Biblioteka Politechniki Krakowskiej
100000296084

Chemisch-technische Bibliothek. Band 245.

Städtische
und
Fabrik-Abwässer.

Ihre Natur, Schädlichkeit und Reinigung.

Von

Dr. Hermann Haefcke.

Mit 80 Abbildungen.

Wien. Pest. Leipzig.
A. Hartleben's Verlag.

A. Hartleben's Elektro-technische Bibliothek

In reich illustrirten Bänden.

Geheftet à K 3.30 = M. 3.—, elegant gebunden à K 4.40 = M. 4.—.

1. Bd. Gustav Glazer de Cew, Die dynamo-elektrischen Maschinen. Mit 99 Abbild. 6. Aufl. Bearb. von Dr. F. Auerbach. 19 Bog. 8. Geh. — 2. Bd. Eduard Japing, Die elektrische Kraftübertragung u. ihre Anwendung in der Praxis. Mit 45 Abb. 3. Aufl. 16 Bg. 8. Geh. — 3. Bd. Dr. Alfred von Urbanitzky, Das elektrische Licht und die hierzu angewendeten Lampen, Kohlen und Beleuchtungskörper. Mit 89 Abb. 3. Aufl. 15 Bg. 8. Geh. — 4. Bd. W. Ph. Hauck, Die galvanischen Batterien, Accumulatoren u. Thermosäulen. Mit 85 Abb. 4. Aufl. 21 Bg. 8. Geh. — 5. Bd. J. Sack, Die Verkehrs-Telegraphie der Gegenwart mit bes. Berücksichtigung der Praxis. Mit 101 Abbild. 20 Bog. 8. Geh. — 6. Bd. Theodor Schwartze, Telephon, Mikrophon und Radiophon. Mit 119 Abb. 3. Aufl. 16 Bg. 8. Geh. — 7. Bd. Eduard Japing, Die Elektrolyse, Galvanoplastik und Reinmetallgewinnung. Mit 46 Abb. 2. Aufl. 18 Bg. 8. Geh. — 8. Bd. Arthur Wilke, Die elektr. Meß- und Präcisions-Instrumente. Ein Leitfaden der elektr. Meßkunde. Mit 59 Abb. 2. Aufl. 17 Bg. 8. Geh. — 9. Bd. W. Ph. Hauck, Die Grundlehren der Elektricität mit bes. Rücksicht auf ihre Anwendungen in der Praxis. Mit 83 Abb. 3. Aufl. 19 Bg. 8. Geh. — 10. Bd. Prof. Dr. P. Zech, Elektr. Formelbuch. Mit e. Anh., enth. die elektr. Terminologie in deutscher, französ. u. engl. Spr. Mit 15 Abb. 15 Bg. 8. Geh. — 11. Bd. (zugleich Ergänzung des 3. Bandes). Dr. Alfred von Urbanitzky, Die elektr. Beleuchtungsanlagen. Mit 113 Abb. 3. Aufl. 16 Bg. 8. Geh. — 12. Bd. E. Kohlfürst, Die elektr. Einrichtungen der Eisenbahnen und das Signalwesen. Mit 130 Abb. 21 Bg. 8. Geh. — 13. Bd. Dr. A. Tobler, Die elektr. Uhren u. die elektr. Feuerwehr-Telegraphie. Mit 88 Abb. 14 Bg. 8. Geh. — 14. Bd. O. Canter, Die Haus- u. Hoteltelegraphie. Mit 104 Abb. 2. Aufl. 15 Bg. 8. Geh. — 15. Bd. Dr. Friedrich Waechter, Die Anwendung der Elektricität für militärische Zwecke. Mit 71 Abb. 16 Bg. 8. Geh. — 16. Bd. J. Zacharias, Die elektr. Leitungen u. ihre Anlage f. alle Zwecke der Praxis. 2. Aufl. Mit 89 Abb. 17 Bg. 8. Geh. — 17. Bd. J. Krämer, Die elektr. Eisenbahn bezügl. ihres Baues u. Betriebes. Mit 105 Abb. und 2 Taf. 18 Bg. 8. Geh. — 18. Bd. Dr. Rudolf Lewandowski, Die Elektrotechnik in der prakt. Heilkunde. Mit 95 Abb. 25 Bg. 8. Geh. — 19. Bd. Prof. K. W. Zenger, Die Spannungs-Elektricität, ihre Gesetze, Wirkungen und techn. Anwendungen. Mit 86 Abb. 17 Bog. 8. Geh. — 20. Bd. Gustav Mayr, Die Weltliteratur der Elektricität und des Magnetismus von 1860—1883, mit bes. Berücksichtigung der Elektrotechnik. Mit Sachregister von Dr. phil. O. Salle. 14 Bg. 8. Geh. — 21. Bd. Th. Schwartze, Die Motoren der elektr. Maschinen. Mit 133 Abb. 21 Bog. 8. Geh. — 22. Bd. Prof. Dr. J. G. Wallentin, Die Generatore hochgesp. Elektricität mit vorwieg. Berücksichtig. der Elektrisirmaschinen im engeren Sinne. Mit 75 Abb. 18. Bg. 8. Geh. — 23. Bd. Dr. O. Tumlirz, Das Potential und seine Anwendg. z. der Erklärung der elektrischen Erscheinungen. Mit 108 Abb. 20 Bg. 8. Geh. — 24. Bd. J. Zacharias, Die Unterhaltung und Reparatur der elektr. Leitungen für alle Zwecke der Praxis. Mit 94 Abb. 16 Bg. 8. Geh. — 25. Band. A. E. Granfeld, Die Mehrfachtelegr. auf Einem Drahte. Mit bes. Rücksicht auf den Stand d. Gegenw. Mit 118 Abb. u. 5 Tab. 17 Bg. 8. Geh. — 26. Bd. Max Jüllig, Die Kabeltelegraphie. Mit 90 Abb. 17 Bg. 8. Geh. — 27. Bd. Etienne de Fodor, Das Glühlicht, sein Wesen u. seine Erfordernisse. Mit 119 Abb. 15 Bg. 8. Geh. — 28. Bd. Dr. Gustav Albrecht, Geschichte der Elektricität mit Berücksichtig. ihrer Anwendungen. Mit 67 Abb. 22 Bg. 8. Geh. — 29. Bd. Dr. Alfred von Urbanitzky, Blitz und Blitz-Schutzvorrichtungen. Mit 80 Abb. 17 Bg. 8. Geh. — 30. Bd. Jos. Schaichl, Die Galvanostegie, mit bes. Berücksichtig. der fabriksmäßigen Herstellung dicker Metallüberzüge auf Metallen mittelst d. galvan. Stromes. Mit 72 Abb. 15 Bg. 8. Geh. — 31. Bd. Dr. W. Wietlisbach, Die Technik des Fernsprechwesens. Mit 123 Abb. 18 Bog. 8. Geh. — 32. Bd. Dr. Hugo Krüß, Die elektro-technische Photometrie. Mit 50 Abb. 19 Bog. 8. Geh. — 33. Bd. August Neumayer, Die Laboratorien der Elektro-Technik und deren neuer Hilfsapparate. Mit 52 Abbild. 16 Bog. 8. Geh. — 34. Bd. Dr. Alfred von Urbanitzky, Elektricität und Magnetismus im Alterthume. Mit 9 Abbild. 19 Bg. 8. Geh. — 35. Band G. W. Germann, Magnetismus und Hypnotismus. 2. Aufl. Mit 53 Abb. u. 19 Tafeln. 14 Bog. 8. Geh. — 36. Bd. Dr. Ernst Gerland, Die Anwendung der Elektricität bei registrirenden Apparaten. Mit 119 Abbild. 17 Bog. 8. Geh. — 37. Bd. Dr. Theodor Hoh, Elektricität und Magnetismus als kosmotellurische Kräfte. 17 Bg. 8. Geh. — 38. Bd. Dr. F. Auerbach, Die Wirkungsgesetze der dynamo-elektrischen Maschinen. Mit 84 Abbild. 17 Bog. 8. Geh. — 39. Bd. Etienne de Fodor, Materialien für Kostenvoranschläge elektrischer Lichtanlagen. Mit 69 Abbild. 15 Bog. 8. Geh. — 40. Bd. Ladislaus Fiedler, Die Zeittelegraphen und die elektrischen Uhren vom praktischen Standpunkte. Mit 85 Abbild. 14 Bog. 8. Geh. — 41. Bd. Etienne de Fodor, Die elektrischen Motoren. Mit 64 Abbild. 15 Bog. 8. Geh. — 42. Bd. J. Zacharias, Die Glühlampe. Ihre Herstellung und Anwendung in der Praxis. Mit 51 Abbild. und 2 Tafeln. 14 Bog. 8 Geh. — 43. Bd. Etienne de Fodor, Die elektrischen Verbrauchsmesser. Mit 77 Abbild. 15 Bog. 8. Geh. — 44. Bd. Etienne de Fodor, Die elektrische Schweißung und Lötbung. Mit 138 Abbild. 16 Bog. 8. Geh. — 45. Bd. J. Sack, Die elektrischen Accumulatoren und ihre Verwendung in der Praxis. — 46. Bd. Etienne de Fodor, Elektricität direkt aus Kohle. — 47., 48., 49., 50. Bd. Dr. Franz Peters, Angewandte Elektrochemie. In 4 Bänden. I. Bd. Die Primär- und Secundär-Elemente. II. Bd. 1. u. 2 Abth. Anorganische Elektrochemie. III. Bd. Organ. Elektrochemie. — 51., 52. Bd. Fr. Ph. Stögermaur, Erklärung des Wesens und der Kraftäußerungen des elektrischen Fluidums. 2 Bände. — 53., 54., 55. u. 56. Bd. Elektrometallurgie u. Galvanotechnik. Ein Hand- und Nachschlagebuch für die Gewinnung u. Bearbeitung der Metalle auf elektr. Wege. In 4 Bdn. Von Dr. Franz Peters. u. s. w. [illegible]

Geheftet jeder Band K 3.30 = M. 3.—. Gebunden jeder Band K 4.40 = M. 4.—.

Jeder Band ist für sich vollkommen abgeschlossen und einzeln käuflich.

Städtische

und

Fabrik-Abwässer.

Ihre Natur, Schädlichkeit und Reinigung.

Von

Dr. Hermann Haefcke.

Mit 80 Abbildungen.

Wien. Pest. Leipzig.
A. Hartleben's Verlag.
1901.

(Alle Rechte vorbehalten.)

I- 301571

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

I 373

Druck von Friedrich Jasper in Wien.

BPK-B-97/2017

Akc. Nr. 2883/49

Vorwort.

Die Frage der Beseitigung beziehungsweise Reinigung der städtischen und Fabrik-Abwässer interessirt gegenwärtig weite Kreise; sie ist an vielen Orten eine geradezu brennende Frage geworden. Es sind deshalb neben den Sachverständigen vielfach Beamte und Privatpersonen gezwungen zu dieser Frage Stellung zu nehmen. Die bisherige Fachliteratur macht es im Allgemeinen und ganz besonders den Nichtfachleuten recht schwer, sich die nöthige Orientirung zur Bildung eines selbständigen Urtheils zu verschaffen. Neben umfangreichen Quellenwerken bietet die Abwasserliteratur eine große Zahl kleinerer Arbeiten und Aufsätze, welche theils als selbstständige Schriften herausgegeben, theils in den bezüglichen Zeitschriften zerstreut veröffentlicht sind. Eine Schrift, welche in knapper Form möglichst alles Nothwendige enthält, existirt meines Wissens bisher nicht.

Hoffentlich ist es mir gelungen, mit dem vorliegenden Buch diese Lücke in etwas auszufüllen. In diesem Sinne bittet dasselbe bei allen, welche die Abwässerreinigung interessirt, um freundliche Aufnahme.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniß.

Seite

Einleitung 1

Flußverunreinigung 1

Art, Menge und Zusammensetzung der städtischen Abwässer 22

Die menschlichen Auswurfstoffe 22

Abwässer aus Küche und Haus und Abwässer aus Badeanstalten 26

Straßenabwässer 2c. 33

Die Beseitigung der menschlichen Auswurfstoffe . . . 34

Abfuhrsysteme 34

Das Grubensystem 35

Desinfection des Gruheninhaltes 39

Die Entleerung der Gruben 42

Das Tonnensystem 43

Das Kübelsystem 46

Das Verfahren von Buhl und Keller zur Verarbeitung von Fäcalien auf schwefelsaures Ammoniak und Poudrette . . 47

Die Fäcalextractfabrikation von A. v. Podewils 59

Das Poudrettir-Verfahren von Venuleth und Ellenberger (Hencke) 62

Das Poudrettir-Verfahren von Thon 64

Das Poudrettir-Verfahren von H. Schwarz 65

Das Poudrettir-Verfahren von H. Tiede 67

Das Poudrettir-Verfahren von Teuthorn 67

Dietzells Poudrettir-Verfahren 67

Seite

Mosselmanns Poudrettir-Verfahren 68
Petris Verfahren zur Herstellung von Fäcalsteinen 68
Lönholdts Patentfeuercloset 69
A. Scheidings Verfahren zur Verarbeitung von menschlichen Fäcalien 69
Das Sindermannsche Verfahren zur Gewinnung von Leuchtgas aus Fäcalien 71
Canalsysteme 73
Die Schwemmcanalisation 76
Anordnung des Canalnetzes und der Canäle 76
1. Das Perpendicularsystem 77
2. Das Abfangsystem 77
3. Das Fächersystem 79
4. Das Parallel- oder Zonensystem 81
5. Das Radialsystem 82
Anwendung verschiedener Systeme 83
Form, Tiefe und Gefälle der Canäle 83
Nothausläße 85
Lüftung der Canäle 87
Die Spülung der Canäle 90
Das Oelpissoir, System Beetz 94
Die Trennsysteme 98
Das Trennsystem Waring 101
Das System Shone-Merten 102
Liernurs Differenzirsystem 107
Das System Berlier 118
Die Natur der städtischen Spüljauche 123
Welchen Einfluß üben die menschlichen Fäcalien auf die Beschaffenheit der städtischen Spüljauche aus? 136
Berechnungen über die durch Einleitung von Spüljauche in die Flüsse bewirkte Verunreinigung 144
Die Schädlichkeit städtischer und industrieller Abwässer für die Fischzucht 148
Die Selbstreinigung der Flüsse 185
Das Loos der in der Spüljauche enthaltenen Keime nach Einleitung der Spüljauche in einen Flußlauf 200

Seite

Die Reinigung der städtischen Spüljauche durch Berieselung 203

Die sich bei der Berieselung im Boden abspielenden Vorgänge 205

Einfluß der Art des Bodens auf die Reinigung des Schmutzwassers 207

Die Folgen zu häufigen Rieselns 209

Die Drainirung der Rieselfelder 212

Die Gestaltung der Oberfläche der Rieselfelder 216

Die Zusammensetzung der durch Berieselung gereinigten städtischen Abwässer (Drainwässer) 227

Der landwirthschaftliche Werth der Spüljauche und die Rentabilität der Rieselfelder 230

Sind die Rieselfelder für die Nachbarschaft in gesundheitlicher Beziehung mit Gefahren verbunden? 236

In welcher Weise ist mit Sicherheit zu controliren, ob ein Abwasserreinigungsverfahren dauernd gute Resultate giebt oder nicht 243

Die Fäcalienbeseitigung und -Verwerthung nach dem Eduardsfelder System 246

Die Reinigung der städtischen Abwässer auf vorwiegend mechanischem Wege 250

Verfahren von A. L. G. Dehne in Halle 250

Friedrichs Patent-Flachsichter für mechanische Abwässerreinigung 257

Das Rienschsche Verfahren 259

H. Reiserts Verfahren für Abwässerklärung mit Hilfe eines Klärapparates mit Stromtheilung (Patent Dervaux) . . 273

Die Abwasser-Reinigungsanlage in Frankfurt am Main . . 279

Die Kläranlage in Wiesbaden 284

Die Reinigung der städtischen Abwässer auf chemisch-mechanischem Wege 287

Das Reinigungsverfahren von Fr. Hulwa 297

Das Reinigungsverfahren von F. A. Robert Müller & Co. in Schönebeck a. d. Elbe 302

Das Rothe-Roecknersche Klärverfahren 309

Seite
Die Wasserreinigungsapparate 311
Die Apparate zum Zubereiten und Zusetzen der Chemikalien 317
Das Eichensche Klärverfahren 320
Das Abwasserreinigungsverfahren von Anton Proskowetz . . 327
Der A-B-C-Proceß 336
Die Verwendung von Eisenschlacken zur Klärung von Schmutzwässern 339
Das Friedrichsche Abwasser-Reinigungsverfahren mittelst geschweelter Schlammkohle 341
Das Ferozone-Polariteverfahren 345
Das Liesenbergsche Klärverfahren 349
Das Degenersche Humusverfahren 354
Das Securin-Verfahren zur Reinigung städtischer Abwässer . 368
Die Beseitigung beziehungsweise Verwerthung des bei den mechanisch-chemischen Klärverfahren gewonnenen Schlammes 370
W. Bruchs Apparat zum Entwässern von Klärschlamm und ähnlichem wasserhaltigen Material 372
Apparat zum Entwässern von schlammförmigen Substanzen von M. M. Rotten, Berlin 375
Der sternförmige Schlammführungsapparat von Fölsche . . 379
Ausnutzung des Luftsauerstoffs zur Reinigung von Abwässern 380
Der Storersche Aërator 380
Königs Gradirapparat 385
Die biologischen Reinigungsverfahren 387
Die Dibdin-Schwedersche Versuchsanlage für städtische Spüljauche in Groß-Lichterfelde 388
Die Dunbarschen Versuche 393
Die Reinigung der Abwässer durch Elektricität . . 397
Das Webstersche Verfahren 397
Das Hermitesche Verfahren 405
Kritik der vorgeschlagenen Reinigungsverfahren . . 408

Fabrikabwässer.

Abwässer aus Schlachthäusern 415
Abwässer aus Molkereien und Margarine-Fabriken 417

Seite
Abwässer aus Stärkefabriken 421
Die Abwässer von Zuckerfabriken 426
Abwässer aus Brauereien und Brennereien 429
Abwässer aus Färbereien, Druckereien und Farbenfabriken . 433
Abwässer aus Woll- und Tuchfabriken, Wollwäschereien u. s. w. 438
Abwässer aus Papierfabriken 443
Abwässer aus Federnfabriken 447
Abwasser von Leuchtgasfabriken 455
Sach-Register 461

Verzeichniß der Illustrationen.

		Seite
1	Fabrikanlage zur Verarbeitung von Fäcalien auf schwefelsaures Ammoniak und Poudrette nach Buhl und Keller (Aufriß)	50
2	Dasselbe (Grundriß)	50
3	Das Perpendicularsystem	77
4	Dasselbe (mehr verzweigt)	78
5	Das Abfangsystem	79
6	Dasselbe (mehr verzweigt)	79
7	Das Fächersystem	80
8	Canalisation der Stadt Breslau nach dem Fächersystem	81
9	Das Parallel- oder Zonensystem	82
10	Das Radialsystem	83
11	Canalisation nach verschiedenen Systemen	84
12	Nothauslaß	86
13	Schmetzer's Apparat zur intermittirenden Spülung von Pissoiren	91
14	Apparat zur intermittirenden Spülung von Wassercloſets (leer)	93
15	Dasselbe (gefüllt)	93
16	W. Rothe's Spülvorrichtung zum Spülen der Hausanschlüsse	94
17	Querschnitt des Syphons vom Oelpissoir »System Beetz«	96
18	Der Shone-Mertensche Ejector (Aufriß)	104
19	Derselbe (Grundriß)	105

Seite

20 Plan einer nach Liernurschem System canalisirten und in verschiedene pneumatische Bezirke eingetheilten Stadt 111
21 Plan der Hausanschlüsse in einem pneumatisch canalisirten Stadtbezirk 112
22 Liernursches Closet 113
23 Der Berliersche Aufnehmer (Recepteur) 120
24 Der Berliersche Entleerer (Evacuateur) 121
25 Anlage einer Längs- oder Parallel-Drainage 213
26 Anlage einer Quer-Drainage 214
27 Anlage einer Diagonal-Drainage 215
28 Grundriß einer einfachen Rieselanlage auf geneigtem Gelände 217
29 Schnitt durch eine einfache Rieselanlage auf geneigtem Gelände 218
30 Grundriß einer einfachen Rieselanlage auf ebenem Gelände 219
31 Schnitt durch eine einfache Rieselanlage auf ebenem Gelände 220
32 Grundriß einer Staufiltrationsanlage auf ebenem Gelände . 221
33 Schnitt durch eine Staufiltrationsanlage auf ebenem Gelände 222
34 Grundriß eines Terrassenbaues für Staufiltration 223
35 Schnitt durch einen Terrassenbau für Staufiltration . . . 223
36 Grundriß einer Beetfiltrationsanlage auf ebenem Gelände . 225
37 Grundriß einer Beetfiltrationsanlage auf geneigtem Gelände 226
38 Schnitt durch eine Beetfiltrationsanlage auf ebenem Gelände 227
39 Schnitt durch eine Beetfiltrationsanlage auf geneigtem Gelände 227
40 Filterpresse von A. L. G. Dehne in Halle 251
41 Filterpresse mit Schwemmfilter von A. L. G. Dehne in Halle 252
42 Chemisch-mechanische Kläranlage mit geschlossenem Fällgefäß und Filterpresse von A. L. G. Dehne in Halle 254
43 Chemisch-mechanische Kläranlage mit Klärgrube und Filterpresse von A. L. G. Dehne in Halle 256

Seite

44 Friedrichs Patent-Flachsichter für mechanische Abwässerreinigung (Schnitt) 257
45 Derselbe (Grundriß) 257
46 Riensch's mechanischer Grobrechen (im Schnitt) 262
47 Derselbe (im Grundriß) 263
48 Sandfang nach Riensch 266
49 Riensch's Harfe zur Entfernung der feinen suspendirten Verunreinigungen (im Schnitt) 268
50 Dieselbe (im Grundriß) 269
51 Riensch's chemisch-mechanische Klärung mit Hilfe Reisert'scher Klärschirme 271
52 Klärgefäß zur Aussonderung der ausgefällten Schmutzflocken 275
53 Dasselbe (in eine Reihe von Kammern gleichen Querschnittes zerlegt) 275
54 Reiserts Klärschirm, Patent Dervaux 277
55 Kläranlage für Abwässer nach dem Stromtheilungssystem, Patent Dervaux (Aufriß) 277
56 Dieselbe (Grundriß) 278
57 Die Kläranlage in Wiesbaden (Grundriß) 285
58 Dieselbe (im Schnitt) 285
59 Kläranlage nach Hulwa auf der Zuckerfabrik Strehlen (Aufriß) 300
60 Dieselbe (Grundriß) 300
61 Kläranlage nach Nahnsen-Müller, ausgeführt für die Stadt Halle a. S. (Aufriß) 303
62 Dieselbe (Grundriß) 303
63 Klärthurm nach Rothe-Röckner 313
64 Kläranlage nach Eichen 322
65a und 65b Reinigung von Zuckerfabrikabwasser nach Proskowetz bei natürlichem Gefälle 330
66 Kläranlage nach dem Friedrich'schen Abwasserreinigungsverfahren mittelst geschweelter Schlammkohle 342
67 Polarite-Filter (Schnitt) 348
68 Liesenbergs Apparat zur automatischen Zuführung der Fällungsmittel (Aufriß) 353
69 Derselbe (Grundriß) 353

Seite

70 Feldbahnzug aus Wagen bestehend, welche mit seitlichen Auslaufrohren zur Vertheilung von Klärschlamm versehen sind 371
71 W. Bruchs Apparat zum Entwässern von Klärschlamm und ähnlichen wasserhaltigem Material (Aufriß) 373
72 Derselbe (Grundriß) 373
73 M. M. Rottens Apparat zum Entwässern von schlammförmigen Substanzen (schematische Zusammenstellung) 376
74 Derselbe (detaillirt) 376
75 u. 76 Storers Aërator 382
77 Königs Gradirapparat 386
78 Die Dibdin-Schwedersche Versuchsanlage für städtische Spüljauche in Groß-Lichterfelde (Grundriß) 389
79 Dieselbe (Schnitt) 390
80 Königs Apparat zur Nachprüfung des Webster'schen Verfahrens zur elektrischen Reinigung von Abwässern 402

Literatur-Verzeichniß.

1. Heiden, Müller und v. Langsdorff: Die Verwerthung der städtischen Fäcalien; Hannover 1885.
2. J. König: Die Verunreinigung der Gewässer, II. Aufl.; Berlin 1899, Julius Springer.
3. J. König: Ueber die Principien und die Grenzen der Reinigung von fauligen und fäulnißfähigen Schmutzwässern; Berlin 1885, Julius Springer.
4. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, Jahrgänge 1884—1900.
5. M. Rubner: Lehrbuch der Hygiene; Leipzig und Wien, 1892, Franz Deuticke.
6. Ferd. Fischer: Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurtheilung 2c.; Berlin 1891, Julius Springer.
7. Ferd. Fischer: Die menschlichen Abfallstoffe, Braunschweig 1882, Vieweg.
8. Flügge: Grundriß der Hygiene; Leipzig 1894, Veit und Comp.
9. Jurisch: Verunreinigung der Gewässer; 1889.
10. Th. Weyl: Handbuch der Hygiene; Jena 1895; Fischer.
11. Veröffentlichungen des kaiserlichen Gesundheitsamtes, Jahrgänge 1890—1900; Berlin, Julius Springer.
12. Arbeiten aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt, Jahrgänge 1890—1900; Berlin, Julius Springer.
13. Verwaltungsberichte des Magistrats zu Berlin von 1882—1899.
14. Georg H. Gerson: Die Verunreinigung der Wasserläufe durch die Abflußwässer aus Städten 2c.; Berlin 1889; A. Seydel.

15. W. Prausnitz: Der Einfluß der Münchner Canalisation auf die Isar mit besonderer Berücksichtigung der Frage der Selbstreinigung der Flüsse; München 1890, M. Rieger.
16. W. Prausnitz: Zur Einführung der Schwemmcanalisation in München, Berlin 1891.
17. v. Pettenkofer: Ueber Canalisation und Abfuhrwesen; München 1876.
18. Prausnitz, v. Pettenkofer, Ranke u. A.: Die Zulässigkeit der directen Einleitung der Fäcalien in die Isar für die Stadt München; München 1890.
19. Resch: Die Canalgase, deren hygienische Bedeutung und technische Behandlung, 1889.
20. B. Burkhardt: Die Abfallwässer und ihre Reinigung; Berlin 1897, Julius Springer.
21. Arbeiten der deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft, Heft 11; Berlin 1896.
22. Schubarth: Berliers pneumatisches System, ein Beitrag zur Städtereinigungsfrage; Berlin 1883, A. Seydel.
23. Soyka: Untersuchungen zur Canalisation; 1885.
24. G. Varrentrapp: Ueber die Entwässerung der Städte, über Werth oder Unwerth der Wassercloisette 2c.; Berlin 1868.
25. Fr. Thon: Gesundheit und Agricultur oder die Lösung der Latrinenfrage; Cassel und Göttingen 1869.
26. Wolffhügel: Ueber die Verunreinigung des Bodens durch Straßencanäle und Abortgruben. Zeitschrift für Biologie, Bd. XI, S. 473; 1875.
27. Wiebe: Wasserleitung, Canalisation und Rieselfelder von Danzig; 1877.
28. Th. Weyl: Vermeintliche Gefahren der Rieselfelder für die öffentliche Gesundheitspflege; Jena 1895, Fischer.
29. Dinglers Polytechnisches Journal, Jahrg. 1880—1899.
30. Gesundheits-Ingenieur, Jahrgänge 1882—1899.
31. Henry Roscoe und Alfred Fleischer: Reports on Websters electrical process for the purification of sewage; Salford 1890.
32. W. Rothe: Das Röckner-Rothesche Verfahren zur Reinigung städtischer und gewerblicher Abwässer; Bernburg 1887.

33. Proskauer und Nocht: Ueber die chemische und bakteriologische Untersuchung der Kläranlage (System Rothe-Röckner) in Potsdam; Zeitschrift für Hygiene, Bd. X; 1891.
34. Ohlmüller: Die Errichtung von Rieselfeldern für die Stadt Braunschweig; Braunschweig 1894.
35. Albert Orth: Gutachten über den Grund und Boden des Gutes Steinhof als Rieselfeld zur Reinigung und Nutzung der Schmutzwässer der Stadt Braunschweig; Braunschweig 1864.
36. Henke: Die Fäcalientrocknung, sowie deren Bedeutung in hygienischer, volkswirthschaftlicher und finanzieller Beziehung; Darmstadt 1892.
27. E. Heiden: Lehrbuch der Düngerlehre; Hannover 1887.
38. E. Heiden: Die menschlichen Excremente in national-ökonomischer, finanzieller und landwirthschaftlicher Beziehung; Hannover 1882.
39. Fränkel: Die Einleitung der Abwässer Marburgs in die Lahn; 1892.
40. B. Fischer: Die Zusammensetzung der Breslauer Spüljauche vor und nach der Rieselung; Jahresbericht des Untersuchungsamtes der Stadt Breslau; 1893, 1894.
41. Baumeister: Städtisches Straßenwesen u. Städtereinigung; 1890.
42. Bürkli: Ueber Anlagen städtischer Abzugscanäle und Behandlung der Abfallstoffe in Städten; Zürich 1866.
43. Behring: Die Bekämpfung der Infectionskrankheiten. 1894.
44. B. Schweder: Die Versuchsanlage zur Reinigung städtischer Abwässer in Groß-Lichterfelde; Leipzig 1898, F. Leineweber.
45. Dasselbe; 2. Aufl. 1899.
46. Hugo Claſſen: Neue Untersuchungen über die Grenzen und hydrometrischen Werthe der Selbstreinigung fließender Gewässer; Leipzig 1899; F. Leineweber.
47. Hermann Rienſch: Die Reinigung der städtischen Abwässer und die Verwerthung der dabei gewonnenen Abfallstoffe; Wiesbaden 1892, Rud. Bechtold u. Comp.
48. Proskauer und Elsner: Ueber die hygienische Untersuchnng des Kohlebreiverfahrens zur Reinigung von Abwässern (System Rothe-Degener); Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen. Jahrg. 1898.

49. Paul Degener: Ueber die modernen Verfahren zur Reinigung der Abwässer, Leipzig 1899; Fr. Leineweber.
50. Reinhard Klopsch: Chemische Untersuchungen über die hygienische und landwirthschaftliche Bedeutung der Breslauer Rieselfelder. Inauguraldissertation Breslau; Berlin 1884.
51. Wilhelm Bohne: Die Canalisation der Mittel- und Kleinstadt unter besonderer Berücksichtigung des Trennsystems mit Anwendung der Druckluft nach dem Shone-Merten-System; Berlin 1899.
52. O. Kröhnke: Entwickelung und Wesen des Kohlebreiverfahrens; Leipzig 1900; F. Leineweber.
53. Rautenberg: Die Verwerthung der städtischen Abfallstoffe nach dem Eduardsfelder Rohrableitungssystem in Verbindung mit dem Saugsiel-System Liernur oder dem Druckluftsystem; Leipzig 1900; F. Leineweber.
54. H. Thiesing: Die Fäcalien-Verwerthungsanlage in Eduardsfelde bei Posen; Mittheilungen der Deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft. XV. Jahrg. 1900, S. 225.
55. P. Degener: Ueber Nutzbarmachung und Beseitigung städtischer Abwässer; Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen; Jahrg. 1898, S. 131.
56. Zeitschrift für angewandte Chemie, Jahrg. 1880—1899.
57. Technisches Gemeindeblatt: Jahrg. 1898—1900.
58. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure: Jahrg. 1880—1890.
59. Otto Lueger: Lexikon der gesammten Technik und Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 1897.
60. Hulwa: Beiträge zur Schwemmcanalisation; Bonn 1884.
61. G. Jäger: Die Seele der Landwirthschaft; Leipzig 1884.
62. Hans Benedict: Die Abwässer der Fabriken; Stuttgart 1896, Ferdinand Enke.
63. Caspari: Einfluß der industriellen Thätigkeit auf die Beschaffenheit des Flußwassers; Programm der technischen Staatslehranstalten zu Chemnitz 1884.

