

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

*Kon. Afdelingssignatur Fr. V. Meyers
for
Fors.*

OM
RENSNING AF KLOAKVAND

AF

AXEL RIIS

KOMMUNEINGENIØR

SÆRTRYK AF MAANEDSSKRIFT FOR SUNDHEDSPLEJE 1914

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks tekniske Højskole

KØBENHAVN
BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI
1914

628.3
5m

13-44

OM
RENSNING AF KLOAKVAND

AF

AXEL RIIS
KOMMUNEINGENIØR

SÆRTRYK AF MAANEDSSKRIFT FOR SUNDHEDSPLEJE 1914

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks tekniske Højskole



KØBENHAVN
BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI
1914

TEKNIŠK BIBLIOTEKA
LITVANSKAJOS TECHNINIO MOKSLŲ AKADEMIJOS

I. Indledning.

Menneskets — ganske vist mere eller mindre udviklede — Renlighedssans tilskynder det til at søge Affaldsstofferne, der ved deres hele Natur gør et umiddelbart frastødende Indtryk, bragt hurtigst mulig uden for Syns- og Lugtevidde, og Hygiejnikerne bekræfter Rigtigheden af og understøtter denne naturlige Tilbøjelighed ud fra den Kendsgerning, at ren Krop, ren Føde og ren Luft er de væsentlige ydre Betingelser for en sund Livsførelse og et mod Sygdomsangreb modstandsdygtigt Legeme. Disse Betingelser kan imidlertid kun fremskaffes og opretholdes ved Rengøring saavel af vort eget Legeme som af vore Omgivelser. Hvad disse angaar, vil man i første Række fæste sin Opmærksomhed ved Boligen, for derefter, alt som Udviklingen gør det ønskeligt og alt som man lærer sin Fjendes — Affaldsstoffernes — Natur bedre at kende og bedre bliver i Stand til at bekæmpe den, at forfølge sin Modstander videre og videre for ikke at slippe den af Hænde, forinden den enten er ganske uskadeliggjort eller ledet hen under Forhold, hvor den ingen Skade længer kan forvolde, selv om dens Natur ikke maatte være væsentlig forandret.

I Overensstemmelse med det her skitserede kan man — særligt skarpt i Byer i England, der paa det her omhandlede Omraade er det klassiske Land — skelne mellem 3 Stadier i Kloakvandsspørgsmaalets Historie. Fra først af fjærnede man alle Affaldsstoffer saavel faste som flydende, ved blot at kaste dem udenfor Huset paa Møddingen — undertiden endog blot paa Gaden — eller under noget mere udviklede Forhold i en Affaldsgrube. Midlerne til hurtig og let at bortfjærne Affalds-

stofferne fra Boligen forøgedes og forbedredes efterhaanden i de tættere Bebyggelser ved de tekniske Fremskridt, navnlig Indførelsen af central Vandforsyning og i særlig Grad ved den Foranstaltning, der kræver denne som Forudsætning, nemlig Vandklosettet, der efter at være opfundet eller rettere genopfundet i 1810 blev gjort obligatorisk i London i Midten af forrige Aarhundrede. Bortskaffelsen af Affaldet uden for Boligen forbedredes imidlertid ikke samtidig med, at man saaledes ved i stedse stigende Grad at tage Vandet i sin Tjeneste til Bortskylning af Affaldsstofferne forbedrede de hygiejniske Forhold i selve Boligen; tværtimod. Ganske naturlig blev Resultatet jo nemlig det, at de flydende Affaldsstoffers Mængde tiltog overordentlig stærkt. De Gruber, som tidligere havde været brugbare, viste sig nu ikke længer tilstrækkelige, idet nu ingen brød sig om at afhente de med Vand stærkt blandede og derved i Værdi forringede Gødningstoffer. For at skaffe fornødent Afløb fra Gruberne indrettedes derfor trods Bestemmelser og Forbud Overløb til Gadernes Rendestene, der kun var bestemt til Bortledning af Regnvand. Dette betød imidlertid kun at forlægge Ulemperne fra Byggegrundene til Gaderne, men den mere personlige Hygiejnes Krav i Retning af at faa Spildevandet fjærnet fra Hus og Grund var nu saa stærke, at den offentlige Hygiejne dukkede frem og satte sig til Maal at faa Spildevandet fjærnet paa en mere effektiv Maade. Hermed forlader man da Kloakvandsspørgsmaalets første Stadium for at gaa til det næste: Byernes Kloakering. Efterhaanden som denne imidlertid skred frem, og efterhaanden som Kloakvandets Mængde og Urenhed af de foran nævnte Grunde samt som Følge af Byernes stærke Vækst tiltog, blev Resultatet i mange Tilfælde ganske svarende til det, som opnaaedes efter Forbedringen af Boligens Afløbsforhold: man flyttede Ulemperne med sig — fra Gaderne til de Steder, hvor Kloakvandet udledtes i en naturlig Vandsamling, oftest en Flod. Selv om det ikke dermed er sagt, at Kloakeringen ikke i meget væ-

sentlige Henseender svarede til sin Hensigt — jo længere Affaldet fjærnes fra Boligerne, og jo mere de dermed i Forbindelse staaende Ubehageligheder og Farer lokaliseres, desto bedre — saa blev dog de Ulæmper, som opstod ved Kloakernes Udmunding i Floderne saa betydelige — i mange Tilfælde saa uudholdelige — at det blev paatrængende nødvendigt at træffe Foranstaltninger til mere direkte at uskadeliggøre Kloakvandet. Idet man gav sig i Kast med denne Opgave, gik man til det 3. Stadium i Bestræbelserne for Spildevandets Uskadeliggørelse, og her er det, at Kampen har været staaende i de senere Aar. Man kan som Motto for denne Kamp i særlig Grad sætte Francis Bacons gamle Sætning: „Naturen overvindes kun ved, at man adlyder dens Love“, thi det er kun ved indgaaende Iagttagelse og Undersøgelse af de Forhold, hvorunder Affaldsstofferne omdannes i Naturen, at man er bleven i Stand til at løse den i Vanskelighed — med Byernes Vækst — stadig voksende Opgave.

Selv om Forholdene her i Danmark ligger anderledes end i England og de store Lande paa Fastlandet, saa kan man dog ogsaa hos os, om end med mindre Tydelighed, genfinde de samme Trin i Udviklingen, som ovenfor er skitseret. Ogsaa hos os har Befolkningens Vækst, Vandværkers og Vandklosetsystemets Udbredelse medført, at Spørgsmaalet om Kloakvandets endelige Uskadeliggørelse har faaet større og større Interesse. Det er under Hensyn hertil, at det i det efterfølgende skal forsøges at give et kortfattet Udsyn over Nutidens Principper og de derpaa baserede Fremgangsmaader og Midler til Kloakvandets Rensning eller Uskadeliggørelse.

II. Kloakvandets Oprindelse, Mængde og Beskaffenhed.

Spildevand kan defineres som det Vand, der fremkommer, naar rent Vand, efter at have udrettet sin Opgave som Opslemnings- og Opløsningsmiddel for Affaldsstoffer og Stofskifteprodukter, sendes bort fra det Sted, hvor disse Stoffer er optagne. Efter Oprindelsen kan man skelne mellem Køk-

ken-, Vaske-, Bade- og Kloset afløb, hvilket sidste indeholder de menneskelige Fækalier og Klosetpapir.

Kloakvand kan betegnes som det Vand, der finder Vej til Kloakledningerne, og som derfor foruden af Spildevand, saaledes som dette ovenfor blev defineret, bestaar af Drænvand, som fra Jordlagene maatte finde Vej til Kloakledningerne, samt af muligt tilstedeværende Fabriksafløb og endvidere, forsaavidt Nedbøren optages i de samme Ledninger, til Tider af Regn eller Snesmeltningsvand. Kloaker, indrettede til Optagelse heraf, er det almindelige her i Landet. Systemet kan kaldes Blandingssystemet. Optages derimod Nedbøren helt eller delvis i særskilte Ledninger (aabne eller lukkede), har man et separat System, som under visse Omstændigheder, navnlig naar Spildevandet skal underkastes en meget gennemgribende Rensning eller pumpes, kan være fordelagtigt. Regnvandsledningerne i et saadant System fører dog langt fra altid blot nogenlunde rent Vand. Det har tværtimod vist sig, at Afløbet fra stærkt befærdede Gader er meget tilsmudset og gaar fuldt saa let i Forraadnelse som almindeligt Husspildevand. Idet Regnvandet fra et separat System som Regel ikke gøres til Genstand for Rensning — i hvert Fald en meget lidt vidtgaaende — vil for stærkt trafikerede Bydele alene af den nysnævnte Grund et Blandingssystem være at anbefale, medens et separat System — ogsaa af økonomiske Grunde — kan være paa sin Plads i Smaabyer, hvor Regnvandet kan ledes — og navnlig muligvis gennem lange Tider har været ledet — overfladisk bort.

Hvad Kloakvandets Mængde angaar, vil det efter det meddelte forstaas, at Mængden i tørt Vejr maa blive praktisk talt lig Mængden af det gennem den centrale Vandforsyning og private Forsyningsanlæg leverede Vand samt Drænvandet. Hvor meget den private Vandforsyning (Fabrikker) og Drænvandet betyder forholdsmæssigt, vil være meget forskelligt efter de lokale Forhold. For København angaves saaledes (1903) Kloakvandsmængden til 85,5 l pr. Individ. pr. Døgn, Vand-

forbruget derimod kun til 70 l, men Forskellen kan være langt større (Eks. Hamburg). Drænvandet vil ofte være en Ulempe i Rensningsanlægget og bør derfor, hvor saadant kan befrygtes at blive Tilfældet, søges indskrænket mest muligt. Selv om det saaledes kan være vanskeligt paa Forhaand med fuld Nøjagtighed at angive Kloakvandsmængden, vil denne dog som Regel efter tilbørlig Undersøgelse af de lokale Forhold med en for Praxis tilstrækkelig Nøjagtighed kunne angives paa Grundlag af Vandforbrugets Størrelse, der maa forudsættes nogenlunde bekendt, eftersom Kloakanlægget ganske naturligt kommer til Udførelse noget efter Vandforsyningsanlægget. Under mere primitive (landlige) Forhold kan Vandforbruget andrage 20—30 l pr. Individ. pr. Døgn, og kommer Vandklosetter til (med 6—8 l pr. Skylning), vil det stige med 15 à 20 l, saaledes at man ialt mindst kommer op paa henved 50 l, og gennemsnitlig vil man have mere, nemlig 80—100 l pr. Individ. pr. Døgn. Sidstnævnte Tal lægges ofte til Grund for Beregninger, naar andet ikke er bekendt. I amerikanske Byer er Vandforbruget dog ofte betydelig større, navnlig naar der om Sommeren benyttes Vand af en forholdsvis høj Temperatur (Overfladevand fra Søer og Floder); Forbruget kan her stige til 400—500 l pr. Individ. pr. Døgn. Et Forbrug af over 150—200 l lader sig iøvrigt som Regel næppe retfærdiggøre ud fra et hygiejnisk Synspunkt.

Kloakvandsmængden er af let forstaaelige Grunde ikke konstant gennem alle Døgnet 24 Timer. Ved Forsøg i København er funden den i omstaaende Tabel angivne Variation.

Herefter er Maksimalafløbsmængden pr. Time 6,7 pCt. af Døgnmængden (1:15); i Reglen angives mere: 8—10 pCt.; fordeles Vandmængden paa 12 Timer, svarer dette til 8,3 pCt.

Kloakvandsmængden under Regn vil i et Blandingssystem være meget forskellig alt efter Oplandets Art, Regnens Intensitet og andre Forhold, som ikke her skal omtales nærmere; blot skal det anføres, at Regnmængden f. Eks. godt kan være 100 Gange saa stor som Middelspildevandsmængden, hvoraf det vil forstaas, at det er N e d b ø r e n, som

Klokken	Kloakvandsmængde pr. Time		
	i $\%$ af Maks.-afbm. pr. Time	i $\%$ af Gnmsnafbm. pr. Time	i $\%$ af Døgn- mængden
Midnat	28	45	1,9
1	23	37	1,5
2	20	32	1,3
3	19	30	1,3
4	20	32	1,3
5	29	47	1,9
6	43	69	2,9
7	68	109	4,5
8	87	139	5,8
9	95	152	6,3
10	95	152	6,3
11	100	160	6,7
Middag	99	159	6,6
1	91	146	6,1
2	87	139	5,8
3	88	141	5,9
4	89	143	5,9
5	86	138	5,7
6	80	128	5,3
7	72	115	4,8
8	58	93	3,9
9	48	77	3,2
10	40	64	2,7
11	34	55	2,3

bestemmer Størrelsen af Kloakledningerne, hvilken derfor ogsaa kan blive meget betydelig, saafremt man ikke ved de saakaldte Overfaldsbygværker kan „af-
laste“ Kloakledningerne, d. v. s. sørge for, at Hovedmængden af Kloakvandet under stærk Regn fra saa mange Punkter af Ledningsnettet som mulig ad den korteste Vej ledes til en naturlig Vandsamling. [En Ledning, som fra Overfaldsbyg-
værkerne fører den Del af Kloakvandet, som ikke gaar over Overfaldet, videre og saaledes normalt forhindrer Kloakvan-
det i at søge direkte til den naturlige Recipient, kaldes en „afskærende“ Ledning, medens Ledninger, som fører Overløbsvandet fra Bygværkerne direkte til Recipienten, kal-
des „Hjælpeledninger“.]

Dimensionerne af Kloakledningerne bliver desto mindre, jo større det Fald er, hvormed de lægges. Saavel af denne Grund som af Hensyn til, at Ledningerne bør være selvrensende, hvilket opnaas, naar Maksimalspildevandsstrømmen har en saadan Hastighed — ca. 0,7 m pr. Sek. — at de opslemmede Stoffer bortføres med Vandstrømmen, lægges Ledningerne med et Fald, der under Hensyn til Terrainets og Recipientens Højdeforhold gøres saa stærkt som muligt.

At give smaa eller blot mindre Kloakledninger saa stærkt et Fald, at ingen af de opslemmede Stoffer aflejrer sig ved den normale Spildevandsstrøm, vil dog i de fleste Tilfælde være ugørligt. Sættes saaledes $Q_{\text{norm.}} = \frac{Q_{\text{max.}}}{100}$, vil med et Fald af 1:100 ved den normale Afløbsmængde (lig dagligt Maksimum i tørt Vejr) efter Franz Schmidt i Gesundheitsingenieur Nr. 21/1909 faas følgende:

Ledningsprofil	Dybde af Spildevands- strøm cm.	Vand- mængde $Q_{\text{norm.}}$ l/Sek.	Hastighed m. Sek.
25 cm	2,0	0,55	0,31
30 —	2,4	0,90	0,36
40 —	3,2	2,00	0,46
50 —	4,0	3,7	0,55
75/50 —	6,0	6,1	0,70
90/60 —	7,2	10	0,81
120/80 —	10,0	22	1,01
150/100 —	12,0	43	1,18

Først Profil 75/50 cm giver med et Fald af 1:100 0,70 m's Hastighed. Kræves for alle Ledningsdimensioner en Hastighed af 0,8 m pr. Sek. faas — stadig under Forudsætningen $Q_{\text{norm.}} = \frac{Q_{\text{max.}}}{100}$ — følgende:

Profil (cm) ..	25	30	40	50	75/50	90/60	120/80	150/100
Fald	1:15	1:20	1:33	1:48	1:76	1:100	1:160	1:220

For stor en Hastighed er ogsaa uheldig; sættes for den fyldte Ledning — altsaa ved Regn — $v_{\text{min.}} = 0,80$ m/Sek. og $v_{\text{max.}} = 3,00$ m/Sek., bliver de tilsvarende Minimums- og Maksimumsfald for cirkulære Ledninger følgende:

Profil (cm)	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Mindste											
Fald ..	1:200	1:250	1:350	1:400	1:500	1:600	1:750	1:900	1:1100	1:1300	1:1500
Største											
Fald ..	1:15	1:20	1:25	1:30	1:30	1:50	1:50	1:50	1:85	1:85	1:100

Ved at lægge Ledningerne med stærkest muligt Fald opnaas tillige, at Luften i Kloakerne holder sig nogenlunde frisk, og at Kloakvandet føres til Udløbet (Rensningsanlægget) i saa frisk en Tilstand som mulig, hvilket — som det senere skal nærmere omtales — i flere Tilfælde kan være af stor Betydning.

Det vil af det meddelte fremgaa, at der ved Blandings-systemet til et eventuelt Rensningsanlæg under Regn altid vil ankomme en større Vandmængde end i tørt Vejr. Hvor stor en Vandmængde, der saaledes udover den normale kan behandles i Rensningsanlægene (medens Resten ledes uden om eller bort forinden ved Hjælp af Overfald), skal senere nærmere angives.

Ogsaa i et separat System vil Nedbør og Drænvand som Regel bevirke en Forøgelse af Kloakvandmængden, forskjellig i de forskellige Tilfælde, men selvfølgelig i langt ringere Grad end ved et Blandingssystem; ofte regnes som Maximum 2 Gange Vandmængden i tørt Vejr.

Med Hensyn til Spildevandets Beskaffenhed da følger det af dets Oprindelse, at det maa indeholde dels opslemmede og dels opløste Stoffer, af hvilke sidste en Del skyldes de allerede i Vandværksvandet tilstedeværende og en anden større Del Urinen fra det menneskelige Legeme og Sæbe, der efter Dunbars Mening saavel kvalitativt som kvantitativt spiller en stor Rolle, samt iøvrigt andre opløselige Stoffer, som Vandet er kommet i Berøring med. Om Arten i mere almindelig Forstand af de i Kloakvandet indeholdte Stoffer giver iøvrigt Oprindelsen en Forestilling. Lader man, for noget nærmere at undersøge Kloakvandet, en Prøve deraf henstaa i et Glas, vil der efterhaanden afsætte sig et slimet smudsiggraat Bundfald, uden at dog den ovenoverstaaende Vædske selv efter 24 Timers Forløb i nævneværdig Grad forandrer sit uklare graa Udseende. Først ved gentagne Filtreringer gennem samme Filtrerpapir kan man opnaa at faa en klar Vædske. Hvad der — bestemt paa denne Maade —

bliver tilbage paa Filtret — det syner paafaldende lidt — defineres som Mængden af opslemmede Stoffer, medens Filtratet indeholder de opløste Stoffer, hvoraf en Del er til Stede i „halvopløst“ — kolloid — Tilstand.

Til Oplysning om Mængden af opslemmede og opløste Stoffer samt om disses Indhold af organiske og uorganiske (henholdsvis som Glødningstab og Glødningsrest bestemte) Bestanddele meddeles omstaaende Tabel (se denne).

Efter Gennemsnitstallene for de tyske Byer udgør den samlede Mængde af uorganiske Stoffer $215 + 900 = 1115$ mg/l (altsaa godt 1 pro mille), medens Mængden af de organiske Stoffer udgør $274 + 270 = 544$ mg/l (eller ca. 0,5 pro mille). De uorganiske Stoffers Overlegenhed skyldes delvis, at der allerede i Drikkevandet kan findes betydelige Mængder deraf i opløst Tilstand. [Den samlede Mængde af faste — opløste — Stoffer udgør i Regnvand 10—25, i Drikkevand indtil 1000 mg/l eller mere; Grænsen mellem „haardt“ og „blødt“ Vand ligger ved 200 mg/l Kalciumsalte, jvf. iøvrigt Tabellen nedenfor, hvortil yderligere bemærkes, at Hamburgs Drikkevand f. Eks. i August 1893 indeholdt 50 mg org. og 1212,5 mg uorg. Stoffer.] Drikkevandets Indhold af uorganiske Stoffer gør sig navnlig gældende overfor Kloakvandets opløste Stoffer; Mængdeforholdet mellem uorg. og org. Bestanddele er her i Reglen større end 2:1. For de opslemmede Stoffers Vedkommende er det i Reglen omvendt, og her naar Forholdet mellem org. og uorg. Bestanddele sjælden Værdien 2:1, ofte er det ikke langt fra 1, og f. Eks. for Paris' Vedkommende gaar det til den anden Side, hvilket formentlig ikke kan skyldes andet, end at Byen afvandes efter „tout à l'égout“ Systemet.

I foranstaaende Opgivelser over Mængden af opslemmede Stoffer er — i hvert Fald ved de tyske Resultater — ikke medregnet større Genstande som f. Eks. Propper, Tændstikker, Frugtskaller og lign., hvis Mængde dog forholdsmæssigt kun er ganske ringe. Saaledes er for Berlins Kloakvand fun-

	Opslemmede Stoffer mg/l			Opløste Stoffer mg/l			Opl. St. i Drikkevandet mg/l		
	uorg.	org.	ialt	uorg.	org.	ialt	uorg.	org.	ialt
Wiesbaden	40	34	74	1780	153	1933	68	14	82
Hamburg	119	180	299	567	252	819	536	95	631
Hannover	—	—	302	—	—	—	468	102	570
Køln	88	215	303	—	—	—	—	—	—
Essen	105	213	318	—	229	—	—	—	—
Freiburg	156	195	351	—	195	—	—	—	—
Breslau	205	200	405	—	231	—	—	—	—
Frankfurt a/M.	435	955	1390	—	228	—	—	—	—
Halle	612	405	1017	—	310	—	—	—	—
Graf Schwerin	210	211	421	803	383	1186	—	—	—
Holzwickede	184	128	312	609	272	881	—	—	—
Berlin	—	—	—	755	285	1040	108	32	140
Gennemsnitlig...	215	274	489	900	270	1170	—	—	—
London	182	214	396	—	—	839	—	—	—
Manchester	200	170	370	—	—	940	—	—	—
36 Byer m. W. C. ...	241	205	446	—	—	722	—	—	—
20 — u. — ...	178	213	391	—	—	804	—	—	—
København	275	369	644	1071	240	1311	—	—	—
Paris	1321	498	1819	—	—	824	—	—	—
Wien	1003	939	1942	748	366	1114	—	—	—

det, at Mængden af opslemmede Stoffer større end 7 mm kun androg 5,5 pCt. af samtlige opslemmede Stoffer (for Charlottenburgs Kloakvand er paa tilsvarende Maade fundet, at de opslemmede Stoffer større end 1 mm udgjorde 27 pCt.).

Mængden af organiske opløste (d. v. s. i Filtratet indeholdte) Stoffer kan foruden som Tab ved Glødning af Inddampningsresten fra Filtratet — en Metode, der lider af den Fejl, at ogsaa uorganiske Stoffer kan forflygtiges ved Glødningen — ogsaa bestemmes ved Hjælp af den Mængde af en Kaliumpermanganatopløsning (KMnO_4), som Filtratet er i Stand til at affarve netop paa Grund af Indholdet af org. Stoffer. Den af Opløsningen til Kloakvandet afgivne Iltmængde — der bliver et Maal for Indholdet af

org. Stof — angives enten direkte i Kaliumpermanganat-Forbrug eller omregnet til Iltforbrug ved Division med 4.

De i foranstaaende Tabel meddelte Resultater, ses at være stærkt varierende fra By til By, Kloakvandet i disse er med andre Ord ikke lige urent og vil derfor ej heller kræve lige vidtgaaende Foranstaltninger ved en eventuel Rensning. Forsøger man nu med Henblik paa dette Forhold at give en bestemt Definition af Urenhedsgraden (Koncentrationen), da er dette ikke ganske let; Baumeister har saaledes ment, at man som Maal kunde benytte Mængden af de opslemmede og opløste org. samt de opløste uorganiske Stoffer, og er derefter kommen til det Resultat, at der i Byer uden Vandklosetter skulde bortføres med Kloakvandet ca. 100 g Smudsstoffer pr. Individ pr. Døgn. Herved har han imidlertid (som Dunbar gør opmærksom paa) ikke taget Hensyn til, at der — som det ogsaa fremgaar af foranstaaende Tabel — allerede i Drikkevandet kan være betydelige Mængder opløste saavel organiske som navnlig uorganiske Stoffer til Stede, ligesom det ej heller er ganske korrekt slet intet Hensyn at tage til de opslemmede uorganiske Stoffer (Sand), om det end maa indrømmes, at disse i væsentlige Henseender er mindre offensive. Fastholdes den Baumeisterske Beregningsmaade, finder han, at der i Byer, hvor Vandklosetter er almindeligt indførte, maa regnes bortført ca. 186 g Smudsstoffer pr. Individ pr. Døgn, en Mængde, der sammenlignet med ovennævnte 100 g og sammenholdt med de i efterfølgende Tabel efter Alexander Müller angivne Værdier for Fækaliernes Mængde og Sammensætning synes paafaldende stor, idet ogsaa i Byer uden Vandklosetter Hovedmængden af Urinen — der indeholder ca. dobbelt saa meget Tørstof som Fækalierne — finder Vej til Kloakerne.¹⁾

Selv om de Baumeisterske Tal saaledes ikke er uan-

¹⁾ Tabellen er her gengivet efter Dr. Oskar Horney: Der volkswirtschaftliche Wert der städtischen Fäkalien, Karlsruhe 1908.

**Mængde og Sammensætning af Fækalier og Urin pr. Individ
af en blandet Befolkning.**

Bestanddele	Fækalier		Urin		Tilsammen	
	pr. Dag g	pr. Aar kg	pr. Dag g	pr. Aar kg	pr. Dag g	pr. Aar kg
I naturl. Tilst.	133,00	48,50	1200,00	438,00	1333,00	486,50
Tørstof	30,30	11,00	54,00	19,70	84,30	30,80
Org. Stof	26,10	9,50	39,60	14,50	65,70	24,00
Aske	4,20	1,50	14,40	5,30	18,60	6,80
Kvælstof	1,7	0,62	9,60	3,50	11,30	4,12
Fosforsyre	1,64	0,60	1,80	0,66	3,44	1,26
Kali	0,73	0,27	2,22	0,81	2,95	1,08

gribelige, saa har dog alle Erfaringer vist, at Smudsmængden pr. Individ ikke varierer nævneværdigt med de lokale Forhold (d. v. s. fra By til By), men, forsaavidt Kloakerne benyttes paa samme Maade, er meget nær konstant, at med andre Ord Indbyggerantallet er den simpleste Maalestok for Smudsmængden i den fra et vist Opland afgivne Kloakvandmængde, hvorefter følger, at Koncentrationen skulde være omvendt proportional med Vandforbruget pr. Individ. Regnes saaledes i Henhold til foranstaaende med 180 g Smudsstoffer pr. Individ pr. Dag, vilde Kloakvandets Indhold deraf i mg pr. l, alt efter som Vandforbruget udgør 50, 100 eller 300 l/Indiv. pr. Døgn, blive henholdsvis 3600, 1800 og 900 mg/l. (For Københavns Vedkommende er efter de i foranstaaende Tabel angivne Værdier det tilsvarende Tal 1680 mg/l.)

Naar det efter Undersøgelser fra engelske Byer (jvfr. Tabellen foran) kunde synes, som om Koncentrationen var ret uafhængig af, om W. C.-Systemet var indført eller ikke, da skyldes dette utvivlsomt — foruden den Omstændighed, at Hovedmængden af Urinen samt en Del Fækalier, selv om Systemet ikke er almindelig indført, alligevel føres til Kloakerne — det Forhold, at Vandforbruget i det hele taget er større i Byer, hvor Vandklosetsystemet er gennemført,

blandt andet — men vel nok slet ikke udelukkende — paa Grund af det til Systemet knyttede Forbrug. Absolut taget vil Indførelsen af Vandklosetter selvfølgelig altid forøge den af Kloakvandet borttransporterede offensive Smudsmængde, selv om Forøgelsen i de sjældneste Tilfælde vil ske efter Forholdet 186:100. Dette er ogsaa en af Praksis anerkendt Kendsgerning, idet Indførelsen af Vandklosetter altid vil medføre, at der stilles strængere Fordringer til Kloakvandets endelige Bortfjærnelse eller Uskadeliggørelse.

Selv om man fjærner samtlige opslemmede Stoffer fra Kloakvandet, vil den afklarede Vædske om end i meget væsentlig formindsket Grad beholde sin offensive Karakter. En kemisk Undersøgelse af Kloakvandet med Henblik paa Bestemmelse af Koncentration (eller en Rensningsmetodes Effekt) kan derfor foretages med den filtrerede Vædske, hvilket er almindeligt i Tyskland (derimod ikke i England). Undersøgelser, der for saa vidt giver et bedre Maal for Koncentrationen end Baumeisters Tal, som Drikkevandets Beskaffenhed derved i ringe Grad eller slet ikke spiller med ind, kan i Filtratet foretages over Mængden af — foruden de org. Stoffer ialt, Kaliumpermanganat- eller Iltforbrug som tidligere omtalt — organisk Kvælstof, Ammoniak, Albuminoid-Ammoniak, organisk Kulstof og organisk Svovl. Den i de org. Stoffer indeholdte Ilt- og Brintmængde gøres med Rette i Reglen ikke til Genstand for Undersøgelse, hvilket forøvrigt ogsaa gælder Svovlmængden, hvorom Oplysning dog af de senere nævnte Grunde er af Interesse.

Den i en Kloakvandprøve tilstedeværende samlede Kvælstofmængde kan bestaa af: 1. Org. Kvælstof, 2. Ammoniak, 3. Nitriter og 4. Nitrater. I friskt Kloakvand og i saadant, som har gennemgaaet en anaerob Forraadningsproces, findes saa godt som udelukkende org. Kvælstof og Ammoniak, hvorved ikke just forstaas Ammoniak i fri Tilstand men Ammoniak i Forbindelse med Kulsyre og org. Syrer eller,

for saa vidt uorganiske Syrer har Adgang til Kloakledningerne, som Ammoniumsalte, f. Eks. NH_4Cl og $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. I friskt Kloakvand findes forholdsvis meget org. Kvælstof og forholdsvis lidt Ammoniak — idet dette er et Sønderdelingsprodukt —, medens det i forraadnet Kloakvand er omvendt. Teoretisk maa alt Kvælstof oprindelig antages at være til Stede som org. Kvælstof (der ikke er identisk med Æggehvidekvælstoffet), medens Ammoniakken er et Reduktionsprodukt deraf. Nitriter og Nitrater er Iltningsprodukter af Ammoniakkvælstoffet og forefindes derfor praktisk talt ikke i raat Kloakvand.

Ved Albuminoid-Ammoniak forstaas den Del af den org. Kvælstofmængde, som kan overføres til Ammoniak ved Destillation i en alkalisk Kaliumpermanganat-Opløsning; den udgør som Regel ca. $\frac{2}{7}$ af den org. Kvælstofmængde. Bestemmelse af Albuminoid-Ammoniak Mængden er meget almindelig i England.

Mængden af org. Kvælstof, Albuminoid-Ammoniak og org. Kulstof giver kun et Maal for Koncentrationen, for saa vidt Kloakvandet er friskt, idet førstnævnte Stoffer ved Forraadnelse aftager i Mængde til Gunst for Ammoniakmængden, medens org. Kulstof delvis forvandles til Kulsyre.

