchting; zie ook Stowa rapportage PN 12;

Prov. Utrecht:

- rwzi's Zeist, Veenendaal: beluchting gestuurd op NH₄-meting;
- rwzi Zeist: nitraatmeting voor registratie;
- rwzi Utrecht: sturing recirculatie-debiet effluent naar eerste trap op basis van nitraatgehalte in voordennitrificatieruimte in tweede trap;

W.S. Friesland:

- rwzi Leeuwarden: nitrox en amtrax voor sturing beluchting bij pilot-onderzoek.

H.S.S. Schieland:

- rwzi Kralingseveer: on-line ammonium-monitor in bedrijf, in 1994 voor sturing beluchting, met feed-forward regeling; tevens nitraatmonitor in bedrijf.

W.S. Regge en Dinkel:

- rwzi Tubbergen: nitraatmonitor voor sturing intermitterende beluchting.

H.H.S. West-Brabant:

- rwzi Kaatsheuvel: redoxmeting voor regeling alternerende beluchting;
- rwzi Chaam: redoxmeting voor regeling intermitterende beluchting.

Z.S. Rivierenland:

- rwzi Nijmegen: onderzoek naar sturing van de verdeling van de verhouding nitrificatie/dennitrificatie aan de hand van feedforward-regeling door meting influentvracht stikstof en bepaling actuele nitrificatiesnelheid van het actief slib met respiratiemeting.
- rwzi's Eck en Wiel, en Tiel: proeven met sturing beluchting op on-line ammoniummeting (meetwagen-opstelling).

W.S. De Drie Ambachten:

- rwzi De Drie Ambachten: ammonium-meter.

3.3.3. Troebelheidsmeting

W.S. Tholen:

- rwzi Sint Philipsland: sturing beluchting met Schreiber O₂-minimator; N-Kj-verwijdering 72%, P-totaal-verwijdering 83%; effluentgehaltenes N-Kj 10 mg N/l, NO₃ 17 mg N/l en P-totaal 1,7 mg P/l.

W.S. De Drie Ambachten:

- rwzi De Drie Ambachten: onderzoek met O₂-minimator vanaf juli 1991 t/m oktober 1992 is afgerond; de voorkeur is gegeven aan de toepassing van een ammonium-monitor.

Z.S. Limburg:

- rwzi Bosscherveld: vernieuwde rwzi; 1994 processturing met Schreiber-O₂-minimator.

3.3.4. Respiratiemeting

H.H.S. Schieland:

- op Kralingseveer mogelijkheden voor processturing met respiratiemeter modelmatig berekend; dit blijkt voor deze rwzi niet aantrekkelijk.

Uitwaterende Sluizen:

- rwzi Ursem: gebruik respiratiemeter MSL geeft goed inzicht in proces, respiratiesnelheid

als maat voor verhouding aëroob/anoxisch; meter tot nu toe alleen voor registratie toegepast.

Z.S. Rivierenland

- rwzi Nijmegen: experimenten met feed-forwardregeling van de verhouding nitrificatie/denitrificatie op basis van respirometrische analyse van het influent.

3.4. Secundaire effecten N-verwijdering

TNO:

- onderzoek Eikelboom naar relatie tussen N- en P-verwijdering op licht slib (rapport PN 93-10).

H.H.S. Rijnland:

- oriënterend onderzoek naar relatie tussen wijziging microscopisch slibbeeld en oplopen SVI in de tijd.

3.5. Praktische aspecten N-verwijdering

Prov. Groningen:

- rwzi's > 5.000: de lokatie van de O₂-meter bij O₂-sturing wordt bepaald op basis van de meting van het zuurstofprofiel;
- rwzi's Hoogeveen en Ter Apel: experimenten met alternerende beluchting leiden tot verstoppingsproblemen.

W.S. Friesland:

- O₂-sturing alleen toegepast bij rwzi's > 20.000 i.e.