Einleitung.

Flußverunreinigung.

Wenn in den letzten Jahrzehnten des verflossenen Jahrhunderts sich die Bestrebungen der öffentlichen Gesundheitspflege in den meisten Staaten Europas und auch über dessen Grenzen hinaus mit Macht Bahn gebrochen haben, wenn die Hygiene als eine neue aber auch als eine als vollständig ebenbürtig anerkannte Wissenschaft sich den übrigen an die Seite gestellt hat, so kann man schon aus dieser Thatsache ohne Weiteres den Schluß ziehen, daß eine Nothwendigkeit für die hygienische Thätigkeit vorhanden war. Man kann nicht leugnen, daß eine Reihe von Maßnahmen, welche die Hygiene heute für unerläßlich erklärt, nicht in früheren Zeiten auch schon angebracht gewesen wäre. Die weitaus größere Zahl derselben ist uns aber erst aufgedrängt durch die zunehmende Dichtigkeit der städtischen Bevölkerung, gleichviel, ob dieselbe durch eine ganz allgemeine absolute Zunahme der gesammten Bevölkerung des betreffenden Landes, oder durch den Zuzug der Landbevölkerung nach den größeren Städten bedingt wurde.

Die uns im vorliegenden Falle interessirende Verunreinigung der Wasserläufe und die sich daraus ergebende Nothwendigkeit, derselben nach Kräften zu steuern, stehen jedenfalls im engsten Zusammenhang mit dem großartigen Aufschwung, dem erfreulichen Aufblühen der Industrie und der damit unumgänglich verbundenen Zunahme der Bevölkerung vieler Städte und Bezirke. Theils sind es die Abgänge, Abfallstoffe und Abwässer der Fabriken selbst, theils sind es die durch die größere Einwohnerzahl der

Städte und Industriebezirke bedingten größeren Massen von häuslichen Abfall- und Schmutzwässern, welche die Verschmutzung der Bäche und Flüsse verursachen.

Ohne Zweifel giebt es eine ganze Reihe von Flüssen, welche früher die Abgänge der an ihnen gelegenen Städte und Ortschaften aufzunehmen und unschädlich zu beseitigen vermochten, heute dagegen dieser Aufgabe auch nicht mehr im Entferntesten gewachsen sind. Bei manchen derselben ist die Verschmutzung eine so weitgehende, daß das früher klare und reine Wasser tintenartig schwarz und mehr oder weniger schlammig aussieht. Wir erinnern nur an die Wupper bei Elberfeld und Barmen, an die Bode bei Staßfurth, an die Luppe bei Leipzig, an die Orla bei Neustadt, an die Werra bei Herford u. a. m. Daß an die Existenz von Fischen in diesen »Kloaken« nicht zu denken ist, bedarf keiner besonderen Erwähnung; und doch wird kein Mensch in Abrede stellen, daß gerade in Anbetracht der gegenwärtigen Verhältnisse eine Unterstützung der Fleischversorgung für die Bevölkerung durch gute Fischereierträge von größerer Bedeutung ist denn je.

Außer dieser Schädigung der Fischzucht, welche neben dem erwähnten öffentlichen Interesse auf das Allerschwerste diejenigen trifft, welche das Recht hatten, in den betreffenden Wasserläufen zu fischen, bringt die Verunreinigung der Flüsse noch eine ganze Reihe weiterer Calamitäten mit sich, welche je nach den in Betracht kommenden Verhältnissen mehr oder weniger schwerwiegende sind, beziehungsweise von den Anwohnern als solche empfunden werden.

Da sind vor allen Dingen die Nachtheile, welche auf dem platten Lande den Viehbesitzern erwachsen, wenn plötzlich das Wasser eines Baches oder Flusses, welcher seit Menschengedenken zum Tränken des Viehes gedient hat, eine Beschaffenheit annimmt, die diesen Verwendungszweck völlig ausschließt. Wie groß können unter Umständen die Beschaffungskosten anderen Tränkewassers sein, wenn man auf diese eine Bezugsquelle ausschließlich angewiesen war!

Es sind ferner die Schäden zu erwähnen, welchen Aecker und Wiesen ausgesetzt sind beim Austreten verschmutzter und verschlammter Flüsse im Frühling oder Herbst. Nicht nur ein Verderben der jeweiligen Ernte, sondern eine vielleicht lange Zeit andauernde Schädigung oder nachtheilige Beeinflussung des Bodens sind die meist unausbleiblichen Folgen.

Des Weiteren werden die Interessen derjenigen Gewerbetreibenden geschädigt, denen an dem betreffenden Wasserlauf ein gewisses Nutzungsrecht zusteht. Wir denken hier in erster Linie an die Müller, welche die Wasserkraft zum Treiben ihrer Mühlen benutzen. Durch die feine Vertheilung beziehungsweise Zerstäubung, welche das Schmutzwasser beim Passiren der Mühlräder erfährt, werden die in dem Wasser enthaltenen übelriechenden Gase und Dünste in so großen Massen in Freiheit gesetzt, daß nicht nur die in dem eigentlichen Müllereibetriebe beschäftigten Personen dadurch belästigt, sondern auch die Bewohner des mit der Mühle zusammenhängenden oder ihr nahegelegenen Wohnhauses an ihrer Gesundheit geschädigt werden.

Schwere Beeinträchtigung ihrer Interessen erfahren naturgemäß durch die Verunreinigung des ihnen zur Verfügung stehenden Flußlaufes alle diejenigen Industriellen und Gewerbetreibenden, für deren Betrieb reines und klares Wasser eine conditio sine qua non ist. Dahin gehören die Inhaber von Färbereien, Wäschereien, Gerbereien, Bleichereien ꝛc., und nicht minder die Inhaber von Fabriken, welche Nahrungs- und Genußmittel herstellen, als da sind Bierbrauereien, Zuckerfabriken ꝛc.

In gleicher Weise ist natürlich die Benutzung des verschmutzten Wassers zum Waschen, Bleichen, Scheuern ꝛc. innerhalb der häuslichen Wirthschaft unmöglich.

Vor allen Dingen aber ist die Verwendung eines solchen Wassers als Trinkwasser — natürlich nach einer entsprechenden Reinigung oder Vorbehandlung — ausgeschlossen. Dadurch können Städte, in welchen eine Ausnutzung des Grundwassers zu Genußzwecken aus irgend

welchen Gründen nicht möglich ist, und auch Quellwasser nicht zur Verfügung steht, bezüglich ihrer Wasserversorgung in die allergrößten Schwierigkeiten kommen.

In England machten sich die schlimmen Folgen der Flußverunreinigung zuerst in unliebsamer Weise fühlbar, so zwar daß sich im Jahre 1865 mit zwingender Nothwendigkeit allerorten das Bedürfniß nach Abhilfe geltend machte. Hatte man sich doch hier daran gewöhnt, nicht nur die flüssigen Abgänge aus Haus und Industrie in die Flüsse und Bäche einzuführen, sondern die Wasserläufe auch als Ablagerungsstätte für alle möglichen und unmöglichen festen Abfallstoffe zu betrachten. Asche und Kohlenreste, Schlacken aus großen und kleinen Feuerungsanlagen, Gemüse- und Fleischabfälle, Straßenkehricht und Bauschutt, kurz Alles, was wir mit dem Sammelbegriff »Hausmüll« bezeichnen, wanderte in die Flüsse. Dazu kamen auch noch die festen Abfälle aus den Fabriken, wie ausgelaugte Farbhölzer und Aehnliches. Daß bei einer derartigen Wirthschaft die Flüsse Englands, welche ohnehin fast alle eine geringe Stromgeschwindigkeit haben, nicht nur ihrer Farbe nach ein unangenehmes, widerliches Aussehen annahmen, sondern auch mehr oder weniger verschlammten und durchweg einen fauligen Geruch verbreiteten, ist selbstverständlich.

Im Jahre 1865 gewann man nun in England die Ueberzeugung, daß dieser Wirthschaft nachdrücklich und gründlich gesteuert werden müsse, wenn nicht Zustände der allerbedenklichsten Art eintreten sollten, Zustände, welchen überhaupt mit einfachen Mitteln nicht mehr abzuhelfen gewesen wäre.

Wie auch in anderen Ländern Europas durch bestimmte Vorkommnisse Verbesserungen eingeleitet wurden, so fehlte es auch in England nicht an einer äußeren Veranlassung zu dieser Stellungnahme. Die wiederholten Choleraepidemien sind es wohl ausschließlich gewesen, welche gegen die Mitte des XIX. Jahrhunderts der Ansicht allgemeine Anerkennung verschafften, daß die Ausbreitung und der Gang dieser und anderer epidemisch auftretenden Krank-

heiten mit den in der Nähe der menschlichen Wohnungen befindlichen Unreinigkeiten im Zusammenhang stehen.

Auf Befehl der Königin von England trat im Jahre 1865 die erste Commission (River Pollution Commission) zusammen, welche die englischen Flußläufe und den Einfluß der Industrie auf die Beschaffenheit derselben studiren sollte. Dieser Commission folgte im Jahre 1868 eine zweite, welcher unter Anderen Sir W. Denison, E. Frankland und John Calmers Morton angehörten.

Namentlich der hervorragenden Antheilnahme Franklands ist es zu danken, daß die Arbeiten dieser Commission Früchte gezeitigt haben, deren Segnungen weit über Englands Grenzen hinaus fühlbar geworden sind. Im Jahre 1870 veröffentlichte die Commission ihren zweiten Bericht, welcher auf Veranlassung des Berliner Magistrats ins Deutsche übertragen und dadurch auch in Deutschland weiteren Kreisen zugänglich gemacht wurde.

In diesem Bericht wird unter anderem ausgeführt, daß die Dichtigkeit der Bevölkerung in engem Zusammenhang stehe mit der geologischen Beschaffenheit des Bodens. Welchen Einfluß andererseits die Dichtigkeit der Bevölkerung auf die Sterblichkeit hat, ist bekannt.

Ueber den Irwell und seine Zuflüsse wird berichtet, daß in dem ganzen Gebiete desselben eine überaus rege gewerbliche Thätigkeit herrscht. Auf einer Strecke von etwa 73—74 deutschen Meilen lagen damals 235 Fabriken. Dazu kamen die an den Nebenflüssen und in den Städten gelegenen industriellen Anlagen und die gesammten festen und flüssigen Abfälle der Stadt Manchester. Es ist deshalb erklärlich, daß die Verunreinigung des Irwell eine sehr starke war. Während der Fluß an seiner Quelle in einer Million Wassertheilen 78 Theile gelöste Stoffe enthielt, war dieser Gehalt unterhalb Manchester auf 558 Theile, d. h. auf das ungefähr Siebenfache gestiegen. Der ursprüngliche Gehalt an Chlor war von 11·5 auf 96·3 gestiegen, und der Gehalt an suspendirten Stoffen von 0·0 auf 54·2.

In der heißen Jahreszeit war die Oberfläche des Flusses mit einer dichten schaumigen Schicht überzogen, aus der sich in großer Menge stinkende Gase entwickelten.

Ueber den Bradford-Bach enthält der Bericht folgende Angaben: Aus der Stadt Bradford wurden dem Bach außer den Auswürfen von 140000 Einwohnern die Abfälle folgender industrieller Anlagen zugeführt:

168	Wollfabriken,
94	Tuchfabriken,
10	Kattunfabriken,
35	Färbereien,
7	Gelatinefabriken,
10	chemische Fabriken,
3	Gerbereien,
3	Fettextractionsfabriken,
330	industrielle Anlagen.

Am 5. October 1896 betrug die Temperatur des Bachwassers oberhalb der Stadt Bradford 13 Grad, unterhalb derselben dagegen 30 Grad. Diese Erscheinung konnte nur durch Zuführung von warmen Wässern innerhalb der Stadt eine Erklärung finden. Naturgemäß wurde dadurch die Zersetzung der dem Bach zugeführten organischen, fäulnißfähigen Stoffe ganz erheblich gefördert.

Oberhalb der Stadt waren in dem Bachwasser suspendirte organische Stoffe fast gar nicht enthalten; unterhalb dagegen konnten 260 Mgr. im Liter Bachwasser festgestellt werden. Während oberhalb der Stadt 1 Mgr. Ammoniak und 18 Mgr. Chlor im Liter gefunden wurden, fand man unterhalb der Stadt 12 Mgr. Ammoniak und 54 Mgr. Chlor.

Das Wasser des Calder, eines Nebenflusses des Air, war im Jahre 1868 derartig verunreinigt, daß dasselbe eine tiefdunkle Farbe zeigte. Im August desselben Jahres lief bei dem Gesundheitsamte in Wakefield ein Memorandum ein, welches anscheinend mit einer blassen Tinte geschrieben war; thatsächlich hatte man aber keine Tinte, sondern statt

derselben Wasser des Flusses Calder zum Schreiben verwendet. Das Schriftstück enthielt die Bemerkung, daß, wenn demselben der am Calder herrschende Geruch hätte beigegeben werden können, es sicherlich an Interesse ganz erheblich gewonnen haben würde.

Der Bericht der englischen Commission kommt am Ende zu dem Schluß, daß zur durchgreifenden Sicherung des Flußschutzes die Einsetzung einer besonderen Behörde unerläßlich sei. Diese Behörde sollte erstens die Flußläufe überwachen und eine weitere Verunreinigung derselben verhüten, zweitens Städte und industrielle Anlagen jederzeit zwingen, ihre Effluvien vor dem Ablassen in öffentliche Flußläufe einer zweckentsprechenden Reinigung zu unterwerfen.

Auf Grund der damals gesammelten Erfahrungen wurde eine Reihe von Grenzwerthen festgelegt, welche bei der Beurtheilung des Reinheitsgrades der gereinigten Abwässer maßgebend sein sollten.

Es sollten von den Flüssen fern gehalten werden:

a) jede Flüssigkeit, welche in 100000 Theilen mehr als 3 Theile suspendirte anorganische oder 1 Theil suspendirte organische Stoffe enthält;

b) jede Flüssigkeit, welche in 100 Theilen mehr als 2 Theile organischen Kohlenstoffes oder 0·3 Theile organischen Stickstoffes in Lösung enthält;

c) jede Flüssigkeit, welche bei Tageslicht eine bestimmte Farbe zeigt, wenn sie in einer Schicht von 1 Zoll in ein weißirdenes oder Porzellangefäß gebracht wird;

d) jede Flüssigkeit, welche in 100000 Theilen mehr als 2 Theile eines Metalles, mit Ausschluß von Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium in Lösung enthält;

e) jede Flüssigkeit, welche in 100000 Theilen, gleichviel ob suspendirt oder gelöst, mehr als 0·05 Theile metallisches Arsen als solches, oder in Form irgend welcher Verbindung enthält;

f) jede Flüssigkeit, welche nach ihrer Ansäuerung mit Schwefelsäure in 100000 Theilen mehr als 1 Theil freies Chlor enthält;

g) jede Flüssigkeit, welche in 100000 Theilen mehr als 1 Theil Schwefel in Form von Schwefelwasserstoff oder eines löslichen Sulfides enthält;

h) jede Flüssigkeit, welche mehr Säure enthält, als eine Lösung von 2 Theilen Chlorwasserstoff (HCl) in 100000 Theilen destillirten Wassers;

i) jede Füssigkeit, welche mehr Alkali enthält, als eine Lösung von 1 Theil trockenem Aetznatron (dry caustic soda) in 100 Theilen destillirten Wassers.

Im Jahre 1886 wurde gesetzlich festgelegt, daß zu unterscheiden sei, ob das Abwasser, dessen Reinheitsgrad beurtheilt werden soll, in Flüsse geleitet wird, deren Wasser für den Wasserbedarf von Städten und Dörfern Verwendung findet, oder nicht. Wird aus dem Flußwasser der Wasserbedarf gedeckt, so darf das Abwasser im Liter höchstens enthalten:

Schwebende Stoffe, organische	10
Schwebende Stoffe, unorganische . . .	30
Organischen Kohlenstoff	20
Organischen Stickstoff	3
Metalle (außer Ca, Mg, K, Na) . . .	20
Arsen	0·5
Freies Chlor (nach dem Ansäuern mit Schwefelsäure)	10
Schwefel (als H_2S und lösliche Sulfide)	10
Freie Säuren (als H Cl berechnet) .	20
Freies Alkali (als Na OH berechnet) .	20
Erdöl oder ölige Kohlenwasserstoffe . .	0·5

Findet dagegen eine Entnahme von Wasser durch Städte und Dörfer aus dem Flußlauf nicht statt, so darf das Abwasser, wenn es eingeleitet werden kann, höchstens im Liter enthalten:

Schwebende Stoffe, organische	20
Schwebende Stoffe, unorganische . . .	50
Organischen Kohlenstoff	20
Organischen Stickstoff	10
Metalle (außer Ca, Mg, K, Na) . . .	—
Arsen	—
Freies Chlor (nach dem Ansäuern mit Schwefelsäure)	20
Schwefel (als H_2S und lösliche Sulfide)	20
Freie Säuren (als HCl berechnet) .	100
Freies Alkali (als Na OH berechnet) .	20
Erdöl oder ölige Kohlenwasserstoffe . .	0·5

Es wurde seitens der englischen Commission nachdrücklich betont, daß nur durch eine centrale Organisation eine gleichmäßige Handhabung der zum Schutze der Flußläufe zu erlassenden Gesetze gewährleistet werde. Eine Behandlung der streitigen Fragen durch lokale Aemter würde unüberwindliche verwaltungstechnische und sachliche Schwierigkeiten zeitigen, welche schließlich, anstatt zu einer Klärung auf dem fraglichen Gebiete zu führen, nur neue Verwirrung schaffen würde.

Endgiltig einigte man sich dahin, daß sofort die Einführung fester Abfälle von Fabrikationsprocessen und von Flüssigkeiten, welche giftig, schädlich oder verunreinigt sind, aufs Strengste zu verbieten sei.

Die entsprechenden Vorschriften wurden auf Grund der Arbeiten der genannten Commission zusammengefaßt und erlassen in der River Pollution Prevention Act vom 15. August 1876 und der Nuisance Removal Act. In diesen Vorschriften ist unter anderem zum Ausdruck gebracht, daß ein Fabrikbesitzer nicht strafbar ist, wenn er der zuständigen Behörde überzeugend den Nachweis erbringt, daß er die bewährtesten und wirksamsten Mittel zur Unschädlichmachung beziehungsweise Reinigung der verschmutzten Wässer anwendet.

In Frankreich hat man der Städtereinigung bereits im XIII. Jahrhundert seine Aufmerksamkeit zugewendet. Im Jahre 1207 wurde in Paris bereits durch Königliche Verordnung die Reinhaltung der Straßen angeordnet.

Im Jahre 1608 wurde durch eine Ordonnance die Entleerung der flüssigen Dejecte und sonstiger Schmutzwässer in die Gassencanäle verboten.

Ende des XVIII. Jahrhunderts beauftragte im gleichen Interesse die französische Regierung Lavoisier, Pilâtre de Rosier, Bosc und Brisé, die Natur der Stinkgase zu untersuchen und Mittel und Wege zur Zersetzung derselben zu suchen.

Trotz dieser und vieler anderen Maßregeln, welche auf eine hinreichende Erkenntniß der Schädlichkeit der abzuführenden Schmutzstoffe schließen lassen, wurde bis vor nicht allzulanger Zeit der gesammte Straßenkehricht und der ganze Canalinhalt von Paris direct oder auf Umwegen der Seine zugeführt. Die Folgen dieses Verfahrens blieben denn auch nicht aus.

Eine vom Minister der öffentlichen Arbeiten eingesetzte Commission schildert den Zustand der Seine bei Paris im Jahre 1874 mit folgenden Worten:

»Oberhalb Paris, innerhalb der Stadt, sowie zwischen den Festungswerken und Asnières bietet die Seine einen wenigstens für einmalige, oberflächliche Betrachtung zufriedenstellenden Anblick. Der durch die großartige Arbeit der Pariser Canalisation mit ihren Sammelcanälen bewirkte Fortschritt zeigt sich in deutlichster Art. An einigen Stellen an beiden Ufern sieht man zwar unreine Wasserzuflüsse aus einzelnen gewerblichen Anlagen, aus den Canälen der Vorstädte und selbst noch aus denjenigen Pariser Canälen, welche bislang einen Anschluß an die Sammelcanäle nicht haben; diese Zuflüsse verlieren sich jedoch sehr rasch in der Masse des Stromes.

In dem ganzen Flusse leben Fische, Pflanzen höherer Ordnung wachsen an den Ufern; das Bett der Seine

besteht aus weißem Sande. Während der Hitze und Trockenheit des letzten Sommers konnte Jedermann den verhältnißmäßig zufriedenstellenden Zustand der Seine auf dieser Strecke constatiren.

Unterhalb der Brücke von Asnières verändert die Sachlage sich plötzlich. Am rechten Seineufer mündet der große Sammelcanal von Clichy. Ein beträchtlicher Strom schwärzlichen Wassers ergießt sich aus diesem Sammelcanal und setzt sich in der Seine in Gestalt einer paraboliſchen Curve fort. Diese Strömung hat verschiedene Dimensionen; für gewöhnlich nimmt sie die Hälfte der Flußbreite ein; bei Gewitterregen tritt sie bis an das linke Ufer. Das Wasser selbst hat ein widerliches Aussehen, es ist mit organischen Resten aller Art, mit Gemüse, Pfropfen, Geweben, Haaren, Cadavern von Hausthieren u. dgl. bedeckt; gewöhnlich ist es mit einer fettigen Schicht überzogen, welche je nach der Richtung des Windes sich an dem einen oder dem anderen Ufer staut. Ein grauer Schlamm, mit organischen Resten vermischt, häuft sich längs dem rechten Ufer und bildet erhöhte Bänke, welche zu gewissen Zeiten beträchtlich über das Wasser hervorragen und nur durch kostspielige Baggerungen beseitigt werden können. Dieser Schlamm bedeckt das ganze Flußbett; er ist die stetige Ursache einer mächtigen Gährung, welche durch zahllose Gasblasen, die am Spiegel des Wassers zerspringen, sich bemerklich macht; einen großen Theil des Jahres hindurch und besonders während der heißen Zeit haben die Blasen beträchtliche Dimensionen (Durchmesser von 1—1·50 Meter); sie heben den Schlamm mit sich empor, von dem sie sich dann ablösen, und bringen so schwarze Giftstoffe auf die Oberfläche, welche alsdann, offen für jedes Auge, mit der Strömung ihren Weg fortsetzen. Fährt ein Boot des Weges, so erheben sich Schaumwellen, und ein wahres Wallen und Zischen entsteht, welches mehrere Minuten im Kielwasser anhält. Alle diese Erscheinungen traten im Jahre 1870 nur am rechten Ufer des Flusses auf, und die Verunreinigung gab sich in auffälliger Art nur im ersten der drei Arme kund, welche die

Seine zwischen den Inseln Vaillard und Robinson bei Clichy bildet. Heute ist schon der zweite Flußarm völlig inficirt, und das Uebel zeigt sich selbst am rechten Ufer des entferntesten Armes. Kein lebendes Wesen, weder Fisch noch Pflanze, findet man im rechten Arm; im Mittelarm erscheinen nur wenige Fische, sie finden sich erst im linken Arm wieder. An Tagen mit heftigen Gewitterregen, wenn das Canalwasser die ganze Breite der Seine einnimmt, sterben die Fische selbst an den gewöhnlich von ihnen besuchten Stellen, weil eben die Vergiftung des Flusses zeitweise allgemein ist. Der Mittelarm hat eine gewisse Vegetation untergeordneter Art. Am linken Arm sind die Pflanzen außerordentlich kräftig und üppig. Jenseits der Inseln von Clichy bis zur Insel St. Denis dauert die Störung fort, nur zeigt sie auf der Oberfläche sich weniger auffallend; das Wasser behält einen schwärzlichen Ton; das rechte Ufer ist immer noch mit Schaum und Fett bedeckt; dabei scheint sich die Verunreinigung auf die ganze Breite des Flusses auszudehnen; das linke Ufer ist garnirt mit Pflanzenresten, Pfropfen und einer dünnen Schicht grauen Schlammes.

Bei Saint-Ouen beginnt die Insel Saint-Denis, sie erstreckt sich bis zu 2 Km. von Argenteuil und theilt den Fluß in zwei unter sich sehr verschiedene Arme. Der linke Arm wird von dem weniger getrübten Theile des Flusses gespeist; da er keinen neuen Zufluß von Schmutzwasser in sich aufnimmt, gewährt er den Anblick einer scheinbar genügenden Reinheit.

Der rechte Arm hingegen, welcher die Strömung des Sammelcanals von Clichy, die ganz besonders dem rechten Flußufer folgt, unmittelbar erhält, zeigt vor und jenseits Saint-Ouen die schon bei Clichy constatirten Verunreinigungsmerkmale; sie nehmen jedoch scheinbar bis zur Hängebrücke von Saint-Denis ab; ebenso hat der Schlamm, welcher sich auf dem Bette des Flusses gelagert, nach den durch die Seine-Schiffahrts-Ingenieure auf Verlangen der Commission angestellten Ermittelungen, während er bei Clichy eine Höhe von 2—3 Meter hat, hier bei Saint-Ouen nur noch 65 Cm.

Stärke. Bei den ersten Häusern von Saint-Denis jedoch veranlassen Fabriken eine erneute Verunreinigung durch eine große Menge gewerblicher Abflußwässer; aber dieser Uebelstand hat wenig zu bedeuten, verglichen mit den Nachtheilen, welchen die Mündung des Departements-Sammelcanals, einige Meter unterhalb der Hängebrücke, verursacht. Dieser Sammelcanal führt eine durchaus schwarze, stinkende Flüssigkeit von ausgesprochenstem Ammoniakgeruch zu; sie breitet sich über den ganzen Flußarm aus; Schaumflocken schwimmen auf der ganzen Oberfläche, Gasblasen steigen auf und platzen überall. Dieser Zustand dauert mit ungefähr gleichmäßiger Stärke bis zum Dorf Epinay; das Flußbett ist auf dieser ganzen Strecke mit schwarzem, übelriechendem, leimartigem Schlamme bedeckt, in welchem röthliche Würmer, wie sie sich nur in sehr infectem Kloakenwasser finden, reichlich leben; zu Zeiten häuft sich dieser Schlamm an der Mündung des Sammelcanals und muß durch Baggerung beseitigt werden. Zu beachten ist ferner, daß der Croult, ein zwischen Saint-Denis und Epinay mündender Seine-Nebenfluß, eine bedeutende Menge gewerblicher Abflußwässer dem Schmutzwasser des Sammelcanals hinzufügt. Von Epinay bis Argenteuil bessert sich der Zustand dem Anscheine nach, besonders unterhalb der Vereinigung der beiden Arme am Ende der Insel Saint-Denis. Noch ist das Wasser dunkel gefärbt, aber man sieht nur wenig schwimmende Stoffe; der Schlamm ist beinahe verschwunden, Fische erscheinen regelmäßig. Von Argenteuil bis zum Wehr von Bezons gewährt die Seine einen erträglichen Anblick, aber in Höhe des Wehrs, im linken Arm, der durch die Insel Chiard abgezweigt wird, macht sich wiederum ein sehr ausgesprochener Geruch bemerkbar; das Wehr scheint das unreine Wasser auf das linke Ufer hinüberzutreiben. Der schwärzliche Schlamm erscheint wieder in der ganzen Breite des Armes und in einer Höhe von ungefähr 70 Cm.

Bald unterhalb nun verschwindet der Geruch; es zeigt sich ein äußerst üppiger Pflanzenwuchs an beiden Ufern, welcher theilweise selbst den Lauf des Flusses durch ausge-

dehnte Flächen Wasserkraut beengt. Bei Marly sind die Schleusenwände mit einem schwarzen, stinkenden Ueberzuge bedeckt; die ganze Länge des Wehrs und seiner Anbauten ist mit Schaumblasen besetzt; das Wasser hat noch immer seine geschwärzte Färbung, besonders im rechten Arme, der bei Chatou vorbeifließt. Unterhalb Marly vereinigen sich die beiden Arme, die dunkle Färbung nimmt schrittweise ab; das Wasser ist jedoch noch trübe und hat selbst noch bei Saint-Germain und bei Maisons-Lafitte einen unangenehmen Geschmack. Darüber hinaus in der Gegend von La Frette und Conflans und besonders nach der Einmündung der Oise bietet die Seine für den Beschauer einen ähnlichen Anblick wie oberhalb der Mündung der Sammelcanäle dar. Bei Meulan ist jede äußerliche Spur der Verunreinigung verschwunden.«

Gesetzliche Maßnahmen sind in Frankreich wohl getroffen; indessen sind dieselben trotz ihrer relativ großen Zahl bisher nicht einheitlich zusammengefaßt worden.

Zur Benutzung der fließenden Gewässer, mithin auch zur Benutzung derselben als Vorfluth ist grundsätzlich der Anlieger berechtigt. Im öffentlichen Interesse ist der Präfect befugt, durch allgemeine oder besondere Verfügungen den Gebrauch und den Ablauf des Wassers zu regeln und sonstige Maßregeln zu treffen.

In Deutschland ist eine einheitliche Regelung der einschlägigen Verhältnisse auf reichsgesetzlichem Wege noch nicht herbeigeführt. Indessen sind von dem Kaiserlichen Gesundheitsamte in großer Zahl werthvolle Arbeiten und Gutachten über Flußverunreinigung geliefert und der Oeffentlichkeit übergeben.

In Preußen beschränkte sich gegen Ende der Sechzigerjahre die wissenschaftliche Deputation für das Medicinalwesen noch lediglich auf die allgemeine Forderung, daß unreine Abwässer nicht in öffentliche Flußläufe abgeführt werden dürfen.

Im Jahre 1888 wurden von der Deputation auf Grund der inzwischen gesammelten Erfahrungen und der von den

maßgebenden Fachgelehrten angestellten Untersuchungen und Studien folgende Beschlüsse*) über die Verunreinigung der Flußläufe gefaßt und bekannt gegeben:

Vom Standpunkte der öffentlichen Gesundheitspflege ist es erforderlich, daß die Verwaltungsbehörden bei den Anordnungen zur Verhütung einer gemeinschädlichen Verunreinigung der Wasserläufe folgende Grundsätze beachten:

I. Gemeinschädliche Verunreinigungen öffentlicher Wasserläufe entstehen:

1. Durch Infectionsstoffe,
2. durch fäulnißfähige Stoffe,
3. durch toxisch wirkende Stoffe,
4. durch andere Stoffe, welche die Verwendung des Flußwassers zum Trinken, zum Hausgebrauch, in der Landwirthschaft oder in der Industrie beschränken, oder die Fischzucht gefährden.

1. Infectionsstoffe können enthalten alle aus den menschlichen Wohnungen oder deren Umgebung herrührenden Schmutzwässer, also nicht nur die Fäcalien, sondern alle im menschlichen Haushalte gebrauchten und aus demselben wieder zu entfernenden Wässer, sowie die Niederschlags- und Reinigungswässer von Höfen, Straßen und Plätzen. Das Gleiche gilt von den Abgängen aus Schlächtereien und aus solchen Gewerbebetrieben, welche Lumpen, Felle, Haare oder thierische Abfälle verarbeiten. Die Verwaltungsbehörden haben deshalb dafür Sorge zu tragen, daß alle solchen Schmutzwässer und Abgänge den öffentlichen Wasserläufen, soweit dies irgend thunlich, erst zugeführt werden, nachdem sie zum Zwecke der Unschädlichmachung einem von der Aufsichtsbehörde als geeignet anerkannten Verfahren unterworfen worden sind.

