

# Simultanfällning kontra efterfällning — erfarenheter från svenska reningsverk

Av Siv Grönqvist

Siv Grönqvist er fil.mag. og ansatt ved Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm.

*Innlegg holdt i Vannforeningen  
3. oktober 1978.*

I Sverige har normalt förordnats biologisk-kemisk rening av avloppsvatten. Vid en del reningsverk används enbart biologisk eller kemisk rening. Ibland då recipientförhållandena är svaga förordnas dessutom kompletterande rening, i allmänhet filtrering.

Efterfällning med aluminiumsulfat är den dominerande reningsmetoden. Kalk används som fällningskemikalie vid ca 50 reningsverk. Trevårt järn i form av järnklorid har under de senaste åren ersatt aluminiumsulfat vid ett flertal reningsverk.

Stockholms kommun som tidigare använde sig av förfällning med aluminiumsulfat har övergått till simultanfällning med tvåvärd järnsulfat. Denna reningsmetod användes redan tidigare vid Käppala reningsverk på Lidingö utanför Stockholm, samt av ett tiotal andra verk ute i landet.

De vanligaste simultan- kontra efterfällningsprocesserna kan studeras i fig. 1.

Användning av tvåvärt järn som fällningskemikalie har rönt stort intresse emedan fällningskemikalien kan erhållas som biprodukt vid t ex betning av stål och framställning av titanoxid. Därmed

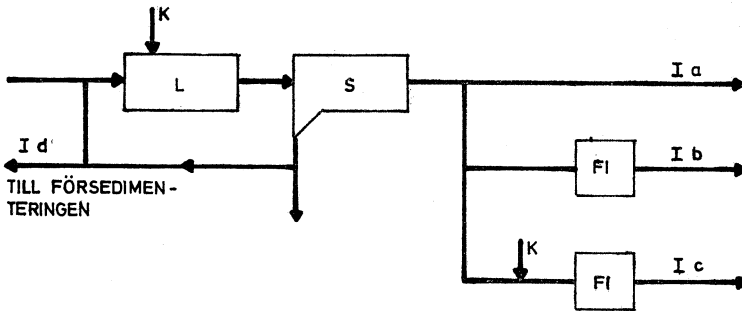
blir kostnaderna för fällningskemikalien låg. En annan stor fördel är att tvåvärt järn kan användas vid simultanfällning vilket gör att anläggningskostnaderna blir betydligt längre än vid t ex efterfällning.

Olika jämförande studier i bl a Sverige (Grönqvist m fl, 1978) visar att det för närvarande normalt inte är möjligt att nå samma långtgående reduktion vid simultanfällning som vid efterfällning (se tab. 1.)

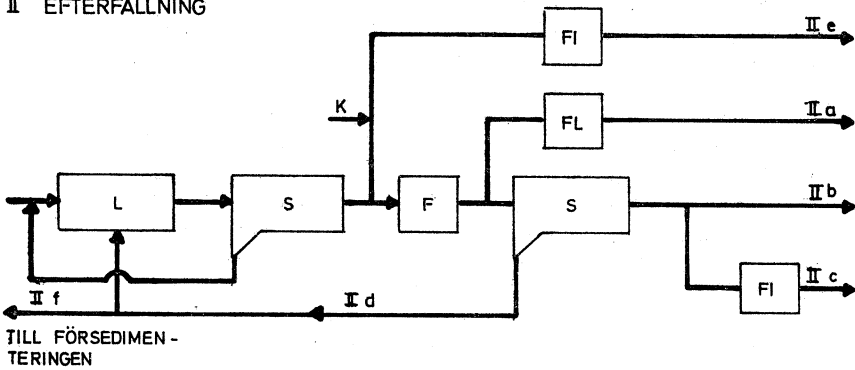
Studien visar tydligt att efterfällning med aluminiumsulfat vid optimalt pH (5.5—6.4) ger en betydligt bättre rening än simultanfällning med Fe(II). Det samma gäller för efterfällning med kalk vid lågbelastade reningsverk. Om förhållandena ändras så att optimalt pH vid aluminiumsulfatfällning inte kan erhållas eller att kalkfällningsverken är högbelastade försämras reningseffekten avsevärt, d v s utgående totalfosforhalt är t o m högre än vid simultanfällning.

Efterfällning med Fe(III) ger god fosforreduktion (0.4—0.5 mg P/1), men kan ytterligare förbättras genom recirkulering av allt kemslammet tillbaka till luftningsbassängen. Detta förfarande har gjort att även kemikaliedoseringen avsevärt kunnat minskas. Effekten av recirkuleringen på utgående halt fosfor kan närmare studeras i fig. 2.

## I SIMULTANFÄLLNING



## II EFTERFÄLLNING



L = LUFTNING

S = SEDIMENTERING

K = KEMIKALIEDOSERING

F = FLOCKULERING

F1 = FILTRERING

FL = FLOTATION

FIG. 1. PROCESSVARIATIONER VID BIOLOGISK-KEMISK RENING AV AVLOPPSVATTEN I SVERIGE.