Endnu en kemisk Bestemmelse kan være af Interesse, forsaavidt den, naar Fabriksafføb ikke tilledest, giver god Oplysning om Koncentrationen; der tænkes paa Bestemmelse af Klormængden, som bliver et Maal for Urenhedsgraden ud fra den Forudsætning, at denne — som foran omtalt — kan sættes proportional med det Antal Individer, som kræves for at give 1 m^3 Kloakvand pr. Døgn. Med Urinen udskilles daglig pr. Individ $12-16 \text{ g}$ Klornatrium, indeholdende ca. 60% Cl. Regnes med 15 g , og kaldes den i Drikkevandet indeholdte Klormængde α , den i Kloakvandet indeholdte Mængde β , angivet i mg pr. l, kan Kloakvandmængden pr. Individ pr. Døgn under Forudsætning af, at den praktisk talt kan sættes lig Vandforbruget, eller at Klorindholdet i dette er forholdsvis ubetydeligt, samt under Forudsætning af, at Kloakvandet væsentlig kun bestaar af Husspildevand, bestemmes ved følgende Formel:

$$x = \frac{9000}{\beta \div \alpha}.$$

Med $\beta = 100$, $\alpha = 20$ faas f. Eks. $x = 112$ l/Indiv./Døgn; $\beta = 150$, $\alpha = 20$ giver $x = 69$. Formlen maa anvendes med Forsigtighed; Hamburg havde saaledes i Aug. 1893 i Drikkevandet et Klor-Indhold paa ca. 500 mg/l, medens Wiesbaden eksempelvis havde ca. 7,5 mg/l i Drikkevandet og 370 mg/l i Kloakvandet, hvilket ikke skyldes et ringe Vandforbrug, men Thermalkildernes store Klor-Indhold.

I øvrigt spiller Klor-Bestemmelsen en nok saa stor Rolle ved Identitetsundersøgelser — f. Eks. til Undersøgelse af om to Prøver tagne henholdsvis ved Tilgangen til og Afgangen fra et Rensningsanlæg svarer til hinanden —, idet Klormængden er ganske indifferent ved de Forvandlinger, som foregaar i Kloakvandet.

Efter Thumm kan for væsentlig af Husspildevand bestaaende Kloakvand regnes følgende Værdier for nogle af de i det foregaaende omhandlede Data til Bestemmelse af Koncentrationen:

mg/l	Opslemmede Stoffe	I filtreret Kloakvand				
		Inddampningsrest	Cl.	Ammoniak-Kvælst.	Org. Kvælst.	KMnO ₄ Forbr.
Svagt Kloakv.....	indt. 500	indt. 500	indt. 100	indt. 30	indt. 10	indt. 200
Middelstærkt Kloakv....	— 1000	— 1000	— 150	— 50	— 30	— 300
Koncentreret — ...	over 1000	over 1000	over 150	over 50	over 30	over 300

En Bestanddel af Kloakvandet, der paa Grund af de Vanskeligheder ved Vandets og Slammens senere Behandling, som den meget let giver Anledning til, er af stor Betydning, er Fedtindholdet. Efter Forsøg i Berlin udgjorde Fedtmængden for Kloakvandet der 170 mg/l eller ca. 20 g pr. Indiv. pr. Døgn.

Andre Egenskaber ved Kloakvandet, som kan gøres til Genstand for Undersøgelse, er navnlig følgende: Temperatur, Gennemsigtighed, Reaktion (som Regel svag alkalisk) samt Evnen til at gaa i Forraadnelse, der ikke kan bestemmes paa Grundlag af en kemisk Analyse, men iøvrigt som en af de betydningsfuldeste Egenskaber skal gøres til Genstand for nærmere Omtale i næste Afsnit. Denne Evne er foruden af Kloakvandets Indhold af død org.

Materie betinget af et andet Forhold, nemlig Vandets Indhold af Bakterier eller rettere de ved disses Virksomhed dannede Fermenter¹⁾, der dog ogsaa delvis medføres direkte af Smudsstofferne.

Kimantallet i Kloakvand er overordentlig stort, i Reglen over 1 Million pr. cm^3 og ikke sjælden 50—100 Millioner. Bakteriearter, som kun er knyttet til Kloakvand, kendes ikke, men den mest almindelige er *bacillus coli communis*, der f. Eks. i Londons Kloakvand er funden at være til Stede i et Antal af 100,000—800,000 pr. cm^3 . Iøvrigt kan Bakterierne i Kloakvandet deles i 2 Grupper, nemlig i anaerobe, d. v. s. saadanne, som kun trives, hvor Luften (Ilten i denne) ikke har Adgang, og aerobe eller saadanne, som for at trives kræver rigelig Luft. Nogle kan trives under begge Forhold (lejlighedsvis Anaerobionter).

Blandt de Bakterier, som Kloakvandet kan indeholde, spiller de patogene en særlig Rolle. De Baciller, som herved kommer i Betragtning, er navnlig Tyfus-, Kolera- og Blodgang-Bacillen, idet de udskilles med Fækaliernes og for Tyfus-Bacillens Vedkommende ogsaa med Urinen. Kvantitativt spiller disse Bakterier, hvis Tilstedeværelse i Kloakvand vistnok aldrig (i hvert Fald meget sjældent) direkte er paavist, en ganske underordnet Rolle, kvalitativt derimod en meget betydelig, idet det er en Kendsgerning, at mange Farsoter har deres Oprindelse fra Nydelsen af Drikkevand, som gennem Tilblanding med Kloakvand er inficeret med de paagældende patogene Bakterier, som imidlertid er artsbestemte ved at have deres naturlige Livsbetingelser i det menneskelige Legeme, saaledes at det kun bliver et Tids-spørgsmaal, hvor længe de patogene Bakterier kan holde sig i Live i Kloakvandet (som Regel nogle Dage). I rent Vand vil dog Tyfusbacillen kunne holde sig i Live langt længere end i Kloakvand.

¹⁾ „Cellens Liv er Summen af dens Fermentreaktioner“ (Ducleaux).

III. Forraadnelsesprocessen og de Ulempen, Kloakvandet kan foraarsage ¹⁾.

Saa vel de opslemmede som de opløste org. Stoffer i Kloakvandet vil efterhaanden ved en Fermentvirksomhed, som væsentlig skyldes de i Vandet indeholdte Bakterier, omdannes til mere og mere usammensatte til Slut stabile Forbindelser, der hovedsagelig er uorganiske. Lader man for nærmere at undersøge dette Forhold en gentagne Gange filtreret Kloakvandprøve, der — for saa vidt den er frisk — praktisk talt er lugtløs, henstaa i nogle Dage, vil der efterhaanden i stærkere og stærkere Grad som Følge af de org. Stoffers Sønderdeling spores en raadden Lugt, hvori Svovlbrinte bliver mere og mere tydelig. Efterhaanden forsvinder Lugten igen. Lader man en lignende Prøve henstaa uden at filtrere, vil den samme Lugt fremkomme, og Vædsken vil lidt efter lidt blive klar, idet de svævende Stoffer, der væsentlig maa være af organisk Oprindelse, sønderdeles og gaar over i flydende eller luftformig Tilstand. Bundfaldet forøges derfor ej heller, men vil endog lidt efter lidt forsvinde. Tilsidst bliver kun et fnugget Bundfald tilbage, som under Mikroskopet ser ud, som om det bestod af Mikroorganismer. Prøven er da udraadnet. Har man indtil dette Tidspunkt holdt Flasken lukket med en Prop, vil man ved dennes Borttagen mærke Svovlbrintelugt, der dog snart forsvinder.

Allerede medens Kloakvandet er undervejs til Udløbsstederne, vil aerobe Bakterier (*bacillus urea* og *micrococcus urea*) foranledige en delvis Spaltning af Urinstofet under Dannelsen af Kulsyre og Ammoniak. Saa fremt Kloakvandet eller de deri indeholdte organiske Stoffer nu enten paa Grund af de naturlige Forhold (Stagnering el. lign.), ved et meget langvarigt Ophold i Kloakledningerne

¹⁾ Ved Navnet Forraadnelse forstaas en Nedbrydning af org. Stoffer ved Hjælp af Mikroorganismer, naar der derved dannes ildelugtende flygtige Stoffer. Nedbrydningen gaar desto raskere, og Lugten er desto mindre, jo bedre Lufttilgangen er.

eller med velberaad Hu bringes under Vilkaar, som er gunstige for de anaerobe Bakteriers Vækst, vil disse — eller rettere de af disse udviklede Fermenter — forårsage en stinkende Forraadnelse, hvorved der udvikles ilde lugtende analytisk ubestemmelige Forbindelser og Svovlbrinte. Omdannelsen vil væsentlig gaa ud over de mere uopløselige Dele i Kloakvandet; saaledes mentes i hvert Fald tidligere Sønderdelingen af Cellulose væsentlig at skyldes den anaerobe bacillus amylobacter, men Erfaringen har vist, at en Cellulosegæring — Udvikling af Methan — ogsaa kan foregaa ved Siden af Iltningsprocesser, saaledes at Methans Optræden altsaa ikke kan opfattes som Bevis paa Tilstedeværelsen af en med Reduktionsprocesser forbunden stinkende Forraadnelse. En vidt dreven anaerob Proces vil ikke alene — desto mere jo længere den varer — give Anledning til Lugtulemper, men kan ogsaa virke skadeligt paa de aerobe Bakterier, hvilket er af Betydning, forsaavidt der ved en efterfølgende Rensningsproces tilsigtes at give disse Lejlighed til i videst mulig Udstrækning at udøve deres Virkninger.

Forannævnte Forsøg med Kloakvandprøven i et Glas viste, at Forraadnelserprocessen, naar den forløber under laboratoriemæssige Forhold, kan føres til Ende ad anaerob Vej, men at Processen da ogsaa er langvarig og ledsaget af Stank (Svovlbrinte). I Naturen eller i Praksis vil dette vistnok aldrig vise sig at være Tilfældet. Der vil det altid — ofte endda udelukkende — være ved en aerob Proces, en ikke stinkende Iltningsproces, at de i Kloakvandet indeholdte organiske Stoffer overføres til stabile Forbindelser, idet der ved de aerobe (nitrificerende) Bacillers Virksomhed i Tilstedeværelsen af Ilt sker en Omdannelse af de organiske Stoffer til Salpetersyre og Kulsyre, der i Forbindelse med de i Kloakvandet indeholdte Baser danner mineralske Salte. En saadan aerob Proces fremkommer f. Eks., naar Kloakvandet i relativt smaa Mængder kastes ud paa

Jorden eller ledes ud i iltholdigt rindende Vand. Er Kloakvandmængderne derfor smaa i Forhold til det Grundareal, hvorpaa de frembringes, befinder man sig med andre Ord under mere primitive naturlige Forhold, giver Kloakvandet ingen Anledning til Ulemper. Dette bliver derimod — som i Indledningen udviklet — Tilfældet, saasnart Kulturen og den voksende Bybebyggelse frembringer et Misforhold mellem Kloakvandmængden og de naturlige Recipienters Evne til uden Ulemper at ilte og derved mineralisere de organiske Stoffer. Idet Kloakvandet, forsaavidt det er til Stede i blot nogenlunde rigelig Mængde, som andet Vand naturlig vil og maa søge til de naturlige Vandsamlinger, vil de Ulemper, som saaledes kan opstaa, i det væsentlige være en eller flere af følgende:

1. En direkte Forurening af de naturlige Vandsamlinger med opslemmede Stoffer, som alt efter Vandets Benyttelse kan være til mindre eller større Gêne.
2. Slamaflejringer, hvori de organiske Stoffer ved stinkende Forraadnelse udvikler ildelugtende Luftarter.
3. Udviklingen under visse Forhold af en særegen Kloakvandsflora, som kan medføre Ulemper af forskellig Art; saafremt en Rensning af Kloakvandet kun har tilsigtet at berøve det Evnen til at gaa i Forraadnelse men ikke at udnytte Plantenæringsstofferne, vil ogsaa det rensede Vand kunne give Anledning til en meget kraftig Vegetation i en eventuel Aa eller Bæk, som modtager Afløbet.
4. Anaerobe Forraadnelsesfænomener i Recipientens Vand givende sig til Kende enten ved ilde Lugt eller ved forraadnende Slamdele, som fra Vandsamlingens Bund af de dannede Luftarter løftes op til Vandets Overflade.
5. Beskadigelse af Vandsamlingernes Fiskebestand, foraarsaget ved Berøvelse af den af Vandet absorberede Iltmængde (og Udviklingen af Svovlbrinte, der er en stærk Gift for Fiskene).

6. Inficeringsmuligheder gennem Nydelsen af Overfladevand, der gennem Kloaktilløb maatte være bleven Bærer for de tidligere nævnte patogene Bakterier, hvis Livsbetingelser forbedres noget ved Kloakvandets Opspædning med rent Vand. Ogsaa Nydelsen af Østers eller lignende fra urent Vand eller Badning i dette rummer en Fare. Faren for Inficering er mindre, end man tidligere har befrygtet, forsaavidt som Vandløbene kun for en Tid kan blive Bærer for de patogene Bakterier, men aldrig blive smittede i den Forstand, at Bakterierne finder gode Betingelser for Liv endsige for Formering. Faren vil ikke forøges væsentlig ved WC-Systemets Indførelse, idet f. Eks. Tyfus smitter gennem Urinen. Selv om Faren saaledes er mindre end tidligere antaget, haves dog tilstrækkelig mange Eksempler paa, at den er til Stede og ved given Lejlighed kan give sig Udslag i Farsoter (f. Eks. Koleraepidemien i Hamburg 1892).

IV. Formaålet med Kloakvandrengningen.

Formaålet med en ved Forholdenes Udvikling paakrævet Rensning af Kloakvandet maa blive dette: at bevare den naturlige Vandsamling, hvortil Kloakvandet efter de fysiske Love naturligt søger, mod saadanne Forureninger — medførende i mindre eller større Udstrækning de forannævnte Ulemper — som under Hensyn til de lokale Forhold kan medføre Sundhedsfare for de paa de vedkommende Arealer levende Mennesker eller Dyr — eller maaske blot æstetisk Ubehag. At opnaa dette ved Anvendelse af den mindst mulige Bekostning, men paa den mest effektive Maade og saavidt mulig uden at koncentrere eller lokalisere, men helst helt undgaa de nævnte Ulemper ogsaa i selve Rensningsanlægget, maa betegnes som den Opgave, der foreligger, naar man i et givet Tilfælde stilles overfor Spørgsmaalet om Rensningen af Kloakvandet fra en Bebyggelse af en eller anden Art. (Fabriksafløb, hvis Natur er forskellig i de forskellige

Tilfælde, skal ikke i denne Artikel gøres til Genstand for Omtale.) Hvad der i store Træk bestemmer den Effektivitet, hvoraf Rensningsanlægget herefter skal være i Besiddelse, bliver følgende Forhold:

1. Kloakvandets Mængde og Beskaffenhed.
2. Recipientens Beskaffenhed: om det er en Aa, en Sø, Havet eller maaske det underjordiske Grundvand, og da atter — henholdsvis — Vandføring og den i Forvejen tilstedeværende Urenhedsgrad, Vandmængde, Strømningsforhold og Dybde m. m.
3. Beboelsestætheden paa de Recipienten omgivende Arealer og det dermed i Forbindelse staaende Spørgsmaal om
4. Benyttelsen af Recipientens Vand: om det benyttes til Overrisling, Kreaturvanding eller maaske endog til Vandforsyning af beboede Steder.

Det sidst berørte Forhold henleder Opmærksomheden paa Spørgsmaalet om, hvorvidt Kloakvandet, naar Recipienten tjener til Vandforsyning — maaske af en helt anden Bebyggelse end den, der frembringer Spildevandet —, kan forlanges rensat til den Grad, at alle Smittekim dræbes. Meningerne herom har været noget delte. Nu er man dog her i Europa vistnok overalt af den Anskuelse, at Kloakvandet, naar det ikke efter sin Udledning i et naturligt Vandløb er i Stand til at gaa i Forraadnelse og frembringe andre af de foran nævnte Ulemper, hører naturligt hjemme der, og at det ikke kan forlanges, at Kloakvandet omdannes til Drikkevand, idet Flodvandet ogsaa paa anden Maade kan inficeres, bl. a. gennem Overfaldsvandet under Regn, saaledes at der ved Desinficering af Tørtvejsafløbet muligvis blot skabes en falsk og farlig Tryghed. Ved et Separatsystem bliver denne Fare mindre. I Amerika ser man dog noget anderledes paa Forholdet og er mere tilbøjelig til at desinficere.

Endnu skal omtales Spørgsmaalet om, hvorvidt man ved

en Kloakvandrensning bør tilsigte at udnytte Kloakvandets Gødningsværdi, om Forholdet altsaa bør eller kan være et dobbelt: dels at rense dels at udnytte. Da Liebig i Midten af forrige Aarhundrede drog til Felts mod Affaldsstoffernes Bortødslen, idet han ansaa det for umuligt at finde Erstatning for disse, og da det flydende Affald samtidig tiltog i Mængde, rettede man en Tid lang sine Bestræbelser mod det Maal at nyttiggøre den i Affaldet indeholdte Gødningsværdi; men det viste sig snart og har siden, efterhaanden som Adgangen til Kunstgødning er bleven lettere og Grundpriserne højere, i stærkere og stærkere Grad vist sig vanskeligt at forene de 2 Opgaver: paa den ene Side rense tilstrækkeligt og paa den anden Side tilføre den for de paa de gødede Arealer voksende Planter mest passende Vandmængde eller med andre Ord udnytte Gødningsværdien. Dette skal senere nærmere omtales; her skal blot nævnes, at Udviklingen har ført med sig, at Forsøg paa Udnyttelse af Gødningsværdien er traadt i Baggrunden. Det er ikke længer noget Formaål i sig selv, men kan dog under visse Forhold blive et Bihensyn af ikke ringe Betydning. Det skal saaledes nævnes, at det er af stor Betydning, om den Kloakslam, som dannes i Rensningsanlægene, er saaledes beskaffen, at der nogenlunde let kan skaffes Afsætning for den, ja man kan sige, at Slamspørgsmaalet ved de moderne Rensningsmetoder er et af de aller vanskeligste. Slammen er imidlertid et Biprodukt, som man desværre ikke kan slippe for, men som det gælder om at faa skaffet af Vejen paa billigst mulige Maade. Efter at Gødningsstofferne nu om Stunder kan skaffes til Veje ad anden — kunstig — Vej i rigelig Mængde, og efter at man har lært at indse, at et Stofs Værdi afhænger af, under hvilke Forhold det er til Stede, bliver det eneste Formaål med saa ringe en Bekostning som mulig at bringe Kloakvandet i en Tilstand, hvorved det ikke længer formaar at frembringe de foran anførte Ulemper.

V. Principper for Rensningen og den paakrævede Effekt.

Da man i sin Tid stillede overfor Spørgsmaalet om Uskadeliggørelse af Kloakvandet (det tidligere omtalte 3. Stadium), var den første Tanke denne: ved Tilsætning af Kemikalier at frembringe en Slags Desinficering eller rettere Desodorisering af Kloakvandet. Allerede 1854 var de engelske Sundhedsmyndigheder dog klare over, at Forsøg i denne Retning var resultatløse, og 1864 siger en engelsk Kommission, at der gives hverken mekaniske eller kemiske Metoder, hvorved man kan berøve Kloakvandet Evnen til at gaa i Forraadnelse. Efter at have gjort Forsøg med Fældning ad kemisk Vej og Filtration i Haab om derved at indvinde værdifulde Gødningsstoffer naaede man endvidere dertil, at en engelsk i Aaret 1868 nedsat Kommission 1870 udtalte, at man ved en kemisk Fældning kun — eller omtrent kun — opnaaede at faa uddraget de opslemmede, men ikke de opløste organiske Stoffer, der repræsenterede den største Gødningsværdi. Man lærte efterhaanden, at den eneste Maade, hvorpaa Kloakvandet kunde renses (berøves Evnen til at gaa i Forraadnelse) var ved de forsaavidt gammelkendte Overrislingsanlæg, hvorved man i de sydlige Lande navnlig tilsigtede en Vanding, i de nordlige Lande derimod oprindelig mere en Udnyttelse af Gødningsværdien. Alt som Kloakvandmængderne tiltog, viste det sig imidlertid meget ofte vanskelig at finde Arealer af fornøden Størrelse og med fornødne Egenskaber til en saadan Behandling af Kloakvandet paa dyrket Jord, og Opmærksomheden rettedes derfor mod at finde Midler til at reducere Arealets Størrelse uden Forringelse af Effekten. Undersøgelser i denne Retning anstilledes navnlig af Sir Edward Frankland, der var Medlem af den tidligere nævnte Kommission af 1868, og som i 70-erne (efter at man ved Vandværksanlæg var begyndt at benytte kunstige Sandfiltre) angav sin in-

termitterende Infiltrations (Nedsynknings)- Metode, som adskilte sig fra de almindelige Overrislingsanlæg ved en portionsvis Udledning af Vandet paa særlig let gennemtrængelig Jord, saaledes (i Modsætning til, hvad Tilfældet er ved Vandværksfiltre) at en ny Portion ikke tilledtes, forinden den foregaaende var sunket ned og løbet bort gennem underjordiske Drænledninger. Denne Fremgangsmaade blev gennem derpaa støttede i Massachusetts udførte Forsøg (1889—91) Forløber for de nu benyttede kunstige biologiske Filtre, hvor Filtermaterialeets Porøsitet eller Gennemtrængelighed er forøget saaledes, at Vandets Berøring dermed paa ensformig Maade kun kan opnaas ved særlige Foranstaltninger (der senere skal nærmere omtales).

Efterhaanden som man saaledes gik til Anvendelsen af lettere og lettere gennemtrængeligt Materiale, viste det sig mere og mere vigtigt at tilbageholde de opslemmede Stoffer, forinden Vandets Udledning paa Filtrene, da disse ellers mere eller mindre hurtigt tilstoppedes, og der opstod da paa denne Maade en Tvedeling af Opgaven samt en Biotopgave, nemlig den endelige Bortfjærnelse og Uskadeliggørelse af den udskilte Slammængde.

Naar man da nu til Dags stilles overfor Spørgsmaalet om at løse en Opgave Kloakvandrengningen vedrørende, saaledes som den er formuleret i det foregaaende Afsnit, vil man under tilbørligt Hensyn til de lokale Forhold rette sin Opmærksomhed paa:

1. Fjærnelsen — i fornøden Grad — af de opslemmede Stoffer og Tilvejebringelsen af et fra disse befriet Afløb, som er bedst mulig egnet til den efterfølgende Behandling, som Vandet gøres til Genstand for, hvad enten denne foregaar i Naturen (Rensning ved Fortynding eller Opspædning — Udledning i Flod, Sø eller Hav) eller ad kunstig Vej (Overrisling, biologiske Filtre).

2. Tilvejebringelse af Betingelser, hvorved

det ved de i Kloakvandet indeholdte aerobe Bakteriers (og andre Mikrobers) Virksomhed kan lykkes at faa de opløste organiske Stoffer mineraliserede i saadan Udstrækning, som nødvendiggøres af de ydre Forhold under Hensyn til, at stinkende Forraadnelse ikke skal indtræde eller i hvert Fald ikke medføre Ulemper. Disse Betingelser kan være til Stede i Naturen (Rensning ved Opspædning) eller tilvejebringes ad kunstig Vej (Overrisling, biologiske Filtre).

3. Bortfjernelsen af den ved forannævnte Processer (væsentlig ved den første af disse) dannede Slammængde, hidrørende fra de Stoffer, som har forvandlet det rene Vand til Kloakvand, og som nu atter er uddragne af dette. Denne Opgaves mere eller mindre gode Løsning er af afgørende Betydning ved Bedømmelsen af de forskellige Rensningsmidler. Ikke alene Slammens Mængde men navnlig ogsaa dens Art spiller herved en Rolle.

4. Desinficering af Afløbet, som undertiden paa Grund af særlige Forhold kan anses for ønskelig eller nødvendig, og som da i Reglen foretages efter, at Vandet har været Genstand for de foran nævnte Behandlinger.

Drejer det sig om ad kunstig Vej at fremskaffe et Afløb, som ikke mere kan gaa i Forraadnelse, er det ofte af Vigtighed, at Processen saa lidt som mulig ledsages af Lugtulemper, at den med andre Ord kan forløbe helt og holdent aerob. Da den saakaldte Septik-Tank for ca. 15 Aar siden fremkom som et Middel til Løsningen af den under Punkt 1 ovenfor formulerede Opgave, ansaa man den for saa meget desto bedre skikket dertil, som Kloakvandet ved at passere Tanken gennemgik en anaerob Forraadnellesproces og derved mentes at være særlig godt egnet til en efterfølgende aerob Behandling. Englænderne udtrykte dette saaledes: „in order to purify one must putrefy.“ Anskuelserne er imidlertid paa dette Punkt fuldstændig ændrede. Nu anser man det ikke alene for muligt at føre Forraadnellesprocessen til Ende udelukkende ad aerob Vej, men i de fleste

Tilfælde ogsaa for heldigst, om Vandet ikke, forinden det underkastes den i Punkt 2 formulerede Proces, er gaaet i Forraadnelse, dette dog ogsaa, fordi Lugtulemper da lettere undgaas.

Som flere Gange berørt i det foregaaende afhænger den Grad, hvortil Kloakvandet renses, af de ydre lokale Forhold, og det er derfor umuligt og vilde være ganske urimeligt at opstille Normer (en Standard), som det rensede Vand skulde opfylde, forinden Udledningen i et naturligt Vandløb. Der findes en jævn Overgang fra det Tilfælde, hvor en By uden Ulemper kan sende sit Kloakvand aldeles urenset ud i en stor Flod, til det Tilfælde, hvor Recipienten er saaledes beskaffen, at det maa kræves af Afløbet, at det ikke mere kan gaa i stinkende Forraadnelse. Dertil kommer, at det er vanskeligt at give en bestemt Definition for saadanne Normer, idet man ikke kender nogen kemisk Metode, hvorved Indholdet af forraadnelige Stoffer kan bestemmes. Undertiden kan f. Eks. Analyserne give ret høje Værdier for Indholdet af org. Stof og Afløbet dog være tilfredsstillende. (Dunbar skal saaledes have konstateret et Tilfælde, hvor Afløbet til Trods for at det indeholdt 46 mg org. Kvælstof pr. l — d. v. s. mere end der som Regel findes i raat Kloakvand — ikke kunde gaa i Forraadnelse.)

Vil man derfor konstatere, hvorvidt et Rensningsanlæg bringer Vandet i en saadan Tilstand, at det ikke mere kan gaa i Forraadnelse, gøres det bedst ved simpelt hen at opbevare en Prøve af Afløbet i en tilproppet Flaske ved Stuetemperatur i nogle Dage og iagttage, om Prøven kommer til at lugte. Man kan ogsaa ryste en med Afløbsvandet halvt fyldt Flaske voldsomt i et Minut, alt Skum skal derefter forsvinde i Løbet af 3 Sekunder, eller man kan bringe nogle Guldfisk i et Akvarium, som fyldes med det rensede Kloakvand, der fornyes daglig; dersom Fiskene kan leve i dette Vand, er det Tegn paa, at det er i Besiddelse af tilstrækkelig Ilt til Aandedrættet, men hvor der er Ilt til Stede i fri

Tilstand, indtræder stinkende Forraadnelse ikke. Denne Prøve er dog vistnok kun anvendelig paa Afløb fra Nedrislingsfiltre, hvorom senere. I sin 5. Rapport 1908 udtaler „Royal Commission“, at „et Afløb kan bedst bedømmes ved at konstatere: 1) hvor meget opslemmet Stof, det indeholder, og efter Bortfjærnelsen heraf, 2) den Hurtighed, hvormed det optager Ilt fra Vand“. Til Vejledning anføres derefter, at et tilfredsstillende Afløb (d. v. s. et, som ikke kan gaa i Forraadnelse) ikke maa indeholde mere end 30 mg opslemmede Stoffer pr. l, og at det — efter Bortfjærnelsen af disse — af opløst eller atmosfærisk Ilt ikke maa absorbere mere end

- | | | | | | | |
|-----|----|----------|-------------|-----------|---------------------------|------------|
| (a) | 5 | Vægtdele | pr. 1000000 | Dele Vand | (3,5 cm ³ /l) | i 24 Timer |
| (b) | 10 | — | — | — | (7,0 cm ³ /l) | i 48 — |
| (c) | 15 | — | — | — | (10,5 cm ³ /l) | i 5 Dage. |

De nysnævnte Undersøgelser har navnlig Betydning, naar det gælder om at konstatere, hvorvidt Afløbet fra et biologisk Rensningsanlæg er tilfredsstillende. Gælder det derimod mere om Forsøg til Bestemmelse af et Rensningsmiddels Effekt eller til Sammenligning mellem forskellige Rensningsmidler, vil Undersøgelser af den foran under Omtalen af Kloakvands Beskaffenhed nævnte Art være hensigtsmæssige. Der kan da blive Tale om at bestemme Temperatur, Gennemsigtighed, Reaktion, Mængden af opslemmede Stoffer samt Vandets eller rettere de deri opløste Stoffers kemiske Forhold, og Undersøgelsen vil som Regel gælde saavel Tilløbet som Afløbet fra Rensningsanlægget, saaledes at man konstaterer den Forandring, der er sket ved Passagen gennem dette. En saadan dobbelt Bestemmelse over det filtrerede Kloakvands Indhold af organisk Stof, hvad enten dette bestemmes ved Glødningstab, Kaliumpermanganat- (eller Ilt-) Forbruget eller ved Mængden af organisk Kvælstof (Albuminoidammoniak) eller organisk Kulstof har saa meget desto større Betydning, som man af Reduktionen kan skønne over, hvorvidt Rensningen er dreven saa vidt, at videre Forraadnelse er ude-

lukket. Dette kan man som foran nævnt ikke slutte noget om ud fra de absolutte Værdier, hvorimod Erfaringen har vist, at en Reduktion paa 60—65 pCt. af saavel Glødningstab som Iltforbrug og org. Kvælstof- eller Kulstofmængde er ensbetydende med, at Kloakvandet er berøvet Evnen til at gaa i stinkende Forraadnelse.

Ved Undersøgelsen over Indholdet af org. Kvælstof anstilles ganske naturlig samtidig Bestemmelser vedr. Mængden af Ammoniak og Salpetersyre, idet det anses for gode Tegn, om Ammoniakmængden ved den Behandling Kloakvandet har gennemgaaet er bleven stærkt formindsket, medens det omvendte gælder Salpetersyremængden, der ved en aerob Proces repræsenterer Endeproduktet ved de organiske Stoffers Forraadnelse, bortset fra de vanskeligt sønderdelelige men ogsaa forholdsvis uskadelige humøse Stoffer. Da det imidlertid er en Kendsgerning, at det ved Kloakvand — i Modsætning til, hvad Tilfældet er ved Gødning vand — egentlig ikke er Ammoniak men Svovlbrinte, der kendetegner den stinkende Forraadnelse, har Dunbar deraf sluttet, at Mængden af organisk Svovl maatte have en vis Betydning. Hans Undersøgelser i denne Retning har vist, at dette forholder sig rigtigt, og den saakaldte „Hamburger Test auf Fäulnisfähigkeit“, der gaar ud paa at konstatere, hvorvidt org. Svovl er til Stede, bliver herefter den eneste Undersøgelse, hvorved man gennem det absolutte Resultat kan bedømme, om Evnen til yderligere Forraadnelse er berøvet Kloakvandet. Forsøg har nemlig vist, at organisk Svovl, naar Reduktionen i Glødningstab, Iltforbrug og Indhold af organisk Kvælstof (henholdsvis organisk Kulstof) laa over 60—65 pCt., og stinkende Forraadnelse derefter erfaringsmæssigt ikke kunde indtræde, heller ikke længer var til Stede, medens Reagensen derfor indtraadte, naar nævnte Reduktion var mindre end 60 pCt.

Det bemærkes, at de ovenfor nævnte Analyser, selv om de kun foretages med Afløbet fra Rensningsanlægget, kan gøre

Nytte for saa vidt, at de, naar man paa Forhaand ved, hvilke kemiske Egenskaber det paagældende Afløb skal være i Besiddelse af for ikke at kunne gaa i Forraadnelse, kan vise, om Afløbet virkelig er i Besiddelse af disse Egenskaber.