2. Hinsichtlich der unter 1. gedachten Schmutzwässer und derjenigen aus gewerblichen Anlagen, welche nicht unter 1. fallen, aber fäulnißfähige Stoffe enthalten, ist darauf zu achten, daß solche den öffentlichen Wasserläufen

*) Zeitschrift für angewandte Chemie, 1889, S. 598.

erst in völlig geklärtem Zustande zugeführt und in den letzteren soweit verdünnt werden, daß eine stinkende Fäulniß später nicht eintreten kann.

Alle Abwässer dieser Art, auch die Straßenwässer, sind fäulnißfähig und demgemäß zu behandeln. — Die Feststellung von Grenzwerthen für den Gehalt der gereinigten Abwässer von fäulnißfähigen Stoffen verschiedener Art, mit Rücksicht auf Temperatur und Bewegung des Wassers, ist nothwendig. — Vorläufig ist der zulässige Grad der Verunreinigung darnach zu bemessen, daß unverkennbare Anzeichen stinkender Fäulniß, wie Geruch und Entwickelung von Gasblasen, auch beim niedrigsten Stand des Flußwassers und bei höchster Sonnentemperatur fehlen müssen. — Die getrennte Beseitigung der Fäcalien macht die übrigen Schmutzwässer nur unwesentlich weniger fäulnißfähig.

3. Toxisch wirkende Stoffe kommen nach den gegenwärtigen Erfahrungen nur als mineralische Gifte (Arsenik, Blei) und bei den gewerblichen Abwässern in Betracht. Sehr geringe Mengen sind unschädlich. Es wird darauf Bedacht zu nehmen sein, daß die Grenze durch Sachverständige festgesetzt wird, innerhalb deren die Zuführung solcher Stoffe in die öffentlichen Wasserläufe zulässig sein würde.

4. Auch durch andere als die unter 1. bis 3. bezeichneten Stoffe können Wasserläufe so verunreinigt werden, daß das Wasser zum Gebrauch als Trink- und Wirthschaftswasser, für die Industrie und für die Landwirthschaft ungeeignet wird oder die Fischzucht gefährdet. Es gilt dies insbesondere für Zuflüsse von Färbereien, Soda-, Gas- und anderen chemischen Fabriken, für Abgänge von Paraffin und Petroleum, heiße Condensationswässer, Chemikalien, welche zur Klärung und Desinfection von Abwässern gedient haben u. s. w. Entscheidend für die Frage, ob die Zuführung dieser Abwässer in die Flüsse mit Rücksicht auf so geartete Stoffe erst von einer vorhergehenden Reinigung abhängig zu machen sei, bleibt der Satz, daß das Flußwasser in seiner Klarheit, Farblosigkeit, in Geschmack, Geruch, Temperatur und Gehalt an gelösten Mineralstoffen (Härte) nicht we-

sentlich verändert sein darf. — Allgemein anwendbare, in bestimmten Zahlen ausgedrückte oder die Grenze sonst genau bezeichnende Bestimmungen darüber, wann dies anzunehmen sei, sind bis jetzt bei uns nicht aufgestellt. Da übrigens die Rücksicht auf die Gesundheit dabei nur selten in erheblicher Weise und nur mittelbar, meist aber nur Vermögensobjecte in Betracht kommen, werden die verschiedenen Interessen in ihrer Wichtigkeit gegeneinander verständig abzuwägen sein. — Insofern Flußwasser als Trinkwasser verwendet werden soll, ist es wünschenswerth, daß die für die zulässigen Veränderungen festzustellenden Grenzwerthe dabei zur Anwendung kommen.

II. 1. Die Haushaltungs- und Abtrittwässer, sowie die Niederschlagswässer von Höfen, Straßen und Plätzen können nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen mit den nachstehend dargelegten Maßgaben so vollständig wie nöthig gereinigt werden:

a) sie werden durch das Berieselungsverfahren von Infectionsstoffen und fäulnißfähigen Stoffen so weit befreit, daß die Ableitung der Rieselwässer in öffentliche Wasserläufe ohne weiteres geschehen kann;

b) sie werden durch geeignete, mit mechanischen Einrichtungen verbundene chemische Verfahren (Aetzkalk in Verbindung mit anderen Fällungsmitteln) von Infectionsstoffen und suspendirten fäulnißfähigen Stoffen vollständig, von gelösten fäulnißfähigen Stoffen aber nur theilweise befreit. Um nachträgliche Fäulniß zu verhüten, muß die Menge des Flußwassers ausreichen, die gelösten Stoffe gehörig zu verdünnen; andernfalls muß das Wasser noch einen genügenden Zusatz eines fäulnißwidrigen Mittels wie Kalk u. s. w. erhalten. Die Reinigung muß in zweckmäßig angelegten einheitlichen Anstalten geschehen. Durch Anhäufung von Schlammmassen dürfen neue Schädigungen nicht hervorgerufen werden.

2. Die unter 1. aufgestellten Sätze gelten für gewerbliche Abwässer in gleicher Weise.

3. Nothausläſſe von Canaliſationsanlagen ſind bei beiden Verfahren (1a und 1b) zuläſſig; der Ort ihrer Anlage, ihre Zahl und ihre Benutzung ſind zu controliren; Zahl und Benutzung möglichſt einzuſchränken.

4. Die geſammten Reinigungsverfahren müſſen fortlaufend auf ihre ausreichende Wirkſamkeit controlirt werden.

5. Die wiſſenſchaftliche Deputation nimmt davon Abſtand, für die Reinigung der Abwäſſer von den unter Abſchnitt I, Nr. 4 aufgeführten Stoffen Vorſchläge zu machen; aus demſelben Grunde, aus welchem ſolche Vorſchläge in Betreff der anorganiſchen Verunreinigungen von ihr nicht gefordert worden ſind.

III. Ob ein Fluß durch Infectionsſtoffe ſo verunreinigt iſt, daß eine Abhilfe des beſtehenden Zuſtandes erforderlich wird, kann man auf Grund einer bakteriologiſchen Unterſuchung des Flußwaſſers an den verſchiedenen dabei in Betracht kommenden Stellen im Vergleich mit den Abwäſſern an dem Punkt, an welchem ſie in den Fluß eingeleitet werden, erkennen. Außerdem wird das Auftreten einer Infectionskrankheit, welche auf Benutzung des Waſſers zurückzuführen iſt, dabei ſehr entſcheidend mitſprechen; es darf aber bis dahin mit der Abhilfe nicht gewartet werden. Schließlich kann auch die Thatſache, daß ſolche Abgänge, von denen zu befürchten iſt, daß ſie zur Entſtehung von Infectionskrankheiten Anlaß geben, und welche noch nicht desinficirt in einen Fluß gelangen, ein amtliches Einſchreiten erfordern. Dies wird insbeſondere der Fall ſein, wenn die Abgänge aus Krankenhäuſern, Waſchanſtalten oder aus Wohngebäuden mit infectionskranken Perſonen herrühren. Das Vorhandenſein fäulnißfähiger Stoffe im Uebermaße wird man daran erkennen, daß das Flußwaſſer erheblich gefärbt oder verſchlammt oder ſtinkend wird. Das Aufſteigen von Gasblaſen aus dem am Boden des Fluſſes abgelagerten Schlamm iſt ein untrügliches Kennzeichen eines Zuſtandes, welcher der Abhilfe bedarf. Ob toxiſch wirkende Stoffe in einem Umfange vorhanden ſind, welcher Abhilfe nothwendig macht, wird im Einzelfall durch ſachverſtändige Prüfung zu er-

mitteln sein. Ob endlich andere derartige Stoffe sich in den einem Flusse zugeführten Abwässern befinden, wird aus den eingetretenen unverkennbaren Mißständen sich ergeben.

IV. Die Beurtheilung einer geplanten Anlage in Bezug auf die zu erwartende gemeinschädliche Verunreinigung öffentlicher Wasserläufe hat in jedem einzelnen Falle unter Berücksichtigung der voraussichtlich producirten Schmutzwässer und der beabsichtigten Vorkehrungen zur Reinigung derselben auf Grund der in obigen Thesen aufgestellten Grundsätze zu geschehen.

V. Es ist wünschenswerth, daß eine Commission eingesetzt wird, welche dafür zu sorgen hat, daß die noch fehlenden wissenschaftlichen Unterlagen für eine definitive Regelung der Maßnahmen zur Reinhaltung der öffentlichen Wasserläufe beschafft werden.

Diesen Beschlüssen gegenüber sah sich der Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands gezwungen Stellung zu nehmen. Auf der Generalversammlung im Jahre 1889 wurden folgende Sätze*) als Entgegnung auf die vorstehenden Bestimmungen gefaßt:

1. Eine generelle Behandlung der Abwässerfrage muß als eine Unmöglichkeit bezeichnet werden. Natur und Menge der Abwässer, Wassermengen des Flusses, Strömung, örtliche Lage der Fabrik, Bodenverhältnisse, bisherige Verwendung der Flußwässer u. a. m. werden in jedem einzelnen Falle zu erwägen sein und für den einzelnen Fall die Entscheidung geben müssen.

2. Die Ableitung der Fabrikabwässer in die Flüsse ist nothwendig und berechtigt. Die Flüsse sind als die natürlichen Ableiter der Abwässer anzusehen und zu benutzen; wobei in jedem einzelnen Falle die Bedingungen zu prüfen und festzustellen sind; insbesondere zu berücksichtigen ist der Einfluß der Wassermenge der Flüsse und Bäche auf die Unschädlichmachung der Abwässer durch Verdünnung, durch

*) Zeitschrift für angewandte Chemie 1889, S. 497.

chemische Einwirkung, durch vegetabilische und animalische Lebensprocesse.

3. Die Feststellung allgemeiner Grenzwerthe des Gehaltes an schädlichen Bestandtheilen der Abwässer beim Eintritt in die Flußläufe ist nicht durchführbar, weil solche Grenzwerthe jeweilig den besonderen Verhältnissen des einzelnen Falles anzupassen sind.

4. Die Entstehung epidemischer Krankheiten durch Fabrikabwässer ist bisher nicht nachgewiesen.

5. Die Industrie erkennt im Uebrigen grundsätzlich ihre Verpflichtung an, nach Maßgabe der durch Wissenschaft und Praxis gegebenen Mittel Belästigungen durch Abwässer nach Möglichkeit zu vermeiden oder zu vermindern. Gleichzeitig aber ist eine Abwägung der Interessen geboten und bei entgegenstehenden und nicht zu versöhnenden das wirthschaftlich größere zu schützen.

6. Zur Herbeiführung einer einheitlichen und gleichmäßigen Behandlung von bezüglichen Streitfragen erscheint die Schaffung einer gewerblich-technischen Reichsbehörde geboten. —

Seit Jahren ist in Preußen ein besonderes Wassergesetz in Bearbeitung begriffen. In dem amtlichen Entwurf, welcher im Jahre 1894 veröffentlicht wurde, lauten die die Reinhaltung der Gewässer betreffenden Vorschriften folgendermaßen:

§ 24. Es ist verboten, in ober- oder unterirdische Gewässer abzuführen oder sonst einzubringen:

a) Stoffe von solcher Natur, daß durch die Abführung oder sonstige Einbringung eine ansteckende Krankheit verbreitet werden kann;
b) Stoffe von solcher Beschaffenheit und in solcher Menge, daß die Abführung oder sonstige Einbringung
1. eine gesundheitsschädliche Verunreinigung des Wassers oder der Luft,
2. eine erhebliche Belästigung des Publicums zur Folge haben kann.

Welche Stoffe, und welche Mengen unter dieses Verbot fallen, bestimmt der Oberpräsident der Provinz ...

§ 25. Durch königliche Verordnung können die Bestimmungen des § 24 auf Meeresbuchten und Haffe ausgedehnt werden.

§ 26. Das Rotten von Flachs und Hanf in Wasserläufen ist verboten.

§ 27. Dungstätten und Abortgruben müssen auf Anfordern der Polizeibehörde so eingerichtet werden, daß durch sie eine Verunreinigung von Wasserläufen unbedingt von anderen ober- oder unterirdischen Gewässern aber insoweit ausgeschlossen ist, als dadurch gesundheitsschädliche Folgen entstehen können.

§ 28. Ausnahmen von den zur Durchführung des § 24 zu b getroffenen allgemeinen Bestimmungen können mit Ermächtigung des Oberpräsidenten der Provinz vom Landrathe, in Stadtkreisen vom Regierungspräsidenten zugelassen werden, wenn solches aus überwiegenden Gründen eines öffentlichen oder gemeinwirthschaftlichen Nutzens geboten erscheint. Der Landrath oder Regierungspräsident können Ausnahmen von dem Verbote des § 26 aus überwiegenden Gründen eines gemeinwirthschaftlichen Nutzens, sowie ferner in dem Falle zulassen, wenn wegen Beschaffenheit der Oertlichkeit die Benutzung des Wasserlaufes zur Flachs- und Hanfbereitung zur Zeit nicht entbehrt werden kann.

§ 30. Unternehmungen, die vom Staate aus Gründen des öffentlichen Wohles, oder in Fällen gemeiner Gefahr auf Anordnung der Polizeibehörde ausgeführt werden, bedürfen der Zulassung der dort bezeichneten Behörde nicht.

Der Entwurf ist in der Form, in welcher er vorlag nicht angenommen. Ein Wassergesetz besteht in Preußen auch heute noch nicht und wird in Folge der Schwierigkeit der ganzen in Betracht kommenden Verhältnisse auch wohl noch lange auf sich warten lassen.

Art, Menge und Zusammensetzung der städtischen Abwässer.

Die Abfallstoffe, welche den Charakter der städtischen Abwässer bedingen, sind in folgende Gruppen einzutheilen:

1. Feste und flüssige menschliche Auswurfstoffe.
2. Abwässer aus Küche und Haus.
3. Abwässer aus Badeanstalten 2c.
4. Straßenkehricht, einschließlich fester und flüssiger Abgänge der Hausthiere.
6. Meteorische Niederschläge.
7. Fabrikabwässer.

Je nach der Art und Dichtigkeit der Bevölkerung und nicht minder der Lebensweise derselben werden die hier aufgeführten Abfallstoffe nicht nur ihrer Menge nach ungleich sein, sondern auch eine verschiedenartige Zusammensetzung aufweisen.

Die menschlichen Auswurfstoffe.

E. Heiden*) hat für die Menge der festen Auswürfe, welche von einer gemischten Bevölkerung pro Kopf producirt werden, folgende Durchschnittszahlen aufgestellt:

Bestandtheile	Es werden pro Kopf an Koth producirt	
	an einem Tag	in einem Jahr
Im natürlichen Zustande .	133·0 Gr.	48·5 Kgr.
Trockensubstanz	30·3 »	11·0 »
Organische Substanz . .	25·8 »	9·4 »
mit Stickstoff	2·1 »	0·8 »
Mineralstoffe	4·5 »	1·6 »
mit Phosphorsäure . .	1·64 »	0·6 »
mit Kali	0·73 »	0·27 »

*) E. Heiden, Die menschlichen Excremente, 1882.

Für die flüssigen Absonderungen fand E. Heiden die folgenden Zahlen:

Bestandtheile	Es werden pro Kopf an Urin producirt	
	an einem Tag	in einem Jahr
Im natürlichen Zustande .	1200·0 Gr.	438·0 Kgr.
Trockensubstanz	63·0 »	23·0 »
Organische Substanz . .	50·0 »	18·2 »
mit Stickstoff	12·1 »	4·4 »
Mineralstoffe	13·0 »	4·8 »
mit Phosphorsäure . .	1·8 »	0·66 »
mit Kali	2·22 »	0·81 »

Aus diesen Zahlen stellt sich die Gesammtproduction an festen und flüssigen Auswürfen pro Kopf folgendermaßen:

Bestandtheile	Es werden pro Kopf an Koth und Harn producirt	
	an einem Tag	in einem Jahr
Im natürlichen Zustande .	1333·0 Gr.	486·5 Kgr.
Trockensubstanz	93·3 »	34·0 »
Organische Substanz . .	75·8 »	27·6 »
mit Stickstoff	14·2 »	5·2 »
Mineralstoffe	17·5 »	6·4 »
mit Phosphorsäure . .	3·44 »	1·26 »
mit Kali	2·95 »	1·08 »

Nach Wolf und Lehmann*) betragen die Entleerungen pro Person und Tag:

*) Varrentrapp, Entwässerung der Städte; Weyl's Handbuch der Hygiene, Bd. II, S. 15.

Bei	Männern	150	Gr.	Koth	und	1500	Gr. Urin
»	Frauen	45	»	»	»	1350	» »
»	Knaben	110	»	»	»	570	» »
»	Mädchen	25	»	»	»	450	» »

Daraus berechnen sich für eine Bevölkerung von 100000 Personen, bestehend aus 37610 Männern, 34630 Frauen, 14060 Knaben und 13700 Mädchen, folgende Mengen in Tonnen im Jahr:

Männer . . .	2059·1 Koth,	20592 Urin
Frauen . . .	567·9 »	17062 »
Knaben . . .	564·5 »	2925 »
Mädchen . . .	125·1 »	2250 »
zusammen . . .	3316·6 Koth,	42829 Urin.

Nach Abendroth*) liefern 100000 Menschen pro Jahr 4562 Tonnen Koth und 22812 Tonnen Urin.

Ueber die Zusammensetzung der menschlichen Auswurfstoffe liegen Untersuchungen in großer Zahl vor:

Nach Alexander Müller**) ist die Zusammensetzung von Koth und Urin folgende:

Bestandtheile	Koth	Urin	Zusammen
	Procent		
Wasser	77·20	94·75	93·00
Trockensubstanz	22·80	5·25	7·00
Organische Substanz . . .	14·40	4·20	5·70
darin Stickstoff	1·60	1·00	1·10
Mineralische Substanz . .	3·40	1·05	1·30
darin Phosphorsäure . .	1·23	0·15	0·26
und Kali	0·55	0·18	0·22

*) Abendroth, Die Guanofabrikation in ihrer Beziehung zur Volkswirthschaft, 1853; Blasius in Weyl's Handbuch der Hygiene. Bd. II, S. 15.

**) Heiden, Müller und v. Langsdorff, Die Verwerthung der städtischen Fäcalien, S. 18; E. Heiden, Die menschlichen Excremente, 1882.

Koth und Harn	Wasser	Organische Stoffe	Stickstoff	Mineralstoffe	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Chlor	Kochsalz
	Procent											
In Japan a) bei pflanzlicher Kost (Mittel von 3 Proben) . .	95·0	3·4	0·57	1·6	0·27	0·46	0·02	0·05	0·13	0·05	0·62	1·02
In Japan b) bei gemischter Kost	94·4	4·1	0·80	1·5	0·21	0·36	0·03	0·05	0·30	0·07	0·51	0·66
In Europa bei gemischter Kost . . .	95·3	3·1	0·70	1·6	0·21	0·39	0·09	0 06	0·26	0·05	0·40	0·84
Koth und Harn getrennt:												
In Japan bei Pflanzenkost Koth . .	88·58	9·58	1·04	1·84	0·34	0·32	0 05	0·17	0·36	0·05	0·37	0·61
In Japan bei Pflanzenkost Harn .	95·97	1·40	0·43	1·63	0·28	0·56	wenig	wenig	0·06	0·08	0·79	1·30
In Europa bei gemischter Kost Koth . .	77·20	19·80	1·00	5·00	0 25	0·16	0·62	0·36	1·09	0·08	0·04	0·07
In Europa bei gemischter Kost Harn . .	96·30	2·40	0·60	1·3	0·20	0·46	0·02	0·02	0·17	0·04	0·50	0·82

Nach E. Wolff ist die Zusammensetzung der menschlichen Auswurfstoffe in frischem Zustande die folgende:

Bestandtheile	Koth	Urin	Gemenge
	Procent		
Wasser	77·20	96·30	93·50
Organische Substanz	19·80	2·40	5·10
Stickstoff	1·00	0·60	0·70
Phosphorsäure	1·09	0·17	0·26
Kali	0·25	0·20	0·21
Natron	0·16	0·46	0·38
Kalk	0·62	0·02	0·09
Magnesia	0·36	0·02	0·06
Schwefelsäure	0·08	0·04	0·05
Chlor und Fluor	0·04	0·50	0·40
Kieselsäure und Sand	0·19	0·00	0·02

Interessant sind die von O. Kellner und Y. Mori*) in Japan über die Zusammensetzung von Koth und Harn ausgeführten Untersuchungen. (Vgl. S. 25.) Dieselben zeigen deutlich den wesentlichen Einfluß der Nahrung auf die Zusammensetzung der menschlichen Auswurfstoffe.

Abwässer aus Küche und Haus und Abwässer aus Badeanstalten.

Die Menge dieser Abwässer läßt sich am besten bemessen nach dem Verbrauch an Wasser pro Tag und Kopf der Einwohner, welcher bei Einrichtung von Wasserleitungen grundleglich gemacht wird. Fischer nimmt hierfür 100 Liter an, woraus sich für eine Einwohnerzahl von 100000 Menschen ein Verbrauch von 3—4 Millionen Tonnen pro Jahr berechnet.

Gegenwärtig werden bei Neuanlagen pro Tag und Kopf der Bevölkerung im Durchschnitt 150 Liter gerechnet. Man kann annehmen, daß von diesen 100—120 Liter pro Kopf täglich in Form von Abwasser den Haushalt wieder verlassen.

*) Centralblatt für Agriculturchemie, 1889, S. 601.

Der Gehalt dieser Abwässer an den verschiedenen organischen Stoffen ist naturgemäß ein sehr schwankender. Den hauptsächlichsten Einfluß übt in dieser Beziehung der Vermögenszustand und die Lebensweise der Bevölkerung aus.

Brix*) giebt einige hierher gehörige Analysen an:

	100000 Theile Flüssigkeit enthalten		
	Chlor	reduciren Kaliumpermanganat	Bemerkungen
	Theile	Theile	Die für eine Familie von 13 Personen zu einer Mahlzeit erforderliche Wassermenge betrug
Wasser, worin geschälte Kartoffeln gekocht wurden	1775·0	1321·8	1·5 Liter
Wasser, worin Spinat gekocht war	789·7	999·4	Desgleichen 4·3 »
Wasser, worin Zuckerbohnen gekocht waren	212·5	5754·5	» 1·7 »
Wasser, worin Kohlrabi gekocht war	887·5	8060·0	» 1·0 »
Wasser, worin Blumenkohl gekocht war . .	2485·0	1523·7	» 2·8 »
Seifenwasser, in welchem Weißzeug gewaschen war	10·0	386·9	Kohlensaures Natron 111·3 Liter
Filtrirtes Abwaschwasser einer geölten hölzernen Treppe . .	3·5	16·7	Das völlig schwarze Wasser enthielt nach Abzug des Sandes noch 50 Theile suspendirte Stoffe

*) Behring, Die Bekämpfung der Infectionskrankheiten. Hygienischer Theil 1894, S. 107. — Th. Weyl's Handbuch der Hygiene, II. Bd, S. 22.

Neben den Abfällen von menschlichen Nahrungsmitteln aus dem Thier- und Pflanzenreich enthalten diese Abwässer verhältnißmäßig große Mengen von Fett, Seifen u. s. w. Fäulniß- und zersetzungsfähige Stoffe sind mithin reichlich in ihnen vorhanden.

In bakteriologischer Beziehung werden diese Abwässer dann gefährlich, wenn in dem betreffenden Haushalt eine Infectionskrankheit herrscht, deren Erreger mit den Abwässern weggeschwemmt werden.

Dem offenbaren Mangel, welcher in der Literatur bezüglich der chemischen Zusammensetzung der Küchen- und Hausabwässer ohne Zweifel besteht, suchte Weigelt*) jüngst dadurch abzuhelfen, daß er sich in dankenswerther Weise der Aufgabe unterzog, die Abwässer seines eigenen Hausstandes eingehend zu untersuchen.

Die Versuche wurden angestellt an fünf auf einander folgenden Tagen der zweiten Octoberhälfte des Jahres 1899. Der Hausstand umfaßte sieben Personen, darunter drei Dienstboten und zwei Kinder im Alter von 10 und 12 Jahren.

Die Abwässer des Haushaltes, welche alle anfallenden Flüssigkeiten einschlossen, wurden im Laufe von 24 Stunden angesammelt, Nachmittags vier Uhr gemessen, und alsdann die Proben für die Untersuchungen entnommen. Die eigentlichen restirenden Gebrauchswässer, Kochwässer, soweit sie zum Ablauf gelangten ꝛc., wurden getrennt von den Spülwässern der Geschirre gemessen, darnach aber gemischt untersucht.

An den fünf Tagen der Versuchsperiode wurden gesammelt:

	Zusammen	Tagesmittel	Mittel pro Kopf
Küchenabwasser in Liter . . .	204·5	40·9	5·2
davon			
Kochwasser ꝛc. in Liter . .	106·8	21·4	2·7
Spülwasser » » . .	97·7	19·5	2·5

*) Technisches Gemeindeblatt, Jahrg. II, S. 273 u. ff.

Die Analysen der Abwässer ergaben im Mittel aus den Einzeluntersuchungen der fünf Tage für 1 Liter folgende Zusammensetzung:

Suspendirte Stoffe . . .	2258	Milligramm
Darin organische Stoffe . .	1973	»
Abdampfrückstand	5964	»
Darin Organisches . . .	3477	»
Stickstoff	112	»
Phosphorsäure	48	»
Fett	927	»

Aus diesen Zahlen berechnet sich die Gesammtmenge der durch die Abwässer abgeleiteten Speisereste des Weigelt'schen Haushaltes in der fünftägigen Versuchsperiode unter Berücksichtigung der vorstehend aufgeführten Abwassermengen folgendermaßen:

	Tagesmittel in Gramm	Jahresmittel im Ganzen in Kilogramm	Jahresmittel pro Kopf in Gramm
Suspendirte Stoffe	91·06	33·2	422·7
Darin organische Stoffe . .	81·10	29·6	377·6
Abdampfrückstand	248·43	90·7	1145·3
Darin Organisches	143·64	52·4	666·9
Stickstoff	4·73	1·7	21·6
Phosphorsäure	2·00	0·7	9·2
Fett	38·55	14·1	17·9

Es ergeben sich mithin für das Jahresmittel recht beachtenswerthe Mengen von mitgeführten Speiseresten.

Gleichzeitig mit den flüssigen Wirthschaftsabgängen wurden von Weigelt auch die festen Küchenabfälle gesammelt und auf ihre Menge und Zusammensetzung untersucht.

Es wurden in den fünf Tagen der Versuchsperiode erhalten:

	Zusammen in Gramm	Tagesmittel in Gramm	Mittel pro Kopf
Fester Abfall, frisch	8250	1650	211·5
Grobe Knochen, frisch . . .	831·5	166·3	21·3

Die Zusammensetzung der festen Abfälle wurde im Mittel folgendermaßen gefunden:

Trockensubstanz	22·85	Procent
Darin organische Stoffe . . .	20·35	»
Stickstoff	0·64	»
Phosphorsäure	0·56	»
Fett	1·97	»

Aus diesen Zahlen ist folgende Gesammtmenge an den analytisch festgestellten Bestandtheilen zu berechnen:

	Tagesmittel in Gramm	Jahresmittel pro Familie in Kilogramm	Jahresmittel pro Kopf in Kilogramm
Frische Substanz	1650·00	602·2	77·2
Trockensubstanz	385·52	139·9	17·92
Darin Organisches	334·00	121·9	15·60
Stickstoff	11·65	4·3	0·54
Phosphorsäure . . .	11·93	4·4	0·56
Fett	29·65	10·8	1·39

Weigelt berechnet aus diesen Abfällen einschließlich der Knochen bei ihrer Verwendung als Düngemittel auf Grund der heute geltenden Preisverhältnisse für Stickstoff und Phosphorsäure einen Werth von 1·50 Mark pro Kopf und Jahr.

Bei den Hausabwässern unterscheidet Weigelt Wäschewasser und Zimmeraufziehwasser. Er bestimmte bei einer Hauswäsche von 48 Kgr. Wäsche, und zwar Leib-, Bett- und Tischwäsche zusammen, die Quantität des Waschwassers und des ersten Spülwassers. Erstere belief sich auf 199·5 Liter, letztere auf 233 Liter.

Die chemische Untersuchung der Mischung dieser beiden Wässer (Spül- und Waschwasser) ergab folgende Resultate:

	Milligramm im Liter	Im Ganzen Gramm
Suspendirte Stoffe	2242	969·66
Darin organische Stoffe	1977	855·05
Abdampfrückstand	4379	1893·92
Darin Organisches	2993	1294·47
Stickstoff	71	30·71
Phosphorsäure	4	1·73
Fett	743	321·35

Berücksichtigung fanden hierbei leider nicht das weitere Spülwasser und das Blauwasser. Bei einer späteren Wäsche wurde wenigstens die Feststellung der Quantität dieser Wässer nachgeholt. Es handelte sich dieses Mal um ein Quantum Wäsche von 46·5 Kgr. Hierfür waren erforderlich 208 Liter Waschwasser, 136 Liter erstes Spülwasser, 133 Liter zweites Spülwasser und 108 Liter Blauwasser.

Für 50 Kgr. Wäsche sind demnach rund 600 Liter Wasser erforderlich, von denen 200 Liter auf die eigentlichen Waschwässer, das Doppelte aber mit 400 Liter auf die verschiedenen Spülwässer zu rechnen sind.

Zur Untersuchung des Zimmeraufziehwassers wurde das bei der Reinigung von drei Schlafzimmern verbrauchte Wasser gesammelt. Die Menge desselben betrug 23 Liter. Die betreffenden Schlafzimmer waren mit drei Erwachsenen, darunter ein Kindermädchen, und zwei Kindern belegt.

Die chemische Untersuchung dieses Wassers ergab Folgendes:

	Milligramm im Liter	Im Ganzen Gramm
Suspendirte Stoffe	318	7·31
Darin organische Stoffe	195	4·48
Abdampfrückstand	855	19·66
Darin Organisches	272	6·26
Stickstoff	11	0·25
Phosphorsäure	2	0·05
Fett	—	—

Endlich sammelte Weigelt das Wasser von der Morgenwäsche der sieben Angehörigen seines Hausstandes. Die Quantität desselben betrug 19·1 Liter.

Die chemische Untersuchung desselben ergab Folgendes:

	Milligramm im Liter	Im Ganzen Gramm
Suspendirte Stoffe	220	4·20
Darin organische Stoffe	193	3·69
Abdampfrückstand	541	10·33
Darin Organisches	296	5·65
Stickstoff	10	0·19
Phosphorsäure	1	0·02
Fett	146	2·79

Auf Grund einiger Umrechnungen erhält Weigelt schließlich aus den vorstehend wiedergegebenen Untersuchungen pro Kopf und Tag ein Quantum von 30 Litern gemischten Küchen- und Hausabwassers, welches folgendermaßen zusammengesetzt ist.

Im Liter sind enthalten:

Abdampfrückstand	2619	Milligramm
Organisches	1470	»
Stickstoff	50	»
Phosphorsäure	16	»

In dem Waschwasser von Waschanstalten in Paris wurden nach Miquel*) in 1 Cbcm. 25—40 Millionen Keime von Mikroorganismen gefunden.

Die Haus- und Küchenabwässer und diejenigen aus Bade- und Waschanstalten sind demnach von allergrößter hygienischer Bedeutung.

Straßenabwässer ꝛc.