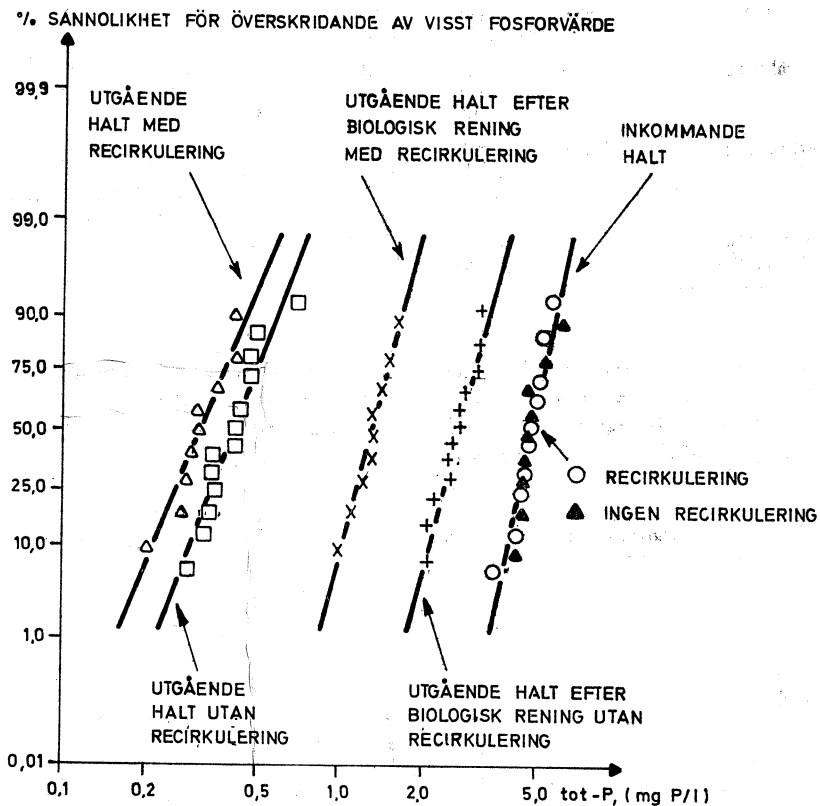


FIG. 2. INVERKAN AV KEMSLAMRECIRKULERING TILL LUFTNINGSBASSÄNGEN PÅ UTGÅENDE HÅLT tot-P FÖR ESKILSTUNA RENINGSVERK.

Tabell 1. *Simultanfällning kontra efterfällning. Utgående halter tot-P och BOD<sub>7</sub>*

Processtyp	Fällnings- kemikalie	Parameter	Medelvärde mg/l	Antal verk	Anmärkningar
Simultanfälln.	Fe <sup>2+</sup>	tot-P	0.63	12	
		BOD <sub>7</sub>	18.4	8	
Efterfällning	Al <sup>3+</sup>	tot-P	0.27	13	pH 5.5—6.4
		tot-P	1.14	17	pH 6.5—7.2
		BOD <sub>7</sub>	7.1	30	
Efterfällning	CaO	tot-P	0.83	9	pH 11.2—12.5
		BOD <sub>7</sub>	11.1	9	pH 11.2—12.5
		tot-P	0.25	2	pH 10.5—11.0 samt lång uppehållstid
Efterfällning och recirkulering	Fe <sup>3+</sup>	tot-P	0.30	2	
		BOD <sub>7</sub>	11.0	2	

Efterfällning ger alltså normalt en stabilare och säkrare process än simultanfällning med Fe(II). En studie av nordiska simultanfällningsverk (fällningskemi-

kalie Fe(II) stöder den uppfattningen att utgående halter understigande 0.5 mg P/l är svåra att erhalla (se tab. 2).

Tabell 2. *Sammanfattning av reningsresultat från simultanfällningsanläggningar i de nordiska länderna.*

Land	tot-P mg/l	Löst-P mg/l	BOD <sub>7</sub> mg/l	SVI
Finland	1.84	—	27	96
Sverige				
— simultanfällning	0.63	—	18	—
— simultanf. + kontaktfiltr.	0.24	0.05	—	—
Norge	0.71	0.25	20	51
Danmark	0.44	0.09	7	43

Försök gjorda i Tyskland (Bringman och Kühn, 1975) och Sverige (Grönqvist, 1976, Grönqvist m fl, 1977 och Grönqvist och Hultman, 1977) har dock visat att ett flertal möjligheter att förbättra simultanfällningsprocessen finns.

Man vet att bl a följande faktorer bestämmer halten utgående fosfor från en fällningsanläggning:

- halt suspenderad fosfor
- halt löst fosfor
- eventuell kompletterande rening.