VI. Kloakrensningssmidler.

A. Fjernelsen af de opslemmede Stoffer.

Man kan her skelne mellem følgende Midler, der alt efter Forholdenes Natur og den paakrævede Effekt kan benyttes enkeltvis eller kombinerede — indbyrdes eller med de under B omtalte Midler til Tilvejebringelsen af et ikke yderligere forraadneligt Produkt:

- a. Dykbrædder og Riste.
- b. Gruskamre.
- c. Bundfældningskamre.
- d. Samme med Benyttelse af kemiske Fældningsmidler.
- e. Septik-Tanks.
- f. Emscher- (Imhoff-) Brønde.
- g. Andre Forbehandlingsmidler.

a. Dykbrædder og Riste.

Et Dykbrædt virker ved at tilbageholde de paa Vandets Overflade flydende Genstande. Som mere selvstændig Foranstaltning findes Dykbrættet f. Eks. i Overfaldsbygværker, hvor det gælder om at forhindre de mere uæstetisk virkende Stoffer fra at gaa med Overfaldsvandet over Overløbskanten. Dykbrættet besidder sammenlignet med Riste, som det iøvrigt ikke eller kun delvis kan erstatte, den Fordel, at det ikke let afstedkommer Uorden i Vandets frie Løb.

Riste muliggør ikke alene en Tilbageholdelse af de paa Overfladen flydende Stoffer, men i det hele taget en Tilbageholdelse af de groveste opslemmede Stoffer, hvad enten dette sker af rent æstetiske Grunde, eller fordi Udløbsforholdene er saadanne, at kun en mindre indgribende kunstig Rensning af Kloakvandet er nødvendig. Ofte anvendes Riste ogsaa af

rent praktiske Grunde for at forhindre Forstoppelse af snævre Aabninger, som Vand eller Slam skal passere (Pumpeledninger, Slamledninger). Risten skal konstrueres saaledes, at den tilbageholder saa mange af de opslemmede Stoffer, som Forholdene gør ønskeligt, idet der samtidig tages Hensyn til, at Forstoppelsesmulighederne gøres saa faa og Rensningsmulighederne saa bekvemme som muligt. Ved et simpelt Ristværk kan man vanskelig komme ned under 15 mm som fri Afstand mellem Riststængerne, og ofte gøres Afstanden — alt efter Formaalet — betydelig større, f. Eks. indtil 60 mm. Risten er som Regel lodret, men det kan undertiden være praktisk at have den skraatstillet, dog stedse med Riststængerne i lodrette Planer. Gaar Vandbevægelsen lodret nedad, kan en Si med store Masker i visse Tilfælde være hensigtsmæssig. Mere komplicerede bevægelige Ristsystemer med automatisk Rensning spiller en Rolle, hvor Ristværket er et selvstændigt Rensningsmiddel, saaledes som Tilfældet kan være, naar Recipienten er en stærkt vandførende Flod (Dresden, Hamburg, Köln, Düsseldorf m. fl.).

Gruskamre og Ristværker, der kun formaar at tilbageholde indtil 20—25 pCt. af de opslemmede Stoffer, vil ofte træffes kombinerede, bl. a. alene af den Grund, at der foran en Rist — navnlig naar Afstanden mellem Stængerne er lille — maa være en Aflejringsgrube til Modtagelse af de af Risten tilbageholdte Stoffer. Har Risten stor Afstand mellem Stængerne, kan den ogsaa anbringes foran det egentlige Gruskammer.

De efterfølgende Midler til Tilbageholdelse af de opslemmede Stoffer beror paa, at Vandet ved at gøres til Genstand for en Hastighedsformindskelse tvinges til at tillade en Synkningsbevægelse for de opslemmede Stoffer, saaledes at Tiden, hvori Vandet befinder sig under denne Hastighedsformindskelse, kan faa Lejlighed til at gøre sin Indflydelse gældende paa den Maade, at en større eller mindre Del

af de opslemmede Stoffer faar Tid til at bundfælde sig, forinden Vandets Hastighed atter forøges (jvf. hvad der tidligere er oplyst om, hvorledes Bundfældningen foregaar, naar en Kloakvandprøve holdes staaende i et Glas).

Virkningen vil yderligere forøges ved eventuel Benyttelse af kemiske Fældningsmidler, idet de dannede Fnug ved deres Fald nedefter drager de opslemmede Stoffer med sig.

Fremgangsmaaderne adskiller sig principielt fra hverandre ved:

1. den Maade, hvorpaa de bundfældede Stoffer indvindes og opsamles,
2. den Tilstand, hvori det afklarede Vand sendes bort til videre Behandling (naturlig eller kunstig).

b. Gruskamre.

Ved disse tilsigtes at holde de tungeste og — som Navnet antyder — derfor ogsaa væsentlig de uorganiske Stoffer tilbage. Gruskamre anvendes derfor i Tilfælde, hvor det gælder om at holde de groveste Stoffer tilbage, enten fordi dette i sig selv er en tilstrækkelig Rensning, eller fordi det, hvor en mere effektiv Rensning paakræves, kan være ønskeligt at dele Opgaven, saaledes at man først forsøger at fjerne de uorganiske, senere de organiske Stoffer. Ved Konstruktionen bør derfor tilstræbes i videst mulig Grad at frembringe denne Virkning samtidig med, at Forholdene for Rensningen gøres saa bekvemme som muligt. Ved store Anlæg indrettes af sidstnævnte Grund ofte 2 Kamre anlagt parallelt, saa at et hvilket som helst af dem kan stilles fra til Rensning, som da bør ske hyppigt, om mulig daglig. Gruskamre, der virker paa den Maade, at de tungeste Stoffer ved en Hastighedsformindskelse (jvf. dog hvad der herom siges under c) bringes til at synke til Bunds, kan ofte passende dimensioneres saaledes, at Hastigheden af Vandet nedsættes til 50—150 mm pr.

Sek. (i Reglen nærmest det sidste). Royal Commission anbefaler mere rationelt en Opholdstid i Gruskamret paa $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Time (1:50 af Spildevandsmængden pr. Døgn). Ved smaa Anlæg faar man let betydelig mindre Hastighed, saaledes at det kan være vanskeligt kun at faa tilbageholdt de uorganiske Stoffer, af hvilken Grund man — naar Gruskamret ikke er et selvstændigt Anlæg (Gadenedløbsbrønde) — ofte vil gøre rigtigt i at udelade det og behandle Sand og andre uorganiske tunge Stoffer sammen med de øvrige opslemmede Stoffer.

c. Bundfældningskamre.

Der kan ved disse være Tale om 2 forskellige Driftsmaader, nemlig den intermitterende og den kontinuerlige. Ved den første bringes Vandet til fuldkommen Ro i flere Timer, ved den anden passerer Vandet i en stadig Strøm Kamret. Førstnævnte Fremgangsmaade kunde synes og er vel ogsaa nok i Almindelighed den mest effektive, men medfører praktiske Ulemper: der kræves flere Kamre, Vandets Udtømning kræver et disponibelt Fald eller Pumpning, ligesom ogsaa Tømningen helst maa foretages ved Hjælp af særlige Foranstaltninger, for at Slammen ikke skal blive hvirvlet op paany. Naar dertil kommer, at Effektiviteten ikke formindskes væsentlig ved kontinuerlig Gennemstrømning, vil det forstaas, at denne sidste Driftsmaade nutildags er den mest udbredte.

Til nærmere Forstaaelse af, hvorledes Bundfældningen foregaar, skal anføres nogle Forsøg, anstillede i Kamre med horizontal Vandbevægelse, en Bevægelsesmaade, hvorved under lige Forhold opnaas den største Effekt, idet Vandbevægelsen derved ikke direkte modvirker Synkningsbevægelsen af Bundfaldet. Naar man undertiden — som det senere noget nærmere skal omtales — anvender en vertikal mod Nedsynkningen gaaende Vandbevægelse, skyldes dette derfor ogsaa andre Bevæggrunde end Hensynet til Effekten.

Bock og Schwarz i Hannover anstillede Forsøg med et 50 — henholdsvis 75 — m langt Bassin med en Bredde af 2,5 m og en Gennemsnitsdybde af 2 m; Bunden havde Fald mod Afløbssiden. Kloakvandet indeholdt 372 mg/l opslemmede org. Stoffer, af hvilke der ved en Strømningshastighed af 4—8 mm/Sek. (Gennemstrømningstid 3,5—1,75 Timer) gennemsnitlig udskiltes 55,7 pCt. i det 50 m og 61,5 pCt. i det 75 m lange Bassin (Gennemstrømningstid 5—2,5 Timer). Forøgedes Hastigheden til 19 mm/Sek., sank Effekten for det 75 m lange Kammer kun til 57 pCt. (Gennemstrømningstid 1,09 Timer). Ved rolig Henstand i 24 Timer udskiltes 88,8 pCt., medens 11,2 pCt. overhovedet ikke — eller i hvert Fald meget vanskelig — lod sig fjerne ved Bundfældning. — Slam-mængden (ved det 75 m lange Kammer og 4—8 mm Hastighed) fandtes at andrage ca. 3 l pr. m³ Vand.

Steuernagel i Köln opererede med et Bassin med en Længde af 45 m, en Bredde af 8 m og en Gennemsnitsvanddybde af 2 m; Bunden havde Fald mod Tilløbet, hvor der fandtes en 1,67 m dyb Slambeholder. Kloakvandet havde et Indhold af 1200 mg Smudsstoffer pr. l, hvoraf 303 opslemmede og af disse atter 215 mg organiske. Forsøgene har navnlig Interesse derved, at de fastslår, „at Klarings-effekten ikke er afhængig af en særlig Indvirkning af de forskellige Strømningshastigheder, men i det store og hele ved samme Kloakvander en Funktion af den Tid, som overlades Smudsdelenene til deres Bevægelse mod Bunden“. For at konstatere dette anstilledes jævnsides med Forsøgene i selve Bassinet Forsøg over, hvorledes Bundfældningen forløb (d. v. s. hvorledes Indholdet af opslemmede Stoffer i de øverste Vandlag aftog) i et Glas med samme Vanddybde som Bassinet, naar Bundfældningstiden i begge Tilfælde var den samme. At der praktisk talt udskiltes lige mange Stoffer, ses af efterfølgende Tabel:

Strømnings- hastighed mm/Sek.	Tilsv. Bund- fældningstid	Procentvis Formindskelse af de opslemmede org. St.	
		i Bassin	i Forsøgsglas
4	3 T. 7 Min. 30 Sek.	72,31	70,10
20	37 — 30 —	69,08	64,10
40	18 — 45 —	58,90	57,40

20,5 pCt. af de opsl. org. Stoffer fandtes at være ikke bundfældelige. Klaringseffekten maa herefter, naar der f. Eks. bundfældes 69,08 pCt., sættes til

$$\frac{69,08}{79,50} \times 100 = 87 \text{ } ^0\text{/}_0.$$

Hvorledes Afklaringen af Vandet (eller Bundfældningen) skrider frem med Tiden, fremgaar delvis af foranstaaende Tabel, som viser, at Hovedmængden af de bundfældelige Stoffer udskilles meget hurtigt; de vil derfor aflejre sig umiddelbart ved Indløbet i Bassinet, hvor der følgelig bør findes en Grube til Optagning af Bundfaldet. Forsøgene viste, at der med den lille Hastighed aflejredes 70,70 pCt. af, hvad der i alt udfældtes, lige ved Indløbet, medens de øvrige 29,30 pCt. fordelte sig over den øvrige Del af Bunden. Ved 20 mm Hastighed var de tilsv. Tal 49 og 51 pCt. og ved 40 mm Hastighed 45 og 55 pCt. Ogsaa disse Tal viser Tidens Indflydelse paa Bundfældningen, og de forstaas, naar man forestiller sig de opslemmede Partikler beskrivende paraboliske Baner, der bliver desto fladere, jo større Hastigheden er (jvf. Kastebevægelsen).

Naar Klaringseffekten væsentlig afhænger af Bundfældningstiden, maa Bassinets Rumfang i første Række blive af Betydning. Betegnes nemlig Vandmængden pr. Sek. med M, Bassinets Tværsnitsareal med Q og dets Længde med l, bliver Gennemstrømningstiden t, idet Hastigheden $v = M : Q$:

$$t = \frac{l}{v} = \frac{l \times Q}{M},$$

hyorefter det at sige, at Effekten afhænger af Tiden, bliver ensbetydende med at sige, at den afhænger af Bassinets Rumfang pr. m^3 Tilløbsvand pr. Tidsenhed.

Med Hensyn til Slammængden fandt Steuernagel ved et enkelt — kun 1 Dag varende Forsøg følgende:

Hastighed mm/Sek.	Slammens			
	Mængde i l pr. m^3 Vand	Vand- holdighed i $\%$	Indhold af Tørsubstans	
			i $\%$	i g pr. m^3 Vand
4	4,04	95,57	4,43	178,97
20	2,47	92,87	7,13	176,11
40	1,84	91,34	8,66	159,34

Man vil bemærke, at der ved den lille Hastighed vindes over dobbelt saa megen vaad Slam som ved den store, men at der desuagtet ikke er stor Forskel paa den absolute Mængde af de bundfældede Stoffer (Tørsubstansen), idet Vandholdigheden af den udvundne Slam er betydelig større ved den lille Hastighed end ved den store, et Forhold, som væsentlig maa skyldes, at de fineste — d. v. s. vanskeligst bundfældelige — Stoffer er mest vandtiltrækkende.

Uhlfelder og Tilmanns i Frankfurt a/M, der eksperimenterede med Bassiner paa 41,4 m's Længde, 5,6 m's Bredder og 3,05 m's Dybde ved Indløbet, 2,00 m ved Afløbet, fandt følgende som Middeltal af talrige Forsøg:

Opholdstid	Hastighed	Formindskelse af opsl. Stoffer	
2T. 18 Min.	ca. 5 mm	i alt 77 $\%$	af de org. 71 $\%$
1 - 9 —	- 10 —	— 72 -	— 69 -
46 —	- 15 —	— 68 -	— 64 -
24 — 38 Sek.	- 28 —	— 51 -	— 46 -

Ved Forsøgene med 5—10 mm's Hastighed fandtes gennemsnitlig følgende:

Opslemmede Stoffer	mg. pr. l.		procentvis	
	i alt	org.	i alt	org.
Indhold af det raa Kloakvand	483	287	100,0	100,0
Deraf fjernet i Grusk. og Rist.....	93	63	19,3	21,9
Indhold af det ikke klarede Vand.....	390	224	80,7	78,1
Deraf fjernet i Bundfældningskamre	291	160	60,2	55,8
Indhold af det klarede Vand.....	99	64	20,5	22,3
Deraf ikke bundfældelige Stoffer	51	39	10,6	13,6
Endnu udskillelige Stoffer.....	48	25	9,9	8,7

I Henhold til disse Undersøgelser bygges Bundfældningskamre nu til Dags oftest som langstrakte Bassiner med Indløb ved den ene af de korte Ender og Udløb ved den anden. Ved Ind- og Udløbet træffes Foranstaltninger til Vandets ensformige Fordeling over hele Bassinets Bredde ved Hjælp af Dykbrædder (navnlig ved Indløbet), Stigbord eller Overfaldskanter (navnlig ved Afløbet). Dybden af Bassinet bør ikke være væsentlig over 2 m, størst ved Indløbet og mindst ved Afløbet, idet Hovedmængden af de opslemmede Stoffer aflejrer sig umiddelbart ved Vandets Indtræden i Kamret, hvorfor der ydermere paa dette Sted indrettes et Slamrum. Tværsnitsarealet af Bassinet kan vælges saaledes, at Hastigheden bliver 10—12 mm pr. Sek. og i hvert Fald ikke mere end 20—40 mm. Rumfanget vælges saaledes, at Bundfældningstiden faar en til den paakrævede Effekt svarende Udstrækning. Skal Vandet gøres til Genstand for en efterfølgende biologisk Filterbehandling, vil der som Regel kræves en større Effekt end i Tilfælde af, at Vandet udledes direkte i et Vandløb, hvor de fine opslemmede Stoffer ofte (alt efter Vandføringen) spiller en mindre Rolle. Ofte haves et Rumindhold af 0,2—0,3 m³ pr. 1 m³ Kloakvand pr. Døgn, hvilket, hvis Maksimalafløbet pr. Time sættes til 8 pCt. af Døgnmængden, svarer til et mindste Op- hold paa $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{3}{4}$ Time, en Tidslængde, som dog er noget

større end den, der efter foranstaaende Forsøg som Regel maa anses for tilstrækkelig. Tendensen gaar derfor ogsaa i Retning af at vælge mindre Rumfang. Dog anbefaler „Royal Commission“ 10—14 Timers Ophold ved kontinuerlig Drift, 2—3 Timer ved afbrudt Drift.

Hvad Bassinets Form angaar skal endnu bemærkes, at man i den senere Tid er ved at komme ind paa Anvendelsen af Kamre med en i Planen trekantet Figur med Indløb ved den ene Vinkelspids og Afløb ved den modstaaende som Overfaldskant udformede Side. Herved opnaas paa en simpel Maade en mere sikker Udnyttelse af hele Bassinets Rumfang og jævnt aftagende Strømningshastighed.

Bundfældningskamrets Rumfang er foruden i foranævnte Henseende ogsaa af Betydning med Hensyn til Udligningen af Styrkegraden af det tilstrømmende Vand, et Hensyn, som dog kun er af Betydning, forsaavidt den efterfølgende Behandling ikke taaler Variationer i Tiløbssvandet's Koncentration.

Vandet i Bundfældningskamre maa, naar de skal svare til den Betydning, der her — og almindeligvis — lægges i Betegnelsen, ikke gaa i stinkende Forraadnelse under Behandlingen. Ikke alene opstaar der herved let Lugtulemper, men Bundfaldet vil tildels løftes af de dannede Luftarter og derved let kunne undvige, hvortil kommer, at Kloakvand, som har været Genstand for stinkende Forraadnelse, som Regel maa anses for mindre godt egnet til efterfølgende biologisk Filterbehandling. Denne Vanskelighed overvindes ved rettidig Fjernelse af Slammen, d. v. s. forinden denne overgaar i stinkende Forraadnelse. Dette Forhold er karakteristisk for de simple Bundfældningskamre, der særtægnes derved, at der ved deres Anvendelse kun — eller dog væsentlig kun — tilsigtes en Uddragning af Smudsstoffer, men ikke en Behandling eller Omdannelse af disse. Allerede efter faa Timers Forløb vil friskt Kloakvand, som ledes ind i et Kammer med forraadnende

Slam, smittes af dette og selv gaa i Forraadnelse. Hvor hyppigt Slammen for at undgaa Forraadnelse skal fjernes, vil afhænge af flere Forhold, men det kan f. Eks. være nødvendigt hver 3. Dag om Sommeren og hver 8. eller 10. Dag om Vinteren.

Slammens rettidige Fjernelse er paa den ene Side en væsentlig Betingelse for Metodens Brugbarhed, men paa den anden Side er den ogsaa Metodens Akilleshæl. Navnlig tidligere skete Bortfjernelsen altid ved Haandkraft, efter at det ovenoverstaaende Vand var bortledet, hvilket vanskelig kan ske, uden at en Del af Slammen rives med. Det er i det hele en omstændelig Fremgangsmaade, der som Regel nødvendig-gør Pumpning — dette dog i langt mindre Grad ved kontinuerlig end ved intermitterende Drift af Bundfældningskamre. Man har for at undgaa disse Ulemper forsøgt at fjerne Slammen uden Tømning af Bassinet ved Hjælp af særlige Skrabemekanismer eller ved at indrette Bunden saaledes, at Slammen kan løbe sammen til enkelte Punkter og derfra oppumpes eller skydes ud nedefter og fjernes gennem Slamledninger. Navnlig herved maa de som Brønde med tragtformet Bund (Hældning 1:1) udformede Bundfældningskamre søge deres Eksistensberettigelse. Slammen trykkes ved disse ofte ud paa en lavere end Vandspejlet liggende Slamplads. At opnaa noget tilsvarende ved Bassiner er vanskelig at praktisere.

Idet Brønde i Princippet adskiller sig fra Bassiner ved, at Vandbevægelsen gaar mod Nedsynkningsbevægelsen, maa Tværsnitsarealet bestemmes paa Grundlag af en langt mindre Hastighed, f. Eks. 1—2 mm pr. Sek. Brønde vil — undtagen hvor Grundvandstanden er meget høj — som Regel være dyrere i Bygning end Bassiner.

d. Bundfældning forbunden med Benyttelsen af kemiske Fældningsmidler.

Det er tidligere nævnt, at man ret hurtigt efter, at Studiet af Kloakvandsrensningen var begyndt, blev klar over, at man

ligesaa lidt ad mekanisk som ad kemisk Vej var i Stand til at rense Kloakvandet saa vidt, at stinkende Forraadnelse udelukkedes. Hermed er imidlertid ikke sagt, at Benyttelsen af kemiske Fældningsmidler ikke kan have sin Berettigelse under visse Omstændigheder. Det særegne ved Kemikaliernes Virkning ligger deri, at der ikke alene paa Grund af Fnugdannelsen bundfældes flere af de opslemmede Stoffer end ved nogen anden Forrensningsmetode, men at der ogsaa, forsaavidt der benyttes Jærnsalte som Fældningsmiddel, udskilles en Del af de som Kolloider tilstedeværende opløste Stoffer. Af denne Grund kan Fældningsmetoden under gunstige ydre Forhold undertiden anvendes som selvstændig Fremgangsmaade og paa denne Maade blive fordelagtig til Trods for de til Metoden knyttede betydelige Omkostninger, hidrørende dels fra Kemikalierne, dels fra Vanskeligheder ved Bortfjernelse af den overordentlig store Slam-mængde (jvf. nedenfor). Eksempel: London. Ligeledes af de nævnte Grunde, samt fordi en kemisk Behandling ganske naturlig kan være fordelagtig til Neutralisering af skadelige kemiske Stoffer i Kloakvandet, kan Metoden desuden være paa sin Plads i følgende Tilfælde (jvf. Surveyor 11. Okt. 1912, G. I. Fowler):

1. Hvor Slammens Bortfjernelse er billig.
2. Hvor det disponible Areal til eventuelle Filtre er begrænset.
3. Hvor Filterbygning er kostbar, og hvor det derfor gælder om at gøre Filtrene saa smaa som muligt.
4. Hvor Fald savnes enten til Nedrislingsfiltre med groft Materiale eller til dobbelt Kontakt-Filter-Behandling (jvf. senere).
5. Hvor der findes specielt Industriafløb.

De under 2, 3 og 4 nævnte Forhold vil i særlig Grad gøre deres Indflydelse gældende, hvor Kloakvandet er stærkt koncentreret og som Følge deraf ved For-Rensning uden Tilsætning af Kemikalier vilde kræve meget Filtermateriale.

Som Fældningsmidler benyttes f. Eks. Kalk, svovlsure Jærnsalte eller svovlsur Lerjord, alt efter Kloakvandets og Afløbsforholdenes nærmere Beskaffenhed, der ogsaa bestemmer Mængden af Fældningsmidlerne. I London benyttes eksempelvis 60 g CaO og 14 g FeSO_4 pr. m^3 . Benyttes Kalk, dannes ved Fældningen kulsur Kalk.

Metoden kan benyttes enten med intermitterende eller med kontinuerlig Drift. Førstnævnte giver større Effekt (og kræver derfor bl. a. eventuelt mindre Filtre), men er omstændeligere end sidstnævnte, til hvilken f. Eks. London har set sin Fordel ved at gaa over. Der fjernes i London 75 pCt. af de opslemmede Stoffer, hvorefter Afløbet indeholder 90 mg pr. l. „Royal Commission“ anbefaler ved intermitterende Drift 2 Timers Ophold af Vandet i Kamret, ved kontinuerlig Drift 8 Timer.

Metodens væsentlige Ulempe er, foruden Bekostningen ved Kemikalierne, Slammængden, der paa Grund af Vandindholdets Størrelse — henved 95 pCt. (jvf. Steuernagels Forsøg) — er saa overordentlig stor (10—30 l eller mere pr. m^3 Vand), at Bortfjernelsen medfører store økonomiske Vanskeligheder, hvortil kan komme Lugtulemper, idet Slammen kan overgaa i stinkende Forraadnelse. Ved Behandling i Filterpresser eller paa anden Maade søges Rumfanget ofte formindsket, men da Slammen paa Grund af Fedtindholdet er daarlig egnet til Gødning, volder Slamspørgsmaalet alligevel Vanskeligheder. Mange engelske Byer har i Tidens Løb eksperimenteret med Metoden, væsentlig paa Grund af de gode Resultater, som Laboratoriumsforsøg har vist. I Praksis har disse imidlertid næppe holdt helt Stik — det er saaledes næppe muligt under virkelige Forhold at fjerne mere end 20—30 pCt. af de opløste organiske Stoffer —, og mange Byer er derfor atter gaaet over til anden Art af For-Rensning. Om end Metoden saaledes i det store og hele har haft vanskeligt ved at hævde sin Stilling, gives der dog ogsaa endnu enkelte Byer (f. Eks. Leeds), som under Hensyn til Filtrenes Aflastning har ment at se deres Fordel ved at indføre Metoden.

Saafermt de i den nyeste Tid fremsatte Forslag til Ud-
dragning af Fedtindholdet i Slammen maatte vise sig prak-
tiske, er det sandsynligt, at Fældningsmetoden atter kunde
komme til at spille en større Rolle end i Øjeblikket.

Naar det foran er sagt, at der ikke gives nogen kemisk
Metode, hvorved man kan faa uddraget de opløste organiske
Stoffer i saadan Udstrækning, at Kloakvandets Evne til at
gaa i Forraadnelse dermed er det berøvet, saa gælder dette
ikke den af Degener opfundne saakaldte Kuldej-Me-
tode, hvis særlige Virkning imidlertid ikke er af ren kemisk
Art, men er en Absorptionsvirkning udgaaende fra humøse i
Vandet opslemmede Stoffer. Degeners Udgangspunkt var
dette: ad kunstig Vej at efterligne de Processer, som foraar-
sager Kloakvandes Rensning i Overrislingsanlæg; idet han
ansaa disse for at være en Absorption fra Humusstoffernes
Side, forsøgte han at indbringe Stoffer af lignende Art i fint
pulveriseret Tilstand i Kloakvandet og fandt, at Tørv og Brun-
kul i saa Henseende var i Stand til at give tilfredsstillende Re-
sultater. Nedfældningen af saavel de opslemmede Stoffer i
Kloakvandet som af de tilsatte Kulpartikler med de af disse
absorberede Stoffer, sker ved Hjælp af Kemikalier som foran
beskrevet. Som Eksempel paa den opnaaede Effekt anføres,
at der ved nogle Forsøg i Tegel ved Berlin med en Tilsætning
af 2,5—3 kg Tørv og 200—300 g svovlsur Lerjord og svovlsurt
Jernveilte pr. m³ Vand gennemsnitlig opnaaedes en Reduk-
tion af de opslemmede Stoffer paa 93 pCt., af de opløste or-
ganiske Stoffer paa 65 pCt. og af Iltforbruget paa 73—80 pCt.

Metoden er saaledes i Stand til at give fortrinlige Resul-
tater og er af stor videnskabelig Interesse. Den er ogsaa ind-
ført i Praksis forskellige Steder i Tyskland, men er paa Grund
af sin Kostbarhed næppe i Stand til at konkurrere med de
nyere Metoder (biologiske Filtre). Skulde den kunne anven-
des med Fordel, maatte det være under saadanne særlige
lokale Forhold, hvor de Omstændigheder, at Lugtulemper

ganske kan undgaas, og at Slammen (der ogsaa er lugtløs) paa Grund af Kulindholdet besidder en vis Brændværdi, maatte kunne faa Betydning.

e. Septik-Tanks.

Saafermt man ikke fjærner Slammen fra et Bundfældningskammer rettidigt, opstaar de foran omtalte Ulemper, der har gjort sig gældende i en saadan Grad, at man i Tyskland efter at være begyndt at bygge Bundfældningskamre en Tid lang troede helt at maatte forlade denne Metode og gaa over til kemisk Fældning. Idet man ved rettidig Fjærnelse af Slammen efterhaanden lærte at overvinde disse Vanskeligheder, udvikledes imidlertid den simple Bundfældningsmetode til at blive en for tyske Forhold i mange Tilfælde brugbar Fremgangsmaade. Det var i Exeter i England, at Cameron i Aarene 1895—1896 (vistnok uden Kendskab til de nævnte Erfaringer) indførte den saakaldte Septik-Tank, hvor Slammen principmæssig tilbageholdes. Camerons Hensigt hermed var: „to bring the sewage into such a condition by arresting the solids in suspension as to make the filtration on artificial filters practicable; at the same time taking advantage of the solvent action that goes on in the arrested solids, so as to make the quantity of deposit or sludge as small as possible“. Camerons egne Anskuelser om den nye Fremgangsmaade anføres med hans egne Ord for at vise, at han selv ikke ansaa Metoden — der i og for sig ikke var ny, idet den fra 1860 havde været anvendt i flere Byer i Frankrig i de saakaldte „Fosses Mouras“ — for saa vidunderlig i sine Virkninger, som man kort efter Fremkomsten i Exeter mente, at den var. Den tyske Betegnelse „Faulverfahren“ antyder forøvrigt, at den væsentlig kun i Driftsmaaden adskiller sig fra den simple Bundfældning. Ordet „Septik-Tank“ blev imidlertid noget af et Slagord, og for den almindelige Bevidsthed var det saaledes, at ikke alene forsvandt saa godt som samtlige i Tanken bundfældede Stoffer

ved at overgaa i opløselig og luftformig Tilstand, men ogsaa Afløbet var til den Grad rensset, at det ikke var langt fra, at det uden Risiko kunde benyttes som Drikkevand; i hvert Fald mente alle — selv de sagkyndige —, at Septik-Tank Afløb langt lettere end friskt Kloakvand, hvoraf de opslemmede Stoffer var fjærnede ved Bundfældning, var egnet til Filterbehandling. Saadanne Opfattelser er dog — som senere Erfaringer tilfulde har godtgjort — langt udenfor det korrekte. Om et er i hvert Fald alle nu enige, nemlig, at Septik-Tank-Behandling ikke er nogen selvstændig Rensningsmetode, saafremt man ved Ordet „selvstændig“ angiver, at Afløbsvandets Evne til at gaa i Forraadnelse skulde være det berøvet. Selv om det teoretisk maa indrømmes, at Forraadnelsen kan føres til Ende udelukkende ad anaerob Vej, saa er Processen saa langvarig — der opgives 30 Dage —, at Praksis har vist, at en aerob (Iltnings-) Proces i saa Henseende ikke kan undværes. Anskuelsen om Septik-Tank Afløbets særlige Skikkethed til kunstig biologisk Filterbehandling har som tidligere berørt ogsaa ændret sig fuldstændig, men selv om Septik-Tanken saaledes i flere Henseender ikke har holdt, hvad mange havde tiltroet den, er dens Anvendelse ikke derfor ganske dødsdømt, idet Fordelene, som det nærmere vil fremgaa af det efterfølgende, ligger paa andre Punkter.

Den Virksomhed, som foregaar i Septik-Tanken, er til Dels den samme som foregaar i et Bundfældningskammer; men den modificeres dog meget væsentlig ved Forraadelsesprocessen, som gør sin Virkning gældende, 1. paa selve Bundfældningen eller den Maade, hvorpaa de opslemmede Stoffer tilbageholdes og aflejres, 2. paa den tilbageholdte Slam og 3. paa det gennem Tanken strømmende Vand eller rettere de deri opløste organiske Stoffer. Idet Septik-Tanken endvidere som Regel er større end de almindelige Bundfældningskamre, kommer den i højere Grad til 4. at virke udlignende paa en uensartet Styrkegrad af Vandet, og endelig kan der være Tale om, at Forraadelses-

processen 5. indvirker paa Antal og Levedygtighed af de patogene Bakterier.