H.H.S. Schieland:

- dagelijks vinden analyses van Kj-N en NO₃ plaats die dienen als basis voor aanpassing setpoints, echter nog geen optimale regeling gevonden.

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi Heino: buffering en dosering van influent in anoxische zone op basis van redoxmeting kan een verbetering van de N-verwijdering geven;
- algemeen: zo zuinig mogelijk omgaan met aangevoerde BZV.

H.H.S. Rijnland:

- oplopen SVI in winter/voorjaar wordt zoveel mogelijk bestreden door intensiever beluchten.

3.6. Plannen voor invoering N-verwijdering

Prov. Utrecht:

- N-strategieplan opgesteld;
- nieuwe installaties worden uitgelegd op effluentgehalten N-totaal van 10 mg N/l;
- optimaliseren stikstofverwijdering bestaande rwzi's door sturing beluchting, selectoren, uitbreiden OC.
- rwzi Utrecht: onderzoek optimaliseren stikstofverwijdering en behandeling interne retourstromen.

Amsterdam:

- naar aanleiding van stikstofnota besloten om vanaf 1995 tenminste 50% N te verwijderen in beheersgebied;
- rwzi Oost: voldoen aan de stikstof-AMvB per 1998 problematisch (o.a. ruimtegebrek); behandeling N-rijk centraat/filtraat van grote invloed op uiteindelijk benodigde ruimte.

Prov. Groningen:

- N-strategieplan is opgesteld;

- 1994/1995: ombouw/uitbreiding rwzi's Veendam en Hoogezand, optimalisatie rwzi's < 20.000 i.e.;
- na 1995: uitbreiding/ombouw rwzi's Garmerwolde en Scheemda.

W.S. Friesland:

- N-strategieplan in 1991 opgesteld, streven naar 75% verwijdering in 1998;
- verbetering sturing aëratiecircuits, inmiddels diverse maatregelen genomen;

Z.S. Drenthe:

- N-verwijdering 1992 70%; binnen 2 à 3 jaar wordt waarschijnlijk 75%-rendement bereikt;
- circuits: puntbeluchters van softstarters voorzien, eerste beluchter na influenttoevoer puls/pauze, tweede beluchter maximaal, sturen op O₂-meting vlak na tweede beluchter (langzame PI-regeling) en op influentdebiet (snelle D-regeling);
- ook op kleine rwzi's O₂-besturing toepassen;
- rwzi Gieten: dosering sturen op on-line P-meting vanaf 1994 (lager gehalte aan chemisch slib);
- rwzi Eelde: het bijbouwen van een anoxische contacttank met een dwa-contacttijd van 30 min.

Z.S. West-Overijssel:

- rwzi Olst: 1994 installatie voortstuwars voor alternerende beluchting oxydatiesloot, conform systeem Heino;
- rwzi Vollenhove: in 1994/1995 wijziging conform systeem Genemuiden;
- rwzi Raalte: 1994/1995 hydraulisch uitbreiding, bestaande AT's worden in serie gezet, recirculatie gestuurd op redoxmeting;
- rwzi Steenwijk: 1994/1995 ombouw conform systeem Holten;
- rwzi Dalfsen: 1994/1995 uitbreiding met anaërobe/anoxische zone voor oxydatiesloot en redox-gestuurde recirculatie;
- algemeen: bij uitbreiding rwzi's combinatie van technieken toegepast voor licht-slibbestrijding, biologisch/chemische P-verwijdering en stikstof-verwijdering, op grond van ervaring op de rwzi's Holten, Heino en Genemuiden.

W.S. Regge en Dinkel:

- voor nieuwe installaties wordt uitgaan van 10 - 15 mg N-totaal/l; ook bij uitbreiding enkele grote bestaande installaties wordt hiervan uitgaan.