Unter dieser Rubrik sind alle diejenigen Schmutzwassermengen zusammenzufassen, welche durch die meteorischen Niederschläge auf Straßen, Höfen, Dächern ꝛc. entstehen. Diese Abwässer enthalten in Folge dessen einen Theil alles dessen, was wir summarisch als Straßenkehricht bezeichnen. Dahin gehören feste und flüssige Abgänge der Hausthiere und Vögel, Straßen- und Wegestaub, Kohlenstaub ꝛc.

Das reine Regenwasser giebt König nach 73 Analysen von Frankland, Denison und Morton mit folgender Zusammensetzung an:

Im Liter sind enthalten:

Gesammtrückstand	39·5	Mgr.
Chlor	6·3	»
Ammoniak	0·5	»
Stickstoff in Nitraten und Nitriten	0·07	»
Organischer Kohlenstoff	0·99	»
Organischer Stickstoff	0·22	»

Die Menge der meteorischen Niederschläge schwankt bekanntlich ganz ungemein, je nachdem es sich um eine regenarme oder regenreiche Gegend handelt.

*) Th. Weyl a. a. O., II. Bd., S. 22.

Die Beseitigung der menschlichen Auswurfstoffe.

Die Entfernung der menschlichen Auswurfstoffe aus den Städten erfolgt entweder oberirdisch oder unterirdisch. Im ersteren Falle werden die Fäcalmassen in der nächsten Nähe der menschlichen Wohnungen angesammelt, um darnach abgefahren zu werden.

Wir sprechen alsdann von Abfuhrsystemen.

Im anderen Falle werden die menschlichen Auswurfstoffe sofort nach der Defäcation in ein Canalsystem eingeleitet und unterirdisch aus der Stadt entfernt.

Unter diese Art der Beseitigung fallen alle Canalsysteme. Zwischen beiden stehen bis zum gewissen Grade die Trennsysteme.

Abfuhrsysteme.

Die Abfuhrsysteme sind je nach der Art der Ansammlung der menschlichen Auswurfstoffe innerhalb der Wohnstätten zu unterscheiden in:

Grubensystem,
Tonnensystem,
Kübelsystem.

Eine stricte Durchführung des einen oder des anderen Systemes findet man selten. In der Regel sind in den Städten verschiedene Systeme vertreten. So haben einzelne Städte Gruben- und Kübelsystem neben einander, während in anderen Kübel- und Tonnensystem neben einander im Gebrauch sind.

Neuerdings sind auch in vielen Städten neben bereits eingeführtem Canalsystem noch das eine oder das andere der Abfuhrsysteme vertreten.

Das Grubensystem.

Die Art der Ansammlung und Aufbewahrung der menschlichen Fäcalien, welche als die älteste bezeichnet werden kann und noch heute auf dem platten Lande und in kleinen Städten vielfach, man möchte fast sagen, durchweg im Gebrauch ist, ist die Ansammlung in Gruben. Ursprünglich waren diese Gruben lediglich durch Ausheben des Erdreiches hergestellt, und nur in seltenen Fällen wurden die Wände ausgemauert. Selbst eine ausgemauerte Grube bietet keinerlei Gewähr dafür, daß nicht die flüssigen Bestandtheile früher oder später die Wände durchdringen und in den Untergrund gelangen; vielmehr ist, falls nicht Boden und Wände der Gruben mit ganz besonderer Vorsicht wasserdicht hergestellt sind, immer mit dem Versickern von mehr oder minder großen Mengen des Grubeninhaltes zu rechnen.

Was nicht versickert, sondern an festen Bestandtheilen von den Fäcalien in den Gruben zurückbleibt, lagert meist Monate lang, wenn nicht Jahre lang, bis die Grube soweit gefüllt ist, daß sie durch Abfuhr der Fäcalmassen geleert werden muß. Inzwischen tritt natürlich eine entsprechende Zersetzung der Fäcalien ein, und die hierbei sich entwickelnden stinkenden Gase gelangen, sobald die Grube den Wohnräumen nahe genug gelegen ist, oder gar der Abort mit den Wohnräumen in directer Verbindung steht, in die Wohnungen und verpesten hier die Luft zum Nachtheile der Gesundheit der Bewohner dieser Räume. Indessen bedarf es nicht einmal der directen Verbindung der Wohnräume mit der Grube durch den Abort, sondern es gelangen auch gasförmige Zersetzungsproducte aus den durch die Wandungen der Grube dringenden flüssigen Bestandtheilen in das die Grube umgebende Erdreich und verbreiten sich je nach der Durchlässigkeit des Bodens, welche für Gase meist eine sehr erhebliche ist, in der Umgebung. So werden nicht nur die den Gruben nahe gelegenen Wohnräume verpestet, sondern auch auf Straßen und Höfen entwickelt der Erdboden in der Nähe solcher Sinkgruben üble Gerüche.

Die Gefahr derartiger Einrichtungen wächst, sobald die giftigen Zersetzungsproducte Zugang finden zu den Brunnen. Eine gefährliche Vergiftung der letzteren ist in der Regel die unbedingte Folge. Man kann sich vorstellen, daß mit der Zeit der Untergrund einer Stadt, welche durchweg derartige Gruben für die Ansammlung der Fäcalien hat, einen mit Jauche durchtränkten Untergrund bekommt, der die beste Brutstätte von Krankheit erzeugenden Stoffen darstellt. Nach Erismann*) entwickelt 1 Cbm. Fäcalien in den Gruben täglich ungefähr 1 Cbm. Gas.

Man hat diese Calamitäten, welche die Schwind-, Versitz- oder Sinkgruben mit sich bringen, dadurch zu umgehen versucht, daß man die Wände der Gruben möglichst wasserdicht herstellte, indem man die verschiedensten geeignet erscheinenden Materialien verwendete: Steinblöcke, Steinplatten, hart gebrannte Ziegel, welche mit Cement, weniger hart gebrannte Ziegel, welche mit Theer getränkt und mit Asphalt vermauert werden, Eisen u. s. w. Wenn nun auch in der ersten Zeit derartig sorgfältig hergestellte Gruben eine gewisse Gewähr für Undurchlässigkeit bieten, so wird doch nach mehr oder minder kurzer Zeit durch die Einwirkung der sich aus den Fäcalien bildenden Zersetzungsproducte das eine oder das andere der verwendeten Materialien angegriffen und nach und nach zerstört. Es entstehen in den Wänden feine Risse, welche, oft dem Auge noch gar nicht einmal sichtbar, ausreichend weit sind, um den schädlichen Flüssigkeiten und Gasen Durchlaß zu gewähren.

Unerwähnt darf an dieser Stelle nicht bleiben, daß man an manchen Orten sogar von einer Räumung der Gruben überhaupt gänzlich abgesehen hat, sondern die oft sehr tiefen und umfangreich angelegten Abortgruben, wenn sie schließlich mit Fäces und festem Unrath angefüllt waren, mit Balken und Brettern überdeckte oder auch mit Mauerwerk überwölbte, um darnach den gewonnenen Platz als Baugrund zu benutzen und statt der alten neue durchlässigere

*) Zeitschrift für Biologie, 1875, S. 207.

Gruben für die Beseitigung der Fäcalien auszuheben. Nach Alexander Müller sollen derartige Fälle in London und Danzig nicht nur vereinzelt, sondern häufiger vorgekommen sein.

In der Regel werden die Fäcalien in den Gruben nicht allein angesammelt, sondern es dient meist die eine Seite der Grube zur Aufnahme von Küchenabfällen, Kehricht u. s. w., während auf der anderen Seite der oder die Aborte angebracht sind. In der Grube selbst findet dann eine Durchmengung der ihr zugeführten Massen statt, so daß je nach der Art und Quantität der einzelnen zugeführten Bestandtheile der Grubeninhalt fast immer verschieden ist. Im Nachstehenden sind einige Analysen*) von Grubeninhalt wiedergegeben, welche in Folge der verschiedenen Herkunft der Proben ein recht übersichtliches Bild geben.

Analyse		Wasser	Trockensubstanz	Organische Substanz	Stickstoff	Mineralische Substanz	Phosphorsäure	Kali
I	Gramm in 1/10 Liter	98·37	—	2·659	0·916	1·631	0·333	0·214
II		99·863	—	0·537	0·665	0·781	0·101	0·153
III		99·645	—	0·051	0·185	0·794	0·027	0·016
IV		99·120	—	1·280	0·442	?	0 135	?
V	Procent	94·27	5·727	4·210	0·292	1·517	0·164	0·207
VI	»	95·99	4·01	2·28	0·41	1·73	0·19	0·14
VII	»	96·19	3·81	3·03	0·35	0·78	0·60	0·19
VIII	»	92 36	7·64	5·590	0·76	2·050	0·309	0·109
IX	»	90·89	9·111	6·001	0·84	3·110	0·320	0·205
X	»	97·38	2·617	1·506	0·429	1·111	0·189	0·209
XI	»	?	2·193	0·476	0·237	0·840	0·066	0·098
XII	»	91·33	8·67	6·21	0·44	1·39	0·363	0·173
XIII	»	96·83	3·17	2·109	0·269	1·165	0·051	0·225

Die vorstehenden Analysenproben hatten folgende Provenienz:

*) Heiden, Müller, von Langsdorff, Die Verwerthung der städtischen Fäcalien, S. 25.

I. Abtrittdünger ohne Zugabe von Wasser aus einer Düngergrube von Quesnoy-sur-Deule; ein Gemenge von Urin und festen Excrementen.

II. Aus einem Hause von Lille, mit 12—15 Procent Wasser verdünnt.

III. Aus einer großen Fabrik zu Quesnoy-sur-Deule, sehr stark durch Wasser verdünnt. Analyse I, II und III von Girardin.

IV. Kothjauche aus den Abtritten von Paris. Analyse von Louis L'hôte.

V. Aus den Kölner Arresthäusern im Mittel von fünf Analysen nach C. Karmrodt.

VI. und VII. Aus großen Gruben der Stadt Karlsruhe, deren Inhalt einen Grubendünger von durchschnittlichem Gehalte und Werth repräsentirt. Den Gruben wurde von den festen Theilen, die sich am Boden abgesetzt hatten, und von der darüber stehenden Flüssigkeit in dem Verhältnisse entnommen, wie angenommen werden konnte, daß sie sich in den Gruben vorfinden. Analyse VI. von J. Neßler und VII. von A. Mayer.

VIII. und IX. Vermittelst des pneumatischen Systems Liernur aus Aborten Brünns und Olmütz entnommen. Analyse von O. Kohlrausch.

X. Stuttgarter Latrinendünger nach E. Wolff und G. Dittmann. Wolff führt an, daß der Dünger längere Zeit in einem großen Bassin gesammelt und vielleicht durch Regenwasser beträchtlich verdünnt, wahrscheinlich auch während der Ansammlung stark zersetzt und beim Füllen der Transportfässer nicht sorgfältig genug aufgerührt war.

XI. Aus einer Kaserne von Bautzen. Analyse von Dr. E. Güntz.

XII. und XIII. Aus den Dresdener Sammelgruben zu Klotzsche. XII. Zusammensetzung der festen sich absetzenden Masse, und XIII. die der darüber befindlichen flüssigen Masse. Analysen im Pommritzer Laboratorium von A. Schlimper.

Desinfection des Grubeninhaltes.

Um eine Verzögerung der Zersetzung des Grubeninhaltes herbeizuführen, oder aber die Zersetzungsproducte unschädlich zu machen, hat man versucht, eine Reihe von zweckmäßig erscheinenden Desinfectionsmitteln einzuführen.

Pettenkofer brachte Carbolsäure in Vorschlag. Nach seiner Angabe reicht bei Anwendung in wässeriger Lösung (1 Theil Carbolsäure auf 20 Theile Wasser) ein halbes Liter der Lösung aus, um die täglichen Entleerungen von acht erwachsenen Personen bis zur Entfernung aus den Wohnungen vor Zersetzung zu schützen. Ein Vorzug der Carbolsäure ist, daß sie neben der antiseptischen Wirkung eine saure Reaction in den desinficirten Massen herbeiführt, ohne die nachtheiligen Einflüsse der Mineralsäuren auf Metalle und Mörtel zu besitzen. Angenehm ist ferner, daß sie die Fähigkeit besitzt, den üblen Geruch der Fäcalien zu verdecken.

Die Anwendungsweise der Carbolsäure ist eine recht verschiedene.

Homburg empfahl sogenannte Desinfectionstafeln, aus Pappe bestehend, welche mit Carbolsäure übersättigt, beziehungsweise vollgesogen ist (1 Qm. soll fast 1 Kgr. rohe Carbolsäure aufsaugen).

Liebreich, Schür und Wichelhaus empfahlen Carbolsäurewasser (1procentig) und Carbolsäurepulver (gleichfalls 1procentig, d. i. 1 Theil krystallisirte Carbolsäure auf 99 Theile Torf, Gips, Erde, Sand, Kohlenpulver u. s. w.).

Ziurek empfahl 100 Theile Kalk mit Wasser zu löschen und nach dem Erkalten dem Pulver 5 Theil. Carbolsäure beizumischen.

Crookes empfahl Carbolsäure, in welche schweflige Säure eingeleitet war.

Zu allen diesen Vorschlägen ist zu bemerken, daß die antiseptische Wirkung der Carbolsäure im Allgemeinen all-

zusehr überschätzt wird. Man hat durch exacte Versuche nachgewiesen, daß ihre Wirkung eine verhältnißmäßig beschränkte ist, und daß man gut thut, sich nicht durch den mehr oder minder starken Geruch des verwendeten Desinfectionsmittels irre führen zu lassen. Namentlich in Laienkreisen ist thatsächlich die Gefahr sehr groß, daß man an eine hinreichende Desinfection glaubt, wenn in Wirklichkeit nur eine Desodorisirung erzielt ist, und daran ist in erster Linie die Carbolsäure mit ihrem typischen Geruch schuld.

Sehr verbreitete Anwendung hat ferner der Eisenvitriol zur Desinfection des Grubeninhaltes gefunden. Das stets sauer reagirende Salz enthält immer etwas Eisenoxydsalz, was beides durch fortwährende, begierige Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft andauernd vermehrt wird. Durch die sauren Eigenschaften des Eisenvitriols werden auch die Fäcalien angesäuert und dadurch ihre ammoniakalische Zersetzung gehindert. Fernerhin werden das bereits gebildete kohlensaure Ammoniak und der Schwefelwasserstoff gebunden, und schwefelsaures Ammoniak, sowie Schwefeleisen daraus gebildet.

Vom landwirthschaftlichen Standpunkte aus, auf welchen ja wegen der Verwendung der Fäcalien zu Düngezwecken unter allen Umständen Rücksicht zu nehmen ist, muß gegen die Verwendung des Eisenvitriols das Bedenken erhoben werden, daß das Eisenoxydul, in größeren Mengen in den Boden gebracht, für die Mehrzahl unserer wichtigeren Culturpflanzen ein Pflanzengift ist. Man müßte also aus dem Grunde vor der Verwendung der mit Eisenvitriol desinficirten Fäcalien zu Düngezwecken die Massen solange compostiren, bis das gesammte Eisenoxydul durch Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes in das unschädliche Eisenoxyd umgewandelt ist.

Nach Pettenkofers Versuchen genügen bei frischen Fäcalien pro Tag und Person 25 Gr. Eisenvitriol, welche am besten in Lösung angewendet werden.

Als drittes, vielfach empfohlenes Desinfectionsmittel für Grubeninhalt ist der Chlorkalk zu nennen. Zu seiner

Verwendung ist zu bemerken, daß er nur zur Zerstörung der bereits gebildeten giftigen Stoffe dienen kann.

Fr. Erismann*) prüfte die Wirkung der verschiedenen Desinfectionsmittel auf die Fäulniß in den Abortgruben und fand die durch die Desinfectionsmittel in der Abgabe der verschiedenen Gase hervorgebrachten Differenzen in Procenten der vor der Desinfection abgegebenen beziehungsweise aufgenommenen Gasmengen wie folgt:

Desinfectionsmittel	1. Abgabe				2. Aufnahme
	Kohlensäure	Ammoniak	Schwefelwasserstoff	Kohlenwasserstoff (CH_4)	Sauerstoff
	Procent				
Sublimat . . .	+ 43·1 / − 50·6 *)	− 100	− 100	− 66·9	− 84·8
Eisenvitriol . . .	− 26·5	− 100	− 100	− 52·2	− 56·1
Schwefelsäure . .	+ 300 / − 30 *)	− 100	?	− 73·5	− 79·8
Carbolsäure . . .	− 63·8	− 72·7	− 100	—	—
Kalkmilch . . .	− 89·5	sehr starke Zunahme	− 100	− 76·3	—
Gartenerde . . .	+ 9·0	− 84·5	− 100	− 70·3	+ 17·4
Kohle	+ 9·0	− 33·0	− 100	− 48·8	+ 16·9

*) Die erste Zahl bedeutet das Resultat der drei ersten Tage nach der Desodorisation, die zweite das Resultat der drei folgenden Tage.

*) Zeitschrift für Biologie, 1875, S. 207.

Die Entleerung der Gruben.

Trotzdem sich die Bewohner kleinerer Städte im Allgemeinen vor den Calamitäten, welche das Grubensystem mit sich bringt, nicht fürchten, zumal ihre Eltern und Voreltern nichts Anderes gekannt haben, ist man doch über die Unannehmlichkeiten, welche die Entleerung der Gruben unter allen Umständen hervorruft, an allen Orten gleicher Ansicht. Sobald die Abortgruben eines Hausbesitzers entleert werden, beschweren sich die Nachbarn über den furchtbaren Gestank. Sind aber 1—2 Tage vergangen, und die letzten Spuren der Thätigkeit der Entleerungsmannschaften wieder beseitigt, dann beruhigen sich auch wieder die Gemüther, bis die nächsten Gruben bei ihrer Entleerung dieselben Mißstände zeitigen.

Je nachdem die Massen flüssig genug sind oder nicht, erfolgt die Ausräumung der Gruben durch Ausschöpfen in ein Faß oder durch Auswerfen mit Schaufeln oder Mistgabeln. Zumeist wählt man als geeignete Zeit für diese Manipulationen die Nacht und schafft den Grubeninhalt vor die Stadt auf das Feld.

Seit einer Reihe von Jahren existiren schon Einrichtungen, welche die Entleerung des Grubeninhaltes auf geruchlose Weise ermöglichen, jedoch ist dies nur da der Fall, wo nicht zu viel Küchenabfälle, Asche u. s. w. in die Gruben eingeführt werden. Vielmehr erfordern diese sogenannten pneumatischen Entleerungsverfahren, daß der Grubeninhalt mehr oder minder dünnflüssig ist.

Die ersten Einrichtungen dieser Art bestanden darin, daß man entsprechend große Tonnen vor das Haus fuhr und durch eine gleichzeitig mitgeführte Luftpumpe die Luft aus der Tonne entfernte. Ein an dem unteren Ende der Tonne angebrachter Spiralschlauch reichte durch das Haus hindurch bis in die Abortgrube, so daß durch den äußeren atmosphärischen Druck die Fäcalmassen durch den Spiralschlauch in die luftleere Tonne gedrückt wurden.

Zur Erzeugung der Luftleere in der großen Abfuhrtonne hat man verschiedene Mittel angewendet. Theils wurde, wie bereits erwähnt, eine Kolbenluftpumpe mitgeführt, theils bediente man sich einer Körting'schen Wasserstrahl- oder Dampfstrahlpumpe. Neuerdings benutzt man vielfach ein ebenso einfaches, wie billiges Verfahren zur Herstellung der Luftleere, indem man nämlich auf der einen Seite der Tonne Wasserdampf in dieselbe einführt, welcher durch einen gleichfalls geöffneten Hahn auf dem entgegengesetzten Ende wieder entweicht. In einer Zeit von fünf Minuten hat der Wasserdampf die gesammte Luft aus der Tonne verdrängt. Die Hähne werden geschlossen, und dem Wasserdampf wird während der Zeit, wo der Wagen mit der Tonne an den Ort seiner Benutzung befördert wird, Gelegenheit gegeben, sich zu einigen wenigen Cubikcentimetern Wasser zu verdichten, während in der Tonne selbst ein luftleerer Raum zurückbleibt. An Ort und Stelle wird der Spiralschlauch angeschraubt und in die Abortgrube eingeführt. Die Fäcalmassen werden gehörig durchgerührt, und nach Oeffnung des entsprechenden Hahnes bewirkt der Druck der äußeren Atmosphäre die Beförderung der Fäcalmassen in die Tonne.

Ein weiteres Verfahren zur Herstellung der Luftleere in der Abfuhrtonne besteht darin, daß in dem Faß ein Gas zur Entzündung gebracht wird, welches explosionsartig verpufft, und damit eine momentane Verdrängung der Luft aus dem Gefäß verursacht. Die Abfuhrtonne wird alsdann sofort geschlossen, und die Luftleere ist erreicht.

Das Tonnensystem.

Als eine wesentliche Verbesserung dem Grubensystem gegenüber ist das sogenannte Tonnensystem zu bezeichnen. Bei diesem dienen zur Aufnahme der Fäcalien nicht gemauerte Gruben, sondern mehr oder minder große Tonnen, welche in geeigneter Weise in den Wohnhäusern untergebracht und so mit den Aborten durch Fallrohre in Ver-

bindung gesetzt werden, daß die Entleerungen sofort in die Tonnen gelangen.

Zuerst wurde dieses System in Heidelberg eingeführt und trägt seitdem wohl auch den Namen Heidelberger Tonnensystem.

Man war bei den sanitätspolizeilichen Untersuchungen über die hygienischen Verhältnisse in Heidelberg zu der Ueberzeugung gekommen, daß die andauernd dort auftretenden Typhuserkrankungen in erster Linie durch die mangelhafte Auffammlung und Beseitigung der häuslichen Abfälle und ganz besonders durch die mangelhafte Beseitigung der menschlichen Fäcalien bedingt wurden. Als die erste Maßnahme, welche hierin durchgreifend Wandel zu schaffen geeignet erschien, wurde das Tonnensystem Anfang der Siebzigerjahre in Heidelberg eingeführt.

Als unerläßliche Bedingungen für eine gute Wirksamkeit des Tonnensystems sind folgende Punkte zu bezeichnen:

1. Daß die Tonne selbst absolut wasserdicht ist;
2. daß das Fallrohr einen genauen Anschluß an die Tonne hat;
3. daß die Tonne durch einen eingeschalteten Verschluß (Syphon) von dem Fallrohre abgeschlossen ist;
4. daß die Sitztrichter und Abzugsrohre derartig eingerichtet sind, daß Fäcalien nicht darin liegen bleiben;
5. daß eine gute Lüftung des Fallrohres möglich ist;
6. daß die Tonne leicht zu transportiren ist;
7. daß die Tonne beim Transport gut verschlossen werden kann;
8. daß die Tonne regelmäßig ausgewechselt wird;
9. daß die Tonne nach der Entleerung gut gereinigt beziehungsweise desinficirt wird.

Diesen Forderungen kann man in einfacher Weise dadurch gerecht werden, daß die aus starken Eisenblech-Cylindern von etwa 80 Cm. Höhe und 46 Cm. Breite, oder aus innen und außen durch einen Firnißanstrich dicht gemachten Petroleumfässern, bestehenden Tonnen

in entsprechender Weise mit dem Fallrohr verbunden werden. Von diesem Hauptfallrohr zweigen sich nach den einzelnen Etagen hin die einzelnen Rohre für die Aborte ab. Der Abschluß gegen den Tonneninhalt wird bewirkt durch ein schwanenhalsartig gebogenes Rohr, den sogenannten Syphon. Für die Vermeidung von unangenehmen Gerüchen aus den Sitztrichtern heraus wird gesorgt durch ein besonderes, an einem warmen Schornstein (am besten der Kücheneſſe) aufwärts geführtes Luftrohr.

Für den leichteren Transport sind die Fässer mit seitlichen Handhaben für Tragstangen versehen, so daß sie bei einem Inhalt von etwa 1 Hktltr, was einem Gewichte von ungefähr 120 Kgr. bei voller Füllung entspricht, leicht und bequem transportirt werden können.

In solchen Häusern, wo die Aborte besonders häufig frequentirt werden, sind statt dieser verhältnißmäßig kleinen Tonnen, Tonnenwagen zu empfehlen, welche direct unter dem Fallrohr Platz finden und mit demselben dicht verbunden sind. Nach der Füllung wird alsdann ein solcher Wagen direct abgefahren und durch einen leeren Tonnenwagen ersetzt. Je öfter die Auswechselung vor sich geht, desto besser ist es natürlich in hygienischer Beziehung, da alsdann die Vergährung der Fäcalien nicht zu weit vorschreiten kann, und Geruchsbelästigungen in weit geringerem Maße auftreten können.

Es liegt auf der Hand, daß die ganzen Bedenken, welche wir bei dem Grubensystem bezüglich der Verunreinigung des Bodens, des Wassers und der Luft geltend gemacht haben, bei dem Tonnensystem zum Theil ganz in Wegfall kommen, zum Theil aber ganz bedeutend herabgemindert werden. In den Boden können jedenfalls von den Fäcalien nennenswerthe Theile nicht gelangen, so daß das Grundwasser der Quellen, welche das Wasser für die Brunnen liefern, nicht verunreinigt wird. Andererseits ist bei dem Tonnensystem viel eher die Möglichkeit geboten, zu Zeiten von Epidemien eine entsprechende Desinfection der menschlichen Dejecte vorzunehmen.

In Heidelberg haben sich seit der Einführung des Tonnensystems die sanitären Verhältnisse ganz erheblich gebessert, obwohl nicht einmal die ganze Stadt mit Tonnen ausgerüstet ist. Daß eine stricte Handhabung der seitens der Polizei für die Benutzung, Auswechselung und Abfuhr der Tonnen erlassenen Vorschriften eine Hauptbedingung ist, liegt auf der Hand.

Wir geben im Nachfolgenden einige Analysen von Tonneninhalt:*)

	Wasser	Trocken-substanz	Organische Substanz	Stickstoff	Mineralische Substanz	Phosphorsäure	Kali
	Procent						
I	95·100	4·900	3·632	0·276	1·268	0·173	0·226
II	92·900	7·100	5·310	0·597	1·460	0·228	0·201
III	94·146	5·854	4·276	0·564	1·576	0·247	0·192

Analyse I und II sind aus Lowry-Sendungen von Görlitzer Tonneninhalt von Alexander Müller ausgeführt, Analyse III bezieht sich auf Augsburger Tonneninhalt und ist von Professor Dr. Soxhlet ausgeführt.

Das Kübelsystem.

Als eine gewisse Modification des Tonnensystems ist das Kübelsystem zu bezeichnen. Es unterscheidet sich von jenem dadurch, daß statt der großen Tonnen, kleinere Behälter aus Eisen oder Holz direct unter den Abortsitz gestellt werden, und, sei es nach ihrer Füllung, oder auch schon vorher, abgefahren werden. Es kommt also das ganze Fall-

*) Heiden, Müller und v. Langsdorff, Die Verwerthung der städtischen Fäcalien, S. 42.

rohrsystem mit den Anschlüssen nach den einzelnen Etagen in Wegfall; vielmehr wird in jeder Etage beziehungsweise in jedem Abort ein besonderes Gefäß aufgestellt. Wünschenswerth ist natürlich, daß bei dem Abtragen die Gefäße einen möglichst luftdichten Verschluß bekommen, damit keinerlei unangenehme Ausdünstungen in die Corridore beziehungsweise Wohnräume der Häuser gelangen. Es giebt eine Reihe von Städten in Deutschland, in denen das Kübelsystem mit bestem Erfolge eingeführt ist, namentlich wenn geeignete Mittel zur Desodorisirung der Fäcalien, schon auf dem Aborte selber, während des Gebrauches desselben, in Anwendung kommen.

Eine gut geregelte Abfuhr ist auch hier unbedingt nothwendig, desgleichen eine gute Reinigung der Kübel nach ihrer Entleerung. Man hat zu diesem Zweck mit Erfolg Wasser als solches und in Dampfform angewendet.

Wir geben im Nachstehenden (siehe S. 48) eine Uebersicht von Analysen, aus denen die Zusammensetzung von Kübelinhalt verschiedenen Ursprungs hervorgeht.*)

Das Verfahren von Buhl und Keller zur Verarbeitung von Fäcalien auf schwefelsaures Ammoniak und Poudrette.

In Bondy bei Paris wurde lange Zeit die Methode angewendet, den Inhalt der Aborte in großen Gruben einige Zeit der Ruhe zu überlassen, den flüssigen Theil alsdann durch Destillation auf Ammoniak zu verarbeiten und den breiigen Bodensatz durch Eintrocknen in Dungpulver zu verwandeln.

Hennebutte und de Vauréal haben dieses Verfahren insofern modificirt, als sie die Scheidung der flüssigen von den festen Massen durch Zusätze von Kalk- und Zinksalzen beschleunigen und dadurch gleichzeitig eine Desodorisirung der Gase herbeiführen wollten. Nach Abheben der Flüssigkeit

*) Arbeiten der Deutschen Landwirthschaftsgesellschaft, Heft 11, S. 68.

Untersuchung	Wasser	Trockengehalt	Organische Substanz	Gesammtstickstoff	Ammoniakstickstoff	Asche	Phosphorsäure	Kali	Ursprung	Analytiker
	Procent									
1	95·100	4·900	3·632	0·276	—	1·268	0·173	0·226	Görlitzer Tonneninhalt	A. Schlimper
2	92·900	7·100	5·310	0·597	—	1 460	0·228	0·201	Görlitzer Tonneninhalt	E. Güntz
3	94·146	5·854	4·276	0·564	—	1·576	0·247	0·192	Augsburger Tonneninhalt	Soxhlet
4	91·600	8·400	—	0·690	—	—	0·317	—	Rostocker Kübelinhalt	Heinrich
5	93·780	6·220	—	0·552	—	—	0·078	—	Rostocker Kübelinhalt	Heinrich
6	92 090	7·910	—	0·487	—	—	0·195	—	Rostocker Kübelinhalt	Heinrich
7	—	—	—	0·823	—	—	0·258	0·296	Bremer Kübelinhalt	P. Wagner
8	—	—	—	0·798	—	—	0·298	0·337	Bremer Kübelinhalt	P. Wagner
9	87·490	12 510	9·770	1·182	0·524	2 740	0·463	0·325	Kaserne in Halle a. S., Tonneninhalt	Th. Pfeiffer
10	88 770	11·230	8·710	1 088	0·522	2·520	0·316	0·371	Kaserne in Halle a. S., Tonneninhalt	Th. Pfeiffer
11	91·290	8 710	6 660	0·811	0·273	2·050	0 305	0·294	Zuchthaus in Halle a. S., Eimerinhalt	Th. Pfeiffer
12	95·670	4·330	3·100	0·683	0·407	1·230	0·225	0·263	Kaserne in Augsburg, Tonneninhalt	Th. Pfeiffer
13	95·890	4·110	2·880	0·657	0·395	1·230	0·217	0·221	Kaserne in Augsburg, Tonneninhalt	Th. Pfeiffer
14	86·580	13·420	—	1·336	0·549	—	0·378	0·395	Kaserne in Kosel, Tonneninhalt	Th. Pfeiffer
15	94·210	5·790	—	0·891	0·572	—	0 268	0·196	Kaserne in Kosel, Tonneninhalt	Th. Pfeiffer
16	90·670	9·330	—	0·684	0·203	—	0·333	0·425	Gefängniß in Kosel, Tonneninhalt	Th. Pfeiffer

wird der Bodensatz unter nochmaliger Behandlung mit Zinksalzen zunächst in Filterpressen und darauf in Trockenöfen schnell entwässert. Die abgepreßte Flüssigkeit wird mit der zuerst abgeschiedenen zusammen zur Ammoniakgewinnung systematisch destillirt.