1. Hvad Bundfældningsprocessen angaar, da er det indlysende, at det er de samme Forhold som ved Bundfældningskamrene, altsaa navnlig den Tidslængde, hvori Vandet ved Opholdet i Tanken gøres til Genstand for en Hastighedsformindskelse, der bevirker, at de opslemmede Stoffer slippes. Begrundet paa den tidligere omtalte Virkning af Forraadnelsen (Sumpgasgæringen) i den bundfældede Slam, hvorved Slampartikler løftes, enten kun halvvejs op mod Overfladen eller helt op til denne, foregaar der saavel en ned- som opadgaaende Bevægelse af de faste Stoffer, en Bevægelse, hvortil der maa tages tilbørligt Hensyn ved Konstruktionen af Til- og Afløb, og som ikke destomindre bevirker, at der under lige Forhold (Rumfang o. l.) er flere opslemmede Stoffer i Afløbet fra en Septik-Tank end i Afløbet fra et Bundfældningskammer; at Afløbet bliver rigere og rigere paa opslemmede Stoffer, efterhaanden som Slammen ophober sig i Tanken (er denne ren, kan der eksempelvis være 150—200 mg/l, men efter et halvt Aars Forløb maaske den dobbelte Mængde), skyldes dog formentlig mindre den omtalte Dobbeltbevægelse end simpelt hen Rumfangsformindskelsen paa Grund af Slamophobningen. Denne af-tagsende Effekt sætter en Grænse for, hvor længe Slammen kan blive liggende i Tanken, idet man ellers af Hensyn til de med Slammens Opbevaring forbundne Fordele og for Bekvemheds Skyld, lader den forblive der længst mulig.

De af Gasarter til Overfladen løftede Slamdele vil, naar Gassen undviger, enten synke til Bunds eller deltage i Dannelsen af det af en Skimmelvegetation gennemtrængte og af vanskeligt eller ikke sønderdelelige Planterester, Papir, Fedt, Haar o. l. bestaaende Skumlag, der dog efter Omstændighederne fremtræder med noget forskelligartet Beskaffenhed. Saaledes vil Skumlaget ofte være i Besiddelse af den største Mægtighed, hvor samtlige opslemmede Stoffer tilføres Tan-

ken, og hvor denne ikke er overdækket; i hvert Fald vil i sidstnævnte Tilfælde Skumlaget let blive meget haardt, saa at det ved Fjærnelsen deraf undertiden kan blive nødvendigt at betjene sig af en Hakke. Det antager derhos paa Overfladen en jordagtig Karakter med en mer eller mindre tydelig sur Reaktion og bliver Bærer for en Svampevegetation af højere staaende Arter samt for et rigt Liv af Fluer (*Psychoda*, *Amaurosoma* m. fl.), Orme og andre Organismer. Undertiden dækkes Laget af Græs. Under dette Lag kommer et ildelugtende, af Svovljærn gennemtrængt og alkalisk reagerende Slamlag, som modtager de opstigende Slamdele, der, forsaavidt de ikke straks paany synker til Bunds, omdannes saaledes, at de dels — maaske for bestandig — bidrager til Forøgelse af Skumlagets Tykkelse, dels efter nogen Tids Forløb synker til Bunds som en jordagtig smuldrende Masse, der ikke længere er tilgængelig for stinkende Forraadnelse. I overdækkede Septik-Tanks er Skumlaget i Tankens første Afdeling væsentlig af samme Karakter som ved aabne Tanks, idet Mangelen paa Luft dog bevirker, at Laget ikke bliver jordagtigt eller Opholdssted for højere Svampearter eller Fluearter. I en eventuel efterfølgende Afdeling af Tanken antager Skumlaget Karakteren af en pergamentagtig, tynd, alkalisk reagerende Hinde, hvori der træffes desto færre Fluer, jo daarligere Lufttilgangen er. Ved Begyndelsen af sin Dannelse fremtræder Skumlaget iøvrigt altid væsentlig paa denne Maade, og først efterhaanden kommer de ovennævnte Forskelligheder frem.

Til Trods for, at Skumlaget gennembrydes af den dannede Sumpgas, beskytter det dog, idet det selv er uden ildelugt, i væsentlig Grad imod en saadan udgaaende fra det forraadnende Vand. En sikker Beskyttelse saavel mod Ulemper hidrørende fra ildelugtende Luftarter som fra Fluer opnaas dog kun ved Overdækning af Tanken.

Tilstræbes ved en aaben Tank Dannelsen af et sluttet Skumlag, er det iøvrigt en Betingelse, at Vandoverfladen hol-

des rolig og ikke forstyrres enten ved Niveauvariationer eller Strømninger.

Saaledes som Septik-Tanken oftest konstrueres, vil man i Reglen opnaa at faa tilbageholdt indtil 60—70 pCt. af de opslemmede Stoffer, hvorved det erindres, at kun en Del af disse (70—90 pCt.) i det hele taget er bundfældelige; $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ af samtlige opslemmede Stoffer vil derfor som Regel forlade Septik-Tanken med Afløbet.

2. Forraadnelserprocessens Indvirkning paa den Slammængde, som — delvis efter at have foretaget den ovenomtalte op- og nedadgaende Bevægelse — aflejrer sig paa Bunden af Tanken, er et af de Spørgsmaal, som har gjort Septik-Tankens Nyttelvirkning omstridt. Naar Spørgsmaalet har været vanskeligt, hænger det sammen med det ovennævnte Forhold, at Mængden af opslemmede Stoffer, som gaar bort med Afløbet, varierer med Tankens øjeblikkelige Renhedstilstand, Aarstiden og mulig andre Forhold, som gør en nøjagtig Bestemmelse af, hvad Kloakvandet kaster af sig ved Passagen gennem Tanken vanskelig, samt navnlig ogsaa af den Omstændighed, at Slammen alene ved under Opbevaringen at afgive Vand, formindskes meget betydelig i Rumfang. Medens frisk Slam sædvanlig har et Vandindhold af ca. 95 pCt., kan Vandholdigheden af udraadnet Slam andrage 80 pCt eller mindre, men en Reduktion fra f. Eks. 90 til 80 pCt. betyder en Formindskelse af Slammængden til Halvdelen (idet der til 10 Vægtdele Tørstof først er knyttet 90 Dele Vand, senere til samme 10 Dele kun 40 Dele Vand). Om der virkelig finder en Sønderdeling — Opløsning og Forgasning — af de organiske Stoffer i Slammen Sted, kan derfor vanskelig afgøres paa anden Maade, end ved direkte at undersøge, hvorvidt organiske i en Septik-Tank indbragte Stoffer undergaar Forvandling. Saadanne Undersøgelser er navnlig anstillet af Dunbar ved det af ham ledede hygiejniske Institut i Hamburg. Der er her anstillet Forsøg med forskellige Stoffer, saasom Hønsæg, Oksekød (raat og kogt), Brusk (Svineøre), Okse-

talg, Runkelroer (raa og kogte), Kartoffler (raa og kogte), Lærred, Avispapir m. m., og det er derved konstateret, at mange Stoffer opløses fuldstændig i Løbet af 3—4 Uger; saaledes var eksempelvis af et Marsvin, hvis Hud var bortfjærnet, efter 3 Ugers Forløb kun de hvide Knogler tilbage. Den Hurtighed, hvormed de forskellige organiske Stoffer opløses, afhænger dog i meget høj Grad af Arten af disse. Æggehvide og Gemyse sønderdeles saaledes let, Fedt og Cellulose langt vanskeligere. Omdannelsen af Slammen og derved dennes Formindskelse skyldes som tidligere nævnt Fermenter, der dels er medført af Kloakvandet, dels dannes ved de deri tilstedeværende — væsentlig anaerobe — Mikroorganismers Virksomhed. Det i Slammen indeholdte organiske Kvælstof omdannes herved delvis til Ammoniak og luftformig Kvælstof, medens de organiske Svovlforbindelser og Sulfaterne delvis reduceres til Svovlbrinte; samtidig dannes som Tegn paa Organismernes Virksomhed rigelige Mængder Kulsyre. Jævnside hermed foregaar en fra den egentlige Forraaddelse forskelligartet Cellulosegæring, hvorved der foruden Sumpgas (Methan), der er lugtløs, samtidig opstaar Kulsyre og forskellige Fedtsyrer, saasom Smørsyre og Eddikesyre. Hovedmængden af de organiske Slamdeles Sønderdelingsprodukter bortgaar saaledes i luftformig Tilstand. Luftudviklingen skal kunne iagttages ved at bringe nogle faa cm^3 Slam i et med Vand fyldt Glas; der vil da bortgaa flere Liter Luft. De Luftarter, som i Reglen først dannes, er Kulsyre og Brint, hvilket kunde synes at tyde paa, at Kulhydraterne sønderdeles først, men den mest fremtrædende Luftart er dog som Regel den fra Cellulosegæringen hidrørende Methan. Mængdeforholdet mellem de forskellige Luftarter afhænger dog i meget høj Grad af Kloakvandets Beskaffenhed (Cellulose) og Spaltningsenergien og angives derfor meget forskellig. Mængden af Methan er funden at variere fra 20—80 pCt., Brintmængden fra 0—36 pCt., Kulsyremængden fra 0,5—40 pCt. o. s. v. Eksempelvis kan Sammen-

sætningen være: 78 pCt. Methan, 6 pCt. Kulsyre og 5 pCt. Brint, hvortil kommer Kvælstof, Ammoniak, Svovlbrinte m. m. Gassen kan brænde, og man maa af denne Grund vogte sig for Eksplosioner. Mængden af Gassen er eksempelvis funden at andrage ca. 10 pCt. af Kloakvandmængden.

Spørger man nu om, hvilke Betingelser der maa være til Stede, for at Slamsønderdelingen, som den nys er beskrevet, skal foregaa mest effektivt, da har Undersøgelserne vist, at det i hvert Fald ikke af denne Grund er nødvendigt at udstrække Vandets Ophold i Tanken til 24 eller endog 48 Timer, saaledes som det tidligere har været anset for ønskeligt eller nødvendigt; undertiden opnaas omtrent den samme Virkning ved 2—4 Timers Ophold i Tanken. Selve Kloakvandets Egenskaber og Bevægelsestilstand synes i det hele taget efter de nyeste Undersøgelser ikke at være af væsentlig Betydning. I rent Vand saavel som i fuldstændig stagnerende Kloakvand, foregaa Opløsningen dog meget langsomt, og en vis Bevægelse menes nødvendig af Hensyn til Bortførelsen af Stofskifteprodukter fra Organismevirksomheden, men den Strømning kan — som godtgjort ved Forsøg med de senere omtalte Emscher-Brønde — være meget moderat, uden at Slamopløsningen forløber væsentlig langsommere. En høj Temperatur synes gunstig, ligesaa et rigeligt Indhold af Fækalier i Kloakvandet, men om dette er friskt eller forraadnet, synes uvæsentlig. Opløsningen af et Stof synes ligesom at udvikle sig inde i dette og foregaa tilsyneladende lige let, hvad enten Stoffet er anbragt frit i Kloakvandet eller befinder sig nedsænket i Slamlaget.

Det vil af det meddelte forstaas, at det er vanskeligt at opgive, hvor stor en Brøkdel af de bundfældede Stoffer der virkelig forsvinder ved at gaa over i flydende og luftformig Tilstand, idet denne Virkning overskygges af Slammens Rumfangsformindskelse ved Tab af Vand. For at give en Forestilling om, hvor meget den førstnævnte Proces antages at betyde, nævnes følgende fra forskellige Byer hentede Resultater,

der altsaa ikke maa betragtes som uomtvistelig fastslaaede: Birmingham 10 pCt., Leeds 30 pCt., Manchester 25 pCt., Sheffield omtrent 33 pCt. Det højeste, som herefter kan paaregnes opnaaet, kan sandsynligvis sættes til 25—30 pCt.

3. Forraadnelsesprocessens Indflydelse paa det gennem Tanken strømmende Vand med de deri indeholdte opløste Stoffer, hører ogsaa til de omtvistede Spørgsmaal, dog ikke hvad angaar den forraadnende Slams Evne til at smitte Kloakvandet. Aarsagen hertil maa navnlig søges i den foran beskrevne op- og nedadgaende Bevægelse af Slampartikler, hvorved der tilvejebringes en inderlig Berøring mellem raadnende Slam og Vand. En Betingelse for, at denne Berøring kan foranledige Forraadnelse i de opløste organiske Stoffer, er dog, at Berøringen er tilstrækkelig langvarig, idet Forsøg har vist, at friskt Kloakvand ved at passere en moden Septik-Tank med et Ophold i denne paa 2 Timer, har holdt sig nogenlunde friskt. Virkningen paa de opløste organiske Stoffer kommer herefter foruden af deres egen og Slammens Beskaffenhed til at afhænge af Berøringstiden, d. v. s. Septik-Tankens Størrelse i Forhold til Vandmængden. Det er med Hensyn til den Grad, hvori der ved den omtalte Forraadnelse tilvejebringes en Formindskelse af de opløste organiske Stoffers Mængde, at Menerne har været delte. Nogle (Dzierzowsky) har ment, at der ingen væsentlig Formindskelse kunde spores, medens andre har ment at kunne paavise en Reduktion af Iltforbrug og Indhold af organisk Kvælstof (henholdsvis Albuminoid-Ammoniak) paa 60 pCt. eller mere. I Almindelighed (hvilket formentlig bl. a. betyder: med et Ophold i Tanken paa ca 24 Timer — jvf. den tidligere gjorte Bemærkning, at 30 Dages Ophold skal være i Stand til at give ikke forraadneligt Afløb —) kan maaske — med Dunbar — paaregnes en Formindskelse ved Gasdannelser og Reduktionsprocesser paa 30—40 pCt. af de opløste organiske Stoffer eller mindst lige saa meget, som under de gunstigste Forhold opnaas ved

kemisk Fældning. Reduktionen gælder saavel Krystalloider som Kolloider, idet Septik-Tank Afløbet dog i væsentlig Grad er forholdsvis fattigt paa sidstnævnte.

En Følge af de nysnævnte Processer bliver, at Afløbet viser et forøget Indhold af Spaltningsprodukter, navnlig Ammoniak og Svovlbrinte. Det er denne sidstnævnte Luftart (som kan andrage 10—30 mg pr. l), der forlener Afløbet med dets stinkende Karakter — i desto højere Grad, jo videre den anaerobe Proces drives („over-septicised effluent“). Svovlbrinteindholdet fremkalder ikke alene Lugtulemper, der kan blive meget generende, naar Afløbsvandet bevæges udsat for Luftens Paavirkning, men kan ogsaa paa anden Maade virke skadelig, hvad enten Afløbet udledes i en Aa eller yderligere gøres til Genstand for en kunstig Filterbehandling. I førstnævnte Tilfælde kan Svovlbrinte enten virke direkte skadelig (for Fiskene) eller, forsaavidt Aavandet er jærnholdigt, give Anledning til Dannelse af Svovljærn, der farver Vandet sort. Idet Svovlet ogsaa delvis forlader Tanken i Form af Svovljærn, skal der ved Indvirkning af Kulsyre i Aavandet kunne dannes Svovlbrinte *in statu nascendi* med større Virkninger end Svovlbrinteindholdet i Afløbet. Dettes skadelige Virkning paa biologiske Filtre omtales noget senere. Det følger af det meddelte, at Svovlbrinteindholdet i væsentlig Grad bliver Septik-Tank Metodens svage Punkt.

4. Alt efter Længden af det Ophold, som tilstaas Vandet i Tanken, vil en forskellig Styrkegrad af dette kunne udlignes. Saafremt dette Forhold med Henblik paa en efterfølgende biologisk Filterbehandling var et vigtigt Hensyn at tage i Betragtning, maatte det medføre, at Tanken vel nok mindst maatte rumme et Døgns Tilløb, men saafremt det drejer sig om almindeligt Husspildevand, mener man nu, at ensartet Koncentration af Filtertillobet ikke er af væsentlig Betydning. Anderledes stiller Sagen sig, saafremt Styrkegraden er stærkt varierende, eller Tilløbet indeholder mange

slimede Substanter, Farvestoffer, Fedt, Sæbe, giftige Metaller eller Stoffer af dels sur, dels alkalisk Reaktion.

5. Septik-Tank Processen synes med Hensyn til Bacterieindholdet at forøge den samlede Mængde men formidske Antallet af patogene Bakterier, dog ikke i en saadan Grad, at man med Sikkerhed kan regne dermed. Dog har Processen den i visse Tilfælde ikke uvæsentlige Betydning at opløse de slimede Substanter, hvori Bakterierne er indhyllede, saaledes at et eventuelt Desinfektionsmiddel lettere kan komme til at indvirke paa disse.

Foranstaaende giver Vejledning til Bedømmelse af Septik-Tank Metodens Fortrin og Mangler, set ud fra følgende 3 Synspunkter: Rensningseffekten, Slamspørgsmaalet og Ulemper knyttede til selve Metoden (Lugtulemper). Idet yderligere Bemærkninger angaaende sidstnævnte er overflødige, og idet Slamspørgsmaalet, som den overordentlig vigtige Biopgave, Slammens Behandling og Bortfjernelse er, senere skal gøres til Genstand for Omtale i et selvstændigt Afsnit, skal Rensningseffekten — altsaa Opgaven i første Række — under Hensyn til, at Septik-Tanken meget almindelig benyttes som For-Rensningsmiddel for biologiske Filtre, med Henblik herpaa omtales noget nærmere, idet det erindres, at et For-Rensningsmiddels Opgave er at give et Afløb, som er bedst mulig egnet til den efterfølgende Behandling. Anskuelserne om Septik-Tank Afløbets Skikkethed i saa Henseende har som tidligere berørt ændret sig væsentlig. Ganske vist opnaas — foruden Tilbageholdelsen af de opslemmede Stoffer, hvis Medtagelse paa Filtrene vilde gøre Driften af disse vanskelig og dyr, — tillige en Reduktion af de opløste organiske Stoffer og derved i kvantitativ Henseende en Lettelse af Filtrets Arbejde. Ligeledes menes Septik-Tank Behandlingen paa heldig Maade at modvirke Filtermaterialets Forvitring. Et helt andet Spørgsmaal bliver det derimod, om den Omdannelse, som de org. Stoffer

har været Genstand for, er af en saadan Art, at Filtrenes Arbejde lettes. Drejer det sig om alm. Husspildevand, menes dette ikke at være Tilfældet; tværtimod anses nu med Dunbar de ved den anaerobe Proces i Tanken forandrede opløste org. Stoffer vanskeligere at kunne absorberes af Filtermaterialet og derefter vanskeligere at kunne sonderdeles videre, hvorved Filtrets Tilbøjelighed til at forstoppes forøges. Naar man tidligere har været af andre Anskuelser, hænger det vistnok sammen med den store Betydning, som man ved de biologiske Rensningsmetoder tillagde Salpetersyredannelsen, i Forbindelse med den Omstændighed, at man fejlagtig mente, at denne først kunde komme i Gang, efter at org. Kvælstof var overført til Ammoniak, men det har ved senere Undersøgelser vist sig, at der gives Bakterier, som kun nitrificerer org. Kvælstof og ikke Ammoniak. Dertil kommer saa, at man — som tidligere berørt — maaske nok saa meget bør rette sin Opmærksomhed paa Mineraliseringen af det org. Svovl, idet det er Svovlet og ikke Kvælstoffet i de org. Stoffer, som giver Anledning til de væsentlige Ulemper (Stank m. m.) ved Dannelsen af Svovlbrinte, der ved Filterbehandlingen desuden virker skadelig derved, at en Del af Filtrets Energi medgaar til Uskadeliggørelse deraf; i særlig Grad kan dette gøre sig gældende ved høje Kontaktfiltre med finkornet Materiale, hvor Udluftningen er mindre god. — Svovljærnet i Septik-Tank Afløbet er vanskeligt at tilbageholde i Filtret og vanskeligere at ilte end org. Svovl. — Org. Kulstof har ligeledes vist sig lettest at ilte udelukkende ad aerob Vej uden i Forvejen at have været Genstand for en anaerob Proces.

Septik-Tanken maa efter foranstaaende siges at besidde følgende Ulemper:

1. Afløbets ilde Lugt.
2. Afløbets i Almindelighed vanskeligere Tilgængelighed for biologisk Filterbehandling end friskt Kloakvand.

3. Den Vanskelighed, som der — navnlig naar Slammen har hobet sig rigelig op — kan være forbunden med at forhindre Slampartikler i at forlade Tanken.

Over for disse Mangler staar følgende Fordele:

1. De opslemmede Stoffer kan tilbageholdes i lige saa høj Grad som ved den simple Bundfældningsmetode og i næsten lige saa høj Grad som ved Fældningsmetoden.
2. De opløste org. Stoffer forflygtiges og mineraliseres med indtil 30—50 pCt. af den i det raa Kloakvand tilstede-værende Mængde.
3. Slammængden formindskes ved Opløsning og Gasdannelse samt ved Koncentration (Vandudskillelse), hvortil kommer, at Slammen som Regel forvandles til et i væsentlig Grad mindre ildelugtende og lettere behandleligt Stof.
4. Slammen kan ophobes flere Maaneder eller halve Aar, inden Bortfjernelsen nødvendiggøres.

Med Hensyn til Punkterne 1 og 2 blandt Ulemperne staar Septik-Tank Metoden tilbage for den simple Bundfældning, med Hensyn til Punkterne 3 og 4 blandt Fordelene er det omvendte Tilfældet.

Paa Grundlag af de i det foregaaende udviklede Erfaringer bygges Septik-Tanken med Henblik paa den Virksomhed, der er af samme Art som ved Bundfældningskamrene, hvad Form og lignende angaar i Reglen væsentlig som disse; kun Rumfanget er ofte betydelig større. I Exeter, Septik-Tankens Hjemstavn, rummede Septik-Tanken omtrent 2 Døgns Tørtvejrstilløb, og „Local Government Board“ krævede oprindelig (som Betingelse for Tilladelse til Optagning af Laan) en Opholdstid paa 36 Timer, senere 30 og nu 24 Timer, og Tendensen til at formindske Rumfanget yderligere gør sig under Hensyn til de foran fremhævede Erfaringer stadig gældende. Alene for at skaffe Plads til Slammen maa Rumfanget dog gøres væsentlig større end ved Bundfældningskamre. I nogenlunde frisk Tilstand kan Slammen som

Regel regnes at fylde ca. 0,3 l pr. Individ pr. Døgn (svarende til at Tanken tilbageholder 300 mg/l opslemmede Stoffer, at Kloakvandmængden samtidig andrager 100 l/Indiv./Døgn, og at Slammens Vandholdighed er ca. 90 pCt.); kan Slammen blive liggende i længere Tid og udraadne, kan man efter Omstændighederne nøjes med at paaregne 0,15 l/Indiv./Døgn eller endnu mindre. Hvor stort et Ekstra-Volumen man under Hensyn til dette Forhold bør regne med, vil afhænge af Rensningens Hyppighed. Ved store Anlæg kan Rensningen maaske foretages hveranden eller hvertredie Maaned, ved smaa Anlæg hensigtsmæssig sjældnere, f. Eks. 2 eller 1 Gang aarlig. Ved store Byanlæg behøver Tanken derfor ikke at være meget større end et tilsvarende Bundfældningskammer; som laveste Grænse kan maaske sættes 0,4 m³ for hver 1 m³s Tørtvejrstilløb i 24 Timer eller endnu noget mindre, idet et Ophold af Vandet i Tanken paa 2—4 Timer undertiden vil være tilstrækkelig; ved ganske smaa Anlæg maa Rumfanget derimod sættes betydelig større, f. Eks. til 3—10 m³ pr. 1 m³ Døgnstilløb. Lokale Forhold kan dog, hvor det er af Betydning, at der finder en Udjævning af Koncentration og lignende Sted (jvf. Side 50 nederst), motivere betydelige større Rumfang selv for de større Anlæg.

Dybden af Tanken gøres af Hensyn til det bundfældede Slamlags og Skumlagets Tykkelse sædvanligvis større end ved Bundfældningsbassiner. For at der ikke skal opstaa Enkeltstrømninger, og fordi den forraadnende Slams Indvirkning paa Vandet — om saadan ønskes — menes at være stærkest ved ringe Dybde (jvf. dog hvad der er sagt om Virkningen af de op- og nedadstigende Slampartikler), maa denne paa den anden Side ikke gøres for stor, forholdsvis større ved smaa Anlæg, hvor Rumfanget er forholdsvis stort. Ofte er Dybden henved 2 m, sjældent mere.

Ved Til- og Afløb er det navnlig ved større Anlæg vigtigt, at Vandet fordeles over hele Tværsnittet, og at det for ikke at forstyrre Skumlaget træder ind og ud ca. 0,5 m un-

der Vandoverfladen. Til- og Afledning kan f. Eks. ske gennem den nedadvendende Slidse i et vandret Rør eller paa lignende Maade som ved Bundfældningskamre. For mest mulig at hindre Slamdele, som er i Bevægelse paa tværs af Vandstrømmen, at føres med af denne, indbygges ofte Tværvægge med Slidser under Vandoverfladen til Vandets Passage, saaledes at Tanken paa den Maade deles i flere Kamre.

Fjernelsen af Slammen sker i Reglen ved Op-pumpning eller ved at Slammen trykkes ud paa en lavere-liggende Slamplads eller i et særligt Kammer ved Vandets Tryk.

At overdække Tanken er ikke nødvendig for at sikre streng Anaerobiose, ej heller saa meget for Lugtens Skyld. Fluerne, som udvikler sig i Skumlaget om Sommeren, samt rent praktiske Grunde kan dog gøre Overdækning ønskelig, ihvorvel det maa tages i Betragtning, at denne vil vanskeliggøre Slammens Optagning, hvis der i saa Henseende ikke er truffet særlige Foranstaltninger. Ved en overdækket Tank maa der ved en særlig Ventilationsledning være sørget for, at de dannede Gasarter kan slippe bort.

Af Hensyn til Eftersyn m. m. af Tanken vil det ofte være hensigtsmæssigt at konstruere denne i duplo.

Septik-Tankens Vægge og Gulv m. m. bør af Hensyn til Svovlbrintes og fri Kulsyres Evne til at angribe Cement, forsaavidt de bestaar af Beton, beskyttes ved Bestrygning med Asfalt eller lignende.

f. Emscher-(Imhoff-) Brønde.

En Sammenligning mellem almindelige Bundfældningskamre og Septik-Tanks leder naturlig Tanken hen paa, om det ikke var muligt at angive en Konstruktion, hvorved For-delene ved de to Metoder bevaredes, medens Ulemperne blev undgaaet. Det er jo nemlig tildels saaledes, at Ulemperne ved den ene Metode undgaas ved den anden og omvendt. Man er inde paa noget saadant, naar man ved et forholdsvis kortvarigt Ophold af Vandet i Septik-Tanken søger at und-

gaa, at det bliver, hvad Englænderne kalder „oversepticised“, men altsaa saa vidt bevares friskt, at Lugtulemperne indskrænkes, og at en eventuelt efterfølgende Filterbehandling lettes. At udvikle dette videre: altsaa at bevare Fordelene ved Slamforraadnelsen (og Slamkoncentrationen) men undgaa de med Vandets Forraadelse følgende Ulemper ved en Adskillelse mellem Kloakvandet og den af dette ved Passagen gennem Tanken afkastede Slam har først Englænderen Travis været inde paa i den saakaldte hydrolytiske Tank, men den Konstruktion, som med Opnaaelse af dette for Øje har vundet den største Udbredelse, ikke alene i Hjemlandet Tyskland, men ogsaa f. Eks. i Amerika, er dog den af Imhoff konstruerede saakaldte Emscher- eller Imhoff-Brønd. Det første Navn hidrører fra Brøndenes Benyttelse ved Afvandingen af Emscher Omraadet, der efter Lov af 14. Juli 1904 er behandlet under et, og hvor Brøndene som Regel er benyttet som selvstændige Rensningsmidler og netop har kunnet blive anvendt saaledes paa Grund af, at Kloakvandet bevares friskt. Det til Grund for den nævnte Afvanding liggende Princip har nemlig — under Hensyn til, at Vandet i Emscher hverken benyttes til Vandforsyning, Fiskeri eller lignende — været at betragte saavel Emscher selv som Tilløbene dertil ikke som egentlige Vandløb, men som aabne Afvandingskanaler, for hvilke det kun kommer an paa at forhindre Lugtulemper og Slamaflejringer. Det har vist sig, at den mekaniske Rensning, de nævnte Brønde giver af Kloakvandet, har været tilstrækkelig til Opnaaelse heraf; kun i 2 Tilfælde, hvor det har drejet sig om Bebyggelser ved Bække, der har haft en ganske ringe Vandføring, og hvorfra Vandet er bleven benyttet f. Eks. i landøkonomiske Øjemed, har det vist sig nødvendigt at tilføje biologiske Filteranlæg.

Emscher-Brønden bestaar som Navnet antyder af en cylindrisk Brønd med i Reglen 7 m's Diameter, forneden afsluttet med en Kegel, som vender Spidsen nedefter. Dybden

varierer mellem 7 og 12 m. I den øverste Del af Brønden findes et rendeformet prismatisk Bundfældningsbassin, hvis lodrette Normalsnit er en ligebenet Trekant med nedadvendende Spids; Grundlinien dannes af Vandspejlet. Rendens Begrænsninger dannes af to skraatstillede Flager, som, for at de bundfældede Stoffer skal kunne glide ned, maa have en Hældning mod den vandrette af $1\frac{1}{2}$ paa 1. Materialet i Flagerne er i Reglen Træ eller armeret Beton, der har vist sig at give lige saa god Glidning som f. Eks. Glas. Den ene Flage er forneden trukket saa meget tilbage fra den anden — som til Gengæld gaar et Stykke forbi Kanten af den første — at der langs Bunden i Renden fremkommer en Spalte, hvorigennem de bundfældede Stoffer falder skraat ud og ned i Brøndens nedre og større Del, som danner Slamrummet, og som i Følge Konstruktionen ikke gennemstrømmes af Vandet. (Heri adskiller Brønden sig iøvrigt fra Travis Tank, som desuden har et saakaldet hydrolytisk Kammer, hvor de kolloidt opløste Stoffer skal udfældes paa Plader). Bundfældningsrenden har i Reglen en Bredde af 5 m og strækker sig ofte over 2 eller 3 Brønde (Længde henholdsvis ca. 17 og ca. 25 m). Bundrenden er iøvrigt af et saadant Rumfang, at Vandets Ophold deri som Regel andrager $1\frac{1}{2}$, højst 2 Timer. Slamrummet er til Gengæld af en saadan Størrelse, at Slammen kan forblive deri indtil $\frac{1}{2}$ Aar, inden den fjærnes, hvad der som Regel sker gennem en fra Keglens Bund udgaaende Slamledning, hvorigennem Slammen ofte presses ud af Vandtrykket til en lavere liggende Slamplads. Som Følge af Bundfældningsrendens relativt ringe Rumfang, opnaas kun i uvæsentlig Grad nogen Udligning af Kloakvandets Styrkegrad, hvilket dog som tidligere nævnt kun er af Betydning, naar Vandet skal efterbehandles paa Filtre, og saa endda kun i særlig Grad, hvis der er Tale om industrielt Afløb eller lignende.