Utgående halt suspenderad fosfor bestäms av halten suspenderat material och andelen fosfor i det suspenderade materialet. Genom att kraftigt minska halten inkommande fosforhalt till simultanfällningssteget skulle andelen fosfor i det suspenderade materialet kunna minskas. Två viktiga metoder att minska fosforhalten till simultanfällningssteget är:

- separat behandling av rejektvattenströmmar
- utflockning av fosforhaltige ämnen före försedimenteringen t ex genom att tillföra simultanfällt slam till inkommande vatten.

Halten löst fosfor är ofta mycket högre i utgående vatten från en simultanfällningsanläggning än från en efterfällningsanläggning. Vid anaeroba förhållanden i en sedimenteringsbassäng kan betydande

utlösning ske av fosfor i synnerhet om molförhållandet Fe/P inte är tillräckligt högt (helst  $\geq 1.5$ ).

För att ytterligare förbättra reningen för ett reningsverk med simultanfällning med tvåvärt järn kan kompletterande rening som flerstegsdosering, filtrering eller användning av järnbakterier utnyttjas.

Flerstegsdosering har givit mycket stabila och lovande resultat både vid Käppala och Bälinge reningsverk. Vid Käppala har man vid tvåstegsdosering erhållit en konstant utgående fosforhalt på 0.3 mg/l.

Vid Bälingeverket (processtyp Ic) doserades tvåvärt järn i luftningsbassängen och därefter strax före ett filter för att ännu bättre rening skulle erhållas (Holmström, 1977). Resultaten för de olika processförfarandena kan avläsas i tab. 3.

Tabell 3. Utgående halter fosfor för Bälinge reningsverk vid olika processförfaranden.

Processförfarande		tot-P mg/l	löst-P mg/l
Simultanfällning	15 mg Fe <sup>2+</sup> /l	2.0—2.5	1.5—2.0
	25 mg Fe <sup>2+</sup> /l	0.5—1.0	0.2—0.4
Simultanfällning + kontaktfiltr.	ca 20 mg Fe <sup>2+</sup> /l 4 mg Fe <sup>2+</sup> /l	0.62	0.18
Simultanfällning + kontaktfiltr.	ca. 20 mg Fe <sup>2+</sup> /l 4 mg Fe <sup>3+</sup> /l	0.24	0.05

En intressant och ny teknik är att utnyttja järnbakterier. Järnbakterier kan oxidera tvåvärt järn till utfällda trevärda järnfosfatföreningar. Med hjälp av järnbakterier synes en mycket långtgående reningseffekt kunna uppnås. Vid användning av järnbakterier är det lämpligt att

först använda sig av en förbehandling av avloppsvattnet som t ex simultanfällning. Bringman och Kühn (1975) torde ha varit de första som föreslagit användning av järnbakterier för att avlägsna fosfor ur avloppsvatten. Principen är den att järnbakterier oxiderar tvåvärt järn till trevärt

järnhydroxidfosfatslam som faller ut. Efter som oxidationen sker inuti bakteriecellen finns det möjligheter att bättre kvarhålla järnhydroxidfosfatfällningen så att mycket låga resthalter av fosfor kan erhållas i avloppsvattnet.

Med de erfarenheter man idag har av olika processtekniker skall man kanske

inte ställa sig frågan simultanfällning eller efterfällning utan granska de möjliga kombinationer mellan dem som kan göras. En sådan kombination kan visa sig vara både billigare och ur reningssynspunkt minst lika bra som en konventionell efterfällningsprocess som idag anses vara säkrast och bäst.

#### REFERENSER

- Bringman, B. och Kühn, R.* (1975): Modellverfahren zur biologischen Entphosphatung kommunaler Abwässer. Gesundheits-Ingenieur, 96, 10, sid. 249—251
- Grönqvist, S.* (1976): Kemiska och biologiska reaktionsförlopp vid användning av tvåvärt järn som fällningskemikalie. Avd. för Vattenvårdsteknik, KTH, Publ. TRITA-VAT 1764.
- Grönqvist, S., Löwén, M., Axelsson, A. och Björkman, A-G.* (1977): Experimentella studier i laboratorieskala över fosforreduktion med tvåvärt järn. Avd. för Vattenvårdsteknik, KTH, Publ. TRITA-VAT 1771.
- Grönqvist, S. och Hultman, B.* (1977): Systemanalytisk studie av tvåvärt järn som fällningskemikalie. STU-rapport 74—3677.
- Grönqvist, S., Holmström, H., Hulman, B. och Reinius, L-G.* (1978): Experiences and process development in biological-chemical treatment of municipal wastewaters in Sweden. IAWPR — 9th International Conf., Stockholm, Sweden, 12—16 June 1978.
- Holmström, H.* (1977): Simultanfällning och kontaktfiltrering vid Bälinge reningsverk. Driftstudier inom VO-området, Rapport 1/77.