Das Verfahren ist der Société Anonyme des Produits Chimiques du Sud-Ouest in Paris in Bezug auf die Verwendung von Zinksalzen bei der Behandlung der Fäcalstoffe in Deutschland unter dem D. R. P. Nr. 19776 patentirt.

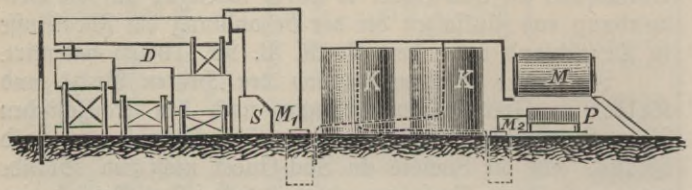
Im Jahre 1882 wurde von den Herren Buhl und Keller in Freiburg im Breisgau nach den französischen Plänen eine Düngerfabrik angelegt. Es stellte sich aber bald heraus, daß die Société du Sud-Ouest nicht im Stande war, nach ihrem Verfahren einen industriellen Betrieb einzurichten. Nach Hinzuziehung des Ingenieurs C. H. Schneider arbeiteten die Herren Buhl und Keller alsdann ein eigenes Verfahren aus, welches nach Müller*) und Engler**) sich ungefähr folgendermaßen gestaltete (vgl. Fig. 1 und 2). Die Ansammlung der Fäcalien geschah in Freiburg in Gruben, welche in Form stehender Dampfkessel unter dem Hofraum möglichst wasserdicht eingemauert waren. Die Entleerung erfolgte periodisch durch Aufsaugen in luftleere Abfuhrtonnen. Auf dem etwa 2 Km. westlich der Stadt gelegenen Fabrikgrundstück wurden die Fäcalien zunächst in ausgemauerte und gewölbte Sammelgruben gebracht, von denen eine größere für die besonders dünnen und eine kleinere für die consistenteren Massen vorhanden war. Mit diesen Sammelgruben standen je eine kleine »Arbeitsgrube« A (vgl. die schematischen Darstellungen in Fig. 1 und 2) in Verbindung, aus welchen die Fäcalmasse nach Bedarf in die Fabrikräume gesaugt wurde. Dieselbe gelangte hier zuerst in die großen Mischapparate M (große, liegende, eiserne Cylinder, welche in ihrem Innern mit einem Rührwerk

*) Heiden, Müller, v. Langsdorff. Die Verwerthung der städtischen Fäcalien, S. 71.

**) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1883.

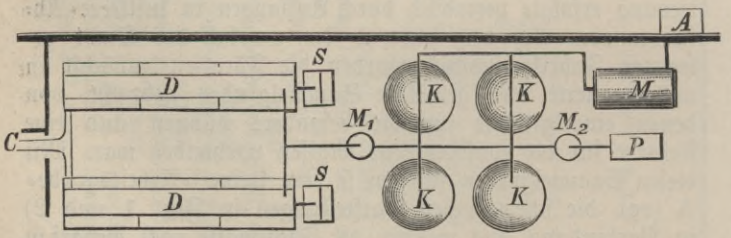
ausgestattet waren) und erhielten je nach ihrer Consistenz einige Tausendstel einer concentrirten Kalksalz- und Metallsalzlösung zugesetzt. Das Ganze wurde gehörig mit einander vermischt und alsdann in die aufrecht stehenden Cylinderkessel K zum Absetzen und Decantiren übergedrückt.

Fig. 1.



Die geklärte Flüssigkeit ($^2/_3$—$^3/_4$ der dünnen Fäcalien) gelangte sogleich in den Destillationsapparat D, während der eine mehr oder minder schlammige Beschaffenheit zeigende Bodensatz in einen Behälter M_2 gebracht wurde, um nach und nach in den Filterpressen P ausgepreßt zu werden. War, was

Fig. 2.



selten vorkommt, der Grubeninhalt besonders steif, so wurde die Trennung des flüssigen Theiles von dem festen in den Cylinderkesseln umgangen, und die Masse nach entsprechender Desodorisirung direct den Filterpressen zugeführt. Die Preßkuchen wurden, nachdem sie in einem Trockenofen hinreichend gedarrt waren, in einem Desintegrator in Dungpulver über-

geführt, welches so, wie es war, oder nach entsprechender Mischung mit Ammoniaksalz, Kalisalz und Phosphaten in den Handel gebracht wurde.

Ursprünglich benutzte man als Fällungs- beziehungsweise Scheidemittel entsprechend der französischen Vorschrift Zinksulfat. Maßgebend bei der Wahl zwischen den verschiedenen zu Gebote stehenden Schwermetallsalzen war jedenfalls der Kostenpunkt. Man wählte Zinksalz, weil dieses voraussichtlich damals am billigsten war. Bald aber machte man von verschiedenen Seiten auf Veranlassung des Professor Neßler in Karlsruhe gegen die Verwendung des Zinksalzes den Einwand geltend, daß das zinkhaltige Düngepulver den Pflanzen schädlich sein könnte, so gering auch die Gesammtmasse des Zinks war, welche selbst bei einer starken Düngung dem Ackerboden zugeführt wurde.

Man ersetzte deshalb das Zinksulfat durch Manganchlorür, welches als billiges Nebenproduct bei der Chlorkalkfabrikation gewonnen wird. Außerdem diente zur Scheidung etwas schwefelsaure Thonerde und hauptsächlich ein Kalksalz. Letzteres diente zum Ausfällen der Phosphorsäure als Präcipitat, und zwar wurde die Reihenfolge der durch diese Fällungsmittel hervorgerufenen Reactionen so geregelt, daß die Phosphorsäure nur als Kalkpräcipitat und nicht an Metall oder Thonerde gebunden erhalten wurde.

Die Abtreibung des Ammoniaks aus der nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren gewonnenen Fäcalflüssigkeit wurde in drei Destillirapparaten D (Fig. 1 und 2), welche mit Zugrundelegung des Pistorius'schen Princips aus drei treppenförmig über einander aufgestellten viereckigen Kastenkesseln von starkem Eisenblech bestanden. Die ammoniakhaltige Flüssigkeit trat in den obersten Kessel ein und wurde von da nach entsprechend langem Verweilen durch Oeffnung der betreffenden Hähne in den zweiten Kessel und von da zuletzt in den dritten und untersten Kessel abgelassen, in welchen noch ein Zusatz von 0·8 Procent Aetzkalk gegeben wurde.

Der Wasserdampf, welcher in entgegengesetzter Richtung durch dieses Apparatsystem hindurchgeführt wurde, war

durch Zwischenwände, welche fast bis zum Boden der Gefäße reichten, genöthigt, mit allen Theilen des Kessels in Berührung zu kommen. Aus dem obersten Kessel entwich auf diese Weise ein ammoniakreicher Wasserdampf, der in einem weiten, eisernen Kühlrohr zu Ammoniakwasser condensirte, um darnach in einem besonderen Vorlegekasten durch neu eingeführten Dampf wiederum erhitzt zu werden. Das auf diese Weise zum größten Theile von neuem verflüchtigte Ammoniak wurde in einer mit Schwefelsäure von 66 Grad Bé. beschickten Vorlage aufgefangen.

Die von der Gewinnung des Ammonsulfates aus Gaswasser nicht wesentlich verschiedene vorliegende Darstellungsweise vollzog sich in einem mit Blech ausgeschlagenen Holzkasten S (vgl. Fig. 1 und 2). Durch die Bindung des Ammoniaks wird soviel Wärme frei, daß der Wasserdampf, uncondensirt durch die Schwefelsäure hindurch geht und je nach dem Grade der Sättigung das Ammonsulfat sich krystallinisch ausscheidet. Im vorliegenden Falle war der Vorgang soweit gediehen, daß das ausgeschiedene Ammonsulfat auf etwas geneigte Bühnen herausgekrückt und hier nach gehörigem Abtropfen für die Verpackung und den Versandt getrocknet wurde. Die abtropfende Mutterlauge konnte in die Bleivorlage zurückgeführt oder für sich zur Krystallisation eingedampft werden. Die aus dem obersten Destillirkasten entweichenden Ammoniakdämpfe passirten, wie bereits erwähnt, ein weites, in einem langen, eisernen Kasten befindliches Kühlrohr.

Als Kühlflüssigkeit diente frischgeklärte Fäcalflüssigkeit, welche auf diese Weise vorgewärmt wurde.

Die von Ammoniak befreite Abfallflüssigkeit gelangte durch den Canal C nach einigen Absatzgefäßen, wo sich ein reichlicher Niederschlag von Kalkphosphat bildete, der späterhin gewonnen und dem Dungpulver einverleibt wurde. Zum Zweck der Reinigung wurde die Flüssigkeit endlich durch Torf und Kohle filtrirt, um alsdann in den an Grundwasser reichen Geröllboden der Rheinebene geführt beziehungsweise versenkt zu werden. War das Filtermaterial

gesättigt, so wurde es gleichfalls zur Düngung verwendet.

In seiner Kritik über das Buhl und Keller'sche Verfahren führt Alexander Müller aus, daß nach bekannt gegebenen Betriebsanalysen die Zusammensetzung des in Freiburg verarbeiteten Rohmaterials ungefähr dieselbe ist, wie in anderen Städten mit einigermaßen geordneten Abortgruben und regelmäßiger Abfuhr. Ursprünglich gingen von den in dem Rohmaterial enthaltenen Ammoniakmengen in Folge der Undichtigkeit der Destillationsapparate mehr oder minder große Mengen verloren, so daß durchschnittlich nur 80 Procent der Gesammtmenge des vorhandenen Ammoniaks in den Producten gewonnen wurde. In der letzten Zeit ihres Bestehens war es jedoch der Fabrik gelungen, den Betrieb soweit zu regeln, daß einerseits durch Undichtigkeit der Apparate keine nennenswerthen Verluste mehr eintraten, und andererseits auch die Abfallflüssigkeit keine werthvollen Stoffe mehr mit abführte.

Ueber die Zusammensetzung der älteren zinkhaltigen Poudrette liegen 4 Analysen von Engler vor. Derselbe fand in der wasserfrei gedachten Masse:

	I.	II.	III.	IV.
		Procent		
Organische Substanz	53·7	58·1	—	—
darin Stickstoff	3·59	3·20	3·00	4·10
Asche	46·3	41·9	—	—
darin Phosphorsäure	7·0	7·2	6·8	6·2
Kali	0·5	0·4	0·5	0·3
Zink	2·2	2·9	2·6	3·2

Professor Neßler fand folgende Zusammensetzung:

Organische Substanz	56·2 Procent
darin Stickstoff	3·35 »
Asche	43·8 »
darin Phosphorsäure	6·3 »
Kali	0·5 »
Zink	3·2 »

Je nach der Beschaffenheit des verarbeiteten Rohmaterials schwankte die Ausbeute an Dungpulver mehr oder minder erheblich. Durchschnittlich wurden 50—55 pro Mille lufttrockene Waare mit 25 Procent Wassergehalt gewonnen.

In dem Abwasser nach der Destillation und Filtration fand Professor Engler folgende Zusammensetzung.

Im Liter waren enthalten:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
			Gramm			
Trockensubstanz	14·26	13·91	29·11	1·16	6·57	6·47
Asche	9·90	5·78	26·68	0·74	4·64	4·40
Glühverlust	4·36	7·13	2·33	0·42	1·93	2·7

Die Proben I bis IV sind in der Fabrik entnommen, während die Proben V und VI einem Laboratoriumsversuch entstammen, welcher nach dem Fabrikationsverfahren angestellt wurde.

In der Beschaffenheit der Abfallflüssigkeit mußten je nach der Concentration der verarbeiteten Massen und je nach dem Grade des Fäulnißzustandes derselben stets naturgemäß erhebliche Differenzen auftreten. Je consistenter und frischer der Grubeninhalt war, desto mehr Trockensubstanz mußte in der Abfallflüssigkeit verbleiben und umgekehrt. Aus den Betriebsanalysen geht hervor, daß sich in den Abfalllaugen Ammoniak nur noch in ganz geringen Mengen fand; Phosphorsäure kam in kaum bemerkbaren Spuren vor, und Zink konnte gar nicht mehr nachgewiesen werden. Alexander Müller fand in einer Probe rohen Abwassers, wie es von der Ammoniakdestillation abgelaufen war, folgende Zusammensetzung:

Trockenrückstand	1·259	Procent
Rohasche	0·943	»
Reinasche	0·830	»
Kohlensäure	0·113	»
Organische Substanz	0·429	»

In der Reinasche waren enthalten:

Schwefelsäure	0·090	Procent
Chlor	0·286	»
Kalk (mit Spuren von Kieselsäure u. s. w.)	0·220	»
Magnesia	0·004	»
Natron	0·200	»
Kali	0·096	»

Aus diesen Zahlen ergiebt sich folgende Zusammensetzung des Abwassers:

Wasser	98·741	Procent
Trockensubstanz	1·259	»
Chlornatrium	0·377	»
Chlorkalium	0·119	»
Schwefelsaures Kali	0·039	»
Schwefelsaurer Kalk	0·123	»
Organischsaure Kalk- und Magnesiasalze	0·602	»
Darin Kalk und Magnesia	0·174	»
Essigsäure, Buttersäure und Spuren von stickstoffhaltiger Substanz	0·428	»

Das Wasser erschien trüb, bräunlichgelb, war stark alkalisch und hatte einen starken Fäcalgeruch.

Das Ammoniak war so gut abdestillirt, daß in dem Abwasser kaum noch 0·010 Procent nachweisbar waren. Der gesammte Düngewerth des Abwassers bestand eigentlich nur in dem 0·1 Procent Kali.

Gegen die Einleitung dieses Wassers in einen Flußlauf ist nichts einzuwenden, solange es sich um verhältnißmäßig geringe Mengen desselben handelt. So würde man 50 Cbm. eines solchen Abwassers unbedenklich auf diese Weise beseitigen können. In dem vorliegenden Falle wurde, wie bereits erwähnt, die Abfalllauge in den sehr durchlässigen, aus Kalksteinschotter oder »Rheinkieseln« bestehenden Unter-

grund versenkt, wo sie mit dem Grundwasserstrom abfloß. Ein solches Verfahren konnte natürlich nur solange seitens der zuständigen Behörde gestattet werden, wie eine Controle der Beschaffenheit des Wassers der nächstgelegenen Brunnen ergab, daß ein Einfluß auf die Brunnenwässer nicht stattfand beziehungsweise der Grundwasserstrom den Brunnen nicht mehr oder minder große Mengen des fraglichen Abwassers zuführte.

Bei Einrichtung der Fabrik wurde eine dauernde Controle der nächstgelegenen Brunnen von Betzenhausen und Lehen durch den damaligen Vorstand der chemisch-technischen Versuchsanstalt zu Karlsruhe, Professor Engler, angeordnet. Dieselbe ergab, daß Bedenken gegen diese Ableitung mit Recht nicht zu erheben waren.

Der allerdings bequemen Beseitigung durch Versenkung in den Grundwasserstrom wäre unter allen Umständen die Verrieselung des Abwassers vorzuziehen; selbstverständlich müßten aber solche Culturen gewählt werden, denen eine stärkere Kochsalzdüngung nicht schadet. Nach Alexander Müller würde ein Hektar für die Aufnahme des Abwassers aus der Freiburger Fabrik jahraus, jahrein genügt haben.

Bezüglich der rein äußerlichen Belästigungen, welche durch ein solches Abwasser hervorgerufen werden können, sind in Betracht zu ziehen der Geruch nach Fäcalien, welcher schon bei schwacher Alkalescenz des Abwassers bemerkbar wird, und andererseits der Buttersäuregeruch, welcher bei saurer Reaction des Wassers auftritt. Will man beiden aus dem Wege gehen, so hat man die beste Desodorisirung, wenn man für möglichste Neutralität sorgt.

Eine Verarbeitung des Abwassers auf flüchtige, organische Säuren würde kaum Vortheile bieten.

Interessant sind noch die in einem ausführlichen Gutachten über den Verbleib der Abwässer aus der Freiburger Fabrik von Professor Engler aufgestellten Zahlen, nach welcher sich die Verhältnisse bei Einleitung in einen Fluß etwa folgendermaßen gestalten: Wenn eine Fabrik, welche täglich 200 Cbm. Fäcalien verarbeitet, ihr Abwasser

in einen Fluß leitet, welcher pro Secunde 100 Cbm. Wasser führt (etwa die Hälfte des Rheins bei Basel bei niedrigstem Wasserstand), so kommen dadurch aus den Abwässern auf einen Liter Flußwasser 0·09 Mgr. organische Substanz und 0·24 Mgr. Aschenbestandtheile. Unsere Flüsse enthalten aber größtentheils im Liter weit mehr als 10 Mgr. organische Substanz, so daß in den weitaus meisten Fällen eine beachtenswerthe Verunreinigung der Flußläufe durch die fraglichen Abwässer nicht entstehen kann.

Die pulverisirten Preßkuchen von Buhl und Keller ergaben eine Poudrette mit rund 3 Procent Phosphorsäure, 4 Procent Stickstoff und 2 Procent Kali. Phosphorsäure und Stickstoff waren etwa in dem Zustande und dem Werthverhältniß wie im besten Knochenmehl vorhanden oder die Phosphorsäure wie in den Präcipitaten. Der im Anfang der Achtzigerjahre gezahlte Preis von 12 Mark pro 100 Kgr. entspricht naturgemäß der heutigen Marktlage nicht mehr.

Die Poudrette gelangte größtentheils mit anderen concentrirten Düngemitteln gemischt als Specialdünger in den Handel, nämlich:

Poudrette-Superphosphat mit 9 Procent Phosphorsäure, 0·3 Procent Kali und 1 Procent Stickstoff für Getreide, Oelfrüchte und Wurzelgewächse (9·50 Mark pro 100 Kgr.).

Poudrette-Kali-Superphosphat mit 10 Procent Phosphorsäure, 10 Procent Kali und 1—$1^1/_2$ Procent Stickstoff für Reben, Klee und Wurzelgewächse (15 Mark pro 100 Kgr.).

Poudrette-Ammoniak-Superphosphat mit 8—10 Procent Phosphorsäure, 0·3—0·4 Procent Kali und 2—5 Procent Stickstoff, zu Kopfdüngung im Frühjahr statt Peruguano (12—18 Mark pro 100 Kgr.).

Poudrette-Kali-Ammoniak-Superphosphat mit 5—6 Procent Phosphorsäure, 5—8 Procent Kali und 2 bis 4 Procent Stickstoff, für Rüben, Tabak, Hopfen und Reben, sowie für kalibedürftige Wiesen, leichte Kalk- und Sandböden (15 Mark pro 100 Kgr.).

Das Verfahren von Buhl und Keller haben wir in Vorstehendem ausführlicher besprochen, als die übrigen Verfahren zur Verarbeitung der Fäcalien, weil es von sämmtlichen Poudrettirverfahren dasjenige ist, welches unter den heutigen Verhältnissen am ehesten verspricht, unter einigermaßen günstigen Bedingungen nicht nur den hygienischen sondern auch den wirthschaftlichen Anforderungen zu genügen. Freilich hat ja die Freiburger Fabrik nur kurze Zeit ihr Dasein gefristet. Das lag aber nicht an dem Fabrikationsverfahren, sondern vielmehr in erster Linie daran, daß die Fabrik die gesammte Fäcalabfuhr in Freiburg für den lächerlich niedrigen Preis von 34 ₰ pro Kopf und Jahr übernommen hatte.

So war natürlich das Rohmaterial bereits in dem Augenblick, wo es in die Fabrik gelangte, unverhältnißmäßig hoch belastet, und damit von vornherein eine Schwierigkeit geschaffen, für deren Ueberwindung allerdings erheblich glänzendere Einnahmen aus den Producten erzielt werden mußten, als selbst in jener für die Düngemittelbranche noch so überaus günstigen Zeit möglich war.

Es darf unter keinen Umständen eine Poudrettefabrik die Anfuhr des Rohmaterials anders übernehmen, als zu einem Preise, der ihr nicht nur vollen Ersatz der Selbstkosten gewährleistet, sondern ihr auch noch einen entsprechenden Verdienst sichert. Die Reinigung der Stadt durch Abfuhr der Fäcalien ist Sache der Commune, und die daraus entstehenden Kosten müssen dieser zur Last fallen.

Des Weiteren fiel aber auch für die Firma Buhl und Keller schwer ins Gewicht die auf Seite 51 bereits erwähnte Stellungnahme des Professors Neßler gegenüber der Verwendung von Zinksalzen für die Scheidung der flüssigen Fäcalbestandtheile von den festen. Neßlers Bedenken, daß durch den Zinkgehalt der Poudrette die Vegetation geschädigt würde, gelangte, wie dies leider so manches Mal der Fall ist, früher in die Oeffentlichkeit, als durch eingehende Versuche die Berechtigung der Neßler'schen Annahme geprüft werden konnte. Bei der Stellung Neßlers

in der badischen Landwirthschaft war aber ein allgemeines Mißtrauen seitens der benachbarten Landwirthschaft gegen die Buhl und Keller'sche Poudrette die nothwendige, unausbleibliche Folge, und man geht sicherlich nicht zu weit, wenn man neben den unglückseligen Anfuhrverhältnissen für das Rohmaterial gerade dieser schädlichen Beeinflussung des Abnehmerkreises vorwiegend Schuld giebt an dem Untergange des sonst durchaus lebensfähigen Unternehmens.

Die Fäcalextractfabrikation von A. v. Podewils.

Die in großen Tonnen angefahrenen Fäcalien werden in zwei große, luftdicht verschließbare Behälter entleert, wobei durch zwischengeschaltete Siebvorrichtungen alle gröberen Stoffe (Lumpen, Holztheile, Glas, Thonscherben u. s. w.) zurückgehalten werden, um für sich beseitigt beziehungsweise verwendet zu werden. In diesen Behältern werden die Fäcalmassen durch ein Rührwerk, welches von außen maschinell angetrieben wird, gehörig durchmischt und in steter Bewegung erhalten.

Alsdann gelangen die Fäcalien, durch Luftdruck zerstäubt, in einen Mischapparat, wo sie mit Schwefelsäure (1 Procent wasserfreie Schwefelsäure oder 2 Procent Schwefelsäure von 50 Grad Bé.) versetzt werden. Man hatte zunächst die Menge der zuzusetzenden Schwefelsäure nach dem Gehalt der Fäcalmassen an freiem Ammoniak bestimmt, mußte sich aber bald überzeugen, daß diese Menge nicht ausreichte, da sich ja aus dem leicht zersetzlichen organischen Stickstoff der Fäcalien während des Kochens leicht Ammoniak abspaltet.

Nach dem Zusatz der Schwefelsäure passiren die Fäcalien ein Zwischengefäß, welches mit einem Sieb versehen ist, um die gröberen Bestandtheile zurückzuhalten, welche durch das erste Sieb noch hindurchgegangen sind.

Alsdann gelangen die Fäcalien in den sogenannten Fäcalkessel, um eingedampft zu werden. Dieser Fäcalkessel

ist ein großes, horizontal gelagertes walzenförmiges beziehungsweise cylindrisches Gefäß, welches so neben der Feuerung aufgestellt ist, daß es in seinem ganzen Umfange möglichst von den Feuergasen bestrichen wird. Sowohl im Innern, als auch im Aeußern sind Vorrichtungen vorgesehen, welche in zweckmäßiger Weise im Innern das Ansetzen von Trockengut und außen das Ansetzen von Ruß verhindern. Der Druck, welcher in dem Fäcalkessel herrscht, darf eine halbe Atmosphäre nicht übersteigen. Der soweit gespannte Dampf, welcher aus dem Fäcalkessel entweicht, dient zur Erwärmung der Trockentrommeln, in welche die im Fäcalkessel eingedickte Fäcalmasse übergeführt wird, um vollständig eingetrocknet zu werden.

Als Zwischengefäß, welches zwischen dem Fäcalkessel und den Trockentrommeln eingeschaltet ist, ist noch der sogenannte Concentrator zu nennen, welcher aus drei ineinander geschobenen, gegenseitig abgedichteten Kesseln besteht. Der mittelste Zwischenraum wird mit Dampf beheizt. Die vollständige Eintrocknung der Fäcalien kann in diesem Gefäß vorgenommen werden, oder aber auch in den bereits erwähnten Trockentrommeln.

Die bei der endgiltigen Eintrocknung entstehenden Dämpfe und Gase werden mit Hilfe einer Luftpumpe abgesaugt und einem Einspritzcondensator zugeführt. Das aus dem Condensator ablaufende Wasser, bestehend aus dem durch die Condensation entstehenden Wasser und dem ihm zugeführten frischen Einspritzwasser, ist fast blank und klar und enthält nach Untersuchungen von Holdefleiß nur 0·003 Gr. Stickstoff im Liter.

Das fertige Trockenproduct erinnert in seinem Aussehen an gemahlenen Kaffee und hat durchaus keinen unangenehmen Geruch.

Die chemische Zusammensetzung wurde von Holdefleiß und Dietzell*) folgendermaßen gefunden:

*) Arbeiten der Deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft, Heft 11, S. 364.

	1. Procent	2. Procent	3. Procent
Wasser	15·00	17·31	24·74
Trockengehalt	85·00	82·69	75·26
Asche	65·76	—	—
Gesammtstickstoff	7·83	7·57	6·76
Ammoniakstickstoff	5·58	5·01	4·65
Gesammtphosphorsäure	3·36	3·18	2·71
Wasserlösliche Phosphorsäure	—	—	—
Schwefelsäure	18·92	—	—
Chlor	4·84	—	—
Kali	3·44	3·05	2·50
Natron	17·37	—	—
Kalk	1·68	—	—
Magnesia	0·65	—	—
Eisenoxyd	1·26	—	—
Lösliche Kieselsäure	0·48	—	—
Sand	1·44	—	—

Maercker*) fand:

Bezeichnung	Gesammtstickstoff	Ammoniakstickstoff		Salpeterstickstoff		Eiweißstickstoff		Amidstickstoff	Phosphorsäure	Kali
	Stickstoff	Stickstoff	Auf Gesammtstickstoff bezogen	Stickstoff	Auf Gesammtstickstoff bezogen	Stickstoff	Auf Gesammtstickstoff bezogen	Auf Gesammtstickstoff bezogen		
	in Procenten									
I. Probe	6·92	3·97	57·37	0·00	0·00	1·75	25·29	17·34	2·85	4·62
II. Probe	6·51	3·86	59·30	0·00	0·00	1·86	28·57	12·13	2·54	4·67

*) Arbeiten der Deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft, Heft 11, S. 364.

Nach dem vorbeschriebenen Podewils'schen System ist eine Poudrette-Fabrik in Augsburg seit Anfang der Achtzigerjahre im Betrieb. Dieselbe ist wiederholt von Sachverständigen besichtigt worden und hat sich den Ruf erworben, daß sie in jeder Beziehung den zu stellenden Ansprüchen genügt. Wenn trotzdem die mangelnde Rentabilität die Actiengesellschaft »Podewils'sche Fäcalextract-Fabriken« veranlaßte, mit der Stadt Augsburg ein Abkommen zu treffen, nach welchem letztere die Fabrik in städtische Regie übernahm, so liegt dies lediglich an der ungünstigen Lage des Düngermarktes, welcher heute kaum gestattet, ein Poudrettir-Verfahren, gleichviel nach welchem System, mit großem pekuniären Erfolg zu betreiben.

Das Poudrettir-Verfahren von Venuleth und Ellenberger (Hencke).

Die Fäcalien werden bei ihrer Ankunft in der Fabrik in einen Sammelbehälter entleert und von da in ein hochstehendes Meßgefäß mit Hilfe einer Pumpe abgesaugt. Aus dem Meßgefäß gelangen die Fäcalien in Mischgefäße, deren mehrere aufgestellt sind und abwechselnd in Benutzung genommen werden. Nachdem die Rührwerke der Mischgefäße eine gehörige Durchmengung der Fäcalien bewirkt haben, befördert eine zweite Pumpe die Massen durch einen Vorwärmer nach einem Sammelgefäß. Von hier aus gelangen sie durch eine weitere Pumpe in drei Apparate gleicher Construction, in denen die Eindickung der Fäcalmassen in der Weise begonnen wird, daß der direct zur Verwendung gelangende Kesseldampf nicht nur in dem ersten Gefäße, sondern nach einander in allen dreien ausgenutzt wird. Im Innern haben diese Gefäße ein System von Heizrohren, welches gedreht werden kann und die Wiederbenutzung des in den Rohren condensirten Kesseldampfes zur weiteren Speisung des Dampfkessels gestattet. Der aus den Fäcalmassen freiwerdende Wasserdampf wird verdichtet, und das Ammoniak gewonnen.

Zur weiteren Eintrocknung gelangen die Fäcalmassen sodann in den sogenannten Fingerapparat, in welchem sich eigenartig geformte, hohle, mit Dampf geheizte Rührwerke bewegen. Dieselben sorgen einerseits dafür, daß ein Ansetzen der trockenen Massen an den geheizten Wandungen ausgeschlossen ist, andererseits bieten sie selbst eine verhältnißmäßig große Heizfläche dar.

Nachdem das Trockengut diesen Apparat schon in ziemlich eingetrocknetem Zustande verlassen hat, gelangt es auf die Trockenwalzen, auf denen die endgiltige Trocknung vorgenommen wird.

Es sind dies zwei gleich große, mit Dampf von mehreren Atmosphären geheizte, hohle, eiserne Walzen, welche sich gegen einander drehen und soweit von einander entfernt sind, daß die von oben her durch einen Trichter zwischen die Walzen geschütteten Fäcalmassen sich in einer ihrer Stärke nach sorgfältig zu bestimmenden Schicht ansetzen. Diese Schicht bleibt auf jeder der Walzen liegen und wird während der weiteren Umdrehung durch den im Innern der Walzen befindlichen Dampf getrocknet. Auf der der Berührungsstelle der beiden Walzen gegenüberliegenden Seite sind Schaber angebracht, welche das Trockengut abstreichen und so die Walzen frei machen für die Aufnahme neuen Trockengutes.

Die von den Walzen abgestrichenen Trockenmassen fallen in eine darunter angeordnete, mit Dampf geheizte Mulde, in der sich eine Transportschnecke bewegt. Das Material wird hier noch zerkleinert und einer nennenswerthen Nachtrocknung unterworfen, bis es am Ende der Mulde in die zur Verpackung bereit stehenden Säcke übergefüllt werden kann.

Die Zusammensetzung der Venuleth und Ellenberger'schen*) Poudrette ist etwa folgende:

*) Arbeiten der Deutschen Landwirthschaftsgesellschaft, Heft 11, S. 373.

Trockengehalt	92·16	Procent
Asche	17·81	»
Organische Substanz	74·38	»
Gesammt-Stickstoff	7·70	»
Ammoniakstickstoff	3·97	»
Gesammtphosphorsäure	2·61	»
Wasserlösliche Phosphorsäure	1·33	»
Schwefelsäure	16·82	»
Chlor	4·01	»
Kali	2·59	»
Chlornatrium aus dem Chlor berechnet	6·61	»

Nach dem System Venuleth und Ellenberger wurde vor einigen Jahren in Bremen eine Poudrettefabrik eingerichtet. Dieselbe mußte aber vor nicht allzu langer Zeit wegen ungenügender Verwerthung ihrer Producte und aus anderweitigen triftigen Gründen zeitweilig den Betrieb einstellen.

Neuerdings wird auch in Kiel eine Poudrettefabrik nach diesem Verfahren eingerichtet.

Das Poudrettir-Verfahren von Thon.