Idet Virkningen i Emscher-Brønden for selve Vandbehandlingens Vedkommende er en simpel Bundfældning, gaar

Forsøgene over Effektiviteten i saa Henseende i Følge Sagens Natur i 1. Række ud paa at bestemme Mængden af bundfældelige Stoffer — i Til- og Afløb — og man er herved kommen ind paa en volumetrisk Bestemmelse, der har vist sig at være en nem og praktisk Metode, hvortil der kun udkræves et simpelt Apparat, bestaaende af en Tragt med et derunder værende cylinderformet i Rumenheder inddelt Glas af samme Vidde som Tragtens Hals, saaledes at der mellem denne og Glasset kan tilvejebringes en vandtæt Forbindelse ved Hjælp af en Gummimuffe. Man indbringer i Apparatet en vis Mængde Vand og iagttager Bundfaldets Mængde. Da det har vist sig, at dette i Reglen naar sit Maksimum efter 2—3 Timers Forløb (hvad der derefter yderligere aflejres, kan ikke opveje Sammensynkningen af Bundfaldet), bestemmes Mængden af bundfældelige Stoffer gerne som det Antal cm^3 Slam pr. 1 Vand, der har afsat sig efter 2 Timers Forløb¹⁾. For at give en Forestilling om Forsøg af denne Art, anføres efterfølgende Tabel over nogle af Dr. F. Guth og Dr. J. Feigl anstillede Forsøg i „Klärversuchsanlage Eppendorf“, bestaaende af et Bundfældningsbassin med Gennemstrømningstid paa 1 Time samt 2 Stk. Septik-Tanks, henholdsvis paa 10 og 18 Timer, og et biologisk Stenfilter med tilhørende Efterrensningsbassin med Gennemstrømningstid 1 Time. Filtret bestod af store Sten (Størrelse som et Hoved) med et Dækklag af Slagger (Størrelse som Nødder) og med Fødning gennem Spredere. Kloakvandet var ved dette Anlæg meget svagt, idet Vandforbruget pr. Individ androg 400 l pr. Døgn. Endvidere anstilledes Forsøg i Kläranlage des Zentralgefängnisses „Fühlsbüttel“, hvor Rensningsanlægget alene bestod af et Bundfældningsbassin med en Rende som i Emscher-Brønden. Gennemsnitsresultaterne af Forsøgene ses af efterfølgende Tabel (jvf. Gesundheits Ingenieur Nr. 17/1911), som vil ses at belyse

¹⁾ Tilsattes et Fældningsmiddel, fandtes ved Forsøg af Dr. F. Guth og Dr. J. Feigl (Ges. Ing. Nr. 17, 1911) Bundfaldet at forøges til det 3-dobbelte og Maksimum at indtræffe efter $1\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{4}$ Times Forløb.

	Opslemmede Stoffer			Bundfældelige Stoffer			Ikke bund- fældelige Stoffer			Bundfældige Stoffer i ‰	Ikke bundfældelige Stoffer i ‰	Bundfældige Stoffer i cm ³ /l.	Vandholdighed af samme ‰
	i alt mg/l	deraf uorg. i		i alt mg/l	deraf uorg. i		i alt mg/l	deraf uorg. i					
		mg l	‰		mg/l	‰		mg/l	‰				
<i>Klärversuchsanlage H.-E.:</i>													
Raat Kloakvand	197,9	76,3	38,6	136,8	55,1	40,7	61,1	21,2	34,6	68,1	31,9	2,52	94,6
Afløb fra Bundfældningsbassin	63,5	20,3	32,3	15,6	6,4	41,6	47,9	13,9	29,4	25,4	74,6	0,55	97,0
— - Sept. T. I (10 T.)	92,0	35,0	40,4	18,1	9,4	51,9	73,9	27,5	37,3	19,7	80,3	0,19	90,5
— - Sept. T. II (18 T.)	67,3	28,5	42,3	18,8	10,2	54,3	48,5	18,2	37,6	28,6	71,6	0,16	88,5
— - Filter (2 m ³ pr. m ²)													
September og Oktober	107,7	43,3	40,2	69,2	32,2	47,0	38,5	11,0	28,6	64,5	35,5	1,5	95,6
April og Maj	142,3	53,0	37,1	97,3	39,0	40,1	45,3	14,0	30,4	68,2	31,8	2,17	95,6
Afløb fra Efterrensningsbassin													
September og Oktober	44,4	16,1	36,5	11,6	5,0	43,1	32,8	11,1	33,9	26,1	73,9	0,23	95,1
April og Maj	51,8	19,0	35,8	9,8	4,3	45,0	42,0	14,3	36,2	18,4	81,6	0,22	95,6
<i>Kläranlage »Fühlsbüttel«:</i>													
Raat Kloakvand	1609,5	602,8	37,4	1492,4	569,5	39,8	117,1	33,3	28,3	90,5	9,5	31,1	95,5
Afløb fra Bundfældningsbassin	119,7	41,1	34,4	18,6	8,2	45,7	101,1	32,9	32,6	15,1	84,9	0,49	96,6

flere interessante Forhold, bl. a. dette, at 18 Timers Tank-behandling overfor det paagældende Kloakvand ikke gav bedre Virkning end 12 Timers.

(Bundfældelige Stoffer er herved vistnok — det fremgaar ikke tydelig af Beretningen — bestemt som Mængden ved volumetrisk Maksimum — d. v. s. efter 2 à 3 Timers Forløb, ikke bundfældelige Stoffer som den Mængde, der paa det Tidspunkt endnu holder sig svævende).

Paa Grundlag af de nævnte og andre Undersøgelser vil det i Reglen kunne fordres, at Afløbet fra et Bundfældningsbassin højst indeholder $0,5 \text{ cm}^3$ bundfældelige Stoffer pr. l. Det raa Kloakvand indeholdt i de referede Forsøg henholdsvis 2,52 og $31,1 \text{ cm}^3/\text{l}$; regnes som en normal Gennemsnitsværdi $7 \text{ cm}^3/\text{l}$, vil en Reduktion til $0,5 \text{ cm}^3$ efter Rumfang svare til en Formindskelse paa 93 pCt. Fra de Efter-Rensningsanlæg, som undertiden bygges for biologiske (navnlig Nedrislings-) Filtre, menes paa tilsvarende Maade at kunne kræves et Bundfald af det behandlede Vand paa højst $0,25 \text{ cm}^3/\text{l}$.

Erfaringerne fra Emscher-Brøndens Anvendelse i Emscher-Området med Hensyn til de Forandringer, der foregaar med det gennem Bundfældningsrenden strømmende Vand, er i øvrigt i Korthed følgende:

Svovlbrinte kunde kun paavises i Afløbet, saafremt det allerede var tilstede i Tilløbet. Til Trods for, at Urenhedsgraden af Tilløbsvandet varierede stærkt i Løbet af Døgnet (i tørt Vejr omtrent som Vandmængden), indeholdtes i Afløbet, saafremt Gennemstrømningstiden ikke var under $\frac{3}{4}$ Time, aldrig mere end $0,5 \text{ cm}^3$ bundfældelige Stoffer pr. l, i Reglen mindre; de udskilte Stoffer androg — bestemt volumetrisk — mindst 95 pCt. af samtlige bundfældelige Stoffer. Der iagttoges — væsentlig som Følge af de kolloidt opløste Stoffers delvise Overgang i uopløselig Tilstand — en ringe Formindskelse af de opløste Stoffer, navnlig de organiske; i Septik-Tanken er denne Virkning som foran omtalt mere fremtræ-

dende. Vandets Gennemsigtighed forøgedes ikke væsentlig ved Passagen af Bundfældningsrenden, hvoraf kan sluttes, at Uklarheden navnlig skyldes Svævestofferne (de ikke bundfældelige Stoffer) og eventuelle Farvestoffer. Evnen til at overgaa i stinkende Forraadnelse viste sig ved Fortynding med Flodvand i Forhold 1:1 og ved Opbevaring i lukkede Flasker betydelig svækket; ved Opspædning i Forholdet 1:2 optraadte Svovlbrinte enten slet ikke eller først efter 7—8 Dages Forløb. Ved Opbevaring i aabne Flasker indtraadte selv ved Fortynding 1:1 aldrig Forraadnelse.

Disse sidste Resultater er Udtryk for den Kendsgerning, at det er de opslemmede Stoffer, som paa Grund af deres vanskeligere Tilgængelighed for Omdannelse (Iltning) er de mest offensive, og man forstaar, at en mekanisk Rensning af Kloakvandet (d. v. s. Uddragning af opslemmede Stoffer) i mange Tilfælde vil være tilstrækkelig, naar Vandet kan bevares friskt, i hvilken sidstnævnte Henseende Emscher-Brønden sammenlignet med Septik-Tanken som tidligere nævnt besidder en meget væsentlig Fordel. Betydningen af at kunne nøjes med en mekanisk Rensning er saa meget desto større, som en Behandling af Vandet, hvorved dets Evne til i ufortyndet Tilstand at gaa i Forraadnelse berøves det, eller hvorved en paabegyndt Forraadnelse ophæves, som det vil fremgaa af det efterfølgende, er omstændelig og kostbar, navnlig naar den — hvad der i Reglen vil være Tilfældet — medfører Pumpning af Kloakvandet.

Emscher-Brønden besidder imidlertid ikke alene Bundfældningskamrets Overlegenhed over Septik-Tanken med Hensyn til selve Rensningen (d. v. s. den Virkning, som foregaar med det gennemstrømmende Vand), men giver endnu bedre Betingelser for Slammens Opbevaring med deraf følgende Forandringer end Septik-Tanken, et Forhold, som dog først under „Slamspørgsmaalet“ skal gøres til Genstand for nærmere Omtale.

g. Andre Forbehandlingsmidler.

Af saadanne kan nævnes Scott Moncrieffs „cultivation tank“, der kan betegnes som en med Flintesten fyldt Septik-Tank, til Grund for hvis Konstruktion ligger den Betragtning, at det skulde være hensigtsmæssigt at faa de opslemmede Stoffer spredt over en stor Overflade og derved i højere Grad opnaa disse Stoffers Reduktion ved Opløsning og Gasdannelse. Idet Fremgangsmaaden er kostbarere end almindelig Septik-Tankbehandling, ligesom ogsaa Slammens Bortfjærnelse er besværligere, er Metoden næppe i Stand til at hævde sig.

I Modsætning til den anaerobe og kontinuerlige Proces i „cultivation tank“-en, haves i de saakaldte „coarse beds“ en aerob Proces og intermitterende Drift, medførende Fordringen om disponibel Faldhøjde eller Pumpning. I Princippet identisk med sidstnævnte er Dibdins saakaldte „slate beds“, som er det af de her omtalte Rensningsmidler, der har vundet den største Udbredelse, og hvoraf man venter sig mest. Konstruktionen bestaar af en med 6—7 mm tykke vandretliggende Skiferplader fyldt Tank; ved smaa Skifertærninger holdes Pladerne i indbyrdes Afstande paa ca. 5 cm. Tanken, hvis Kapacitet kan være ca. 70 pCt., fyldes f. Eks. 2 Gange i Døgnet; den staar fyldt med Vand ca. 2 Timer og drives iøvrigt som de kunstige biologiske Filtre. „Coarse beds“ og „slate-beds“ danner da ogsaa paa en vis Maade Overgangen til disse, og som saadanne hævder Opfinderen af sidstnævnte — Dibdin — at de maa opfattes. I Modsætning hertil henregner „Royal Commission“ slate-beds til Forrensningsmidlerne, idet det gøres gældende, at Afløbet omtrent indeholder lige saa mange opslemmede Stoffer som Septik-Tank Afløbet og for at berøves Evnen til at gaa i Forraadelse kræver Efterbehandling. At denne Evne imidlertid kan være væsentlig svækket, bevirker dog, idet Kloakvandet samtidig ved den aerobe Proces kan bevares friskt, at slate-beds ved nogenlunde gunstige Afløbsforhold — paa til-

svarende Maade som ved Emscher-Brønden — har Mulighed for at kunne benyttes som selvstændigt Rensningsmiddel. Selv om Kloakvandet med Hensyn til Lugtulemper er særlig vanskeligt (Bryggeriafløb), undgaas disse forholdsvis let ved Anvendelsen af slate-beds, som saaledes er særlig anvendelige, hvor Lugtulemper maa søges indskrænket til det mindst mulige. Dertil kommer imidlertid, at Pladerne med deres store Overflade giver gunstige Betingelser for de opslemmede Stoffers Nedfældning, og (navnlig) for den derpaa følgende Omdannelse ved Mikroorganismer og Orme, som er til Stede i meget stort Antal i det paa Pladerne udskilte Lag af Smudsstoffer og ligefrem finder deres Føde i disse, saaledes at Af-faldsstofferne fra en Gruppe Mikroorganismer tjener til Føde for en laverestaaende. Det er meget sjældent nødvendigt at rense Pladerne (naar det tiltrænges, sker det forholdsvis let ved Afsprøjtning af Pladerne — lettere end i „coarse beds“); hvad der ikke forflygtiges ved den biologiske Virksomhed, forlader nemlig Tanken med Afløbet, og kan derefter let op-fanges ved en Bundfældningsproces. Den derved dannede Slam er tilstede i forholdsvis meget ringe Mængde, hvorfor Behandlingen løser Slamspørgsmaalet paa en hel-dig Maade. I det hele vil det ses, at slate-beds er i Besiddelse af lignende Fordele som Emscher-Brønden. Væsentlige Mangler er Konstruktionens Kostbarhed, hvor Adgangen til Pladernes Fremskaffelse ikke er let, samt den Omstændighed, at Driften kræver en disponibel Faldhøjde (Pumpning). Her-til kommer, at den Afkøling, Vandet lider ved en lav ydre Temperatur, vistnok vil kunne volde Vanskeligheder i Lande med et koldt Klima, navnlig hvis „slate-beds“ benyttes som For-Rensningsmiddel.

B. Omdannelse af Kloakvandet til et ikke for-raadneligt Produkt.

Idet det som tidligere nævnt i Praksis altid vil være under aerobe Forhold, at de i Kloakvandet indeholdte organi-

ske Stoffer gennem en Fermentvirksomhed omdannes til stabile Forbindelser, kan man, alt efter den Grad, hvori de naturlige Betingelser for en saadan Omdannelse søges understøttet ved kunstige Foranstaltninger, og den Maade, hvorpaa Betingelserne er til Stede eller fremskaffes, skelne mellem følgende Fremgangsmaader til Opnaaelse af det nævnte Formaal:

- a. Opspædning.
- b. Overrisling.
 - a.* Almindelig Overrisling.
 - β.* Eduardsfelde-Metoden.
 - γ.* Intermitterende Infiltration (Stuvningsfiltre).
- c. Kunstige biologiske Filtre.
 - a.* Kontaktfiltre (Staafiltre).
 - β.* Nedrislingsfiltre (kontinuerlige Filtre).

a. Opspædning (med renere Vand).

Idet Kloakvandet, naar det ikke er til Stede i saa smaa Mængder, at det ved at ledes ud paa Jorden optages i denne, i Følge Naturens Orden tilsidst maa havne i en naturlig Vandsamling, vil Opspædningen altid — om end i større eller mindre Grad — faa Lejlighed til at gøre sin Indflydelse gældende. Denne Indflydelse indskrænker sig ikke til gennem Kloakvandets Spredning at gøre de med eventuel stinkende Forraadnelse følgende Ulemper mindre intensive, men beror langt mere derpaa, at der i iltholdigt Vand bydes Kloakvandet Betingelser for en aerob Sønderdeling af de medførte organiske Stoffer. I hvor høj en Grad disse Betingelser er til Stede afhænger af Vandsamlingens oprindelige Renhedstilstand og af den Hurtighed, hvormed den er i Stand til fra Luften at optage Ilt.

De naturlige Vandsamlinger er og kan ikke være absolut rene, men under mere primitive Forhold vil de naturlige Processer i Vandet være tilstrækkelige til at holde dem i en saadan Renhedstilstand, at Ulemper ikke opstaar. „Der kræ-

ves et vist Forhold mellem Mængden af de Affaldsstoffer, som saavel det vegetative som det dyriske Liv og Arbejde producerer, og det Areal, den Masse af Jordbund og af Vand paa og i Jorden, som efter naturlige Love maa modtage dette Afløb“, og „dette Forhold taaler ikke i længere Tid at blive forrykket nedad, uden at Ulempe og Skade straks melder sig“¹⁾.

Ledes urenset Kloakvand ud i en Vandsamling, vil rent mekaniske Kræfter indvirke paa de opslemmede Stoffer, idet disse i stillestaaende Vand underkastes en Bundfældningsproces, i rindende derimod sammen med de opløste Stoffer mere eller mindre effektivt føres med af Strømmen og spredes over en større Vandmasse. Kemiske og biologiske Kræfter vil derefter indvirke paa saavel de opslemmede som de opløste organiske Stoffer og forsøge at forvandle dem til uorganiske Endeprodukter. Dette kan dog kun ske med fornøden Hurtighed, saafremt Vandets Indhold af atmosfærisk Luft — eller rettere Ilt — ikke i Forvejen er sænket eller netop ved de nysnævnte Virksomheder sænkes under en vis Grænse. Recipientens Iltindhold bliver paa denne Maade saavel en Betingelse som et Maal for, at de bakteriologiske Processer forløber paa en saadan Maade, at de til den stinkende Forraadnelse knyttede Ulemper ikke opstaar. Normalt rent Overfladevand har som Regel et Iltindhold af ca. 8 cm³ pr. l (11,4 mg/l). Tilledning af Kloakvand bevirker en Sænkning af Iltindholdet, indtil der er Ligevægt mellem Iltforbruget paa den ene Side og Absorptionen paa den anden Side. Iltforbrugets Størrelse afhænger alene af Mængden og Beskaffenheden af de tilførte organiske Stoffer, Absorptionsintensiteten derimod ikke alene af, hvor meget det relative Iltindhold sænkes, men ogsaa af Vandets Bevægelsestilstand og lignende Forhold. Hvor stærkt Iltindholdet kan reduceres, uden at der opstaar Ulemper, er der

¹⁾ Citater efter Prof. H. A. Nielsens Artikel om „By-Afløbs Urensning af Vandløbene og sammes Paavisning“ i nærv. Tidsskrift 1911, Side 59.

forskellige Meninger om. Ihvorvel det for ufortyndet Kloakvand kan gælde, at stinkende Forraadnelse først opstaar, naar al fri (og til Nitrater og Nitriter bunden) Ilt er forbrugt, saa gælder det samme næppe for Recipientens Vandindhold, alene af den Grund, at fuldstændig Blanding vanskelig eller umulig kan opnaas. En til Behandling af Kloakudløbsforholdene i New Yorks Havn nedsat Kommission udtaler sig f. Eks. saaledes: „Undtagen i umiddelbar Nærhed af Havneværkerne og Kloakudløbene maa Indholdet af absorberet Ilt ikke synke under $3,0 \text{ cm}^3$ pr. l. (Med 60 pCt. Havvand og 40 pCt. ferskt Vand og ved en højeste Sommertemperatur paa 80° F ($= \text{ca. } 27^\circ \text{ C}$) svarer $3,0 \text{ cm}^3/\text{l}$ til et relativt Iltindhold paa 58 pCt. af Mætningsmængden.) I Nærheden af Havnæværkerne bør der stedse være tilstrækkelig Ilt til at forhindre ilde Lugt“. Medens nogle saaledes kræver et ret stort Iltindhold (50—75 pCt. af Mætningsmængden) som den lavest tilladelige Grænse, gaar andres Erfaringer ud paa, at nogle faa Procent af Mætningsmængden er tilstrækkelig, eller at den Iltmængde, som er nødvendig for at Fisk skal kunne trives i vedkommende Vandløb (som Regel ikke under 1 cm^3 pr. l), ogsaa er tilstrækkelig til at sikre, at Forraadnelsen foregaar under aerobe Forhold.

Den i det foregaaende beskrevne saakaldte „Selvrensning“ i de naturlige Vandsamlinger foregaar saavel i Aaer og Floder som i Søer og i Havet, med de Forskelle, som betinges af Bevægelsestilstandenes Uensartethed og Havvandets Saltholdighed. I det følgende skelnes ved den videre Omtale af Opspædningen mellem de 3 nævnte Hovedformer, hvorunder Recipienten kan være til Stede.

Udledes Kloakvandet i en Flod — altsaa i rindende Vand —, vil de medførte Stoffer spredes af Strømmen, og alt som der tilledes Kloakvand, mødes dette stadig af tilstrømmende rent Vand. Begge disse Forhold bevirker, at Kloakvandet forholdsvis let opblandes i Recipientens Vand, saa at de heri bundne biologiske og kemiske Kræfter

udnyttes paa den mest effektive Maade, hvortil saa kommer, at Iltabsorbtionen forstærkes ved Vandets Bevægelse. Af disse Grunde knyttes Begrebet Selvrensning oftest til det rindende Vand, der — forsaavidt Sammenligning er mulig — vil forstaas at give gunstigere Udløbsforhold end mere stillestaaende Vand. At en Sammenligning er vanskelig, ses straks, naar man kommer ind paa Spørgsmaalet om Opspædningens Størrelse, som kan udregnes for en Flod, men vanskelig kan gives nogen Mening for en Vand-samling, der ikke er i Besiddelse af nogen bestemt Vand-føring. Hvor stor en Opspædning der kræves, for at Kloakvand skal kunne ledes direkte i en Flod, vil paa den ene Side afhænge af Recipientens særlige Forhold og Kloakvandets Beskaffenhed og paa den anden Side af de Fordringer, som stilles til Recipientens Renhedstilstand. De Værdier, som opgives for Opspædningens nødvendige Størrelse, er derfor ogsaa meget forskellige. Almindeligt Husspildevand opgives (Handbuch der Hygiene. Bd. II, 1911, Side 202) at miste Evnen til at gaa i Forraadnelse, naar det opspædes med 30 Gange sit eget Rumfang rent Vand. Da de naturlige Vandløb imidlertid altid i Forvejen er noget forurenede, vil der for Kloakvandets direkte Udledning mindst kræves 50—60 Gange Opspædning, hvorved Kloakvandet endda forud maa være underkastet en mekanisk Rensning, saaledes at en væsentlig Del af de opslemmede Stoffer er bortfjernede; at de opslemmede organiske Stoffer sønderdeles langt vanskeligere eller langsommere end de opløste, ligger i Sagens Natur. Tilledes Kloakvandet aldeles uden Forbehandling, maa Opspædningen som Regel mindst være 100—200. Disse Værdier er taget fra „Handbuch der Hygiene“. Englænderne synes at stille betydelig strængere Fordringer. I sin for kort Tid siden udgivne 8. (næstsidste) Rapport, omtaler „Royal Commission“ de her omhandlede Forhold. Efter først at have opstillet følgende „Standard“ for rensset Kloakvand: højst 30 Dele opslemmede Stoffer pr. 1,000,000

Dele Vand (30 mg/l) og — med disse opslemmede Stoffer — et Forbrug af opløst Ilt paa højst 20 Dele pr. 1,000,000 Dele i Løbet af 5 Dage og ved en Temperatur af 65° F ($18,3^{\circ}$ C), foreslaas denne Norm krævet opfyldt ved Opspædninger under 150, medens der ved stærkere Opspædninger stilles følgende Fordringer til Kloakudløbsvandet:

Opspædning 150—300: højst 60 Dele opslemmede Stoffer pr.

1,000,000 Dele Vand (kem. Fældn.),

Opspædning 300—500: højst 150 Dele opslemmede Stoffer pr.

1,000,000 Dele Vand (Bundfældn. eller Septik-Tank),

Opspædning > 500 : ingen særlige Fordringer (Riste, Gruskamre).

Det vil ses, at disse Betingelser er væsentlig strængere end de førstnævnte tyske tilsvarende; jævnfør endvidere hvad der anførtes ved Omtalen af Emscher Brønden, ved hvis Anvendelse der skulde foreligge Erfaringer for, at Afløbet efter en vidtdreven Fjernelse af de opslemmede Stoffer ikke gik i Forraadnelse, naar det opspædt med sit eget Rumfang rent Vand opbevaredes i Flaske. Som et bestemt Eksempel paa, hvor ringe en Opspædning, der undertiden skal kunne være tilstrækkelig, skal fremhæves det ene af de 2 Tilfælde, hvor der i Emscheromraadet er benyttet Filterbehandling af Afløbet. Recipienten bestod her af en lille Bæk med en Vandføring paa 15—20 l/Sek. Rensningsanlægget var fra først af baseret paa en Vandmængde af 300 m³/Døgn med et Maksimum af 25 m³/Time = 7 l/Sek. — gennemsnitlig 3,5 l/Sek. —, men Vandmængden steg i Løbet af 3 Aar fra 200 à 250 m³ til 650 m³/Døgn med et Maksimum af 17 l/Sek. og et Minimum af 5 l/Sek. I det første Driftsaar viste der sig, til Trods for at Recipientens Vandføring kun var 2 à 3 Gange Maksimalkloakvandmængden, og til Trods for at Kloakvandet kun var blevet befriet for de opslemmede Stoffer ved Passage gennem Emscher-Brønden, ikke Ulemper af nogen Art i Bækken, men da Kloaktilløbet derefter tiltog i Mængde og — til Dels paa Grund af Mangler ved Kloakanlægget — ankom til

Rensningsanlægget i forraadnet Tilstand, opstod der Lugtulemper, som kunde spores flere Hundrede Meter nedenfor Anlægget. Da disse Forhold navnlig paa Grund af Aavandets Anvendelse til Kreatur- og Engvanding m. m. ikke kunde taales, og da det viste sig at ville blive dyrere at tilføre Vandværksvand til de paagældende Lodsejere fremfor at bygge et biologisk Filteranlæg, kom dette til Udførelse. Det havde forøvrigt været projekteret fra første Færd, men Udførelsen — som nødvendiggjorde Pumpning af Vandet — var bleven udskudt, indtil det virkelig viste sig nødvendig.

Om de Livsbetingelser, der i Flodvandet bydes de patogene Bakterier, er der tidligere talt. Den Desinficering, som under visse Omstændigheder kan være ønskelig for at udelukke Smittefare, skal senere gøres til Genstand for en noget nærmere Omtale. Her skal imidlertid bemærkes, at det efter Forsøg i Philadelphia synes godtgjort, at Desinficering med Chlor kan svække Afløbsvandets Evne til at gaa i Forraadnelse, naar det opspædes med rent Vand; man fandt nemlig, at Fjernelsen af alle opslemmede Stoffer over 1 mm i Diameter og Desinficering med 6 g virksomt Chlor (fra Chlorkalk) pr. m³ ved Opspædning — i Floden — til det 5-dobbelte Rumfang, bevirkede, at der ingen tilsyneladende Forurening af Flodvandet var at spore, samt at dettes Iltindhold ikke sank under 50 pCt. af det normale Indhold; uden Desinficering naaedes et tilsvarende Resultat først ved 6 Gange saa stor Opspædning.

Selv om direkte Udledning af Kloakvandet i en Flod (uden dyberegaaende Forudbehandling) — altsaa Udnyttelsen af Flodvandets Betingelser for Tilvejebringelsen af en aerob Forraadningsproces — under visse Omstændigheder næppe kan siges at være helt uden Fare, saa anvendes den dog af økonomiske Grunde i udstrakt Grad for de Byers Vedkommende, som er beliggende ved stærkt vandførende Floder. Som Eksempler kan nævnes: Dresden, Magdeburg og Hamburg-Altona, alle ved Elben; sidstnævnte By udleder Kloak-

vandet fra 900,000 Mennesker blot efter en Behandling i Gruskamre og Ristværker med 15 mm Aabning mellem Stængerne, uden at dog Elbvandets Iltindhold synker under 40 pCt. af Mætningsmængden. Endvidere kan nævnes: Wiesbaden og Köln ved Rhinen og Rotterdam ved Maas. For Londons Vedkommende er Floden bleven for lille; London leder nu kun afklaret (med Kemikalier behandlet) Vand til Themsen og opnaar derved, at Flodvandet holder sig iltet med indtil 30 pCt. af Mætningsmængden.

Ved Udledning af Kloakvandet i en Sø gaar man Glip af de foran fremhævede betydningsfulde Egenskaber ved det rindende Vand. De opslemmede Stoffer vil til Dels bundfældes og derefter vanskeligere kunne drage Nytte af den af Søvandet absorberede Ilt, saa at der lettere opstaar anaerobe Forraadelsesprocesser. Er man henvist til at benytte en Sø som Recipient, vil det derfor i Reglen være af største Vigtighed at fjerne de opslemmede Stoffer i videst mulig Udstrækning. Ogsaa de opløste Stoffer opblandes vanskeligt med Søens Vand, idet selve Kloakvandet meget ofte — alene f. Eks. paa Grund af Temperaturforholdene — har Tilbøjelighed til at holde sig samlet; herom haves f. Eks. Erfaringer fra de store kanadiske Søer. Selv om Søen har Tilløb af naturligt Overfladevand i relativt betydelig Grad, faar Opspædningsgraden, der i dette Tilfælde kan udregnes paa samme Maade som ved rindende Vand, ikke saa stor Betydning som ved dette. Til Gengæld maa det være muligt at drage Nytte af den Iltabsorptionsevne, Vandmassen paa Grund af sin store Overflade er i Besiddelse af, men en Forudsætning for denne Evnes Udnyttelse er selvfølgelig Kloakvandets Opblanding med Søens Vand. Kunstige Foranstaltninger til Opnaaelse heraf, skulde synes i nogen Grad gennemførlige. Kendte man Lovene for Vandets Absorption, maatte det blive et Regnestykke ud fra en tilladelig Reduktion af Iltholdigheden at bestemme Størrelsen af den Vandoverflade, som (Blanding forudsat) ved en vis Vanddybde (Vandmængde i Søen) var i

Stand til fra Luften at optage og videre afgive den fornødne Iltmængde til Mineralisering af det i en given Kloakvandmængde tilstedeværende Indhold af organiske Stoffer.

Hvad endelig Kloakvandets Udledning i Havet angaar, kan først bemærkes, at Havvandet paa Grund af Saltholdigheden kun formaar at opløse ca. $\frac{4}{5}$ af den Iltmængde, som ferskt Vand kan absorbere, et Forhold, som dog skal mere end opvejes ved, at Absorbtionen foregaar hurtigere for Havvandets Vedkommende (paa Grund af, hvad en Eksperimentator har kaldt dets større „streaming effect“). Iøvrigt er der ikke nogen væsentlig Forskel paa selve Rensningsprocessen. Forskellighederne skyldes dels den kemiske Natur af Havvandets Bestanddele, forsaavidt de griber ind i Reaktionen, dels Karakteren af de efter Havvandet afpassede Mikroorganismer.

Ved Udledning i Havet kan der slet ikke (med mindre Udledningen sker umiddelbart ved en Flods Udmunding) være Tale om nogen „Opspædningsgrad“, og det afhænger af Omstændighederne, om Forholdene iøvrigt nærmest kan sammenlignes med Udledning i en Flod eller Udledning i en Sø. Det første vil være Tilfældet, saafremt Kloakudløbet befinder sig paa et Sted, hvor Strømninger gør sig gældende og bortfører og spreder saavel opslemmede som opløste Stoffer, det sidste, saafremt Udløbet foregaar til mere grundet og stillestaaende Vand. Det første er som bekendt Tilfældet for Københavns Vedkommende, idet Kloakvandet uden anden forudgaaende Rensning end den, der nødvendig-gøres af Hensyn til Pumpningen (Ristværk) udledes under særdeles gunstige Betingelser i Kongedybet. Som Eksempel paa en By, der er mindre gunstig stillet, kan nævnes New York, hvor Udløbsforholdene i Havnen nylig har været gjort til Genstand for en indgaaende Undersøgelse af en nedsat Kommission (jvf. hvad der foran er sagt om Iltholdighedens Reduktion). Foruden til de mere iøjnefaldende Ulemper har der i New York været at tage Hensyn til den i Havnen fore-

gaaende Badning og Fangst af Østers, hvilket sidste Hensyn spiller en Rolle for flere Søstæder, idet Nydelsen af Østers fra inficeret Vand er forbunden med Fare. I New York har man foretrukket at give Afkald paa Østersfangsten for til Gengæld at kunne nøjes med en mindre vidtgaaende Rensning af Vandet.

b. Overrisling.