H.S. Fleverwaard:

- rwzi's Almere en Lelystad: uitbreiding tot effluentgehalte N-totaal 10 mg N/l;
- rwzi Zeewolde: 2 oxydatietanks met hoge NO₃-effluentconcentratie; nageschakeld biezenveld functioneert niet met betrekking tot denitrificatie. Creatie van denitrificatiezone of -ruimte is noodzakelijk;
- rwzi's Dronten en Zeewolde: N-verwijdering door voordenitrificatie.

Z.S. Oostelijk Gelderland:

- verbetering nitrificatie Nieuwgraaf door aanvullende bellenbeluchting en extra aëratietank;
- rwzi Olburgen ombouw propstroom tot voordenitrificatie;
- rwzi Etten uitbreiden met carrousel wegens onvoldoende aëratiecapaciteit.

Z.S. Veluwe:

- rwzi Renkum: hoge nitraatgehaltenes wellicht aanpakken met onbeluchte zones in de propstroomtank (analoog aan Horstermeer);
- rwzi Ede: per jan'95 in bedrijf vergaande N-verwijdering met Bio-Denipho;
- rwzi Harderwijk (o.a.): tweetraps oxydatiebed/carrousel; plannen voor uitbreiding beluchtingscapaciteit tweede trap plus NO_x-regeling.

Z.S. Rivierenland:

- rwzi's Arnhem-Zuid en Groesbeek (nieuw of uitbreiding > 25%): voordenitrificatie;
- rwzi's Valburg, Zaltbommel, Haften, Dreumel, Druten, Lienden en Millingen (nieuw of

- uitbreiding > 25%): aëratiecircuits; intermitterende beluchting;
- rwzi Nijmegen: systeemkeuzestudie nog niet afgerond;
- bestaande rwzi's of uitbreiding < 25%: waar mogelijk verdere optimalisatie van de N-verwijdering door intermitterende beluchting.

Z.S. Amstel en Gooiland:

- in 1995 minimaal 60% N-verwijdering in beheersgebied;
- de uiteindelijke plannen voor 1998 worden niet eerder dan eind 1994 vastgelegd i.v.m. lopend onderzoek.

H.H.S. Uitwaterende Sluizen:

- op grond van huidige aanpak wordt 68 % N-verwijdering in 1998 gehaald;
- rwzi's Katwoude en Geestmerambacht: uitbreiden tot effluentgehalte N-totaal 10 mg N/l;
- rwzi's Beverwijk en Beverwijk-Zaanstreek: sanering tot effluentgehalte N-totaal 10 mg N/l;
- 75% N-verwijdering beheersgebied.

H.H.S. Rijnland:

- bij nieuwbouw wordt uitgegaan van effluentgehalte N-totaal 10 mg N/l, gebruik makend van bekende technieken (circuit, voordennitrificatie); aëratiecircuit krijgt on-line ammoniummeting plus zuurstofmeting; voordennitrificatie krijgt gescheiden redox- en zuurstofmeting.

H.H.S. Delfland:

- rwzi Houtrust: in toekomst (jaar 2000?) wellicht uitbreiding op nieuw terrein;
- rwzi Berkel-en-Rodenrijs: nieuw te bouwen rwzi, er wordt uitgegaan van vergaande N-en P-verwijdering.

H.H.S. Schieland:

- rwzi Kralingseveer: verbetering N-verwijdering in aëratiecircuits nagaan;
- nieuwe installaties worden geoptimaliseerd voor N-verwijdering (zeer laag belast).

Z.S. Hollandse Eilanden en Waarden:

- optimalisering van rwzi's heeft de algemene aandacht; bij rwzi's die de effluentwaarde 10 mg N/l niet halen, wordt getracht de oorzaak hiervan te vinden;
- rwzi Dokhaven is knelpunt;
- nieuwe rwzi's worden ontworpen op effluentgehalte N-totaal 10 mg N/l.

W.S. Schouwen-Duiveland:

- met betrekking tot stikstof worden geen problemen verwacht.

Z.S. Limburg:

- bij aanpassing wordt ontworpen op effluentgehalte N-totaal 10 mg N/l als jaargemiddelde.