Zur Entfernung des Wassers wird bei diesem Verfahren*) directe Wärme angewendet. Nach den Angaben des Erfinders sollen sich die Kosten der Verarbeitung von 1 Centner Fäcalien zu fertiger Poudrette auf etwa 40 Pfennige stellen. In Stuttgart wurde für 40 Pfennige eine Poudrette gewonnen, deren Werth sich auf 63 Pfennige berechnete. In Cassel wurde eine Poudrette gewonnen, welche einen Werth von 84 Pfennigen repräsentirte, in der Infanteriekaserne in Prag eine solche, welche 1 Mark 12 Pfennige werth war u. s. w. Es würden demnach in Stuttgart

*) Heiden, Müller und v. Langsdorff, Die Verwerthung der städtischen Fäcalien, S. 65.

pro Centner 23 Pfennige, in Cassel 44 Pfennige und in Prag 72 Pfennige Ueberschuß gewesen sein.*)

Nähere Angaben über die Apparate, deren sich Thon bei der Durchführung seines Verfahrens bediente, sind nicht veröffentlicht worden.

Ueber die von Thon producirte Poudrette liegt von Th. Dietrich eine Reihe von Untersuchungen vor, nach welchen sich die durchschnittliche Zusammensetzung derselben wie folgt stellte:

Stickstoff . . .	4·5— 6·0	Procent
Phosphorsäure .	10·0—12·0	»
Kali	1·5— 3·0	»

Dietrich hat ferner nachgewiesen, daß bei diesem Verfahren der gesammte Stickstoff der Fäcalien in die Poudrette übergeht.

In Cassel ist dieses Verfahren eine Zeit lang im Großen angewendet worden.

Das Poudrettir-Verfahren von H. Schwarz.

Die Fäcalien**) werden mit Kalkmilch versetzt, und die gut durchgerührte und innig vermischte Masse in einem Kessel solange erhitzt, bis eine gewisse Scheidung des Flüssigen von dem Festen eingetreten ist, und sich das darin enthaltene Ammoniak verflüchtigt hat.

Das Ammoniak wird für sich gewonnen, und der entstandene Scheidungsschlamm wird filtrirt und ausgepreßt. Die überstehende Flüssigkeit endlich wird abgelassen.

Schwarz begründet sein Verfahren wie folgt:

*) Diese Preise richten sich selbstverständlich nach der Lage des Düngermarktes und dürften in Folge dessen seit jener Zeit (1885) eine wesentliche Reduction erfahren haben.

**) Heiden, Müller und v. Langsdorff, Die Verwerthung der städtischen Fäcalien, S. 67.

1. Das Ammoniak ist meistens an Kohlensäure gebunden und aus der Gährung des Harnstoffes entstanden. Bei reichlicher Gegenwart des Harnstoff-Fermentes tritt diese Umwandlung sehr rasch ein. In den Abortwässern ist dieses Ferment im reichlichsten Maße vorhanden und selbst in der Winterszeit ist diese Umwandlung schon nach 24 Stunden eine nahezu vollständige.

2. Gebundener Stickstoff findet sich in geringeren Mengen. Was davon als Harnsäure und Eiweiß vorhanden ist, geht in den Kalkniederschlag über. Nur relativ geringe Mengen finden sich in der ablaufenden, geklärten Flüssigkeit.

3. Phosphorsäure, welche als phosphorsaurer Kalk und phosphorsaures Alkali vorhanden ist, geht in Verbindung mit dem Kalk in den Niederschlag über.

4. Das Kali allein bleibt gelöst und geht mit der ablaufenden Flüssigkeit verloren. Dies ist der einzige unvermeidliche Verlust, welchen man indessen gegenüber dem sonstigen Düngergewinn leicht verschmerzen kann.

Bei einem Versuche mit 200 Kilo Fäcalien waren

an Stickstoff	im Destillate	0·36	Procent
»	» Niederschlage	0·08	»
»	» Ablaufwasser	0·06	»

so daß also 14 Procent des Gesammtstickstoffs der Fäcalien hiernach verloren gehen.

An Kalkdünger wurden 8·37 Procent gewonnen.

An Kalk wurden 2—3 Procent verwendet.

Abgesehen davon, daß der Verlust an löslichen Stoffen (Kali und Stickstoff) nicht zu billigen ist, kann man auch das Ablaufwasser vom hygienischen Standpunkte aus nicht für so einwandsfrei erklären, daß man es ohne weiteres Bedenken öffentlichen Wasserläufen übergeben könnte. Es sollen in 100000 Theilen noch 60 Theile Stickstoff enthalten sein, ein Procentsatz, der das Maß des Erlaubten weit überschreitet.

Anfang der Achtzigerjahre war dies Verfahren in Graz in Gebrauch, ist aber dann später von einem besseren Verfahren verdrängt worden.

Das Poudrettir-Verfahren von H. Tiede.

Der gesammte Grubeninhalt, bestehend aus festen und flüssigen Fäcalantheilen wird durch Behandlung mit einer Lösung von schwefelsaurer Magnesia und schwefelsaurer Thonerde in einen festen und flüssigen Theil getrennt. Der flüssige Antheil wird von Torfmull unter Zusatz von Kainit aufgesaugt in der Weise, daß ein steifer Teig entsteht, welcher in einer Trockenkammer von der ihm anhaftenden Flüssigkeit befreit wird. Der feste Antheil der Fäcalmassen wird in besonderen Behältern mit bestimmten Mengen Kali-Magnesiasalz, Blut und dem vorerwähnten getrockneten Torfmull, sowie mit Phosphorsäurelösung versetzt. Nach weiterer Behandlung mit Phosphat und Schwefelsäure wird die ganze Masse unter Anwendung von Wärme eingetrocknet.

Das Poudrettir-Verfahren von Teuthorn.

Die Fäcalien werden in flache Erdgruben gebracht, welche so eingerichtet sind, daß sich die flüssigen Bestandtheile in tiefer liegenden Bassins ansammeln können. Die zurückbleibenden festen Bestandtheile werden mit Schwefelsäure behandelt und auf Horden unter einem Schuppen getrocknet, darauf zerkleinert und abgesiebt.

Dietzell's Poudrettir-Verfahren.

P. J. Dietzell, früherer Vorsteher der landwirthschaftlichen Controllstation in Augsburg, wollte ähnlich wie Schwarz, (vgl. S. 65) zunächst die Fäcalien mit Aetzkalk versetzen und in entsprechend großen Gefäßen hinreichend lange kochen. Das sich verflüchtigende Ammoniak

sollte in vorgelegter Schwefelsäure aufgefangen werden. Die entweichenden übelriechenden Gase wurden in einem besonderen Verbrennungsofen über glühenden Kohlen zerstört. In der verbleibenden Destillationsmasse trennte sich das Feste von dem Flüssigen in kürzester Zeit so vollständig, daß die Klärflüssigkeit abgelassen werden konnte.

Mosselmann's Poudrettir-Verfahren.

Den gut durchmischten flüssigen und festen Fäcalien*) wird getrockneter Kalk zugesetzt, um dieselben zu entwässern. Auf diese Weise wird eine Kalkpoudrette erhalten, welche im Durchschnitt folgende Analysendaten lieferte:

Wasser . . .	33·9 —52·6	Procent
Stickstoff . .	0·40— 0·69	»
Phosphorsäure .	0·19— 1·23	»
Kali	0·1 — 0·81	»
Kalk	24·4 —50·2	»

Gegen dieses Verfahren ist selbstverständlich zu bemerken, daß die Verwendung von Kalk unter allen Umständen Verluste an Stickstoff bedingt. Außerdem kann, wenn es sich um die Poudrettirung von Fäces mit Ausschluß des Harns handelt, das ganze Verfahren nicht als lucrativ bezeichnet werden.

Petri's Verfahren zur Herstellung von Fäcalsteinen.

Das Verfahren beruht auf der Anwendung eines von Petri vorgeschlagenen, vorwiegend aus Torf bestehenden Desinfectionsmittels. Mit Torfmull werden die Fäcalien zu einer dunklen, lehmartigen Masse verrührt, welche in

*) J. König, Die Verunreinigung der Gewässer, deren schädliche Folgen, nebst Mitteln zur Reinigung der Schmutzwässer, S. 208.

viereckige Ziegel gepreßt und an der Luft getrocknet werden. Die so erhaltenen »Fäcalsteine« sollen verbrannt, und die Asche zu Düngezwecken verwendet werden.

Lönholdts Patentfeuercloset.

Die Fäcalien*) werden zunächst zu einer festen Masse eingedampft. In dem zwischen zwei Feuerrosten angeordneten Verbrennungsschlitz werden die von den beiden Rosten kommenden Flammen zusammengepreßt und zur Verdampfung benutzt. Der entweichende Wasserdampf wird mit den bei der Verdampfung entstehenden Gasen unter den Rost geleitet, um ein Entweichen übler Gerüche nach außen zu vermeiden, und eine vollkommenere Ausnutzung des Brennmaterials zu erzielen.

Selbstverständlich wird auch bei diesem Verfahren eine hinreichende Ausnutzung der stickstoffhaltigen Substanz nicht erzielt, vielmehr geht ein erheblicher Theil derselben verloren. Die Phosphorsäure wird in ihrer Gesammtheit gewonnen. Weitere Feuercloſets sind in Vorschlag gebracht von J. D. Smead, Seipp und Weyl.

A. Scheiding's Verfahren zur Verarbeitung von menschlichen Fäcalien.

Scheiding**) hat ein sogenanntes Feuercloset und damit verbunden einen Abdampfapparat construirt, welche bestimmt sind, die Fäcalien sofort nach dem Freiwerden in unschädlicher Weise zu beseitigen.

Im Souterrain eines Wohnhauses wird an der Stelle, wo vertical darüber in den betreffenden Etagen die Abort-

*) Arbeiten der Deutschen Landwirthschaftsgesellschaft, Heft 11, S. 207.

**) J. König, Die Verunreinigung der Gewässer, deren schädliche Folgen nebst Mitteln zur Reinigung der Schmutzwässer. Heiden, Müller und v. Langsdorff, Die Verwerthung der städtischen Fäcalien, S. 69.

einrichtungen sind, der Closetofen aufgestellt. Das Fallrohr, welches bei einer lichten Weite von 0·16 Meter sich nach unten konisch erweitert, führt die Fäcalien unmittelbar dem Verbrennungsapparate zu. Koth und Harn werden für sich aufgefangen und verarbeitet, und zwar in der Weise, daß die feste Masse in dem Verbrennungsofen verbrannt wird, während in dem mit diesem Feuerungsofen zusammenhängenden Abdampfapparate der Harn eingedickt wird. Der Erfinder äußert sich über den Feuerungsproceß in folgender Weise:

»Das Feuer bestreicht, indem es auf seinem Wege die Kothmassen mit Zuhilfenahme der in denselben enthaltenen eigenen Brennstoffe in Asche verwandelt, die seitlich aufgestellten Abdampfpfannen, verdampft den darauf sich selbstthätig gleichmäßig vertheilenden Urin, um von da seinen Weg mit den frei gewordenen Gasen in einen benachbarten Schornstein zu nehmen.«

Nach einer weiteren Mittheilung soll die Einrichtung an dem Apparate mit leichter Mühe dahin modificirt werden können, daß die festen Stoffe nicht verascht, sondern nur getrocknet werden. Die Feuerungskosten sollen für 200 Personen pro Tag nur 15—20 Pfennige betragen, und die nothwendige Betriebszeit soll nur 1—2 Stunden umfassen.

Vom hygienischen Standpunkte aus hat die Beseitigung der Fäcalien unmittelbar nach ihrer Ausscheidung etwas Bestechendes; indessen ist der praktische Verlauf der ganzen Operation doch nicht ein so einfacher, wie er dem Erfinder von vorneherein vorgeschwebt haben mag, und wie er von demselben beschrieben ist. Zunächst ist die Unterbringung einer besonderen Feuerstelle in dem Souterrain eines jeden Hauses nicht ohne Weiteres möglich, wenn nicht bereits bei dem Bau des Hauses darauf Rücksicht genommen wird. Außerdem bereitet die Veraschung menschlicher Excremente mehr Schwierigkeiten, als im Allgemeinen angenommen wird; auch die Verdampfung des Harns ist nicht so ganz leicht. In einem gewissen Stadium der Eintrocknung

tritt leicht eine Verkohlung ein, der Rückstand brennt an, und die unvermeidliche Folge sind scheußliche Gerüche, welche hinreichen, ein vierstöckiges Haus unbewohnbar zu machen.

Alexander Müller untersuchte eine Probe der von den Scheiding'schen Abdampfpfannen entnommenen Harnrückstände. Er fand dieselben verkohlt und vollständig frei von Harnstoff. Es ist somit der Werth dieses Rückstandes als Düngemittel ein durchaus nicht befriedigender. Bei der Verbrennung der festen Fäcalien geht naturgemäß die gesammte organische Substanz verloren, und damit auch die gesammten stickstoffhaltigen Bestandtheile.

Das Sindermann'sche Verfahren zur Gewinnung von Leuchtgas aus Fäcalien.

Der Gedanke, die organische Substanz der Fäcalien zu vergasen*) und die gasförmigen Producte zur Beleuchtung zu verwenden, wurde wiederholt vorgebracht. Zum ersten Mal gelangte derselbe zur Ausführung im Jahre 1874 in Breslau im Hotel »Zur Stadt Paris«, wo Alb. Sindermann eine selbständige Gasversorgung zur Beleuchtung des ganzen Etablissements mit Zugrundelegung des vorerwähnten Gedankens einrichtete. Die Excremente werden in eine Retorte gebracht, in der nach beziehungsweise neben entsprechender Trocknung die Zerstörung durch höhere Temperaturen in der Weise erfolgt, daß die organischen Stoffe zersetzt werden und sich aus denselben einerseits Leuchtgas und Kohlensäure, Theer und Oel, andererseits Ammoniak bilden. Wie bei jeder anderen Gas-Fabrikation werden Theer und Oel für sich aufgefangen, die Gase entsprechend gewaschen, indem sie durch Wasser geleitet werden, die Kohlensäure gebunden, und das Leuchtgas, nachdem es hinreichend gereinigt ist, für die fraglichen Zwecke verwendet. Als Rück-

*) Heiden, Müller, v. Langsdorff, Die Verwerthung der städtischen Fäcalien, S. 69.

stand in der Retorte verbleiben neben einer Portion Kohle (Kokes) die mineralischen Bestandtheile der Fäcalien.

Das Verfahren hat theoretisch sowohl einen hygienischen, als auch einen wirthschaftlichen Werth, insofern die Fäcalien nicht nur vollkommen unschädlich gemacht, sondern in weitgehendster Weise ausgenutzt werden. Es werden alle Bestandtheile gewonnen: In den Kokes die gesammten Aschenbestandtheile, im Waschwasser der Stickstoff als Ammoniak und in dem Hauptgase ein großer Theil des Kohlenstoffs und Wasserstoffs in der Form von Leuchtgas. Die Aschenbestandtheile und das Waschwasser können zu Düngezwecken Verwendung finden.

E. Güntz fand in dem Retortenrückstand folgende Zusammensetzung:

Wasser	5·57	Procent
Trockensubstanz	94·43	»
Phosphorsäure	8·61	»
Kali	5·45	»
Kalk	6·51	»
Sand und Mehl	57·32	»

Ueber die Mengenverhältnisse bezüglich des angewandten Rohmaterials und der erzielten Producte liegen keinerlei Angaben vor.

Im Jahre 1898 wurde dieser Gedanke, die Fäcalien für die Leuchtgasgewinnung zu vergasen, von einem gewissen Dornig in Coswig bei Dresden aufs Neue angeregt. Verfasser hatte Gelegenheit, den kleinen Versuchsapparat einer eingehenden Besichtigung zu unterziehen, und konnte constatiren, daß bei den in allen Theilen recht roh ausgeführten Versuchen ein sehr gut brennendes, verhältnißmäßig wenig übelriechendes Gas gewonnen wurde. Der Versuch wurde in der Weise ausgeführt, daß ein gewöhnlicher Papin'scher Topf, in dessen Deckel ein Entgasungsrohr eingelöthet war, mit Fäcalien gefüllt und in einem primitiven Ofen über einem Holzfeuer erhitzt wurde.

Das entweichende Gas, welches sich bereits nach einer Viertelstunde entwickelte, wurde in einem zwischengeschalteten Waschgefäß, dessen Inhalt dem Verfasser nicht bekannt gegeben wurde, gereinigt und alsdann direct in ein gewöhnliches Laboratoriumsgasometer eingeführt. Wie bereits erwähnt, brannte das Gas aus einem gewöhnlichen Schnittbrenner sehr schön und hell.

Ueber die Mengenverhältnisse konnten irgendwelche Zahlen auch von Dornig nicht erhalten werden, da sich seine Versuche über den vorstehend beschriebenen hinaus nicht ausgedehnt hatten.

Canalsysteme.

Wie noch heute in den meisten kleinen Städten, so wurde ursprünglich überall die Ableitung des städtischen Abwassers in offenen Rinnen bewerkstelligt. Diese Rinnen laufen in den Straßen in der Regel parallel mit dem sogenannten Bürgersteige oder Trottoir, und ziehen sich zu beiden Seiten des Fahrdammes hin. Die von den einzelnen Grundstücken beziehungsweise von den Höfen derselben kommenden kleineren Rinnen führen den Hauptrinnsteinen das Abwasser der einzelnen Wohnstätten zu. Von da gelangt dasselbe schließlich außerhalb der Stadt in irgend einen kleineren oder größeren Bach oder Flußlauf.

Es ist nicht zu verkennen, daß dieser Art der Abwasserableitung eine große Anzahl von Nachtheilen anhaftet. Das von den einzelnen Grundstücken abgeführte Wasser enthält nicht allein die aus den Küchen, Ställen, Höfen u. s. w. stammenden Schmutzstoffe in feiner Vertheilung, sondern auch einen mehr oder minder großen Theil der menschlichen Abgänge. Ferner kommen hinzu die verschiedenartigen Abwässer gewerblicher Thätigkeit, welche meist nicht ganz unbedenklich

sind. Dazu nehmen die Rinnsteine das gesammte Regenwasser auf, welches von den Straßen abfließt und eine große Menge von organischen Stoffen, darunter namentlich Pferdedünger, mit sich führt.

Abgesehen davon, daß die Rinnsteine, und zwar in einem mit der Größe der Stadt wachsenden Maße, einen ansehnlichen Raum für sich beanspruchen, da naturgemäß mit der abzuführenden Wassermenge die Breite und Tiefe des Rinnsteines wachsen muß, kommen im Winter bei eintretendem Frost recht fühlbare Unbequemlichkeiten vor, insofern die Rinnsteine zufrieren und das ihnen zugeführte Abwasser demzufolge nicht ablaufen kann.

Im Sommer treten häufig infolge von starken Regengüssen Ueberschwemmungen der Straßendämme oder auch Ueberschwemmungen der anliegenden Grundstücke, namentlich der Keller, ein. Eine weitere Calamität, welche jeder Sommer mit sich bringt, besteht darin, daß die in dem abzuführenden Wasser enthaltenen Sinkstoffe in den Rinnsteinen einen Niederschlag bilden, der in Zersetzung übergeht und dann zu den allerunangenehmsten Geruchsbelästigungen Veranlassung giebt.

Freilich kann man sich gegen diese letztere Unannehmlichkeit durch energisches Spülen der Rinnsteine schützen, aber die Erfahrung hat gelehrt, daß in dieser Beziehung selbst da, wo man ein Uebriges zu thun glaubt, noch lange nicht genug geleistet wird, um die Sauberkeit herbeizuführen, welche durch eine unterirdische Ableitung des Abwassers erzielt wird. Dazu kommt, daß es häufig genug nicht einmal an dem guten Willen allein liegt, sondern daß es vielfach an dem dazu erforderlichen Wasser fehlt. So wird denn in vielen Städten die Spülung der Rinnsteine ausschließlich dem Regen überlassen.

Ein Theil der im Vorstehenden aufgezählten Uebelstände der offenen Rinnsteine ist dadurch zu beseitigen, daß man letztere überdeckt. Indessen sind die dadurch erzielten Vortheile doch noch nicht so große, daß allen Mißhelligkeiten abgeholfen wäre. In den größeren Städten hat diese Er-

kenntniß dazu geführt, die überdeckten Rinnsteine in die Erde zu legen und als Ueberdeckungsmaterial nicht nur Holz oder Eisen zu benutzen, sondern vielmehr eine mehr oder minder starke Schicht von Erdreich. Durch diese Maßnahme sind mit einem Male fast alle die aufgezählten Uebelstände beseitigt. Das Wasser kann im Winter nicht mehr einfrieren und es kann im Sommer nicht durch seine Ausdünstung zu Geruchsbelästigungen Veranlassung geben. Man kann ganz nach Belieben den Umfang des Ableitungscanals vergrößern, ohne daß dadurch der auf den Straßen mit zunehmendem Verkehr so nöthige Raum beeinträchtigt würde. Kurzum, die so überaus zahlreichen Nachtheile der offenen Rinnsteine sind mit einem Schlage beseitigt.

Eine ganze Reihe von Städten des Alterthums, wie Carthago, Babylon, Jerusalem, Rom und mehrere alte ägyptische Städte hatten thatsächlich schon eine unterirdische Ableitung des städtischen Abwassers durch besondere Canäle. In Jerusalem nahmen bekanntlich große Sammelteiche außerhalb der Stadt das Abwasser derselben auf. Hier setzten sich die Sinkstoffe ab. Das abgeklärte Abwasser wurde zur Bewässerung der Gärten im Thale Kidron verwandt, während die am Boden der Teiche angesammelten Sinkstoffe abgefahren und als Dünger auf die Felder gebracht wurden.

Von Rom wissen wir, daß Tarquinius Priscus bereits im Jahre 600 v. Chr. die Cloaca maxima erbaute, welche so hervorragend ausgeführt ist, daß sie noch heute zu den Sehenswürdigkeiten Roms zählt. Mit einem Querschnitt von 4·4 Meter Breite und 5·3 Meter Höhe führte diese Cloaca maxima ursprünglich das Abwasser des Forums nach dem Tiber. Später diente sie als Sammelcanal für eine größere Anzahl kleinerer Nebencanäle. Agrippa war es, der unter Kaiser Augustus zur besseren Spülung der Canäle das Wasser der größeren Wasserleitungen in dieselben einführte.

Wie sehr im alten Rom und überhaupt in ganz Italien bereits im Alterthum die Anlegung unterirdischer Ableitungscanäle eingeführt war, davon kann man sich noch heute in

Italien überzeugen, denn noch jetzt benutzen mehrere italienische Städte alte Entwässerungscanäle, welche aus der Römerzeit stammen.

Merkwürdigerweise hatte das Mittelalter für derartige Einrichtungen keinerlei Verständniß, so daß wir eine weitere Entwickelung dieser Bestrebungen während desselben nicht nur nicht finden, sondern sogar das, was das Alterthum Gutes geschaffen hatte, im Mittelalter zum größten Theile wieder elend zu Grunde gehen sehen.

Die Neuzeit und ganz besonders das XIX. Jahrhundert, welches mit Recht das Jahrhundert der Hygiene genannt wird, hat energisch die wichtige Frage der Städtereinigung und damit der Entwässerung der Städte in die Hand genommen. Welch großartige Erfolge dadurch erzielt worden sind, beweisen die Zahlen der Statistik, aus denen mit absoluter Sicherheit hervorgeht, daß sich der Gesundheitszustand der canalisirten Städte in Folge solcher Maßnahmen in ungeahnter Weise gehoben und die Sterblichkeit innerhalb derselben ganz erheblich verringert hat.

Werden die auf Seite 22 aufgeführten städtischen Abwässer in ihrer Gesammtheit durch ein gemeinschaftliches Canalsystem abgeführt, so spricht man von einer Schwemmcanalisation. Werden dagegen die Abwässer in Gruppen gesondert abgeleitet, so finden die sogenannten Trennsysteme Anwendung.

Die Schwemmcanalisation.

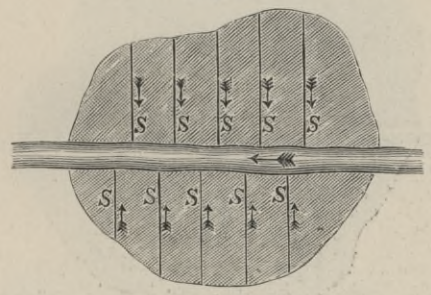
Anordnung des Canalnetzes und der Canäle.

Bei der Projectirung eines Canalisationssystems ist in erster Linie zu berücksichtigen, daß die abzuleitenden Abwässer auf den kürzesten Wegen möglichst schnell zum Abfluß gelangen. Man unterscheidet die folgenden, verschiedenen Systeme:

1. Das Perpendicularsystem.

Hat das zu entwässernde Stadtgebiet, wie in Fig. 3, starkes Gefälle nach den beiden Ufern des Flusses, in welchen die Abführung erfolgen soll, so ist die billigste Anordnung die in der Figur angegebene, vorausgesetzt, daß die Einmündung in den Fluß keinerlei Schwierigkeiten bietet. Es sind also die Canäle möglichst senkrecht zur Thalachse zu legen. Von den Hauptcanälen können sich alsdann die Nebencanäle abzweigen, wie dies in Fig. 4 angezeigt ist. Im Allgemeinen ist dieses System nicht zu empfehlen, da

Fig. 3.



die gesammten Verunreinigungen schon innerhalb der Stadt dem Flußlauf zugeführt werden.

Nach dem Perpendicularsystem sind die meisten älteren Canalisationen ausgeführt, z. B. Halle, Ulm, Ems, Lübeck, Würzburg, Wien, Prag.

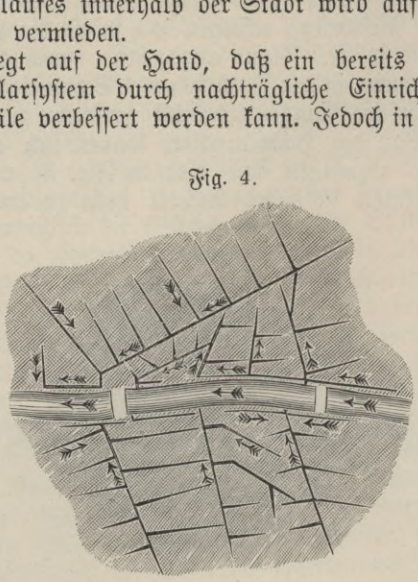
2. Das Abfangsystem.

Um den mit dem Perpendicularsystem unumgänglich verbundenen Unannehmlichkeiten aus dem Wege zu gehen, empfiehlt es sich, die unmittelbar nach dem Fluß laufenden Canäle durch Abfangcanäle zu verbinden. Diese dienen als

Sammelcanäle, werden parallel dem Flußlaufe angelegt und führen die gesammte Abwassermenge unterhalb der Stadt dem Flusse zu (vgl. Fig. 5 und 6). Die Verunreinigung des Wasserlaufes innerhalb der Stadt wird auf diese Weise vollkommen vermieden.

Es liegt auf der Hand, daß ein bereits bestehendes Perpendicularsystem durch nachträgliche Einrichtung dieser Abfangcanäle verbessert werden kann. Jedoch in dem einen,

Fig. 4.



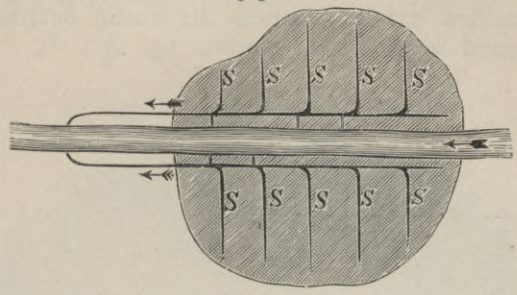
wie in dem anderen Falle verursacht der Bau der Abfangcanäle sehr erhebliche Kosten. Bei dem geringen Gefälle, welches den Canälen meistens gegeben werden kann, und bei den großen Wassermengen, welche durch dieselben weggeschafft werden müssen, muß der Querschnitt der Abfangcanäle sehr groß gewählt werden. Dazu kommt, daß noch mit einer späteren Vergrößerung der Stadt gerechnet werden muß, und deshalb zunächst eine Capitalanlage erforderlich ist, deren Verzinsung im weiten Felde liegt.

Einheitlich durchgeführt ist das Abfangsystem in Danzig. Nachträglich mit Abfangcanälen versehen ist das ursprünglich eingerichtete Perpendicularsystem in London.

3. Das Fächersystem.*)

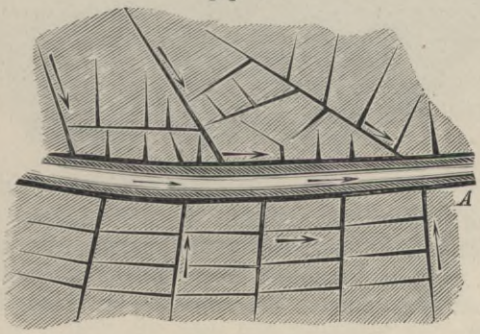
Bei diesem System werden die Entwässerungsgebiete in die durch die natürlichen Wasserscheiden begrenzten Unter-

Fig. 5.



gebiete getheilt. In den am tiefsten gelegenen Straßenzug eines jeden Gebietes legt man den Sammelcanal, und von

Fig. 6.

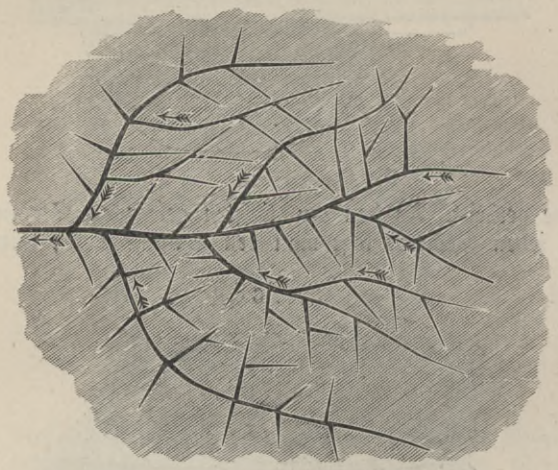


*) Die Figuren 3—10 sind entnommen aus Otto Lueger's Lexikon der gesammten Technik und Handbuch der Ingenieurwissenschaften, III. Bd.

diesem aus vertheilen sich nach den Wasserscheiden verlaufend die Seitencanäle.

Die sämmtlichen Sammelcanäle der Hauptentwässerungsgebiete werden schließlich zu einem Hauptsammelcanal vereinigt, und durch diesen gelangen die Abwässer nach einem Auslaßpunkt. Das fächerförmige Aussehen, welches das Gesammtbild der Canäle darbietet, hat dem System seinen Namen gegeben (vgl. Fig. 7).

Fig. 7.



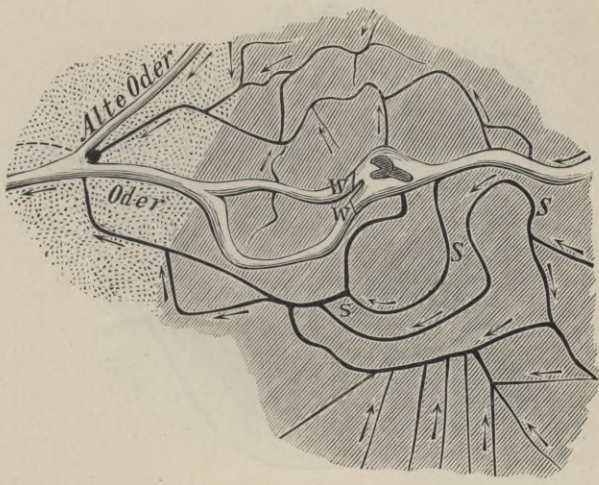
Auch bei diesem System ist zu bemerken, daß die Sammelcanäle, besonders der Hauptsammler, von vornherein über die zeitig nothwendigen Maße hinaus angelegt werden müssen, um einer späteren Vergrößerung der Stadt Rechnung zu tragen.