Det er tidligere omtalt, hvorledes man, efter at Udviklingen havde medført, at de naturlige Vandsamlinger ikke længere var i Stand til uden Ulemper at omdanne de dertil søgende Kloakvandmængder, omsider — efter nogle forgæves Forsøg paa Desinficering o.l. — naaede til ligesom at tage Jordbunden med de deri virkende Kræfter til Hjælp ved Rensningsarbejdet, og at man en Tid lang nærede store Forhaabninger om herved samtidig at kunne udnytte Kloakvandets Gødningsværdi og derved opnaa betydelige økonomiske Fordele, Forhaabninger, man imidlertid efterhaanden blev revet ud af, idet man lærte at bøje sig for den Kendsgerning, at Værdien af et Stof afhænger af, under hvilke Forhold det findes, og hvilke Omkostninger, der er forbundne med dets Uddragelse og Omdannelse til en nyttig Tilstandsform¹⁾. Ved alle bestaaende Anlæg, som grunder sig paa Jordbundens Evne til at omdanne og uskadeliggøre Kloakvandet er det da ogsaa saaledes, at der tilføres langt mere Kloakvand end den paa Arealerne tilstedeværende Bevoksning er i Stand til at nyttiggøre. Der tænkes herved navnlig paa de gammeldags almindelige Overrislingsanlæg; en Undtagelse danner nemlig de efter den saakaldte Eduardsfelde-Metode drevne Anlæg, medens man paa den anden Side ved intermitterende Infiltration som Regel slet ikke forsøger at nyttiggøre Gødnings-

¹⁾ Et Eksempel, som slaaende illustrerer dette Forhold, haves i det Svar, enhver vil give paa Spørgsmaalet om, hvorvidt en Blanding af en Flaske Vin og en Tønde Vand har samme Værdi som Vinen alene.

værdien (ved de kunstige biologiske Filtre er Tanken derom forlængst fuldstændig opgivet). Idet de nysnævnte 3 Metoder betegner forskellige Udviklingstrin, skal de i det efterfølgende gøres til Genstand for en noget nærmere Omtale hver for sig.

a. Almindelig Overrisling. For at anskueliggøre det nys omtalte Spørgsmaal om, i hvilken Grad Kloakvandets Gødningsværdi ved denne Fremgangsmaade udnyttes af Plantevæksten, anføres, at denne, selv under de gunstigste Betingelser, pr. ha kun formaar at optage Kvælstofmængden i Kloakvandet fra 60—80 Personer, Fosforsyreindholdet fra ca. 100 og Kaliindholdet fra ca. 200, men i Praksis belastes 1 ha sjældent med mindre end Vandmængden fra 400—600 Personer. Forholdet oplyses ogsaa paa den af Grandke („Die Rieselfelder von Berlin“, 1892) angivne Maade, naar han gaar ud fra, at en aarlig Vandhøjde paa 0,17—0,23 m vilde være tilstrækkelig til Gødningsstofferne Udnyttelse gennem Afgrøden, og derefter anfører, at Vandhøjden i Virkeligheden andrager:

ved Berlin	1,4 m
— Breslau	2,4 -
— Danzig	2,3 -
— Paris	5,0 -

hvilket for Berlin skulde betyde et Tab af 86 pCt., for Paris endog et Tab af 96 pCt. af den tilførte Kvælstofmængde. Disse Tal gør det paa tydelig Maade af med den uklare Forestilling, at Hensynet til Rensningen og Hensynet til Nyttiggørelsen af Gødningsværdien dækker hinanden; de vil som Regel i desto mindre Grad gøre dette, jo dyrere Grundpriserne er. Det Udbytte, Afgrøden maatte være i Stand til at give, maa med andre Ord betragtes som et Biprodukt. Beregningerne over, hvad man paa Grundlag af en „teoretisk“ Gødningsværdi skulde kunne faa ud af Kloakvandet, har da ogsaa — af de foran omtalte Grunde — vist sig ganske illu-

soriske. Ved „teoretisk“ Gødningsværdi forstaas en Værdi bestemt paa Grundlag af Markedsprisen for rent Kvælstof i Salpeter, for Fosforsyre i Fosfater og for Kali i Kalisalte. Paa den Maade har Vogel saaledes beregnet, at der pr. Individ pr. Døgn med Fækalierne skulde udskilles for 1,29 Pf. Kvælstof, for 0,1 Pf. Fosforsyre og for 0,02 Pf. Kali, altsaa en samlet Værdi af 1,41 Pf. pr. Døgn eller 5,15 Mk. pr. Aar. I Overensstemmelse hermed regnes Kloakvandets „teoretiske“ Gødningsværdi at andrage 4 à 5 Mk. pr. Individ pr. Aar, og for 100,000 Indbyggere skulde altsaa kunne regnes en Indtægt ved Kloakvandets Nyttiggørelse af henvend $\frac{1}{2}$ Million Mk., men noget saadant opnaas i Praksis langt fra, selv om man fuldstændig ser bort fra Anlægsudgifter og Udgifter ved Kloakvandets Transport, og kun sammenstiller Driftsindtægterne med de landøkonomiske Driftsudgifter. Til den ovennævnte Hovedaarsag til dette Forhold kommer som en Biaarsag den Omstændighed, at Gødningsstofferne er til Stede i en Tilstand, hvori de mindre let optages af Planterne; i hvert Fald gælder dette for de opslemmede Stoffers Vedkommende paa Grund af Fedtindholdet. Endelig formindskes ogsaa selve den teoretiske Gødningsværdi, naar man for at kunne behandle en større Vandmængde pr. Arealenhed tilbageholder de opslemmede Stoffer i Bundfældningskamre eller lignende (hvor man da ogsaa bør have sin Opmærksomhed henvendt paa Fedtstoffernes Tilbageholdelse). En saadan Bortfjernelse af de opslemmede Stoffer anvendes i større og større Udstrækning, idet man f. Eks. paa denne Maade kan undgaa Udvidelser, som ellers maatte nødvendiggøres af Hensyn til Vandmængdens Forøgelse. Tatton angiver saaledes, at naar man ved de gunstigste Jordbundsforhold uden Forbehandling paa 1 ha kan rense Afløbet fra 250 Personer, saa kan man efter forudgaaende kemisk Fældning paa samme Areal behandle Afløbet fra 1250 Personer og efter en kunstig biologisk Rensning Afløbet fra 2500 Personer. For Lerjord sætter han de tilsvarende Tal til 125, 250 og 750. For Berlin.

hvor Vandet ikke forudbehandles, haves (1906): Berlin Falkenberg 240, Berlin Sputendorf 335 Indiv./ha, medens Charlottenburg, hvor Vandet forud gøres til Genstand for Bundfældning (1907), har 790 Indiv./ha.

At Overrislingsmetodens Ydeevne forøges ved de opslemmede Stoffers Tilbageholdelse, ligger simpelthen i, at Vandportionerne da hurtigere synker i Jorden, saaledes at der i samme Tidsrum kan tilledes flere Portioner. Der er altsaa ikke Tale om, at Medtagelsen af de opslemmede Stoffer i Tidens Løb gør Jordbunden væsentlig mindre gennemtrængelig for Vand og derved tilsidst ubrugelig; den Behandling, Overfladen gøres til Genstand for, udelukker noget saadant. Ikke engang de saakaldte „humøse“ Stoffer, d. v. s. de Stoffer, som bliver tilbage efter de organiske Stoffers Sønderdeling, formaar — paa Grund af den i Sammenligning med Forholdene ved de i det efterfølgende omhandlede Metoder forholdsvis ringe Belastning pr. Arealenhed — at gøre nogen Skade.

Med Hensyn til Spørgsmaalet om den almindelige Overrislingsmetodes Fremtidsudsigter maa bemærkes, at Fremkomsten af de nyere kunstige biologiske Rensningsanlæg, hvorved det fornødne Grundareal kan indskrænkes meget betydelig, har bevirket, at man er bleven mere frit stillet i Valget af Rensningsmidler, og det vil derfor kun være under ganske specielle lokale Forhold, at Overrisling nutildags kan frembyde en hensigtsmæssig og økonomisk fordelagtig Løsning; som Overrisling tidligere anvendtes f. Eks. i England var det „a rule-of-thumb-system“, der nu ofte maa vige Pladsen for de Fremgangsmaader, som er i Stand til at kunne afpasses efter Kloakvandets Karakter og gør det muligt at skabe de bedst mulige Betingelser for Rensningen paa det med Hensyn til Beliggenhed bedst egnede Areal. „Royal Commission“ af 1898, hvis Nedsættelse i hvert Fald delvis skyldtes de Vanskeligheder, som mange Steder viste sig ved Gennemførelsen af den Overrisling, som tidligere altid for-

langtes af „Local Government Board“, siger i sin 5. Beretning (1908): „Vi er overbevist om, at det er muligt og gennemførligt at rense By afløb til en hvilken som helst Grad, der maatte fordres, enten ved Landbehandling eller ved kunstige Filtre, og at der ikke er nogen Væsensforskel mellem de to Fremgangsmaader, idet Rensningen i begge Tilfælde, forsaavidt den ikke er mekanisk, hovedsagelig skyldes Mikroorganismer.“ — — — „Valget af en Fremgangsmaade til Kloakvandets Uskadeliggørelse bør i første Række afhænge af stedgivne Betingelser.“ — — — „Saafremt et tilstrækkeligt Areal af egned Jord, hvortil Kloakvandet kan gravitere, kan købes for omtrent £ 100 pr. acre (= 0,4 ha), vil Landbehandling sædvanligvis være den billigste Metode.“ Et Hensyn, som ikke maa forglemmes, er Hensynet til Omkostningerne ved Vandets Transport, der bl. a. ogsaa forøges med Arealets Afstand fra Byen.

Selv om man imidlertid saaledes mere og mere er kommen bort fra at betragte Overrisling som en i de fleste Tilfælde økonomisk hensigtsmæssig Fremgangsmaade, er det dog stadig en almindelig raadende Anskuelse, at Landbehandling er den bedste og sikreste Rensningsmetode, og dette er ogsaa forsaavidt rigtigt, som man med gunstige Jordbundsforhold og sagkyndig ledet Drift i bakteriologisk (og kemisk) Henseende kan faa et Afløb, som er bedre end det fra kunstige Filtre, men er de nævnte Forhold ikke til Stede, kan Forholdet meget let vendes om. Saafremt Tilføls vandet saaledes i længere Tid stuver sig op paa Arealet, vil Afløbs vandet, saasnart den i Jordlagene indeholdte Ilt er forbrugt, løbe bort i en Tilstand, hvori stinkende Forraadnelse ikke er udelukket, og saafremt Forholdene er saadanne — hvad der ved flere Anlæg ikke er nogen stor Sjældenhed — at en Del af Tilføls vandet maa ledes overfladisk bort, er det en Selvfølge, at man kun kan komme til meget daarlige Resultater. Disse Skavanker, som hæfter ved en kritikløs Anvendelse af Overrislingen, ude-

lukker dog ikke, at Metoden i bakteriologisk Henseende virkelig maa sættes som Nr. 1, idet saa godt som alle Bakterier tilbageholdes, naar Vandet virkelig passerer gennem et Jordlag. Der er saaledes konstateret en Reduktion i Kimantallet i Freiburgs Kloakvand fra 790,600 til 6700 pr. cm^3 eller 99,2 pCt., og i Berlin er endogsaa fundet en Formindskelse fra $12\frac{3}{4}$ Mill. til 3570 eller 99,9 pCt. Ikke desto mindre beholder Afløbet dog Karakteren af Kloakvand, idet Kolibakterier f. Eks. stedse er fundet i ikke helt ringe Tal, og Muligheden for, at ogsaa Sygdomsbakterier, f. Eks. Tyfusbaciller, kan passere Jordlagene, er saaledes ikke helt udelukket, om end Sandsynligheden derfor er i allerhøjeste Grad svækket. — Endnu bemærkes, at man intet Sted har kunnet paavise Fare for Sundheden ved selve Driften af Overrislingsarealerne.

Med Hensyn til Overrislingsmetodens praktiske Gennemførelse skal denne kun kortelig omtales, idet det efter det foran meddelte vil forstaas, at Metoden under vore hjemlige Forhold kun i ganske specielle Tilfælde kan tænkes praktiseret; sanitære Hensyn vil i hvert Fald herved meget sjældent gøre sig gældende, eftersom Vandforsyningen intel Steds baseres paa de overfladiske Vandsamlinger.

De forskellige Fremgangsmaader adskiller sig fra hverandre ved den Maade, hvorpaa Vandet udledes paa Jorden og igen afledes fra denne. Man kan paa denne Maade sonde mellem følgende Metoder:

1. Ved Opstuvningsmetoden — som dog sjældent anvendes for Kloakvand, men mere til Vanding i varme Lande — inddæmmes Arealer paa en Størrelse af 2 à 10 ha; Vandet indledes og opstuves til en Højde af 25—50 cm og bortledes efter nogen Tids Forløb for den Dels Vedkommende, som ikke er sunket i Jorden, ad overfladisk Vej til andre lavere liggende Arealer og tilsidst til Recipienten.

2. Overrisling med overfladisk Til- og Afløb („broad irrigation“). Vandet bringes ved denne Metode til i

et tyndt Lag at risle hen over Jorden fra en Tilløbsgrøft (Rislerende) og vinkelret paa denne til en dermed parallel Fanggrøft, der modtager Vandet for eventuelt at tjene som Fordelingsgrøft for et lavere liggende Areal. Alt efter den Maade, hvorpaa Terrainet tildannes, skelner man mellem Hældanlæg (Halvtagsbede) og Ryganlæg (Heltagsbede), der adskiller sig fra hinanden ved, at Vandet fra Rislerenderne i første Tilfælde ledes bort til een Side, i andet Tilfælde til begge Sider; det tilsvarende Forhold gør sig gældende ved Fangrenderne. Ryganlæg egner sig for svagt skraanende Terrain. Metoden er særlig paa sin Plads paa lavt liggende Arealer, som ikke tillader Dræning. Den anvendes meget almindelig i England; i Tyskland og Frankrig benyttes mere:

3. Infiltrationsmetoden („Beetbau“, „landfiltration“), hvor Afløbet foregaar gennem underjordiske Dræneledninger (medmindre Jorden er saa gennemtrængelig, at disse er unødvendige), medens Tilledningen sker gennem smaa parallelle Grøfter paa en saadan Maade, at Vandet fra Siden og under den dyrkede Overflade trænger ind i de 1 à 2 m brede Bede for ved Passage gennem Jorden at finde Vej til Drænene. Kun ved Dræning vil man som Regel kunne sikre sig, at Vandet passerer Jordlagene tilstrækkelig hurtig og uden at skaffe sig Udløb paa urette Sted, samt at der sikres den fornødne Tilgang af atmosfærisk Luft til Jorden.

Størrelsen af det Areal, som kræves til Overrisling efter en af de nysnævnte Metoder, afhænger af, i hvor høj Grad de opslemmede Stoffer — navnlig ogsaa Fedtet — er bortfjernet, af den Maade, hvorpaa Arealerne i landøkonomisk Henseende udnyttes, samt af Jordbundens Beskaffenhed; Tørvejord og Lerjord er saaledes næsten ubrugelige. Hvilken af de forannævnte Metoder, der bør anvendes, afhænger ogsaa tildels af disse Forhold. Paa den fornødne Størrelse af Arealerne er der iøvrigt i det foregaaende givet Eksempler. Godt egnet Jordbund kan siges at være en saadan, som efter

en effektiv Bortfjernelse af opslemmede Stoffer og Fedt til-lader, at der pr. ha behandles Afløbet fra ca. 1000 Personer.

Hvad Driftsmaaden angaar, da afhænger denne af saa mange Forhold, at almindelige Regler ikke kan gives. Opmærksomheden skal blot henledes paa (der tænkes her-ved navnlig paa Metode Nr. 3), at det er Regenerationen af Jordbunden under den iltholdige atmosfæriske Lufts Ind-trængen, som kræver den længste Tid og sætter en Grænse for, hvor stærkt Arealerne belastes. Selve Rensningen — d. v. s. Uddragningen af Smudsstofferne af Vandet — foregaar forholdsvis hurtigt (jvf. Omtalen af Virksomheden i kunstige biologiske Filtre).

β. Eduardsfelde-Metoden. I Aaret 1897 udførte A. Wulsch i Eduardsfelde ved Posen et Anlæg, hvor der overhovedet ikke foretoges nogen som helst Tildannelse af Arealet, men blot et underjordisk Rørledningsanlæg til Til-førsel under Tryk af Kloakvandet, som iøvrigt udbragtes paa Arealet ved Sprøjtning fra Opstandere ved Hjælp af be-vægelige Ledninger og Slinger. Der kræves her ikke nogen Tildannelse af Arealet eller Anlæg af Drænledninger, lige-som ogsaa Jordbundens Beskaffenhed er ligegyldig. Anlægs-omkostningerne bliver paa denne Maade smaa, medens For-pagtningsafgiften skal være 2 à 3 Gange saa stor som ved al-mindelig Overrisling (formentlig bedømt ud fra Vandmæng-den). Tykkelsen af det Vandlag, som tilføres pr. Aar, andra-ger kun 4—6 cm, saaledes at der virkelig bliver Mulighed for en effektiv Udnyttelse af de i Kloakvandet indeholdte Gødningsstoffer. Kvælstoffet i friske vandopspædte Fæka-lier skal efter Forsøg af Gerlach have en Virkning sva-rende til 70—90 pCt. af Salpeterkvælstoffets. Kali og Fosfor-syre tilføres i Eduardsfelde som Kunstgødning. Andre An-læg af den her beskrevne Art er udført i Magdeburg, Bres-lau og vistnok enkelte andre Byer.

γ. Intermitterende Infiltration (Stuvningsfil-tre). Denne Metode kendetegnes derved, at man ved dens

Anvendelse i de fleste Tilfælde ser ganske bort fra en Udnyttelse af Kloakvandets Gødningsværdi, samt derved, at den kun anvendes paa dertil særlig egnet Jord. Man kom ind paa Metoden (Frankland, 1870), da man kom bort fra Forestillingen om, at Plantevækstens Tilstedeværelse var nødvendig for Rensningen eller rettere for Omdannelsen af de i Jordbunden tilbageholdte Stoffer. Fra den almindelige Overrislingsmetode med underjordisk Vandafledning adskiller Metoden sig iøvrigt nærmest kun derved, at Vandet ved en kraftig Opstuvning paa Arealet (10—30 cm) fordeles ensformigt over dette. Metoden er navnlig kommen til Anvendelse i Massachusetts (i 90-erne i forrige Aarhundrede) efter de af de derværende Sundhedsmyndigheder foretagne meget indgaaende Forsøg, der ikke alene har været af Betydning for Metodens Anvendelse i Massachusetts, hvis Jordbund er særlig egnet dertil, men ogsaa har været banebrydende for den kunstige biologiske Rensning. I andre Lande har Metoden ikke vundet nogen større Udbredelse, hvad der formentlig foruden de paakrævede naturgivne Betingelser ogsaa — og maaske i højere Grad — skyldes Fremkomsten af de kunstige Filtre. I Tyskland er der dog for ganske nylig udført et saadant Anlæg som Led i en meget kostbar Kloakering for Landkommunerne Stellingen—Langenfelde, Lokstedt, Eidelstedt og Niendorf i umiddelbar Nærhed af Hamburg. Tidligere fandtes i Tyskland Anlæg af samme Art i følgende 5 Byer: Fürstenwalde, Hohenschönhausen, Luckenwalde, Rybnik og Waldkirch i Bayern. Metoden har saaledes næppe helt tabt sin Betydning.

Den Jordbund, som bedst egner sig for Stuvningsfiltre, er gennemtrængelig naturlig lejret rent Sand og Grus (efter Bortfjernelse af Muldjorden). Forsøgene i Massachusetts viste, at en Jordart, hvoraf 10 pCt. var Korn med en Størrelse paa 0,25—0,50 mm („effective size“), og hvoraf Resten var Korn med en Gennemsnitsstørrelse af ikke over 2 à 3 mm, gav de bedste Resultater. Forholdet mellem sidstnævnte og

førstnævnte Kornstørrelse („uniformity coefficient“) fandtes iøvrigt helst at burde ligge mellem 2 og 5. Vandkapaciteten, d. v. s. den Vandmængde, der bliver tilbage i det tømte Filter, efter at dette har været fyldt med Vand, androg for de nævnte gode Jordarter 16—18 pCt. Luftkapaciteten er lig Porevoluminet $\div$ Vandkapaciteten. Er Porevolumen og Vandkapacitet omtrent ens, egner vedkommende Jordart sig ikke for Stuvningsfiltre, fordi Luften ikke kan faa tilstrækkelig Adgang; dette vil være Tilfældet ved meget fint Materiale. Paa den anden Side vil meget groft Materiale lade Vandet passere for hurtigt og gøre en ensformig Fordeling vanskelig.

Metodens Betydning maa som det vil forstaas søges i, at dens Anvendelse kræver mindre Areal end almindelig Overrisling. Den fornødne Størrelse afhænger af Jordbundens Beskaffenhed, Kloakvandets Art og den Forudbehandling, det maatte blive gjort til Genstand for. Raat Kloakvand kan, forsaavidt det ikke er stærkt koncentreret, og forsaavidt Jordbunden er særlig god, benyttes direkte, som Tilfældet er ved de fleste Anlæg i Massachusetts, men i jo mindre Grad disse Forudsætninger er til Stede, desto vigtigere bliver det at tilbageholde de opslemmede Stoffer, navnlig ogsaa Fedtet. Ved de amerikanske Anlæg opnaaedes ved en Belastning af 200—300 m³/ha/Døgn i Aarsgennemsnit et fuldstændigt klart Afløb, og ved 1000—1100 m³ var det endnu tilfredsstillende. For normalt forudbehandlet Kloakvand skal man kunne regne 250—500 m³/ha/Døgn, eller ca. 10 Gange saa meget som ved almindelig Overrisling.

Med Hensyn til Metodens praktiske Udførelse bemærkes, at Filtrene som Regel inddeles i Bede, helst ikke større end 0,4 ha. Overfladen gøres vandret og tildannes paa en saadan Maade, at Vandet hurtigt kan fordele sig derover i en Lagtykkelse paa 10—30 cm fra Tilledningsgrøfter, der som Regel findes i de Dæmninger, som adskiller de enkelte Bede. Muldjorden maa i Reglen fjernes. Forsynes Overfla-

den med Plovfurer, kan om Vinteren Vandets Udledning foregaa uforstyrret under et eventuelt Isdække. Ved nogle amerikanske Anlæg med gennemtrængelig Undergrund mangle Drænledninger enten helt eller findes kun som en enkelt Stræng under hvert Bed, men ellers vil i de fleste Tilfælde Drænledninger være nødvendige.

Vandets Udledning kan foregaa paa forskellig Maade, sjælden dog — i Strid med Metodens Navn — i en jævn Strøm. Hver Portion, der udledes og bringes til Nedsynkning, maa ikke overstige Vandkapaciteten, men kan iøvrigt alt efter Længden af Mellemløbene mellem Udledningerne andrage indtil 10 Gange Gennemsnitsdøgnværdien. Tidsrummet mellem Udledningerne, den saakaldte Hvileperiode, kan andrage flere Dage. Belastes f. Eks. et Bed paa 1 ha med et 20 cm højt Vandlag, svarer dette til en Vandmængde af $10,000 \times 0,20 = 2000 \text{ m}^3$ (= 16 pCt. af Filtrets Rumindhold beregnet efter en Dybde af 1,25 m), og belastes Filtret nu gennemsnitlig med $400 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{Døgn}$, faar Filtret altsaa paa een Gang tilført Vandmængden for gennemsnitlig 5 Dage. Hvileperiodernes rette Længde og Portionernes rette Størrelse er i det hele af afgørende Betydning for Effekten.

Den Slam, som lejrer sig paa Jordoverfladen, kan om Sommeren let fjernes efter Udtørringen. Om Vinteren maa Slamlaget i Frostperioden forblive paa Filtret; for bedre at tø dette op anvendes da større Vandportioner og længere Hvileperioder.

Paa Grund af Vandmængdens Størrelse kan det efter Forløbet af en Aarrække paa Grund af det øverste 20—30 cm tykke Jordlags Forstoppelse med saavel uorganiske Stoffer (forsaavidt disse ikke er forvitrede) som ogsaa en Del organiske (humøse) Stoffer, der ikke har været tilgængelige for Iltning, blive nødvendigt at forny dette Lag.

Afløbet fra Stuvningsfiltre svarer — ogsaa med Hensyn

til Bakterieindholdet — nøje til Afløbet fra almindelige Overrislingsanlæg, blot er det rigere paa Næringsstoffer for Planterne (Kvælstof, Fosforsyre og Kali), eftersom Udnyttelse af disse som Regel ikke tilstræbes; navnlig den intensive Vanding, men ogsaa Muldjordens Fjernelse umuliggør dette (i amerikanske Anlæg dyrkes dog undertiden Majs).

En Fremgangsmaade til Kloakvandets Bortfjernelse, som forsaavidt minder om Overrisling, som der drages Nytte af Jordbundens Evne til at optage Vandet i sig, er hvad man kan kalde *underjordisk Infiltration*, altsaa Bortledning af Kloakvandet ved en Udsivning i Jordbunden gennem underjordiske Drænledninger eller „Sumpbrønde“. Drænledninger til Vandets videre Bortledning findes som Regel ikke. Det er en Selvfølge, at de opslemmede Stoffer i Kloakvandet ved denne Fremgangsmaade, der mest anvendes for enkelte Ejendomme paa Steder, hvor der ikke findes Kloakanlæg, saavidt mulig maa tilbageholdes, da Porerne i Jorden ellers hurtig vil tilstoppes. Hvorvidt dette sker, er dog i Reglen kun et Tidsspørgsmaal. Paa Grund af de naturligt lejrede Jordlags Evne til at tilbageholde Bakterier (jvf. nærv. Tidsskrift for Maj 1910) vil der som Regel næppe være sanitære Farer forbundne med Metoden, om end disse i væsentlig Grad forøges, naar Vandafløbet f. Eks. gennem en Brønd foregaar direkte til Grundvandet (jvf. Professor H. A. Nielsens Udtalelser paa det hygiejniske Møde i Aalborg, gengivne i nærværende Tidsskrifts Hefte for September—Oktober—November 1912). Det maa ej heller forglemmes, at om end Bakterierne kan tilbageholdes, saa hersker der dog i de underjordiske Jordlag anaerobe Forhold, som maa bevirke, at saavel de opslemmede som de opløste organiske Stoffer, hvilke sidste altsaa eventuelt føres ud i Grundvandet, kun uhyre langsomt omdannes til uorganiske Forbindelser.

c. Kunstige biologiske Filtre.

De i de senere Aar fremkomne saakaldte „kunstige“ biologiske Rensningsmetoder maa anses for et videre Udviklingstrin af den i det foregaaende beskrevne intermitterende Infiltration, opstaaet paa Grundlag af de med disse gjorte Erfaringer, blandt hvilke de af Massachusetts State Board of Health i Boston i Aarene 1889—91 udførte Forsøg har været af særlig Betydning, idet de bares frem af Bestræbelsen efter at indskrænke det til Rensningen fornødne Areal mest mulig og følgelig ogsaa efter at udfinde, hvilke Betingelser der i saa Henseende krævedes saavel med Hensyn til Jordlagenes Beskaffenhed som til Driftsforholdene (Hvileperioder) og de af den mest hensigtsmæssige Drift betingede Forhold m. Hens. t. Vandets Til- og Afledning m. m. Efterhaanden som man ved saadanne Undersøgelser fjernede sig mere og mere fra de naturlige Metoder, lededes man til at danne sig en Teori om den Rensningen foraarsagende Virksomhed for ved Hjælp deraf at naa videre frem. At Vanskelighederne stiger med den Intensitet, hvormed Omdannelsesprocessen søges bragt til at forløbe, kommer til Udtryk i en Udtalelse som følgende: „Et intermitterende Filter (Stuvningsfilter) maa behandles som et dyrisk Væsen. Ved „Overfodring“ ødelægges Fordøjelsen. Hvert Filter indstiller sig ikke alene paa en bestemt Dosis af Kloakvand, men ogsaa paa en bestemt Art af dette, og en Variation til en af Siderne forstyrrer for kortere eller længere Tid dets sædvanlige Ydeevne. Dermed er ikke sagt, at et Filter kræver et kostbart Tilsyn, og det maa ogsaa indrømmes, at et Filter til en vis Grad er i Besiddelse af Tilpasningsevne, men under alle Omstændigheder maa Driften ledes efter bestemt fastlagte Grundregler.“

De i Massachusetts anstillede Forsøg med Filtre af Sten med 3—19 mm's Kornstørrelse gav efter deres Offentliggørelse i 1892 Anledning til, at der i England anstilledes videre Undersøgelser, der blev af saa meget desto større Be-

tydning, som Kloakvandsrensningen i England dengang netop befandt sig paa et dødt Punkt: Floderne var omtrent i lige saa slet en Tilstand som 25 Aar tidligere. Udviklingen i Retning af Kloakvandets Tiltagen i Mængde og Koncentration var skredet frem som tidligere forklaret, og det i saa stærk en Grad, at Overrislingsteknikken ikke havde formaaet at holde Trit dermed; den kemiske Behandling havde ogsaa svigtet. Under disse Forhold opstod de kunstige Filtre, og de vandt hurtig en stor Udbredelse saa vel i England og Amerika som ogsaa i Tyskland. De adskilte sig fra Stuvningsfiltrene ved at bestaa af kunstigt opbygget Materiale samt ved — hvad der nok saa skarpt definerer Forskellen — at dette Materiales Art forbød Vandets Tilledning paa den hidtil anvendte Maade, idet der, for at Vandet ikke skulde synke ned direkte paa Tilløbsstedet og løbe bort lodret under dette eller i hvert Fald fordele sig meget uensformigt, krævedes særlige Hjælpemidler til Vandets Fordeling. Under Bestræbelserne for Løsningen af denne sidste Opgave, der saa meget mere kendetegner den kunstige biologiske Metode, som der er en af de vigtigste og — endnu — en af de vanskeligste, udviklede der sig 2 Fremgangsmaader, forskellige indbyrdes ved den Maade, hvorpaa Kloakvandet bringes i Berøring med Filtermaterialet. Den ene — og først udviklede — Fremgangsmaade udformedes i de saakaldte Kontaktfiltre, eller bedre Staafiltre („contact beds“, „Füllkörper“), den anden, som i Tidens Løb i de fleste Tilfælde har vist sig den første overlegen, i de saakaldte Nedrislingsfiltre („percolating beds“, „Tropfkörper“). I førstnævnte, hvis Opfinder Dibdin almindelig anses for at være, opnaas Berøringen mellem Vand og Filtermateriale simpelt hen ved at anbringe dette i et Bassin, som fyldes og holdes fyldt med Kloakvand nogen Tid for derefter at tømmes og holdes tomt under en længere Hvileperiode. I Nedrislingsfiltre (Corbett, Stoddart) tilvejebringes Berøringen paa den Maade, at Vandet ved Hjælp af særlige Fordelingsind-

retninger spredes ensformigt over Filtret for derefter at risle ned over Materialet i en stadig — i hvert Fald ikke af principielle Grunde afbrudt — Strøm, idet det under Bevægelsen nedefter opløser sig i Draaber faldende fra Korn til Korn i Filtermaterialet.

Forinden de to Fremgangsmaader nærmere beskrives, skal der gives en kortfattet Fremstilling af den Maade, hvorpaa Rensningen af Kloakvandet menes at foregaa — forsaavidt ikke alene i de kunstige Filtre men ogsaa i de naturlige Rensningsanlæg. Det er navnlig Dunbar, der saavel gennem egne som gennem de af ham foranledigede Undersøgelser har udformet den saakaldte Absorptionsteori, der vistnok kan siges nu at være almindelig anerkendt.

Frankland antog i sin Tid, at de organiske Stoffer ved Passage gennem Jordlagene simpelt hen iltedes af den i disses Porer tilstedeværende Luft. Efter at forskellige Forskere senere havde paavist Betydningen af Mikroorganismernes Virksomhed for Nitrifikationsprocessen, mente man, at de i Kloakvandet indeholdte organiske Stoffer omdannedes ved Bakteriers Hjælp under Vandets Passage gennem Stuvningsfiltrene eller under Vandets Ophold i Kontaktfiltrene. Hvileperiodens Betydning søgtes deri, at der krævedes en vis Tid for Mikroorganismene til at fordøje den optagne Føde og til, at Graadigheden efter mere atter indfandt sig. Ved sine Forsøg i Aarene 1897—1900 viste Dunbar, at denne Antagelse, hvorefter altsaa Spaltningen og Mineraliseringen af de opløste organiske Stoffer skulde gaa for sig, medens Kontaktfiltret stod fyldt med Vand, umulig kunde være rigtig. Dette klarlagdes navnlig derved, at Rensningen af Vandet foregik saa at sige pludselig; i Løbet af nogle faa Minutter efter, at Berøringen mellem Kloakvandet og Filtermaterialet var tilvejebragt, var Rensningen — d. v. s. Vandets Befrielse for Smudsstofferne — i Hovedsagen ogsaa fuldbgyrdet, men denne Kendsgerning kunde ikke forklares ved Virkningen af en bakteriel

Spaltningsproces, ved hvilken Rensningen indtil en vis Grænse maatte vokse med Tiden. Bakteriernes Betydningsløshed overfor selve Rensningen, som denne nylig blev defineret, vistes f. Eks. ved at bringe en Æggehvideopløsning paa et sterilt Filter, hvorved i Løbet af faa Minutter opnaaedes en Udskilning af organisk Stof paa 50 pCt. eller mere og derefter kun en ganske uvæsentlig Forøgelse selv efter flere Timers Forløb. Dette og lignende Forsøg med Opløsninger af Farvestoffer, der ved Passagen gennem Filtret fik selve Farvestoffet udskilt, viste, at de i Kloakvandet indeholdte opløste Stoffer ikke omdannes men fjernes eller uddrages af Vandet ved dettes Berøring med eller Passage gennem Filtret. Selve Rensningsprocessen reduceres altsaa paa denne Maade til en Uddragning af de forurenende Stoffer paa en Maade, der svarer til, hvad der foregaar i de Rensningsmidler, der tager Sigte paa Bortfjernelse af de opslemmede Stoffer.

Med Hensyn til Spørgsmaalet om, paa hvilken Maade de opløste Stoffer fjernes, kan der for disses Vedkommende — som er i Stand til at passere gennem det fineste Filtrerpapir — ikke være Tale om nogen mekanisk Filtrering, og forsaavidt er Ordet „Filter“ uheldigt; egentlig Filtrering kan i det højeste gøre sig gældende for de opslemmede Stoffers Vedkommende. De anstillede Undersøgelser har vist, at Uddragningen af de opløste Stoffer hovedsagelig maa skyldes en Absorption udgaaende fra Filtermaterialet eller rettere fra den saakaldte biologiske Hinde, hvormed de enkelte Korn i dette omgives, naar de gentagne Gange har været bragt i Berøring med Vandet. Herved forklares, at der medgaar kortere eller længere Tid (f. Eks. nogle Uger), inden et Filter er blevet „modent“, d. v. s. har opnaaet Maksimum af Evne i Retning af at give et ikke forraadneligt Afløb med Indhold af Salpetersyre. Den nævnte Hinde, der ikke alene spiller en saa overordentlig stor Rolle ved Uddragningen af de opløste Stoffer, men ogsaa — saaledes som

det straks skal omtales — ved disses efterfølgende Mineralisering, er af en slimet amorf Beskaffenhed. Under Mikroskopet viser den sig at være et Tilholdssted for talrige Bakterier og andre Mikroorganismer. Den indeholder desuden Stoffer forskellige efter Kloakvandets og Filtermaterialets Natur, som Regel ogsaa Jærn. Hinden, der til en Begyndelse er ganske tynd, bliver, efterhaanden som Modningsprocessen skrider frem, tykkere, og samtidig med, at Kapaciteten ved Kontaktfiltre paa denne Maade formindskes, tiltager Absorptionen, d. v. s. Rensningsevnen.

Ligesom der ved Forrensningsanlæg ved Siden af den primære Opgave: Smudsstoffernes Uddragning af Vandet bestaar en sekundær Opgave: den videre Omdannelse og Behandling af de uddragne bundfældede Stoffer (Slamspørgsmaalet), saaledes opstaar der ogsaa ved de biologiske Filtre et Spørgsmaal om, hvad der sker med de Stoffer, som efter at have været opløst i Vandet gennem Absorptionsvirksomheden er berøvet dette og derefter fastholdes af de nylig omtalte biologiske Hinder. Det er ved Betragtningen af dette „Slamspørgsmaal“, at Hvileperioderne, altsaa de Tidsrum, hvor Luften har Adgang til Filtermaterialet, faar deres Betydning. Under Hvileperioderne foregaar nemlig (delvis) den Omdannelse af de tilbageholdte organiske Stoffer, hvorved organisk Kulstof bliver til Kulsyre, organisk Kvælstof til Salpetersyre og organisk Svovl til Svovlsyre. Dog standser Kulsyreudviklingen ikke helt, medens et Kontaktfilter staar fyldt. Denne Omdannelse er ved Forsøg (som nogle af de nyeste kan nævnes de af F. Guth og J. Feigl ved det hygiejniske Institut i Hamburg anstillede; se Gesundheits Ingenieur Nr. 52/1911) bevist kun at kunne foregaa i Tilstedeværelsen af iltholdig Luft samt Mikroorganismer, hvis Virkninger væsentlig menes at være knyttede til de ved selve den biologiske Virksomhed dannede Fermenter (Enzymer). Den virksomme Ilt absorberes af de biologiske Hinder under Udluftningen (Regenerationen).

Den Virksomhed, som paa denne Maade foregaar i Filtrets biologiske Hinder, er af dobbelt Art: dels bevirker den, at de tilbageholdte Stoffer ved den delvise Sønderdeling og den deraf følgende Omdannelse til flydende og luftformige Forbindelser formindskes i en saadan Udstrækning, at de tilbageblivende faste og bestandige (humøse) Stoffer ved deres gradvise Ophobning (Kontaktfiltre) eller Udskilning med Kloakvandet (Nedrislingsfiltre) ikke giver Anledning til Ulemper af en saadan Art (Forstoppelse, aftagende Rensningseffekt), at Filterbehandlings Eksistensberettigelse alene af denne Grund straks gøres problematisk, dels bevirker den, hvad der er fuldt saa vigtigt, at de biologiske Hinder bevarer deres Evne til at tilbageholde de i Kloakvandet indeholdte organiske Stoffer.

I Korthed kan herefter Filtrervirksomheden beskrives og forklares saaledes (jvf. „Handbuch der Hygiene“ 2. Bind, 2. Afdeling 1911, Side 256).

1. Filtrets Modning skyldes i det væsentlige en mekanisk og biologisk Virksomhed, hvorved de biologiske Hinder dannes.

2. Rensningen af Kloakvandet i et modent Filter skyldes hovedsagelig en fysisk-kemisk Virksomhed (Absorption), idet den simpelt hen bestaar i, at de opslemmede pseudoopløste og opløste Stoffer uddrages ved og fastholdes af de biologiske Hinder. Biologiske Virksomheder spiller herved en ganske underordnet Rolle, idet Rensningen af Vandet foregaar i Løbet af nogle Minutter, altsaa saa at sige pludselig.

3. Filtrets Regeneration er en biologisk Proces eller i hvert Fald en i nøjeste Forbindelse med det biologiske Liv staaende Fermentvirksomhed, der som nødvendig Betingelse kræver Tilstedeværelsen af Ilt. Regenerationen tager i Modsætning til den egentlige Rensning lang Tid (nogle Timer). Ved Kontaktfiltre foregaar Rensning og Regeneration hver for sig til forskellige Tider, ved Nedrislingsfiltre foregaar de samtidig.

De til Filtervirkksomheden fornødne Mikrober indfinder sig med Kloakvandet — eller med Luften —, saaledes at man for at skabe det fornødne bakterielle Liv ikke behøver at træffe særlige Foranstaltninger, naar Vandet ikke indeholder Giftstoffer i saadan Grad, at Bakterierne skades deraf. Er dette Tilfældet, maa Virkningen søges neutraliseret ved den Behandling (Forrensning), som gaar forud for Filterbehandlingen. En lav Temperatur har en skadelig Indflydelse paa Bakterievirkksomheden; kunstig Opvarmning har dog paa den anden Side ikke vist sig gavnlig.

Den fornødne Ilt tiltrækkes i saa stærk en Grad af de biologiske Hinder fra Luften, at det — om end let Adgang for den atmosfæriske Luft er af Vigtighed — som Regel ikke er nødvendigt at anvende kunstige Midler i det nævnte Øjemed. Det naturlige er, at Luften hovedsagelig træder ind foroven i Filtrets Overflade og derefter bevæger sig ned gennem Filtret følgende Vandbevægelsen. Naar Nedrislingsfiltre derfor som Regel bygges frit op uden særlige Begrænsningsvægge paa Siderne, er dette i langt højere Grad motiveret af praktisk-økonomiske Hensyn end af Hensynet til Luftens Adgang til Filtrets Indre.

Det foran meddelte vil være en Hjælp til Forstaaelsen af, hvorledes Filtrene maa indrettes, for at den størst mulige Rensningseffekt skal kunne opnaas. Idet saaledes selve Rensningen af Vandet har vist sig at være en Virkning af Berøringsfladen, vil man kunne slutte, at Rensningen bliver desto bedre, jo finere Materialet er; navnlig gælder dette for Kontaktfiltre. Selv om grovere Materiale byder bedre Betingelser for Luftens Adgang end fint, er det væsentlig praktiske Hensyn (Materialets Forvitring, Filterforstoppelse), der sætter en Grænse for Finheden.

Af det meddelte fremgaar ligeledes, at Udskilning af de opstemmede Stoffer af rent praktiske og økonomiske Grunde er formaalstjenlig, men i og for sig ikke teoretisk nødvendig. Hvor vidt Forrensningen bør drives, afhænger paa den ene

Side af Kloakvandets Karakter og paa den anden Side af Filtermaterialets Art og Mængde. Rene Prisforhold for Filtermaterialet kan paa denne Maade blive afgørende for Forrensningens Beskaffenhed, men ogsaa andre Forhold (Undgaaelse af Lugtulæmper) spiller med ind.

I det efterfølgende skal nu hver af de to Slags Filtre med Hensyn til deres praktiske Udførelse, Drift og lignende omtales noget nærmere.

a. Kontaktfiltre. Disse opstod først. Driftsmaaden forudsætter Materialets Anbringelse i vandtætte Bassiner. Af Hensyn til Vandets fuldstændige og hurtigst mulige Afledning maa Bunden indrettes med fornødent Fald til Rønder, forsænkede i Bunden og dækkede med gennemhullede Plader el. lign. og grovere Materiale. Hurtig Afledning af Vandet giver livlig Lufttilstrømning. Fuldstændig Bortledning er nødvendig for Regenerationsprocessen. Dette sidste Forhold har ofte været overset ved Konstruktionen af Kontaktfiltre, en Omstændighed, der maa anses for at være en af Aarsagerne til den Mistillid, som Kontaktfiltermetoden i Tidens Løb mere og mere er bleven Genstand for. Saakaldet „falsk Bund“ (hvor Materialet bæres oppe af et gennemhullet eller ristformet Underlag, under hvilket Vandet kan løbe frit) anbefales af engelske Konstruktører til Undgaaelse af Stagnation med deraf følgende Forstoppelse, men Hulrummets Højde maa herved ikke gøres for stor (3—5 cm), og Vandet maa indledes fra oven, ligesom ogsaa dobbelt Filterbehandling er ønskelig, idet man resikerer, at Hulrummet fyldes med mere eller mindre mangelfuldt behandlet Vand. Hulrummets Tilstedeværelse er ogsaa fordelagtig for saa vidt, som det derved bliver lettere for Forvittringsprodukter at finde Vej ud af Filtermaterialet. Bassinets Vægge bør være tætte, men kan forøvrigt godt bestaa af betonklædte Skraaninger. Udstrækningen af de enkelte Bassiner i vandret Retning gøres ikke over 30×60 m, helst mindre, f. Eks. 10×20 m.

Filtermaterialet maa være mest muligt haardt og

modstandsdygtigt; et vist Indhold af Jern har vist sig hensigtsmæssigt ved Rensningsprocessen. Porøst, kantet og takket Materiale er bedre end afrundet og glat, dels fordi Overfladen er større, dels fordi det lejrer sig mindre tæt, saaledes at Kapaciteten bliver større. Almindeligvis benyttes af disse Grunde Kokes og Slagger hellere end Sten og Grus. Prisen bør herved tages i Betragtning, eftersom mindre Effekt pr. Volumenenhed opvejes ved en større Materialmængde. Materialet maa af let forstaaelige Grunde være ensartet, og det maa derfor harpes og vaskes forinden Brugen. Kornstørrelsen vælges fra 3—10 mm.

Højden af Filtret retter sig efter Kornstørrelsen, idet finere Materiale af Hensyn til Lufttilgangen maa gives mindre Højde — 0,5 à 1 m —, medens grovere Materialer taaler større Højde, som Regel dog ikke over 1,5 m.

Dobbelt Kontaktfilterbehandling anvendes ikke sjældent; den forudsætter, hvis Pumpning skal undgaas, at Overfladen af det sekundære Filter ligger lavere end Bunden af det primære. Anlægget bliver med 2 Trin dyrere end med 1 og anvendes derfor kun, hvor Forholdene, d. v. s. Kloakvandets Koncentration gør det nødvendigt. At behandle Kloakvandet 2 Gange, svarer til at udsætte det for en forholdsvis stor Berøringsflade, hvilken teoretisk kunde fremskaffes ved at vælge tilstrækkeligt fint Materiale; praktiske Grunde sætter imidlertid her en Grænse. Ved dobbelt Filterbehandling anvendes groft Materiale i de primære, fint i de sekundære Filtre. Efter Imhoff kan Grænsen for, hvornår 2 Trin er nødvendige, sættes ved den Koncentration af Spildevandet, som fremkommer ved et Vandforbrug af 50—60 l/Indiv./Døgn. Er det større, skulde man altsaa kunne nøjes med 1 Trin.

Skal Pumpning af Kloakvandet undgaas, kræves ved Kontaktfiltre med 1 Trin et disponibelt Fald paa allermindst 1 m, ved Filtre med 2 Trin mindst 2 m.

Porevoluminets Størrelse er afgørende for Filtrets

Kapacitet. Med ensartet kugleformet Materiale er Hulrummet 27 pCt. af hele Rumfanget, og ved takket og porøst — men ensartet — Materiale er Porevoluminet større. Vandoptagningsevnen er mindre end Porevoluminet, fordi der efter Filtrets Tømning bliver en Del Vand tilbage. Den andrager ved ikke delvis tilstoppede Filtre 20—40 pCt., er mindre ved fint Materiale end ved groft og større for Kokes og Slagger end for Grus.

Størrelsen af Filtret bestemmes paa Grundlag af Antallet af Fyldninger pr. Døgn og Vandoptagningsevnen. Fyldningen tager sædvanlig $\frac{1}{2}$ —1 Time, Tømningen 1—2, medens Filtret erfaringsmæssigt bør staa 2 Timer fyldt. Regenerations- og Udluftningstiden maa allermindst være 2 Timer, men forøvrigt saa lang som mulig. I Praksis har det vist sig, at der ved enkelt Kontaktbehandling gennemsnitlig ikke naas mere end 2 Fyldninger pr. Døgn, ved dobbelt Behandling 3, i begge Tilfælde med Kloakvand af normal Styrke. Pr. m^3 Kloakvand pr. Døgn skulde herefter med en Vandoptagningsevne paa 30 pCt. kræves henholdsvis $1:0,60 = 1,67$ og $2 \times 1:0,90 = 2,20 \text{ m}^3$ Materiale. Vil man regne noget mere sikkert og benytte samme Tal i begge Tilfælde, kan man regne 2 m^3 Materiale pr. m^3 Vand, og vil man tage Hensyn til Kloakvandets Koncentration, kan man efter Imhoff regne $0,13 \text{ m}^3$ pr. Individ, forudsat, at denne Beregning giver mere end de førstnævnte Tal, hvilket vil være Tilfældet, saafremt Vandforbruget ved enkelt Behandling er mindre end 75 l/Indiv./Døgn og ved dobbelt Behandling mindre end 60 l/Indiv./Døgn .

Fyldningen og Tømningen af Filtret kan enten ske ved direkte Indgriben eller ved Hjælp af automatiske Indretninger. Førstnævnte Ordning er at foretrække ved større Anlæg, som stadig er under Opsyn, da der altid bliver nogen Risiko tilbage for, at de automatiske Apparater kan svinge, f. Eks. paa Grund af Frost. Kloakvandet bør tilledes fra Overfladen, da man paa denne Maade bedst undgaar en

lokal Forstoppelse. Vandets Udledning over Filtret kan ske ved Hjælp af Render, som enten kan hvile paa Filtermaterialet eller paa selvstændige Understøtninger. I Stedet for Render kan ogsaa anvendes gennemhullede Rør med en indbyrdes Afstand af 2—6 m. For bedre at undgaa Lugtulemper og Frost kan man forsænke Rørene mere eller mindre i Filtermaterialet. Til Modvirkning af for hurtig Forstoppelse af Filtret kan et Dæklag af finere Materiale undertiden være hensigtsmæssigt.

En uundgaelig Egenskab ved Kontaktfiltre er, at de i Tidens Løb forstoppes af de Stoffer, som ikke kan gøres til Genstand for yderligere Spaltning til opløselige og luftformige Forbindelser, og som hidrører dels fra de med Kloakvandet indførte Stoffer, dels fra døde Organismer, som forøvrigt ogsaa delvis er indført med Kloakvandet, og hvis Tilværelse har været betinget af dets Tilstedeværelse. Der vil paa denne Maade komme et Tidspunkt, hvor Filtermaterialet maa fjernes og udvaskes. Saaledes rensat Materiale vil i et Filter hurtigere gøre dette modent end nyt Materiale.

Afløbet fra Kontaktfiltre viser sædvanligvis en svag Opal-Farve, som først taber sig efter 1 eller flere Dages Ro, idet der udskilles uopløselige Stoffer. Afløbet indeholder Sæbestoffer i ringere Grad end Afløbet fra Nedrislingsfiltre og skummer derfor mindre let. Ligeledes i Modsætning til Afløbet fra Nedrislingsfiltre indeholdes ingen eller kun ganske lidt Ilt, ligesom ogsaa Nitrater forekommer i mindre Mængde, idet en Del deraf reduceres, medens Filtret staar fyldt med Kloakvand. Iøvrigt indeholdes Plantenæringsstofferne Kali og Fosforsyre i uformindsket Mængde. Paa Grund af Iltmangelen kan Fisk ikke leve i Afløbet, medmindre dette udluftes eller faar Lejlighed til at optage Ilt ved at opsamles i Damme.

Formindskelsen i Iltforbrug andrager (i engelske Anlæg) 60—90 pCt. ved enkelt, 90—95 pCt. ved dobbelt Kontaktfilterbehandling.

β. Nedrislingsfiltre. Disse opstod eller udvikledes efter Kontaktfiltrene og kan siges under Hensyn til de nedenfor nærmere omtalte Fordele i de fleste Tilfælde at være mere fordelagtige at anvende. Kontaktfiltre bygges i Virkeligheden nutildags meget sjældent.

Da Driftsmaaden ikke nødvendiggør Filtermaterialets Oplægning i et Bassin, bygges Filtrene som Regel fritstaaende; eventuelt kan de, hvis de ikke er forsænket i en Grube i Jorden, beplantes paa Siderne med f. Eks. Vedbend. Hensynet til Udluftning af Filtret er herved som tidligere berørt et ganske uvæsentlig Moment. Bunden, hvorpaa Filtermaterialet lægges, maa indrettes saaledes, at Vandet kan faa let og uhindret Afløb, hvorfor der ofte indrettes et „falskt“ Gulv. Kun ved meget groft Materiale kan saadanne særlige Foranstaltninger undertiden undværes. I Reglen løber Vandet fra Midten af Filtret ud til Siderne, hvor det, saafremt Filtret er cirkulært, samles i en ringformet Rende. Det er ikke helt uden Betydning, at der er en nogenlunde let Forbindelse mellem Filtrets Underside og den ydre Luft.

Filtermaterialet kan under Hensyn til, at Berøringen mellem Kloakvand og Filtermateriale foregaar paa en helt anden Maade end ved Kontaktfiltre, vælges væsentlig grovere end ved sidstnævnte. Ganske vist vil ogsaa her mindre Kornstørrelse give større Overflade og derved bedre Rensning, men ved at tage for fint Materiale vil man afskære sig fra at udnytte den for Nedrislingsfiltre specielt gældende Fordel, at Forstoppelse undgaas ved, at de ikke sønderdelelige Stoffer udskylles af Filtret med Vandet, hvortil kommer, at Prisforholdene kan gøre Anvendelsen af groft Materiale (indtil Barnehovedstørrelse) ønskelig. I Almindelighed vælges, naar det sidste Hensyn ikke kommer i Betragtning, Materiale med en Kornstørrelse f. Eks. bestemt ved, at det tilbageholdes af en Sigte med 25 mm cirkelformede Huller, men kan passere en Ring med 60 mm Diameter. Under 20 mm bør man som Regel ikke gaa.

Iøvrigt gælder om Filtermaterialets Beskaffenhed omtrent det samme som ved Kontaktfiltre. Jernindholdet skal dog ikke spille den samme Rolle som ved disse sidste.

Højden af Filtret kan gøres ret betydelig, idet Rensningen navnlig ved groft Materiale er omtrent proportional med Materialmængden. Forsøg i Baltimore har dog vist, at Rensningen ved middelgroft Materiale som det ovenfor nævnte (der netop ved disse Forsøg fandtes fordelagtigst under de foreliggende Forhold) kun forbedredes ganske lidt ved en Forøgelse af Højden fra 9 til 12 feet. Højden vælges i Reglen mellem Grænserne 2 og 3 à $3\frac{1}{2}$ m, men gunstige Resultater skal efter Erfaringer fra Londons Omegn ogsaa kunne naas med Højder paa $1-1\frac{1}{2}$ m. Fint Materiale kræver ikke saa fin en Fordeling af Kloakvandet som groft, idet man ved dette maa sikre sig, at Vandet ikke for hurtig naar Filtrets Bund; den Tid, dette tager, er ved udførte Anlæg funden at andrage fra nogle faa indtil 30 Minutter. Under Hensyn til dette Forhold er Filtermaterialets Kornstørrelse og Højden noget afhængige af hinanden paa den Maade, at grovere Materiale tillader større Højde og omvendt. En Grænse for Højden opefter sættes ogsaa derved, at Udskylningen af Filtret ikke maa blive for voldsom; dette maa tages i Betragtning, hvis Kloakvandet er meget fortyndet, eller der medtages meget Regnvand til Filterbehandlingen.

Vandets Fordeling over Filtrets Overflade er den vigtigste og samtidig den vanskeligste tekniske Opgave ved Nedrislingsfiltre. Dette er let forstaaeligt, naar det erindres, at Vandets Rensning er en Virkning af Berøringsfladen, hvorefter det gælder om at faa Vandet ledet i saa tyndt et Lag som mulig henover Filtermaterialet, hvilket med andre Ord vil sige, at hver Overfladeenhed saa vidt mulig skal modtage samme Vandmængde. Opgavens Vanskelighed skyldes den i Forhold til Filtermaterialets Rumfang lille Vandmængde.

Blandt de forskellige Maader, hvorpaa Udledningen kan ske, skal nævnes:

a. Fastliggende Fordelingsindretninger:

1. Render,
2. Gennemhullede Rør,
3. Stoddarts Fordeling ved Hjælp af Bølgeblikstavler,
4. Dunbars Dæklag,
5. Faste Spredere (Dyser).

b. Bevægelige Fordelingsindretninger:

1. Vippetrug,
2. Turbinespredere,
3. Vandrespredere.

a. 1. Vandet udgydes kun i Rendernes nærmeste Omegn; ved finere Materiale i Overfladen søges Vandet mere ligeligt fordelt.

a. 2. Hullerne i Rørene bores saaledes, at Vandet i Parabelbuer slynges ud til Siderne; efterhaanden som Trykket aftager, besprøjtes nærmere og nærmere ved Rørene liggende Dele af Filtret.

a. 3. Stoddarts Metode tilstræber en mere bundet ensartet Fordeling. Fra Ryggene i det skarpkantede Bølgeblik (Zigzagblik) føres Vandet gennem en nedskaaren Kærv til Drypstifter paa Blikkets Underside.

a. 4. Ved et Dæklag af finere Materiale — bygget saaledes, at det ikke med Vandet kan føres videre ned og forstoppe Filtret (Diameteren af Kornene i et underliggende Lag maa højst være 4,44 Gange Diameteren af Kornene i et overliggende Lag) — tilstræbes en Opstuvning af Vandet paa Overfladen og derigennem en ensartet Fordeling. Dæklaget, som har en Tykkelse af ca. 50 cm, bestaar af Korn med 1—3 mm Diameter. Metoden skulde særlig egne sig for smaa Anlæg, hvor Tilsynet maa indskrænkes til det mindst mulige.

a. 5. Sprederne tilsigter samtidig med Vandets Fordeling en Udluftning af dette.

b. 1. Ved Vippetrug opnaas i højere Grad end ved fastliggende Rander en Fordeling over hele Filtrets Overflade.

b. 2. Turbinesprederne, som kræver cirkelformede Filtre, har 2 eller 4 Arme og drives som Regel rundt ved Vandets Modtryk paa den ikke gennembullede Side af de rørformede Arme; dog kan de ogsaa bevæges af en Motor. Metoden anvendes overordentlig meget. En Modifikation er Fiddiansprederen, der drives rundt ved en Slags Vandhjulsvirkning.

b. 3. Vandresprederne, fordeler Vandet meget ensformigt over det rektangulære Filter ved at bevæges i dets Længderetning frem og tilbage.

Ved Valget blandt foran nævnte og kortelig beskrevne Fordelingsmidler maa følgende Forhold tages i Betragtning ved Siden af Hensynet til den Ensformighed i Fordelingen, Indretningerne under lige Forhold iøvrigt hver især kan give:

1. Den disponible Trykhøjde,
2. Lugtulæmper,
3. Frostens Indvirkning.

Faste Spredere kræver et Fald paa mindst 1,5 m, Turbinespredere et Fald af 0,4—0,5 m. Faste Spredere giver — ved forraadnet Vand — lettest Anledning til Lugtulæmper. Faste Rander eller gennembullede Rør — som giver en mindre god Effekt — giver under Frost mindst Lejlighed for Vandet til Afkøling.

Hensigtsmæssig vil det under forannævnte Hensyn være at vælge mellem Fordelingsindretningerne paa følgende Maade:

Med et disponibelt Fald større end 1,5 m: faste Spredere, forudsat at Faren for Lugtulæmper ikke udelukker Anvendelsen deraf.

Med et Fald paa mindst 0,4 m: Turbine- eller Fiddianspredere.

Med et Fald mindre end 0,4 m: enkelte Kiprender (med en Længde = Filterbredden) eller en Hovedkiprende i Forb. m. faste Fordelingsrender; dissers indbyrdes Afstand mindre end 60—70 cm.

Vandet bør saa vidt mulig ledes i en stadig Strøm over Filtrene (eventuelt ikke om Natten), men navnlig ved smaa Anlæg, hvor Vandmængden er ringe, kan intermitterende Drift, hvorved Vandet forinden Udledningen paa Filtret opsamles i et Stuvningskammer, være nødvendig; for Straalerør kan en saadan Drift for saa vidt være heldig, som Hullerne derved lettere holdes fri for Tilslamning.

Størrelsen af Nedrislingsfiltre kan under ellers lige Forhold vælges mindre end ved Kontaktfiltre paa Grund af den uafbrudte Lufttilførsel og dermed i Forbindelse staaende Regeneration. Royal Commission siger saaledes i sin 5. Beretning, at 1 Rumenhed Filtermateriale i et Nedrislingsfilter renses dobbelt saa meget Vand som samme Rumfang i et Kontaktfilter. Efter Thumm kan vælges 1,4 m³ Koks eller Slagger — med Stenmateriale mere — pr. m³ Kloakvand pr. Døgn, men efter Imhoff herved dog mindst 0,13 m³ pr. Individ; denne sidste Regel vil give det største Rumfang, saafremt Vandforbruget pr. Individ er mindre end ca. 90 l pr. Døgn.

Der er ved de nævnte Værdier — saavel som ved de tilsvarende for Kontaktfiltre — ikke taget Hensyn til, hvor effektiv en Forrensning Vandet er gjort til Genstand for, ihvorvel en saadan af praktiske og økonomiske Hensyn altid er en Forudsætning for Filterbehandlingen. Under Hensyn til dette Forhold meddeles efter følgende — vistnok af Royal Commission anbefalede — Data til Bestemmelse af Filterstørrelsen, saavel for Kontakt- som for Nedrislingsfiltre.

Af Tabellen ses, at Anvendelsen af fint Materiale ved Nedrislingsfiltre som Regel ikke tillader at anvende mindre Mængde, hvilket forklares ved Forholdene ved Regenerationen og Hensynet til Undgaaelse af Forstoppelse. Tabel-

Samlet Materialmængde i m^3 pr. m^3 Tørtvejrs Tilløb pr. Døgn.

Kontaktfiltre.

Forrensningens Art	Stærkt Kloakvand			Middelstærkt Kloakvand			Svagt Kloakvand		
	Antal Kont.behandl.			Antal Kont.behandl.			Antal Kont.behandl.		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. Gruskammer	—	—	7	—	7	—	—	4,5	—
2. Septik Tank	—	—	5	—	4,5	—	2,2	2,5	—
3. Bundfældningstank m. kontin. Strøm	—	—	5	—	4,5	—	2,2	2,5	—
4. Samme m. afbrudt Drift	—	—	4	—	3,5	—	1,7	—	—
5. Fældningstank m. kontinuerlig Strøm	—	5	—	—	3,5	—	1,3	—	—
6. Samme m. afbrudt Drift	—	4	—	—	2,5	—	1,3	—	—

Filterdybden er herved antaget at andrage 0,75—1,8 m. De anførte Værdier gælder — hvis der er flere Trin — det samlede Rumfang af disse.

Nedrislingsfiltre.