Als Beispiel für Canalisationen, welche nach dem Fächersystem ausgeführt sind, sind zu nennen: Breslau (vgl. Fig. 8), Dortmund, Karlsruhe, Wiesbaden.

4. Das Parallel- oder Zonensystem.

Bei diesem System werden die Entwässerungsgebiete je nach ihrer verschiedenen Höhenlage mit Sammelcanälen, die gänzlich von einander unabhängig sind, versehen. Jedes einzelne Entwässerungsgebiet kann für sich beliebig nach dem Fächersystem oder dem Abfangsystem ausgebaut werden. Das

Fig. 8.



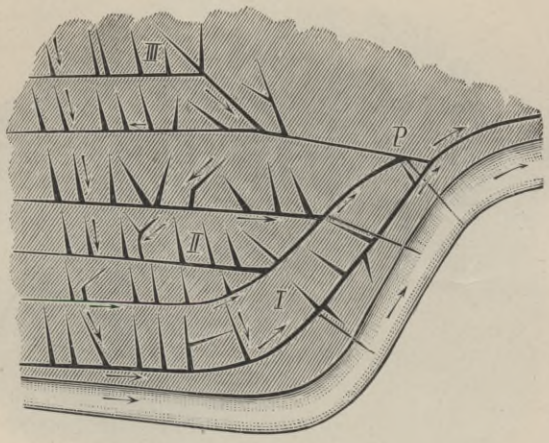
Zonensystem gestattet, Rücksicht zu nehmen auf Pumpbetriebe, Spülung der Canäle der tieferen Zonen mit dem Abwasser der höher gelegenen Zonen, Entlastung der unteren Stadttheile u. s. w. Nach dem Zonensystem canalisirt sind z. B. Paris, Frankfurt am Main, Mainz und andere.

Fig. 9 stellt ein nach dem Parallel- oder Zonensystem ausgeführtes Canalnetz dar. I ist die Unterzone, eventuell mit Pumpstation, bei P II ist Mittelzone, III ist obere Zone.

5. Das Radialsystem.

Das Radialsystem ist begründet auf Eintheilung des zu entwässernden Gebietes in eine beliebige Anzahl von einander unabhängiger, bestimmt abgegrenzter Bezirke (Radialgebiete). Jeder dieser Bezirke hat einen besonderen Verbleib für sein Abwasser und erhält für den Fall, daß die Vorfluth nicht ausreicht (z. B. bei hoher Lage der Rieselfelder)

Fig. 9.



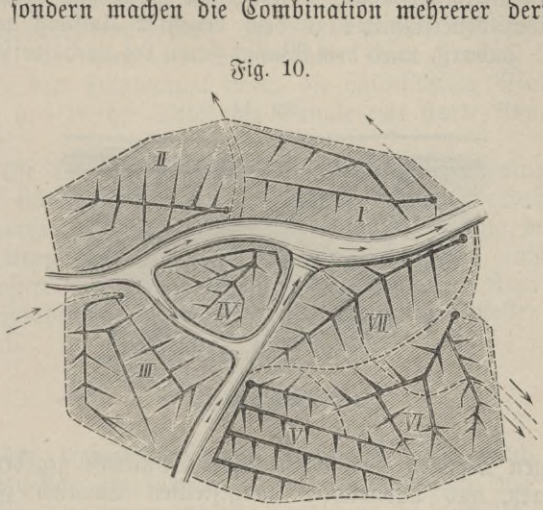
eine eigene Pumpstation und einen besonderen Fortleitungscanal beziehungsweise eine Druckrohrleitung. Da man jederzeit in der Lage ist, den bereits eingerichteten Radialgebieten neue hinzuzufügen, so bedarf es bei der Einrichtung dieses Systems in keiner Weise der Aufwendung von Capital, dessen Verzinsung nicht sofort einträte. Als ein weiterer Vorzug dieses Systems ist hervorzuheben, daß Lage und Zahl der Pumpstationen und der Empfangsorte der Spüljauche nicht begrenzt sind, sondern beliebig gewählt werden können (vgl. Fig. 10).

In ausgedehntestem Maße ist das Radialsystem durch Hobrecht bei der Canalisation von Berlin verwendet worden.

Anwendung verschiedener Systeme.

Nicht selten gestatten die örtlichen Verhältnisse nicht die einheitliche Durchführung eines der vorerwähnten Systeme, sondern machen die Combination mehrerer derselben

Fig. 10.



nöthig. Als Beispiel dafür dient Fig. 11, in welcher je nach dem verschiedenen Verbleib des Abwassers das Abfangsystem und das Fächersystem angewendet worden sind. A stellt einen Bergrücken dar, B ist ein Hauptsammler, welcher nach dem Rieselfeld führt, C ist eine Kläranlage.

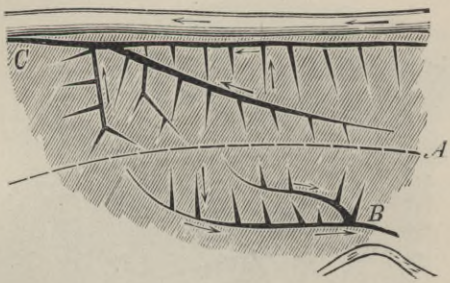
Form, Tiefe und Gefälle der Canäle.

Die Hauptsammler der Canalisation werden in der Regel in der Mitte der Straße angelegt, so zwar daß die-

selben von den zu entwässernden Grundstücken nach beiden Seiten hin gleich weit entfernt sind. Sind die Straßen sehr breit, so ist die Anlage von zwei gesonderten Canalleitungen zu empfehlen, welche alsdann unter den Bürgersteigen an beiden Seiten der Straße Platz finden.

Das vortheilhafteste Profil für die Hauptsammler ist das Eiprofil, weil dasselbe je nach der Höhe der verschiedenen Wasserstände ein möglichst günstiges Verhältniß des Wasserquerschnittes zu dem benetzten Umfang gewährleistet. Dadurch wird dem Wasser schon bei verhältnißmäßig

Fig. 11.



geringen Mengen eine vortheilhafte Spülkraft gegeben. Bei kleineren, aus Thonröhren hergestellten Canälen ist das Rundprofil vorzuziehen, weil die Herstellung der runden Thonröhren billiger ist als diejenige der eiförmigen, und weil überhaupt die Herstellung von eiförmigen Thonröhren eine schwierige ist.

Bei dem normalen Eiprofil beträgt die Höhe das Anderthalbfache der Breite. Die absoluten Größenverhältnisse richten sich selbstverständlich nach den abzuführenden Wassermengen.

Für das Quantum des abzuführenden Hauswassers ist der Verbrauch an Wasser pro Tag und Kopf der Bevölkerung maßgebend. Man rechnet zur Zeit mit 150 Liter

Wasser pro Tag und Kopf der Bevölkerung, von welchen sicherlich 100—120 Liter in Form von Abwasser der Canalisation im Laufe des Tages wieder zugeführt werden.

Das Gefälle der Canäle richtet sich, wenn angängig, ungefähr nach dem Gefälle der Straße. Es ist unter allen Umständen so zu wählen, daß das abfließende Wasser eine ausreichende Geschwindigkeit (60—70 Cm. in der Secunde) und eine ausreichende Schwimmtiefe (mindestens 2 Cm. Wassertiefe) hat. Zu starke Gefälle sind zu vermeiden, da sonst die Seitencanäle leicht trocken laufen, und in dem Hauptcanal durch die mitgeführten Sinkstoffe, Sand u. s. w. die Sohle der Canäle eine starke Abnutzung erleidet.

Die Tiefe, in welcher die Canalisation anzulegen ist, richtet sich im Allgemeinen nach dem Terrain; indessen ist eine geringere Tiefe als 2—3 Meter kaum angängig, da sonst Collisionen mit den Gas- und Wasserleitungen nicht ausgeschlossen sind. Außerdem ist bei einer flacheren Anordnung des Hauptsammlers eine Entwässerung der Keller nicht möglich.

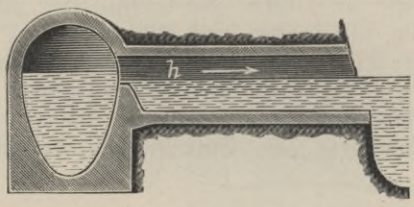
Nothausläſſe.

Für diejenigen Canäle, welche bestimmt sind, auch Regenwasser abzuführen, ist die Einschaltung von Nothausläſſen eine unumgängliche Forderung, da sonst die Dimensionen der Canäle so groß gewählt werden müßten, daß dadurch die Anlagekosten für das gesammte Canalnetz ganz erheblich gesteigert, ja geradezu unerschwinglich werden würden.

Diese sogenannten Regen- oder Nothausläſſe werden in Form von seitlichen Ueberfällen an geeigneter Stelle in den Canälen angebracht und dienen dazu, die Wassermengen unmittelbar nach einem öffentlichen Flußlauf oder zunächst nach einem Entlastungscanal abzuführen (vgl. Fig. 12). Die Nothausläſſe treten erst dann in Function, wenn zu dem gewöhnlichen Quantum des von den Canälen abzu-

leitenden Abwassers soviel Regenwasser hinzugekommen ist, daß eine entsprechende Verdünnung des Canalinhaltes die Gefährdung des Fischbestandes in dem öffentlichen Wasserlauf durch directe Abführung der verdünnten Spüljauche ausschließt, und auch sonst keine hygienisch bedenklichen Zustände dadurch herbeigeführt werden. Ausschlaggebend ist hierbei die Wassermenge, welche der betreffende Flußlauf mit sich führt. Bei größeren Flüssen nimmt man eine Verdünnung von 1 : 4 als ausreichend an; bei kleineren Wasserläufen muß mit Verdünnungen von 1 : 8—1 : 15 gerechnet werden.

Fig. 12.



Empfehlenswerth ist es, die Nothausläsſe mit besonderen Vorrichtungen auszustatten, welche Schwimm- und Sinkstoffe zurückhalten, die naturgemäß bei außergewöhnlich starken Regengüssen in den Canälen in mehr als gewöhnlichem Maße aufgerührt werden.

Diese Regen- oder Nothausläsſe werden der Schwemmcanalisation von vielen Seiten zum Vorwurf gemacht. Die Erfahrung hat gelehrt, daß trotz der bezüglich der erwähnten Verdünnung beobachteten Vorsicht an manchen Stellen wiederholt große Fischsterben aufgetreten sind, so z. B. mehrere Male in der Spree bei Berlin. Man steht deshalb vielfach auf dem Standpunkt, daß die angestrebte Verdünnung keinerlei Gewähr für eine gefahrlose Verwendung der Nothausläsſe bietet.

Lüftung der Canäle.

Die durch die Canäle abzuführenden fäulnißfähigen Stoffe geben je nach der Jahreszeit Veranlassung zur Entwickelung von schädlichen gasförmigen Zersetzungsproducten. Es ist deshalb bei Anlage des Canalsystems darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Canalgase in geeigneter Weise continuirlich abgeführt werden.

Die Canalgase sind häufig als eine Gefahr für diejenigen Wohnstätten bezeichnet worden, welche mit einem Canalisationssystem in directem Zusammenhang stehen. Es sind aus dem Grunde öfters eingehende Untersuchungen über die Natur der Canalgase und deren hygienische Bedeutung angestellt worden. Die nachfolgenden Mittheilungen über die Zersetzungsprocesse, denen die hierbei in Betracht kommenden Abfallstoffe unterliegen, sind einer Arbeit von Friedrich Renk entnommen, welche derselbe im Jahre 1882 unter dem Titel: »Die Canalgase, deren hygienische Bedeutung und technische Behandlung« veröffentlichte.

Die Zusammensetzung der Luft in Abtrittgruben und damit in Verbindung stehenden Fallrohren für die Excremente ist nur von Beetz*) untersucht. Er fand in 1 Liter Luft:

	Kohlensäure	Ammoniak	Schwefelwasserstoff
	Cbcm.	Mgr.	
1. Luft aus einem Abtrittrohre Parterre	2·878,	0·0087,	Spur
2. » » » » »	3·780,	0·0603,	»
3. » » » » »	4·330,	0·0302,	»
4. dto. in einem anderen Hause »	3·522,	—	—
5. ebenda 2 Treppen	3·672,	0·0460,	Spur
6. » Luft der darunter befindlichen Grube	5·238,	0·0603,	viel.

Die Versuche sind während der Monate Februar und März angestellt.

*) Aerztliches Intelligenzblatt, 1877, S. 201.

Daß die Luftverderbniß in Gruben jedoch viel hochgradiger werden kann, beweist eine Angabe von Levy,*) nach welcher eine Analyse solcher Luft eine Sauerstoffverminderung bis auf 2 Procent (?) und eine Vermehrung des Kohlensäuregehaltes bis auf 4 Procent ergab.

Weitere Untersuchungen liegen nicht vor; doch interessiren hier in hohem Maße die Versuche von Erismann**) über die Abgabe von Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Kohlenwasserstoffen aus sich zersetzenden Excrementen. Nach seinen im hygienischen Institute in München angestellten Versuchen kann 1 Cbm. Gruben-inhalt, aus menschlichem Harn und Excrementen bestehend, in 24 Stunden:

315·0	Liter	oder 619	Gr.	Kohlensäure
149·0	»	» 113	»	Ammoniak
1·2	»	» 2	»	Schwefelwasserstoff
579·0	»	» 415	»	Kohlenwasserstoffe

im Ganzen 1044·2 Liter oder 1149 Gr. Gase an die darüberstreichende Luft abgeben. Es sind dies Mengen, welche man vor Erismann's Untersuchungen gewiß nicht für möglich gehalten hätte.

Häufiger als die Grubenluft ist die Luft in Schwemmcanälen untersucht worden, doch liegen auch hierfür nur wenige Angaben vor, welche nachfolgend zusammengestellt sind.

In einem verstopften Canale in Paris fand Parent Duchâtelet***) den Sauerstoffgehalt der Luft auf 13·79 Procent vermindert, dabei 2·99 Volumprocente Schwefelwasserstoff.

Gaultier de Glaubry†) untersuchte die Canäle von Paris unter besseren Verhältnissen und constatirte als niedrigste Sauerstoffmenge 17·4 Procent. Im Mittel enthielt die Luft 23 Volumina Kohlensäure und 8·1 Volumina

*) Levy, Traité d'hygiène Tome I, pag. 636.
**) Zeitschrift für Biologie, Bd. XI, S. 207.
***) Parent Duchâtelet, Hygiène public, pag. 209.
†) Parent Duchâtelet, Hygiène public, pag. 389.

Schwefelwasserstoff auf 1000 Volumina, während das Maximum sich zu 34 pro Mille Kohlensäure und 12·5 pro Mille Schwefelwasserstoff ergab.

Letheby,*) der in den Londoner Canälen Versuche anstellte, fand nur 5·32 pro Mille Kohlensäure, ziemlich viel Ammoniak und Spuren von Schwefelwasserstoff, Miller**) ebendaselbst 1·06—3·07 pro Mille Kohlensäure bei 20·7 Procent Sauerstoff.

Russell*) fand in Paddingtoner Canälen 5·1 pro Mille Kohlensäure, wenig Ammoniak und keinen Schwefelwasserstoff.

Beetz***) untersuchte die Luft der Münchener Siele auf Kohlensäure, Ammoniak und Schwefelwasserstoff und fand

		Kohlensäure Vol. pro Mille	Ammoniak Mgr. im Liter	Schwefelwasserstoff
1. Siel in der Jägerstraße	a	2·432	0·0073	—
2. » » » »	b	2·172	0·0076	—
3. » am Universitätsplatze	a	3·736	0·03	—
4. » » »	b	3·577	0·03	—
5. » » »	c	3·794	0·035	—
6. » in Haidhausen. Tag vor der Spülung		3·910	0·168	Spur
7. » in Haidhausen. Tag nach der Spülung	a	4·427	mißglückt	—
8. » in Haidhausen. Tag nach der Spülung	b	3·950	0·130	—

Ripley Nichols†) hat in den Canälen von Boston fortlaufend Kohlensäurebestimmungen gemacht und gefunden:

*) Parkes Manual of practical Hygiene, pag. 109.
**) Chemical News 1868.
***) Aerztliches Intelligenzblatt 1877, S. 201.
†) Bei Paul Gerhard: Anlagen von Hausentwässerungen, Berlin 1880, S. 8 citirt.

						Pro Mille
Im	Monat	Januar,	Mittel	aus	31 Analysen	0·865
»	»	Februar,	»	»	44 »	0·816
»	»	März,	»	»	47 »	1·153
»	»	April,	»	»	12 »	1·075
»	»	Juni,	»	»	8 »	2·752
»	»	Juli,	»	»	8 »	2·192
»	»	August,	»	»	8 »	2·395

Die Spülung der Canäle.

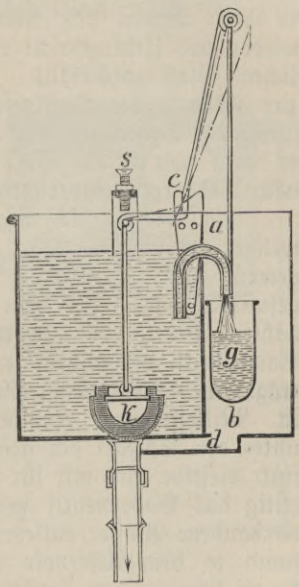
Aus naheliegenden Gründen ist eine ausreichende Reinhaltung der Canäle eine unerläßliche Bedingung. Man muß deshalb in geeigneter Weise Sorge dafür tragen, daß in erster Linie die nöthige Menge von Spülwasser zur Verfügung steht, und daß außerdem das ganze Canalnetz so eingerichtet wird, daß es in bestimmte Spüldistricte eingetheilt werden kann, welche für sich gereinigt werden. Am oberen Ende dieser einzelnen Spülgebiete wird alsdann das Wasser eingeleitet, damit es sich von hier aus durch das ganze Gebiet weiter vertheilt und seine reinigende Thätigkeit ausübt.

Die erste Bezugsquelle für dieses Spülwasser ist naturgemäß die Wasserleitung, wenn solche vorhanden ist. Neben dieser kommen in Betracht kleine Wasserläufe in dem Gebiet der Stadt selbst oder in deren Nähe, als da sind: Teiche, Festungsgräben oder auch Fluthwasser, welches aufgestaut beziehungsweise in Behältern aufgefangen und zurückgehalten wird, um dann bei eintretender Ebbe zur Spülung in die Canäle eingelassen zu werden; außerdem Kühl- und sonstige reine Abwässer von Fabriken u. s. w. Am besten von allen diesen sind aufgestaute Wasserläufe von entsprechendem Querschnitt geeignet, wie solche in oder bei vielen Städten zum Treiben von Mühlen benutzt werden.

In gleicher Weise wie für die regelmäßige und ausreichende Spülung der Hauptcanäle gesorgt werden muß, ist auch dieselbe für die Hausleitungen von Wichtigkeit.

Je nach den Mengen Spülwasser, welche zur Verfügung stehen, kann man reichlich oder in beschränkterem Maße spülen. Je größer die Kosten der Beschaffung der Spülwässer sind, desto sparsamer wird man sich damit einzurichten haben. Auf der anderen Seite ist in Betracht zu ziehen, daß die Beseitigung der Abwässer, welche unter allen Umständen mit mehr oder minder hohen Kosten verknüpft ist, der Masse des aufzuwendenden Spülwassers eine gewisse Grenze vorschreibt. Es liegt nicht im Interesse der Rieselfelder oder Kläranlagen, daß dieselben unnöthig überlastet werden. Man hat deshalb in den meisten größeren Städten zur Spülung der Hausleitungen besondere Vorrichtungen getroffen, welche eine zu große Menge von Spülwasser ausschließen.

Fig. 13.



Hierhin gehört die in Fig. 13 abgebildete Vorrichtung zur intermittirenden Spülung von Pissoiren, wie sie von Schmetzer angegeben ist. Diese Vorrichtung besteht aus einem größeren und einem kleineren Behälter, welche durch ein Heberrohr mit einander in Verbindung stehen. Das nach unten sich abzweigende Spülrohr ist an seinem oberen Ende durch ein Kugelventil k geschlossen, dessen Kugel an einer Stange hängt. Diese Stange greift an einem Hebel an, der seinerseits auf einer Schneide c ruht. Das andere Ende des Hebels trägt den zweiten Behälter g, der am Boden ein kleines Loch hat. Sobald in dem großen Behälter der Wasser-

spiegel die Höhe des Heberscheitels erreicht, tritt das Heberrohr a in Thätigkeit. Durch das nunmehr in das kleine Gefäß übertretende Wasser wird dieses Gefäß zum Sinken gebracht, wodurch das Ventil k geöffnet wird. Hat nun so eine plötzliche Entleerung des Spülwassers stattgefunden, so erfolgt der Schluß des Ventils dadurch, daß in Folge des Austritts einer gewissen Wassermenge durch das Loch in dem Boden des kleinen Behälters g das Ventil k wieder das Uebergewicht erlangt und auf seinen ursprünglichen Platz zurückfällt. Die Regelung der Zeit, welche zur Füllung des Spülgefäßes nöthig ist, kann durch entsprechende Einstellung des Hahnes beliebig geregelt werden, so daß man in der Lage ist, die Häufigkeit der Spülung nach Bedürfniß einzurichten.

Fig. 14 und 15 zeigen einen anderen Spülapparat, welcher gleichfalls sehr einfach ist und ziemlich allgemein zur Spülung von Wassercloset's Einführung gefunden hat. In dem einfachen Spülgefäß ist ein hohler Hebel, von welchem das eine Ende mit dem Bodenventil verbunden ist. Das andere Ende des Hebels trägt eine schwimmende Kugel, welche an der Oberseite offen ist. Mittelst einer Zugstange wird die Kugel ein wenig unter den Spiegel des gefüllten Bassins gebracht. Dadurch sinkt dieselbe und mit ihr der ganze Hebel, wodurch gleichzeitig das Bodenventil geöffnet, und das in dem Kasten vorhandene Wasser entleert wird. Läßt man den Spiegelstand in dem Reservoir etwas über den Höhenstand der Kugel hinausgehen, so kann auf diese Weise die ganze Einrichtung in eine selbstthätige umgewandelt werden. Die Häufigkeit der Spülung wird auch in diesem Falle durch eine entsprechende Hahnstellung regulirt.

Endlich ist noch eine Spülvorrichtung anzuführen, welche von dem Ingenieur Rothe angegeben und in mehreren Orten in der Nähe von Berlin zum Spülen der Hausanschlüsse benutzt wird. Rothe verwendet bei dieser Spüleinrichtung die Hauswässer selbst zum Spülen der Canäle. Fig. 16 stellt diese Vorrichtung im Querschnitt dar. Durch

Schlitze, welche in der Sohle eines oben offenen kurzen Rinnenstückes angeordnet sind, wird ein Theil des durchfließenden Abwassers abgesondert und gelangt durch die Oeffnung c in einen Schacht g, während ein anderer Theil über die Schlitze fortfließend den geraden Weg durch das Ablaufrohr f fortsetzt. Sobald in dem Schacht g, auf dessen Boden die Sinkstoffe aus dem hierher geführten Theil des Abwassers gesammelt werden, das Wasser sich bis zum

Fig. 14.

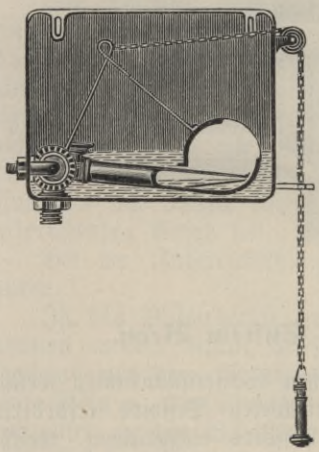
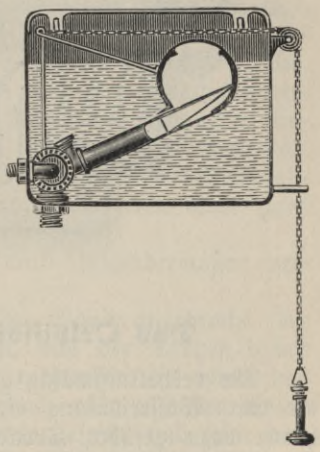


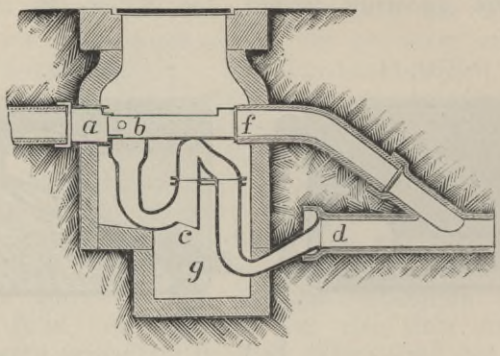
Fig. 15.



Scheitel eines Hebers angesammelt hat, tritt der Heber naturgemäß in Wirksamkeit. Die Folge davon ist, daß sich die gesammte Wassermenge plötzlich in das Ablaufrohr d entleert. Es sind hierfür etwa 140 Liter Wasser nöthig. Damit nicht Gefälle verloren geht, werden durch diese Einrichtung die Abflußleitungen aus den Kellern direct an das Straßenrohr oder an das Rohr d angeschlossen; für Spülzwecke werden nur die Abflußleitungen aus den oberen Geschossen verwendet.

Ein Nachtheil dieser Rotheschen Einrichtung ist, daß sich die Schlitze leicht durch Sinkstoffe zusetzen. Es ist deshalb erforderlich, daß jede derartige Spülvorrichtung häufig controlirt und eine wiederholte Reinigung derselben in gewissen Zeitabständen vorgenommen wird.

Fig. 16.



Das Oelpissoir, System Beetz.

Die verhältnißmäßig großen Wasserquantitäten, welche die mit Wasserspülung eingerichteten Pissoirs erfordern, haben dazu geführt, Trocken-Pissoirs einzurichten, welche aber lange Zeit nicht darnach angethan waren, den berechtigten Forderungen des Publicums zu genügen.

Erst als vor einigen Jahren von Wilhelm Beetz in Wien eine Oelcomposition hergestellt wurde, mit welcher die Wände oder Becken der Bedürfnißanstalten eingerieben werden, um das Anhaften von Harnresten zu verhüten, trat hierin eine Aenderung ein. Diese Mineralölmischung, welche unter dem Namen »Urinol« in den Handel gebracht wird, hat die Eigenschaft, weder zu verbrennen, noch unter den gegebenen Verhältnissen zu verseifen, ist dabei von geringem specifischem Gewicht und besitzt

in hohem Maße die Eigenschaften der Desinfection und Desodorisirung. Um ein viel benutztes Pissoir in gutem Zustande zu erhalten, muß dasselbe täglich mit einem Besen gut ausgekehrt werden, und die mit Harn in Berührung kommenden Flächen sind täglich mit Hilfe eines Pinsels oder eines Lappens mit Urinol abzureiben. Bei weniger benutzten Anlagen kann die Bedienung in längeren Zwischenräumen erfolgen, muß jedoch geschehen, ehe sich trockene, d. h. ölfreie Stellen bilden, oder sich die bekannte gelbliche Kruste ansetzt.

Den Abschluß nach der Canalisation bildet ein sogenannter Oelsyphon, welcher in Fig. 17 abgebildet ist. Derselbe besteht aus einem runden Behälter a von etwa 15 Cm. Länge, in welchen eine Glocke c d von gleicher Länge hineinragt. Diese Glocke hat an dem Rande des Deckels d Einlauföffnungen und am unteren Ende drei Einschnitte c^1. Die Glocke ruht auf dem Rohr e, welches drei Ueberfallöffnungen am oberen Ende und am unteren Ende einen entsprechenden Ansatz hat.

Bei der Inbetriebsetzung wird folgendermaßen verfahren.

Ist das Pissoirbecken an der Wand angebracht, der Syphon in der Rinne befestigt, und der Stutzen b des Syphons mit dem Ablaufrohr verbunden, so wird das kleine Rohr e, die Einschnitte nach oben und den Ansatz nach unten, in den Behälter a hineingesteckt, und zwar derartig, daß der Ansatz unten wasserdicht abschließt. Darauf wird der Behälter a mit Wasser gefüllt und die Glocke c d daraufgestellt.

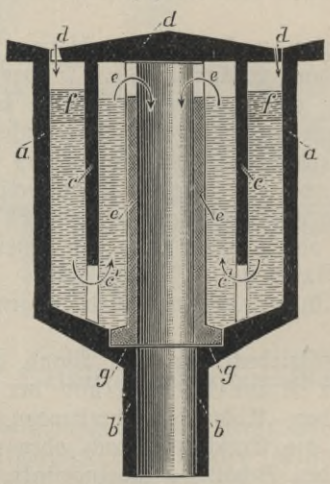
Hierauf werden das Becken und sämmtliche sonst mit Urin in Berührung kommende Theile mit Urinol eingerieben, und auch auf den Glockendeckel d wird soviel Urinol gegossen, daß die Oelschicht f im Syphon circa 10 Mm. beträgt.

Eine Reinigung des Oelsyphons wird erst dann nothwendig, wenn sich ein träges Abfließen des Urins einstellt. Man nimmt alsdann mit Hilfe einer Zange die Glocke c d

und das kleine Rohr e heraus, um beide Theile zu reinigen. Der Schlamm, welcher sich im Laufe der Zeit im Syphon angesammelt hat, verschwindet selbstthätig durch das Ablaufrohr, so daß es nur nothwendig ist, mit etwas Wasser eine Reinigung des letzteren vorzunehmen.

Tritt nach jahrelangem Gebrauch eine mangelhafte Wasserdichtigkeit ein, so wird dem dadurch abgeholfen, daß

Fig. 17.



der Ansatz an der Dichtungsfläche g des kleinen Rohres e mit Talg eingerieben und alsdann in den Syphon gesteckt wird.

Die Fußböden und Wände des Pissoirs sind je nach Bedarf zu säubern. Die Fabrikanten geben an, daß für die Säuberung eines Standes bei Pissoirs in Gebäuden $1^1/_2$ Liter und bei Pissoirs auf öffentlichen Straßen, wo die Reinigung der Anstalt hinzukommt, außerdem 3 Liter Wasser zu rechnen sind.

Grundbedingung für die dauernde Geruchlosigkeit des Oelpissoirs ist möglichste Dichtigkeit der Wände und Fußböden, so daß nicht Risse, Löcher oder Unebenheiten vorhanden sind, in welche der Urin eindringt, sich festsetzt und hier in Fäulniß übergeht.

Die Unterhaltungskosten sind unter allen Umständen erheblich billiger als bei einem Wasserpissoir. Der einzelne Stand eines solchen soll pro Stunde nach den allgemein giltigen, hygienisch-technischen Auffassungen mit durchschnittlich 300 Liter Wasser bespült werden; das macht pro Jahr

$$300 \times 24 \times 365 = 2628 \text{ Cbm.}$$

Setzt man für den Cubikmeter Wasser einen Preis von 15 Pfennigen an, so ergeben sich die Gesammtkosten für diesen einen Stand pro Jahr auf Mark 394·20.

Demgegenüber erfordert der einzelne Stand eines Oelpissoirs, je nachdem dasselbe schwächer oder stärker in Anspruch genommen wird, 5—15 Kgr. Urinol pro Jahr, was bei einem Preise von 45 Pfennigen pro Kilogramm Urinol einem Kostenaufwand von 2·25—6·75 Mark pro Jahr entspricht.