Forrensningens Art	Stærkt Kloakv. Kornstørrelse		Mdlst. Kloakv. Kornstørrelse		Svagt Kloakv. Kornstørrelse	
	>25 mm	<13 mm	>25 mm	<13 mm	>25 mm	<13 mm
1. Som ovenfor ..	11	—	6,7	—	4,2	—
2. — ...	3,75	—	2,4	—	1,7	1,7
3. — ...	3,75	—	2,4	—	1,7	1,7
4. — ...	3,35	6,7	1,7	2,4	1,3	1,3
5. — ...	2,60	3,35	1,7	2,1	1,1	0,95
6. — ...	1,70	2,60	1,3	1,3	1,0	0,85

lerne viser den Besynderlighed, at der ikke tages Hensyn til Materialets Kornstørrelse ved Kontaktfiltrene, hvor Betydningen deraf dog ellers anses for størst. Endvidere bemærkes, at der ved de angivne Data intet Hensyn er taget til Udløbsforholdene, som selvfølgelig er af meget væsentlig Betydning, naar der er Tale om, hvor vidt den kunstige Rensning skal drives. I det hele synes Opgivelserne temmelig høje, og i mange Tilfælde vil man — navnlig om Sommeren, hvor den biologiske Virksomhed er mere intensiv — kunne nøjes med mindre. I Holzwickede f. Eks. faas et ikke forraadneligt Afløb med en Filterbelastning af $1,8 m^3$

Vand pr. m³ Materiale. Ganske vist er Vandet, som er bleven forrenset i en Emscher Brønd, hvorved det bevares friskt, temmelig svagt.

Som foran nævnt bortskylles i Nedrislingsfiltrene de ikke yderligere sønderdelelige faste Stoffer, hidrørende dels fra de opslemmede og opløste Stoffer i Kloakvandet og dels fra de døde Smaavæsener, der betinger Filtrets Virksomhed. Under normale Forhold er disse Slamstoffer ikke tilgængelige for stinkende Forraadnelse; er dette Tilfældet, er det i Reglen Tegn paa Overbelastning af Filtret. Den Slammængde, som paa denne Maade bortføres med Filter afløbet, er meget betydelig, f. Eks. Halvdelen eller Trediedelen af Slammængden i Forrensningsanlægget (og naturligvis større end den i Filtertillobet indeholdte Mængde af opslemmede Stoffer). Selv om Slammen normalt ikke gaar i Forraadnelse, kan det dog under ugunstige Afløbsforhold være nødvendigt at udskille den, og dette gøres da bedst i et Bundfældningsbassin. Den Virksomhed, som her foregaar, er, til Trods for at der danner sig et Skumlag, ikke nogen Reduktions- men tværtimod en Iltningsproces, idet Indholdet af Nitrater tiltager; samtidig viser opstigende Luftblærer, at Cellulose, som har passeret Filtret, er Genstand for en Sumpgasgæring. En hurtig Adskillelse mellem Kloakvand og Slam er kun nødvendig, hvis Slammen er forraadnelig. Er dette Tilfældet, vil en Afløbsprøve med de opslemmede Stoffer gaa i Forraadnelse, men dette behøver ikke at være Tilfældet for det for Slammen befriede Afløb. Den udskilte Slam er let at afdræne og minder i sin kemiske Sammensætning om Havejord.

Efterrensningsbassiner kan udvides som Fiskedamme, der forøvrigt i den senere Tid enkelte Steder anvendes som mere selvstændige Rensningsanlæg; Kloakvandet ledes da i frisk Tilstand og befriet for de opslemmede Stoffer samt opspædt et Par Gange med sit eget Rumfang rent Vand ind i Damme, hvor de af Kloakvandet medførte organiske Stoffer

skal tjene til Gødning eller Føde for de tilstedeværende lavere Planter og dyriske Organismer, som saa atter tjener til Næring for de i Dammene udsatte Fisk.

Hvad Filterafløbet iøvrigt angaar, da viser det ikke den ved Kontaktfiltre omtalte Opalfarve, det indeholder næsten al den tilførte Sæbe og skummer derfor lettere. Det er mere luft- (ilt-) holdigt og indeholder mere Salpetersyre. Plante-næringsstofferne Kali og Fosforsyre indeholdes i uformindsket Mængde.

For Filterafløb i det hele taget gælder, at de i bakteriologisk Henseende ikke er saa meget forbedrede sammenlignet med det raa Kloakvand, at man tør regne dermed. Paakræves derfor i sjældne Tilfælde et i praktisk Forstand kimfrit Afløb, maa Vandet gøres til Genstand for endnu en Efterbehandling, som kan bestaa i en Desinfektion, hvorefter senere, eller en Behandling paa kunstige Sandfiltre (1 m^3 Vand pr. m^3 Sand), drevne som biologiske Filtre. Tillader de lokale Forhold det, kan der ogsaa være Tale om Overrisling eller intermitterende Infiltration.

Der gives ved Filtre en ikke hidtil omtalt Ulæmpe, nemlig Fluor (navnlig Psychoda), som udklækkes i Overfladen af Filtret, desto bedre jo grovere Filtermaterialet er. Ulæmpen bliver derfor størst ved Nedrislingsfiltre, med mindre det øverste Lag i disse bestaar af fint Materiale.

Som tidligere nævnt vil nutildags i de fleste Tilfælde Valget mellem Kontakt- og Nedrislingsfiltre falde ud til Fordel for disse sidste. Saafremt man vil og kun kan undgaa Pumpning ved at anvende Filtre med ringe Højde, kan de første dog vise sig hensigtsmæssige. Ligeledes kan der forekomme Kloakvand af en saadan særlig Art (navnlig Fabriksafløb), at der kun ved dobbelt Kontaktfilterbehandling kan tilvejebringes et ikke forraadneligt Afløb. Iøvrigt kan Fordelene ved Sammenligning mellem de to Arter af Filtre (med Imhoff) angives saaledes:

Kontaktfiltre:

1. Fordeling af Vandet over Filtermaterialet er meget let.
2. Ved passende Forholdsregler kan ilde Lugt (fra forraadnet Vand) næsten fuldstændig undgaas.
3. Filtrene er mindre sensible for Frost.
4. Flue-Ulæmper kan undgaas fuldstændig ved Anvendelsen af finkornet Materiale, næsten fuldstændig ved grovkornet.
5. Filterafløbet indeholder meget faa opslemmede Stoffer, hvorfor en Efterrensning kun meget sjældent er nødvendig.

Nedrislingsfiltre:

1. Filtrene kan med samme Størrelse behandle en større Vandmængde og taaler bedre Variationer i denne.
2. Man kan uden at skade Udluftningen bygge Filtrene høje og derved spare Plads (jvf. dog Bemærkningen ovenfor om Pumpning).
3. Man kan benytte groft Materiale, som forvitrer mindre hurtigt og er billigere.
4. De Filtermaterialet eventuelt omsluttende Vægge skal ikke staa for Vandtryk og er derfor billige at udføre.
5. Anlægsudgifterne er af forannævnte 4 Grunde mindre.
6. Den nødvendige Betjening er mindre.
7. Filtrene forstoppes — i hvert Fald saafremt de er af grovkornet Materiale — ikke eller kun meget langsomt. Der spares derved de Driftsudgifter, som ved Kontaktfiltre medgaar til Materialelets Udvaskning, hvilken desuden er forbunden med Tab af Materiale.
8. Afløbet indeholder rigelig Ilt; dette er undertiden af Betydning for det Vandløb, der optager Afløbet.

De i det foregaaende beskrevne Rensningsanlæg er indrettede paa at rense Spildevandet eller rettere Tørtvejrstiløbet. Ved et separat System kan ogsaa uden videre medtages den forøgede Vandmængde, som ogsaa ved et saadant System under Regn fremkommer i Spildevandsledningerne, idet

Vandmængden som Regel ikke vil forøges til det dobbelte. Ved Blandingssystemet maa der derimod træffes særlige Foranstaltninger for at forhindre, at de forskellige Dele af Rensningsanlægget belastes med en større Vandmængde, end de kan taale. Man kan i saa Henseende regne, at biologiske Filtre kan taale $1\frac{1}{2}$ —3 Gange den normale Vandmængde; Kontaktfiltre taaler daarligere Overbelastning end Nedrislingsfiltre, specielt naar disse helt igennem bestaar af groft Materiale. Hvad Forrensningsanlægene angaar, da taaler alm. Bundfældningskamre og Emscher-Brønde en Forøgelse af Vandmængden indtil det 5-dobbelte, hvorimod Septik-Tanks helst ikke maa belastes med mere end $1\frac{1}{2}$ eller allerhøjest 3 Gange den normale Vandmængde. Gruskamre gennemstrømmes som Regel af hele den Vandmængde, som tilflyder Rensningsanlægget. De sammenbygges ofte med de Overfald, ved Hjælp af hvilke det forhindres, at der tilføres de øvrige Dele af Rensningsanlægget større Vandmængder, end de kan taale.

C. Slamspørgsmaalet.

Det er i det foregaaende paavist, at den egentlige Rensning af Kloakvandet — specielt den kunstige — forsaavidt simpelthen fuldbyrdes ved at uddrage saavel de opslemmede som ogsaa de opløste Stoffer af Kloakvandet; man berører altsaa dette selve de Stoffer, som har gjort det rene Vand til Kloakvand. Desværre er disse Stoffer efter Uddragningen ikke tilstede i koncentreret Tilstand, men kun i Forbindelse med en meget stor Vandmængde. Det er denne Blanding af Smudsstoffer og Vand, som benævnes Slam, og det er den store Vandmængde, som — i Forbindelse med de til Slammen knyttede æstetiske og sanitære Ulemper — er Aarsagen til „Slamspørgsmaalets“ Eksistens, Aarsagen til, at Kloakvandets Rensning under ugunstige Afløbsforhold kan blive en i økonomisk Henseende saa besværlig Opgave, som den i mange Tilfælde har vist sig at være.

Som det om lidt nærmere skal forklares, vokser Slam-

mængden og dermed Besværlighederne ikke proportionalt med den Mængde Smudsstoffer, som det under de tilstedeværende Afløbsforhold viser sig nødvendigt at bortfjerne, men stærkere.

Den Omdannelse og Behandling, Slammen gøres til Genstand for, for at formindske dens Rumfang og i det hele taget bringe den i en for Transport og eventuel senere Anvendelse hensigtsmæssig Tilstand, foregaar dels — i mindre eller større Grad — i selve Rensningsanlægene, dels udenfor disse, efter dens Fjernelse derfra. Dette Forhold er som tidligere berørt Skyld i, at Rensningsanlægene ikke alene maa bedømmes efter deres Evne til at „rense“ Vandet, men ogsaa — og ofte i nok saa høj en Grad — efter de Betingelser, de byder Slammen for hensigtsmæssig Omdannelse, herunder specielt dens Koncentrering. (Det vil erindres, at denne Omdannelse i de biologiske Filtre samtidig er en Betingelse for Bevaringen af Filtrets Rensningsevne).

a. Slammens Omdannelse i Rensningsanlægene. Der dannes Slam saavel i de Anlæg, der tilsigter Uddragning af de opslemmede Stoffer (Forrensningsanlæg og Efterrensningsanlæg til Nedrislingsfiltre), som i de, der tilsigter Uddragning af de opløste Stoffer (biologiske Filtre), men Slammen fra førstnævnte er saavel i Mængde som — for den anaerobt dannede Slams Vedkommende — ogsaa i Offensivitet den betydeligste. Omdannelsen er iøvrigt enten anaerob (Septik-Tanks o. lign.) eller aerob (slate-beds, biologiske Filtre). I førstnævnte Tilfælde hængaar meget lang Tid, forinden Slammen er udraadnet, i sidstnævnte forløber Processerne hurtigere og uden Lugtulemper. I Betydning langt overlegen de nævnte Processers Evne til at opløse og derved formindske Slammængden (jvf. Side 239, Aargangen 1913) er dog — der tænkes her særlig paa Forrensningsanlægene — den Koncentration eller Vandudskillelse, Slammen er Genstand for. Den deraf foraarsagede Reduktion af Mængden overskygger ganske den første og har vel i Virkeligheden væ-

ret Skyld i den navnlig tidligere udbredte overdrevne Anskuelse om Slammens Opløsning i Septik-Tanken. Forholdet oplyses ved et Eksempel. Antager man, at der af et Rensningsanlæg til Behandling af Kloakvand med et Indhold af 500 mg opslemmede Stoffer pr. l uddrages 60 pCt. eller 300 mg/l, bliver Slammængden med det for frisk Slam sædvanlig gældende Vandindhold af 95 pCt.

$$\frac{300}{1000} \times \frac{100}{5} = 6 \text{ l pr. m}^3 \text{ Vand,}$$

men er Vandholdigheden under Slammens Ophold i Rensningsanlægget formindsket til 80 pCt., faas kun

$$\frac{300}{1000} \times \frac{100}{20} = 1,5 \text{ l pr. m}^3 \text{ Vand.}$$

(Er Vandforbruget 100 l/Indiv./Døgn faas i første Tilfælde 0,6 l Slam pr. Individ pr. Døgn, i sidste Tilfælde 0,15 l).

Vandholdigheden af frisk Slam er desto større, jo flere af de opslemmede Stoffer, der søges uddraget, idet det er de fineste og vanskeligst bundfældelige Stoffer, som er de mest vandtiltrækkende (jvf. Side 127, Aargangen 1913). Dette Forhold bevirker som nævnt, at Slammængden vokser stærkt med Rensningsanlæggets Effektivitet.

Riste og Gruskamre giver kun en forholdsvis ringe Slammængde. Slammen er forraadnelig, men let at behandle og transportere paa Grund af det ringe Vandindhold: 60 à 80 pCt.

Bundfældningskamre giver, naar Slammen holdes tilbage saa længe, at Koncentrationen i nogen Grad gør sig gældende — selv om det derved samtidig gaar ud over Vandets Friskhed — forraadnelig Slam med en Vandholdighed af ca. 90 pCt. Regnes pr. Individ pr. Døgn bortfjernet 40 g Smudsstoffer, faas herefter en Slammængde af 0,4 l/Indiv./Døgn.

Ved kemisk Fældning faas Slam af lignende Art som ved den rene Bundfældning, men i langt større Mængde, gennemgaaende under ellers lige Forhold ca. 3 Gange saa

meget. Dette skyldes dels, at der ved Fældningen uddrages flere af de fineste — og derfor mest vandtiltrækkende Stoffer, dels at selve Fældningsmidlet giver Anledning til Slamdannelse. 100 g Kalk pr. m^3 Vand giver saaledes ikke 100 g Slam, men — med 90 pCt. Vandholdighed — 1000 g (jvf. iøvrigt Side 123, Aargangen 1913).

Septik-Tanks giver Slam, som, naar den har gennemgaaet den langvarige Forraadningsproces — er udraadnet —, i ringere Grad giver Anledning til Lugtulemper end Slammen fra Bundfældningskamre. Lugten skyldes ikke selve de i Slammen indeholdte faste Stoffer, men det til disse knyttede Vand, som imidlertid forholdsvis let afgives af den udraadnede Slam. Vandholdigheden kan andrage ca. 80 pCt., hvorefter med samme Forudsætning som ovenfor faas en Slammængde af 0,2 l/Indiv./Døgn; med nævneværdig Opløsning af Slammen faas endnu mindre (jvf. iøvrigt Side 237).

Emscher-Brønden udmærker sig sammenlignet med Septik-Tanken ved, at Slamrummet er afsondret fra Bundfældningsrummet paa en saadan Maade, at der praktisk talt ingen Vandbevægelse foregaar derigennem. Dette Forhold, som man en Tid lang mente maatte føre til uheldige Resultater med Hensyn til Slammens Opløsning, har senere i flere Henseender vist sig kun at være til Gavn. Man har f. Eks. erfaret, at der i Slamrummet, naar dette er „indarbejdet“, ikke dannes Svovlbrinte, men at Vandet i Slamrummet, naar Slamaftagningen foretages paa rette Maade (saaledes, at ikke al Slammen fjernes paa en Gang), bevarer sig friskt, hvilket har til Følge, at ikke alene selve Rensningen men ogsaa den senere Slambehandling forløber uden væsentlig ilde Lugt. Den udtagne Slam skal lugte omtrent som Gummi eller undertiden tjæreagtigt. I Slamrummet opbevares Slammen 3—6 Maaneder eller undertiden endnu længere. Til Trods for, at Slammens Vandholdighed herved reduceres til ca. 75 pCt. (med de samme Forudsætninger som

ovenfor svarende til en Slammængde af 0,16 l/Indiv./Døgn eller endnu mindre), er den dog let bevægelig, saa at den ved et Overtryk i Brønden kan aftappes gennem en over Bunden af denne udmundende Slamledning. Denne Letbevægelighed staar i Forbindelse med det for Emscher-Brønden særlige Forhold — som enten skyldes det afsondrede Slamrum eller dettes store Dybde — at Slammen er gennemtrængt af Luftblærer. Dette Forhold har paa anden Maade stor Betydning, nemlig ved den senere Tørring i fri Luft.

Dibbins slate-beds giver som tidligere nævnt med Hensyn til Slammens Omdannelse lignende Fordele som Emscher-Brønden, ja vistnok endnu større. I den engelske By Devizes, hvor Slammen tidligere var udvundet ved en kemisk Fældning med efterfølgende Presning, bevirkede Indførelsen af slate-beds, at Slammængden formindskedes fra 700 tons aarlig til 20 à 30 tons, medens Udgifterne ved Slammens Bortfjernelse sank fra 650 à 700 til 200 £. Slammens Vandholdighed nærmer sig 50 pCt.

β. Slammens Behandling efter Udtagningen af Rensningsanlægene. Naar Slammen er fjernet fra det Sted, hvor den ved Vandets Rensning har nedfældet sig, begynder Vanskelighederne i mange Tilfælde ret for Alvor at gøre sig gældende. Er Mængden betydelig, indrettes ofte Slam tørre pladser for ved yderligere Formindskelse af Vandholdigheden at formindske Rumfanget og gøre Slammen haandterlig („stichfest“). De Forhold, hvorunder Slammen har befundet sig under Opholdet i Rensningsanlægene, vil da gøre sig gældende paa en Maade, som vil forstaas af det foran meddelte. Slampladsens fornødne Størrelse afhænger ikke alene af det Vandindhold, Slammen er i Besiddelse af, naar den kommer fra Rensningsanlægget, men ogsaa af den Lethed eller Hurtighed, hvormed Vandet afgives. Her besidder Septik-Tank Slam en Fordel fremfor Slam fra almindelige Bundfældningskamre, men staar paa den anden Side tilbage for Slammen fra Emscher-Brønde. Udtørringen kan

tage fra flere Maaneder ned til 6 à 10 Dage eller — om Sommeren — endnu mindre. Tiden afhænger ikke alene af det oprindelige Vandindhold, men ogsaa af Slammens Indhold af Fedt og kolloidt opløste Stoffer, der vanskeliggør Vandudskilningen. Disse Stoffer findes i mindst Mængde i Slammen fra Emscher-Brønde, hvis Indhold af opblandede Luftblærer yderligere letter Vandudskillelsen, idet Luften, idet den undviger opefter, ligesom baner Vej for Vandet, saaledes at Slammen ligesom kommer til at svømme paa sit eget Vand, der efterhaanden afdrænes, idet Slampladsen sædvanlig er dækket med et Lag af Slagger og forsynet med underliggende Dræn. Foranstaltninger som de sidstnævnte har overført Slam fra Bundfældningsanlæg vist sig saagodtsom virkningsløse. Vandindholdet af Emscher-Brønd Slam kan paa denne Maade formindskes til ca. 58 pCt.; den kan da behandles omtrent som Jord.

Paa Slampladsen udbredes Slammen i 15 à 20 cm tykke Lag. Pladsens Størrelse kan ved almindelig Bundfældning sættes til 500 m² pr. 1 m³ Slam pr. Dag, ved Septik-Tank Anlæg til 300 m². Med forannævnte Slammængder af henholdsvis 0,4 og 0,2 l/Indiv./Døgn faas herefter en Størrelse af

$$\frac{0,4 \times 500}{1000} = 0,2 \text{ m}^2 \text{ og } \frac{0,2 \times 300}{1000} = 0,06 \text{ m}^2 \text{ pr. Individ.}$$

For Slam fra Emscher-Brønde skal kunne regnes 0,02 à 0,015 m² pr. Individ, altsaa 10—20 eller endnu flere Gange mindre end for frisk Slam.

Andre Midler til Slammens Tørring er f. Eks. dens Behandling i Presser eller Centrifuger. Ved førstnævnte kan Vandindholdet formindskes til 50—65 pCt., ved sidstnævnte til ca. 60 pCt. Om begge Metoder gælder, at de er kostbare og derfor kun anvendes, hvor Omstændighederne tvinger dertil. Det er en Selvfølge, at det kun er stærk vandholdig Slam, der behandles paa denne Maade, altsaa f. Eks. ikke Slam fra Emscher-Brønde. Presning kan som Regel kun udføres efter forudgaaende Tilsætning af Kemikalier, som Regel et Par Procent Kalk.

Naar Slammens Rumfang er reduceret saa meget, som det under de tilstedeværende lokale Forhold anses for hensigtsmæssig, staar den endelige Bortfjernelse tilbage. For saa vidt denne ikke alene indskrænker sig til Transport til et eller andet Sted, hvor Slammen uden Skade kan aflæsses eller opmagasineres, kan der væsentlig kun være Tale om at anvende Slammen, der i Reglen indeholder ca. 40 pCt. organiske Stoffer, som Gødning. Selv om Gødningsværdien teoretisk ikke er ubetydelig, formindskes den dog i meget betydelig Grad derved, at Jordbundens Evne til at optage Næringsstofferne derfra er forholdsvis ringe. Dette Forhold skyldes særlig Tilstedeværelsen af Fedtet, som hindrer Tilgang af Luft og Vand; jo mindre Fedtindholdet er, desto værdifuldere bliver derfor Slammen som Gødningsemne, hvilket forklarer, at udraadnet Slam, selv om den teoretiske Gødningsværdi formindskes ved Forraadnelsen, ikke desto mindre har større Værdi end ikke udraadnet Slam; navnlig Slammen fra Emscher-Brønde indeholder forholdsvis lidt Fedt (3—7 pCt.) og har derfor ogsaa saa megen Værdi, at der undertiden betales 0,5 Mk. pr. Læs ved Afhentning i Rensningsanlægget. At fjerne Fedtet fra Slammen ved særlige Foranstaltninger (opløsende Midler — Destillation ved Hjælp af overhededt Damp — Tør Destillation) har ofte været prøvet, men kan som Regel ikke betale sig, medmindre Slammen er meget fedtholdig, eller de lokale Forhold for dens Bortfjernelse er meget vanskelige. Et i den senere Tid meget omtalt Fedtudvindingsanlæg er Anlægget i Oldham i England (150,000 Indbyggere) indrettet efter Dr. Grossmanns Metode, hvorefter den kunstigt tørrede Slam behandles med overhededt Damp og Svovlsyre. Dampen fortættes, og Fedtet afsætter sig paa Overfladen af det fortættede Vand. Saavel Fedtet som det tørrede, lugtløse Slampulver sælges, sidstnævnte som Gødning. — Kloakslammen egner sig forøvrigt forholdsvis godt til Forbedring af meget daarlige (sandede) Jorder.

Undertiden søges Anvendelsesmuligheden for Slammen forbedret ved Blanding med Husaffald eller paa forskellige andre Maader, men i mangfoldige Tilfælde gælder det i Virkeligheden kun om at finde et Sted, hvor Slammen kan anbringes uden Ulemper, og et saadant Sted kan da enten findes paa Landet, hvor de eventuelle Ulemper kan søges formindsket ved at „begrave“ Slammen, eller i Havet. At transportere Slammen til Søs, er en ret almindelig Fremgangsmaade for Byer, der er saaledes beliggende, at det urensede Kloakvand ikke kan tillades udledt i Byens umiddelbare Nærhed (London, Manchester, Dublin, Boston).

D. Desinficering af Kloakvandet.

Under Hensyn til de til Kloakvandet knyttede Inficeringsmuligheder (jvf. Side 61, Aargang 1913) kan under visse Omstændigheder Desinficering blive ønskelig. Kloakvandet kan forøvrigt ad forskellige Veje befries for de patogene Bakterier, nemlig enten ved disses Tilbageholdelse eller ved deres Ødelæggelse, hvilken saa igen kan foregaa enten ved Opvarmning eller ved Desinficering. Bakteriernes Tilbageholdelse sker i Overtillingsanlæg og Stuvningsfiltre ved rationel Drift i en for Praxis tilstrækkelig Udstrækning. I alle de øvrige i det foregaaende beskrevne Rensningsanlæg finder der forsaavidt en delvis Tilbageholdelse af Bakterier Sted, som disse fortrinsvis er knyttede til de opslemmede Stoffer og derfor fjernes i omtrent samme Forhold som disse (jvf. dog Bemærkningen Side 268 om Septik-Tank Behandlingens Indvirkning). Denne delvise Tilbageholdelse af Bakterier forringer ikke i nævneværdig Grad den til Kloakvandet knyttede Fare for Smitte, naar Betingelserne herfor iøvrigt er til Stede, men har dog Betydning paa den nedenfor angivne Maade.

Bakteriernes Ødelæggelse ved Opvarmning af Kloakvandet til 70° C kan der af økonomiske Grunde kun blive Tale om at anvende ved mindre lokale Anlæg, og ved større cen-

trale Rensningsanlæg, bliver der derfor — naar Overrisling eller Filtrering i Sandfiltre ikke anvendes (eller i Nødsfald kan anvendes) som sidste Behandling — som eneste Middel til Kloakvandets Befrielse for Sygdomsbakterierne Desinficering tilbage. Selv om der ikke derved tilstræbes Fremskaffelsen af et sterilt Afløb, er Fremgangsmaaden kostbar, og den anvendes derfor kun ugerne og i yderste Nødstilfælde paa en Bys samlede Kloakvand. Langt snarere bør Smittefaren søges modvirket ved, at Opmærksomheden rettes mod de lokale Steder for Smittens Opstaaen. Denne Fremgangsmaade er saa meget desto mere rationel, som Overfaldene i det her i Europa næsten udelukkende anvendte Blandingssystem altid frembyder Fare, idet der kun er Mulighed for en Desinficering af Tørtvejrstilløbet (eventuelt opspædt med en mindre Regnmængde). Kun i et separat System byder Desinficering af Afløbet en virkelig Sikkerhed, et Forhold, som maaske forklarer, at Desinficering synes mere almindelig paa Steder, hvor Separatsystemet benyttes, og hvor der samtidig paa Grund af Flodvandets Benyttelse til Drikkevand maa træffes særlige Forsigtighedsregler. Desinficering kan under saadanne Forhold blive et Led i Rensningen og ikke blot en Sikkerhedsforanstaltning, som træffes under Epidemier.

Som desinficerende Middel anvendes som Regel Clorkalk (en Blanding af Kalciumhypoclorit og Kalciumclorid), der ved talrige Forsøg har vist sig som det bedste og billigste. Mængden retter sig i Almindelighed efter Kloakvandets Styrkegrad, men kan dog med Sikkerhed kun fastslaaes efter forudgaaende bakteriologiske Forsøg i det paagældende Rensningsanlæg. Undersøgelse af 1 cm³ Vand for *Bacterium coli* (jvf. Side 57) skal herved være tilstrækkelig, idet de Sygdomsbakterier, som søges ødelagt, er mindre modstandsdygtige end denne Bakterie. Vejledende for Mængden af Clorkalk er forøvrigt de af Schumacher fundne Resultater, at der ved en Tilsætning i Forholdet 1:2000 ved 2 Timers Ind-

virkning endnu skal være 49 mg frit Clor pr. l i Afløbet, og at der med en Tilsætning i Forholdet 1:5000 ligeledes efter 2 Timers Behandling endnu skal være 21 mg frit Clor pr. l.

Jo renere Kloakvandet er eller gøres, jo mere derfor de opslemmede Stoffer fjernes og de organiske Stoffer iltes, desto mindre bliver den til Desinficering fornødne Mængde Clorkalk. Af disse Grunde skal det ved Anlæg, hvor Desinficeringen er en Del af selve Rensningsprocessen, og hvor det vigtigste eller eneste Formaål med Rensningen er at frembringe et for Sygdomskim befriet Afløb, være økonomisk fordelagtigt at behandle Kloakvandet i Forrensningsanlæg og Filtre m. m., forinden Vandet i et særligt Bassin udsættes for Clorkalkens Virkning. Hvor Desinficeringen derimod kun foretages under Epidemier, gælder det om at indskrænke det i den Anledning fornødne Anlæg til det mindst mulige, og af denne Grund benyttes Forrensningsanlægene sædvanlig som Opholdsbassin for Vandet, medens dette er under Clorkalkens Paavirkning (mindst 2 Timer). Denne Fremgangsmaade kan anvendes, selv om Kloakvandet bagefter gøres til Genstand for Filterbehandling, idet det har vist sig, at Clorkalkens kimdræbende Virkning neutraliseres i Filtrenes øverste Lag. Paa den Maade faar man tillige Sikkerhed for, at der ikke tilføjes en i Recipienten værende Fiskebestand Skade. Ellers maa et Overskud af Clorkalk bindes ved Tilsætning af Kemikalier, f. Eks. Jernvitriol.

Den i Rensningsanlægene tilbageholdte Slam er særlig rig paa Bakterier. En Desinfektion, som her vilde være overordentlig vanskelig, bliver der dog ikke Tale om alene af den Grund, at den normale Slambehandling altid og ikke blot under Epidemier, bør foregaa paa en saadan Maade, at Smitteoverførelse er udelukket.

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
I. Indledning.....	1
II. Kloakvandets Oprindelse, Mængde og Beskaffenhed	3
III. Forraadningsprocessen og de Ulæmper, Kloakvandet kan foraarsage	17
IV. Formaalet med Kloakvandsrensningen	20
V. Principper for Rensningen og den paakrævede Effekt.....	23
VI. Kloakrensningsmidler ¹⁾ :	
A. Fjernelsen af de opslemmede Stoffer	29
B. Omdannelsen af Kloakvandet til et ikke forraadneligt Produkt	63
C. Slamspørgsmaalet	104
D. Desinficering af Kloakvandet.....	111

¹⁾ burde have staaet: Midler til Kloakvandets Rensning.

TILFØJELSER OG RETTELSE

Side 27, øverst: jvf. den i Royal Commissions 8. Rapport paa Side 68 angivne Standard.

Side 29, Linie 5 f. o.: I St. f. Kloakrensningmidler burde staa: Midler til Kloakvandets Rensning.

Side 104 midt paa Siden: „C. Slamspørgsmaalet“ skulde være trykt med magre Typer (jfr. Overskrifterne Side 29 og 63).

Side 105, Linie 5 f. n.: I St. f. 239, Aargangen 1913, skal staa 48 og 49 øverst.

Side 106, Linie 17 f. n.: I St. f. 127, Aargangen 1913, skal staa 35.

Side 107, Linie 6 f. o.: I St. f. 123, Aargangen 1913, skal staa 39 og 40.

Side 107, Linie 17 f. o.: I St. f. 237 skal staa 46 og flg.

Side 111: „D. Desinficering af Kloakvandet“ skulde være trykt med magre Typer (som Overskrifterne Side 29 og 63).

Side 111, Linie 14 f. o.: I St. f. 61, Aargang 1913, skal staa 20.

Side 111, Linie 9 f. n.: I St. f. 268 skal staa 51.

Side 112, Linie 5 f. n.: I St. f. 57 skal staa 16.

IN

- I. Indledning
- II. Kloakvandets Op
- III. Forraadnelsespro
- IV. Formaalet med
- V. Principper for R
- VI. Kloakrensningssm
 - A. Fjernelsen af
 - B. Omdannelsen
 - C. Slamspørgsm
 - D. Desinficering

¹⁾ burde have staae