Ein nicht zu unterschätzender weiterer Vorzug, den das Oelpissoir unter allen Umständen vor dem Wasserpissoir hat, ist die weit geringere Gefahr, daß es bei eintretendem Frost unbrauchbar wird. Die Fabrikanten der Oelpissoirs empfehlen, im Winter die Oelschicht auf mindestens 3 Cm. zu erhöhen. Bei Eintritt großer Kälte wird empfohlen, das kleine Rohr e aus dem Syphon herauszunehmen, die Behandlung mit der Oelcomposition aber beizubehalten. Der gasdichte Abschluß ist in dem Falle zwar aufgehoben, aber das Auftreten übler Gerüche ist kaum zu befürchten, weil die desodorisirende Wirkung des Oeles, und die die Zersetzung des Urins verhütende große Kälte dem Uebelstande entgegenwirken. Immerhin werden derartige Zustände nur verhältnißmäßig selten eintreten, da ja die Perioden, in denen starker Frost auftritt, durchweg kurz bemessen sind.

In Berlin war zunächst nur an einer Stelle der Stadt ein Oelpissoir lange Zeit im Gebrauch Nachdem man sich von der vorzüglichen Wirkung desselben überzeugt hatte, hat man die Wasserpissoirs, welche über die ganze Stadt vertheilt waren, in Oelpissoirs umgewandelt.

Ein derartiger Umbau bestehender Wasserpissoirs in Oelpissoirs bietet keinerlei Schwierigkeiten, wie man nicht nur in Berlin, sondern auch vielfach anderweitig erfahren hat.

Das System Beetz hat mancherlei Nachahmung gefunden hinsichtlich der Verwendung von Oelverschlüssen für Trockenpissoirs. Wir wollen hier nur den ebenso einfachen wie praktischen Oelgeruchverschluß der Firma F. Butzke & Co. in Berlin erwähnen.

Die Trennsysteme.

Mißstände, welche gelegentlich bei der Schwemmcanalisation auftreten können, haben dazu geführt, daß eine Reihe von Systemen vorgeschlagen und zur Einführung gelangt ist, welche eine besondere Ableitung der verschiedenen Städteabwässer bezwecken.

Die Gründe, die hierzu geführt haben, sind sehr verschiedener Art. Man hat als einen triftigen Grund gegen die Schwemmcanalisation angeführt, daß die gemeinsame Abführung von Schmutzwasser und Meteorwasser für die Bemessung der der Ableitung dienenden Vorkehrungen weder ein klares Bild über die Quantität noch über die Qualität der zu bewältigenden Massen gewähre.

Wie weiter unten eingehend ausgeführt werden wird, wechselt Menge und Beschaffenheit der Spüljauche beständig, und zwar nicht allein nach den Tageszeiten sondern ganz besonders je nach den stattgehabten Niederschlägen. Es leuchtet

ein, daß diese Umstände ihre Wirkung auf die Größenverhältnisse der Abführungscanäle, auf die in der Regel nothwendigen Pumpwerke und auf diejenigen Einrichtungen, welche die endgiltige Beseitigung und Unschädlichmachung der Spüljauche bezwecken, ausüben müssen.

Schon aus Rücksicht auf die Regenwassermengen ist man gezwungen, die Canalquerschnitte bei der Schwemmcanalisation außerordentlich groß zu wählen; und dennoch ist es Thatsache, daß in der Regel nur ein sogenannter gelinder Landregen von den Canälen aufgenommen werden kann, ohne daß Mißhelligkeiten eintreten.

Fallen dagegen starke Regengüsse, wie sie überall plötzlich auftreten, so sind die Canäle meist nicht in der Lage, die ihnen zuströmenden Wassermassen zu bewältigen. Es ist nachgewiesen, daß die Mengen der Meteorwässer diejenigen der Haus- und Küchenabwässer fast um das vierzigfache übertreffen.

Wenn nun auch in Betracht zu ziehen ist, daß Verdunstung und Versickerung entsprechende Berücksichtigung finden müssen, und daß außerdem das ganze Canalsystem bei Beginn eines solchen Regenfalles in der Regel fast leer ist, so ist trotzdem eine Dimensionirnng der Canäle, welche der oben genannten Zahl nur einigermaßen entsprechen könnte, ausgeschlossen. Canalquerschnitte, welche alles Meteorwasser aufnehmen sollen, ohne daß Unzuträglichkeiten eintreten, sind absolut ausgeschlossen.

Man hat ferner gegen die Schwemmcanalisation, d. h. die gemeinsame Abführung der Meteor- und Hauswässer die Einwendung gemacht, daß in trockenen Zeiten der Wasserspiegel in dem Canalnetz derartig sinkt, daß die Abwässer nur in Gestalt eines dünnen Fadens, der eben den untersten geringsten Theil des Canalquerschnittes bedeckt, die Canäle durchziehen. In solchen Zeiten sind Inkrustirungen an den inneren Canalwänden nicht ausgeschlossen, welche unter Umständen zu unangenehmen Folgen führen können.

Ablagerungen irgendwelcher Art veranlassen das Entstehen übelriechender Gase, da ihnen gerade während der

warmen Jahreszeit die beste Gelegenheit zur Fäulniß und Zersetzung geboten ist.

Daß die Hebewerke von vornherein auf solche Verhältnisse zugeschnitten werden müssen, welche den Maximalleistungen des Canalnetzes entsprechen, und daß dadurch die Anlagekosten erhöht, beziehungsweise die Betriebsverhältnisse der Pumpwerke wesentlich vertheuert werden, liegt auf der Hand.

Die Nothausläße, welche in solchen Zeiten in Function treten, wo die Pumpwerke und das Canalnetz die ihnen zuströmenden Wassermassen nicht bewältigen können, sind vielfach beanstandet worden. Es sind dies bekanntlich Ueberlaufcanäle, welche eine directe Ausmündung in den Flußlauf haben, welchem die gereinigten Abwässer gleichfalls zugeführt werden. Die üblen Folgen, welche daraus entstehen, daß dem Flußlauf große Mengen von mitgerissenen Fäcalien, Abfallstoffen und Unrath aller Art direct zugeführt werden, haben sich in Berlin fast jedesmal, wenn die Ausläße in Function getreten sind, dadurch bemerkbar gemacht, daß in der Spree ein großes Fischsterben eingetreten ist.

Allen diesen Uebelständen wollen diejenigen Trennsysteme abhelfen, welche eine gesonderte Abführung der eigentlichen Schmutzwässer und der Meteorwässer bezwecken.

Die Abführung der Meteorwässer wird in solchen Fällen durch Zuführung derselben in Stichgräben oder Stichcanälen nach den nächstgelegenen natürlichen Aufnahmestellen (Bach oder Fluß) bewirkt, und zwar direct ohne vorherige Ansammlung und besondere Beförderungsmittel.

Die Vortheile der Trennsysteme lassen sich demnach in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Die Trennsysteme mit gesonderter Abführnng der Meteorwässer verlangen geringe Canalquerschnitte und bieten demnach die Möglichkeit, billige Rohrleitungen an Stelle kostspieliger gemauerter Canäle benutzen zu können.

2. Bei den Trennsystemen sind die Ablagerungen in den Abflußvorkehrungen vermindert, da die Durchflußmenge und Durchflußhöhe eine fast gleichmäßige, und in Folge dessen auch die Benetzung der Innenfläche stets gleichmäßig ist.

3. Bei den Trennsystemen sind keine Nothausläße nothwendig. Es kommen mithin die im Vorstehenden geschilderten Flußverunreinigungen in Wegfall.

4. Die Trennsysteme bedingen keine Maschinen und Kesselanlagen zur Hebung der Schmutzwässer wie die Schwemmcanalisation. Sie gewährleisten deshalb eine Verringerung der Anlage- und Betriebskosten.

5. Bei den Trennsystemen sind ferner gleichmäßige Betriebsverhältnisse möglich, wodurch also wiederum eine Verringerung der Betriebskosten bewirkt wird. In kleinen Städten kann bei genügendem Abmessen der Sammelbehälter der Nachtbetrieb gänzlich wegfallen.

6. Bei den Trennsystemen sind Störungen im Betrieb der zur Reinigung der Spüljauche dienenden Vorkehrungen ausgeschlossen.

Das Trennsystem Waring.

Dieses System wurde zuerst in der amerikanischen Stadt Memphis angewandt und gelangte im Jahre 1876 in Oxford zur Einführung. Zum Theil ist es dann später auch in Paris zur Anwendung gekommen.

Waring schließt die Aufnahme von Regenwasser in die Canäle nicht principiell aus; jedoch sind die Mengen desselben, welche zugelassen werden, bis jetzt in jedem Falle geringe gewesen.

Besondere mechanische Einrichtungen sind bei dem System Waring nicht vorhanden. Vielmehr wird der Canalinhalt durch das gewöhnliche Gefälle der Canäle und wirksame Spülvorrichtungen fortgeschafft.

In dem oberen Ende eines jeden Rohrstranges ist ein Spülbassin von mindestens 1 Cbm. Größe angebracht. Es werden auf je 260 Einwohner, deren Brauchwasser den Canälen zugeführt wird, mindestens 0·5 Cbm. Spülwasser gerechnet. Die Spülung soll an jedem Tage ein- bis zweimal eintreten, wonach sich ein mittlerer Spülwasserverbrauch von etwa 1 Cbm. pro Kopf und Jahr berechnen würde.

Die Hausanschlüsse werden ohne Einschaltung eines Wasserverschlusses in das Straßenrohr eingeführt. Die Lüftung des letzteren erfolgt durch Anschlüsse an Schornsteine und durch besondere Rohre, welche über das Dach geführt werden. Einsteigschächte und sonstige Vorrichtungen, welche eine Verbindung des Rohrsystems mit der freien Atmosphäre zulassen, sind bei dem System Waring principiell ausgeschlossen; indessen sind in der Regel bei wiederholt vorkommenden Verstopfungen meistens doch nachträglich Revisionsschächte angebracht.

Das System Shone-Merten.

Bei dem System Shone-Merten wird zur Fortbewegung der Spüljauche in den Canälen Druckluft benutzt. Zur Durchführung des Systems wird das gesammte Gebiet, welches entwässert werden soll, in Untergebiete mit eigenen Tiefpunkten zerlegt. Die Lage, sowie die Anzahl der Untergebiete werden durch die vorhandenen Geländeverhältnisse vorgeschrieben. An den örtlich von einander entfernt liegenden Sammelpunkten fließt die Spüljauche zusammen, um alsdann durch Druckluftvorrichtungen dahin befördert zu werden, wo die unschädliche Beseitigung erfolgen soll.

Das System kann deshalb in zwei von einander unabhängige Arbeitstheile zerlegt werden, nämlich den Gravitationstheil und den pneumatischen Theil.

Unter dem Gravitationstheil ist derjenige Umfang der Canalisation zu verstehen, in welchem die Sammlung der Abwässer von den einzelnen Erzeugungsstellen an zu den Tiefpunkten jedes einzelnen Gebietes stattfindet. Es erfolgt dies in Thonrohrleitungen, durch welche die Spüljauche in Folge des den Leitungen gegebenen Gefälles und nach dem Gesetze der Schwerkraft dem Tiefpunkt selbständig zufließt. An diesem befindet sich ein großer nach Art eines Revisionsschachtes hergestellter Schacht, in dem sich die von den verschiedenen Richtungen herkommenden Spüljauchemengen vereinigen.

Unter dem pneumatischen Theil ist alles dasjenige zusammenzufassen, was dazu nothwendig ist, die Abwässer von den einzelnen Tiefpunkten zu heben, sie zu vereinigen und an den Ort ihrer endgiltigen Unschädlichmachung zu befördern.

Ueber den Gravitationstheil ist nach den vorstehenden Ausführungen besonderes nicht zu sagen. Dagegen ist der pneumatische Theil eingehender zu erörtern. Die Anwendung der Druckluft schließt selbstverständlich gewisse Verluste ein, welche durch Reibung und Undichtigkeit der Leitung bedingt werden, indessen ist bei geeigneter Verbindung der Rohre und passender Dimensionirung der Leitungen alles, was in dieser Beziehung hinderlich sein kann, auf ein Minimum zu reduciren.

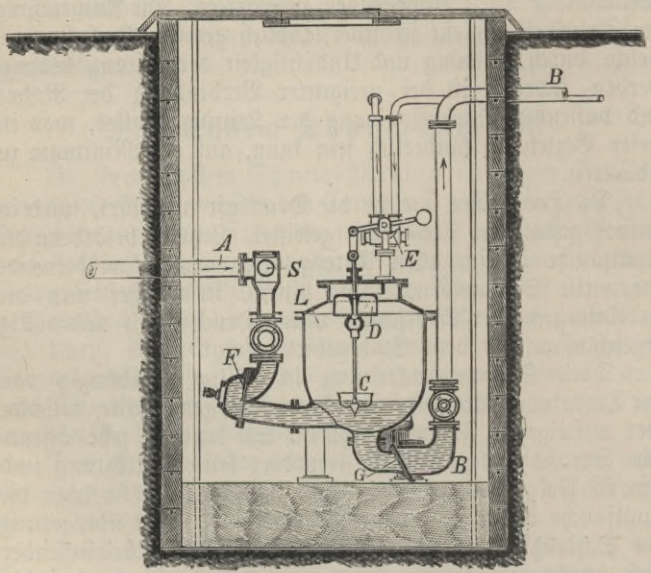
Die Hebearbeit, welche die Druckluft ausführt, wird in einfach gestalteten Apparaten geleistet. Letztere befördern die Spüljauche in eine allen Untergebieten gemeinsam dienende gußeiserne Sammeldruckleitung hinein, in welcher nun die Fortbewegung der Spüljauche unter Druck schnell und völlig abgeschlossen aus dem Stadtgebiet erfolgt.

Diese Sammeldruckleitung ist völlig unabhängig von den Terrainverhältnissen. Sie kann jede gewünschte, fallende oder ansteigende Form annehmen. Sie kann in jede öffentliche Straße verlegt werden, erfordert keine Entlüftung und läßt in Folge der großen Geschwindigkeit, mit welcher die Spüljauche durch sie hindurchgedrückt wird, eine Ablagerung von Schmutzstoffen und eine Entwickelung übelriechender Gase nicht zu. Hierfür sorgt auch der Umstand, daß die Leitung stets vollkommen gefüllt ist. Bei sorgfältiger Ausführung ist auch ein Durchsickern oder sonstiges Austreten von Spüljauche ausgeschlossen, so daß eine Verunreinigung des die Leitung umgebenden Erdreiches nicht stattfinden kann.

Der Apparat, in welchem die Druckluft bei dem System Shone-Merten ihre Hebearbeit ausführt, stellt ein geschlossenes gußeisernes Gehäuse dar. Der Apparat trägt nach seiner Function die Bezeichnung Ejector.

Ein solcher Ejector findet an jedem Untergebiettiefpunkte in einer entweder gemauerten oder aus gußeisernen Tübbings hergestellten unterirdischen Kammer Aufstellung. Der Ejector ist einerseits an einen sogenannten Vorschacht, in welchem die Vereinigung der aus den Gravitations-

Fig. 18.

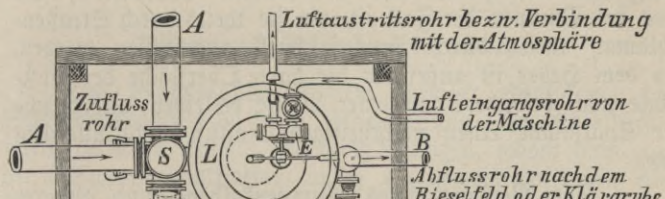


leitungen zusammenströmenden Spüljauche stattfindet, angeschlossen und empfängt von hier seinen Zufluß. Andererseits ist er an das Sammeldruckrohr angeschlossen, in welches alle Ejectoren, welche in den verschiedenen Entwässerungsgebieten aufgestellt sind, hineinspeisen. Durch eine besondere gußeiserne Leitung wird dem Ejector die an der Centralerzeugungsstelle hergestellte Druckluft zugeführt.

Die Function des Apparates, welcher sich durch große Einfachheit auszeichnet, ist folgende:

Fig. 18 stellt den Ejector im Schnitt und Fig. 19 im Grundriß dar. In dem Innern des Hebers hängt eine in der Richtung nach oben und unten bewegliche Spindel, an deren unterem Ende eine Schale C und deren oberem Ende eine Glocke D befestigt ist. Die Abwässer, welche durch das Einflußrohr A eindringen, füllen den Heber allmählich an und heben, wenn sie bis an die untere Seite der Glocke D gestiegen sind, diese und die Spindel an. Mit dieser Bewegung zugleich wird ein Ventil E in der Druckluftleitung geöffnet.

Fig. 19.



Die nun selbstthätig eintretende Druckluft drückt den ganzen Inhalt des Hebers durch das Ablaßrohr B in das Druckrohr. Die Flüssigkeit tritt solange aus dem Heber aus, bis das Gewicht der gefüllten Schale frei wird, und diese in die Anfangsstellung zurückgeht.

Dadurch wird das Luftventil wieder geschlossen, und die Verbindung mit der Atmosphäre wieder hergestellt.

Damit nun der Inhalt des Hebers durch das Ausflußrohr B entweichen kann, ist in dem Einflußrohr A eine Klappe F vorhanden, welche dieses Rohr abschließt, sobald der Heber unter Druck steht.

Andererseits verhindert die in dem Ausflußrohr B angebrachte Klappe G, daß mit dem Aussetzen der Druck-

luft die Abwässer wieder in den Heber zurückströmen können.

Für eine vollständige Füllung und gänzliche Entleerung des Hebers ist eine genaue Justirung der Schale C und Glocke D erforderlich.

Als Vortheile dieser Methode werden derselben folgende Eigenschaften nachgerühmt:

1. Die Apparate sind auf ein Minimum beschränkt und derart einfach construirt, daß sie nicht außer Function treten können.

2. Die Theile, welche mit dem Abwasser in Berührung kommen, haben keine bearbeiteten Oberflächen, wie dies bei Pumpen der Fall ist, wo sie theils durch Straßenschlamm, theils durch Jauche schnell angegriffen werden. In dem Heber ist außerdem die harte Oberfläche der Gußstücke noch besonders mit einer Masse bekleidet, auf welche die Spüljauche einen nachtheiligen Einfluß nicht ausüben kann.

3. Die Reibung eines Pumpenkolbens und anderer bewegter Theile ist vermieden. Die Druckluft selbst wirkt auf die Flüssigkeit ohne mechanische Zwischenglieder als ein völlig reibungsloser und vollkommener Kolben, bei dem Undichtigkeiten u. dgl. nicht vorkommen können.

4. Die einzig bearbeiteten Theile sind die, welche in Verbindung mit dem kleinen selbstthätigen Luftventil stehen. Diese kommen aber mit der Spüljauche nie in Berührung.

5. Die ein- und auslassenden Klappen F und G öffnen sich stets in der Fallrohrdimension, so daß alle festen Körper, welche etwa in das Einflußrohr gelangen sollten, auch bequem den Heber und das Ausflußrohr passiren können.

6. Der Abfluß geht vom Boden des Hebers aus, so daß die ganze Spüljauche mitsammt den festen Körpern, Schlamm, Unrath u. s. w. aus dem Heber geschafft wird.

7. Aus diesen Gründen ist ein Durchsieben der Spüljauche nicht erforderlich, wie dies bei Verwendung von

Pumpen unumgänglich nothwendig ist. Es wird das höchst lästige Reinigen der Gitter- und Sammelbecken vermieden.

Auf dem Terrain der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1896 hatte die Firma Erich Merten & Co. in Berlin die Canalisationsanlage mit Druckluftbetrieb für das gesammte Ausstellungsgebiet hergerichtet. Verfasser hatte Gelegenheit sich zu wiederholten Malen davon zu überzeugen, daß die Anlage in jeder Beziehung tadellos arbeitete und trotz der stark wechselnden Inanspruchnahme gut functionirte. Trotz wiederholt eingezogener Erkundigungen konnte nicht in Erfahrung gebracht werden, daß nennenswerthe Betriebsstörungen eingetreten wären.

Liernurs Differenzirsystem.

Das Liernursche System bezweckt ebenso wie die Schwemmcanalisation die Fortschaffung der Abfallstoffe durch verdeckte Canäle und Rohrleitungen, jedoch nicht wie die Schwemmcanalisation durch ein gemeinschaftliches Ableitungsrohr, sondern durch Verwendung verschiedener Rohrleitungen je nach der Natur der Abfälle.

Das Liernur-System*) entfernt laut Programm:

1. Alle Abwässer und flüssigen Unrathstoffe ausschließlich auf unterirdischem Wege und vermindert dadurch sowohl die offenen Straßenrinnsteine, wie jeden Wagentransport für Fäcalien und ähnliche Abfälle.

2. Es saugt durch maschinelle Einrichtungen sämmtliche Fäcalien von einer beliebig großen Stadtarea täglich nach dem bestgelegenen Centralpunkt.

3. Es nimmt in die hierfür dienende eiserne Rohrleitung auch alle schlammigen Abfälle der Hauswirthschaft (Küchen) und Industrie auf, soweit solche einen erheblichen Dungwerth haben.

4. Es verwandelt die vorgenannten dungwerthigen Stoffe unmittelbar anschließend in ein gehaltreiches, hand-

*) Heiden, Müller, v. Langsdorff, a. a. O., S. 145.

liches, transport- und lagerfähiges Dungpulver mittelst combinirter Vacuumapparate, sichert dadurch nicht nur die definitive Beseitigung, sondern auch die höchstmögliche Verwerthung und erfüllt diese Aufgabe so billig, daß sogar der Gebrauch von Wasserclosets gegen eine niedrige Abgabe gestattet werden kann.

5. Es entfernt durch ein besonderes irdenes Rohrnetz die Meteor-, Haus- und Fabrikwässer, nachdem dieselben eine eigenthümliche Seihvorrichtung passirt haben; je nach den hydrographischen Verhältnissen werden die abgeseihten Wässer entweder auf kürzestem Wege dem nächsten Flusse zugeführt, wo sie einem schnell verlaufenden Selbstreinigungsprocesse anheimfallen, oder, wenn nöthig, durch Filtration beziehungsweise Präcipitation noch besonders gereinigt oder durch Berieselung verwerthet.

6. Es legt den Baugrund trocken und regulirt den Grundwasserstand durch agronomische Drainirung, mit Erguß des Drainwassers in die Straßencanäle.

7. Es wahrt demgemäß die Reinhaltung von Luft, Boden und öffentlichen Gewässern wirksamer als die Schwemmcanalisation es bisher in der Wirklichkeit vermocht, und erreicht

8. alle die genannten Vortheile trotz und wegen der differenzirenden Einrichtungen mit erheblich geringerem Anlagecapital und mit so lohnendem Betriebe, daß eine derartig geordnete Reinhaltung in der Regel keine laufenden Zuschüsse erheischt, unter günstigen Vorbedingungen sogar dem Gemeinwesen Nettoüberschüsse abwerfen kann.

Man hat dem Liernurschen System die Bezeichnung Differenzirsystem oder Doppelröhrensystem beigelegt, weil, wie bereits oben erwähnt wurde, die Abfälle je nach ihrer verschiedenen Natur gesondert von einander beseitigt werden. Die hauptsächliche Trennung beziehungsweise Aussonderung erfahren die menschlichen Fäcalien. Für diese hat Liernur ein System von eisernen Röhren vorgesehen, in denen durch Saugkraft die Fäcalien direct aus den Häusern nach

Sammelstellen, und von diesen wieder nach einer Hauptsammelstelle befördert werden.

Für alle anderen Abfälle, welche in schwemmcanalisirten Städten ohne Weiteres dem Canal zugeführt werden, besteht ein besonderes, thönernes Rohrnetz. In diesem werden die Haus- und Küchenwässer, die Effluvien der Fabriken und endlich die Meteorwässer direct dem nächsten Flußlaufe zugeführt.

Um eine besondere Spülung und Reinigung dieses thönernen Rohrnetzes zu vermeiden, hat Liernur Einrichtungen getroffen, welche ein Verschlammen beziehungsweise Verstopfen der Rohre verhüten sollen. Es handelt sich dabei in erster Linie um die Ausscheidung der festen Stoffe aus den Haus- und Küchenabwässern. Bekanntlich enthalten dieselben mehr oder minder größere Mengen von Speiseresten, welche bei der Reinigung des Küchen- und Eßgeschirres mit in das Abwaschwasser gelangen. Es sind darin Theeblätter, Kaffeerückstände und ähnliche Stoffe enthalten, welche in ihrer Gesammtheit sehr wohl darnach angethan sind, sich in den Canälen abzusetzen und eine Verstopfung derselben herbeizuführen.

Der Liernursche Küchenausguß hat zur Ausscheidung aller dieser Stoffe einen eigenartig construirten Siebrost, welcher nach der Küchenseite hin sehr eng ist, sich aber nach der dem Rohrnetz zugewandten Seite erheblich erweitert. Alles, was vor dem Siebrost liegen bleibt, wird mit dem Hausmüll zusammen beseitigt.

Damit nun für den Fall, daß in einem Hause eine ansteckende Krankheit ausgebrochen ist, die Krankheitskeime, welche mit dem Spülwasser zusammen abgeführt werden, auch eine entsprechende Desinfection erfahren, hat Liernur seinen Ausguß so eingerichtet, daß die in denselben gelangenden Abwässer sowohl dem thönernen Rohrnetz als auch dem eisernen Rohrnetz, welches für die menschlichen Fäcalien bestimmt ist, zugeführt werden können. Dies ist dadurch erreicht, daß das Ausgußbecken zwei Abflußrohre hat, für welche jedoch nur ein Kugelventil vorhanden ist. Ruht die

Kugel auf dem einen Abflußrohr, so ist das andere voll offen und umgekehrt. Die Stellung dieses Kugelventils kann nicht von dem Hausbesitzer beziehungsweise von dem Inhaber der betreffenden Wohnung selbst, sondern nur von Seiten der Polizei vorgenommen werden.

Für die Fabriken, welche schädliche und giftige Stoffe abführen, sind die entsprechenden Vorschriften getroffen, welche eine Ausscheidung der schädlichen Bestandtheile ermöglichen, und durch besondere Controlvorrichtungen ist die Behörde in die Lage versetzt, sich jederzeit davon zu überzeugen, ob die von ihr gegebenen Vorschriften auch thatsächlich befolgt werden.

Zur Durchführung des Liernurschen Systems müssen die Grundstücke der zu reinigenden Städte zu kleineren Bezirken zusammengefaßt beziehungsweise die ganze Stadt muß nach Maßgabe der Terrainverhältnisse in eine Anzahl von kleineren Bezirken zerlegt werden. Jeder dieser Bezirke erhält einen Sammelbehälter aus Eisen, von dem aus sich die engen eisernen Rohre, welche ihm die Fäcalien zuführen sollen, in die verschiedenen Straßen des zugehörigen Bezirkes erstrecken. An diese Sammel- oder Zubringerohre schließen sich sodann die Zuführungsrohre der einzelnen Häuser an.

Die Zuführung der Fäcalien aus den Hausleitungen und den Zubringeröhren nach den Sammelbehältern geschieht nicht continuirlich, sondern nur in Zwischenräumen von 24 Stunden. Während dieser Zeit werden die Fäcalien in den Closettrichtern angesammelt. Letztere sind, zu dem Zwecke wesentlich anders construirt als die gewöhnlichen Closettrichter. Sie unterscheiden sich namentlich hinsichtlich ihrer Form und Tiefe von den sonst bekannten.

Eine unerläßliche Vorbedingung für eine tadellose Transportirung der Fäcalmassen innerhalb der engen eisernen Röhren nach den Sammelbehältern ist natürlich die luftdichte Construction der Rohrstränge.

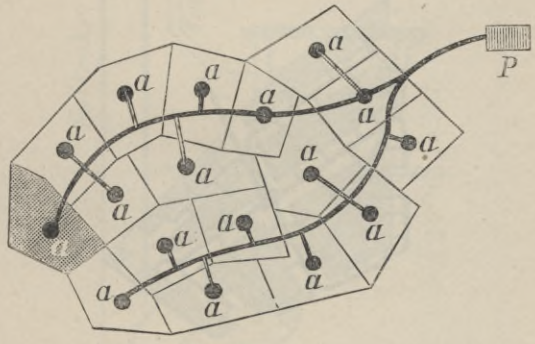
Alle Sammelbehälter der verschiedenen Bezirke sind ihrerseits an ein außerhalb der Stadt gelegenes Maschinen-

haus angeschlossen, in welchem das nöthige Vacuum nicht allein für die Centralsammelstation sondern auch für die Sammelbehälter der einzelnen Bezirke erzeugt wird.

In dieser Centralsammelstation wird schließlich die ganze Fäcalmasse in entsprechender Weise auf Poudrette oder schwefelsaures Ammoniak verarbeitet, oder aber die Fäcalien werden in ursprünglichem Zustande an die Landwirthe abgegeben.

Fig. 20 zeigt die Eintheilung einer nach Liernur'schem System canalisirten Stadt in verschiedene pneuma-

Fig. 20.

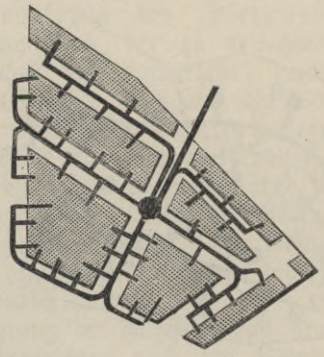


tische Bezirke. Mit a sind die Sammelreservoire der einzelnen kleineren Bezirke bezeichnet; P dagegen bezeichnet die Centralsammelstation. Fig. 21 zeigt die Einrichtung eines pneumatisch canalisirten Stadtbezirkes hinsichtlich der einzelnen Hausanschlüsse.

Das von Liernur für seine Zwecke construirte Closet ist in Fig 22 dargestellt. Der eigentliche Sitztrichter ist aus gebranntem, glasirtem Thon hergestellt und hat eine Tiefe von 70 Cm. An seinem unteren Ende verjüngt sich der Trichter konisch und geht direct in einen Syphon über. In den oberen Theil des aus Thon hergestellten Trichters ragt

ein kürzerer zweiter Trichter hinein, der aus emaillirtem Gußeisen hergestellt ist. Letzterer hat den Zweck, das Thonrohr an seinem oberen Ende vor Verunreinigungen zu schützen. Die vordere Wand des gußeisernen Trichters ist nach unten rückwärts gebogen, während die Hinterwand senkrecht nach unten geht. Am oberen Ende des Thonrohrtrichters, fast unmittelbar unter dem Sitzbrett, mündet ein engeres Ventilationsrohr, welches in der Regel nicht über das Dach geführt wird, sondern nach einem gut ziehenden Schornstein.

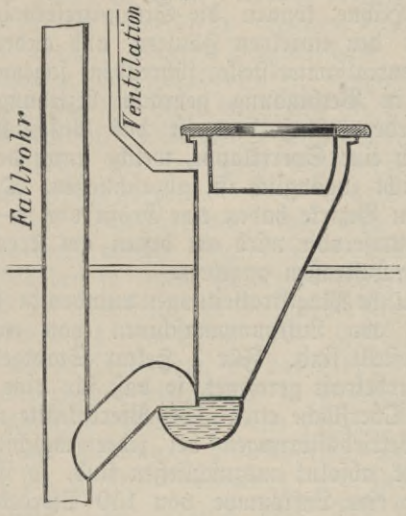
Fig. 21.



Das untere enge Ende des Thonrohrtrichters hat einen geringeren Durchmesser, als die sich daran anschließende Rohrleitung, und zwar ist diese Einrichtung getroffen, damit sperrige Gegenstände, welche etwa in den Closettrichter gelangen, nicht in die eigentliche Rohrleitung eintreten und hier nicht Verstopfungen bewirken können. Der Abschluß im Syphon wird durch die Kothmassen selbst bewirkt. Um einen solchen Abschluß unter allen Umständen zu haben, selbst wenn nur geringe Kothmengen vorhanden sind, hat die hintere Trichterwand eine zungenartige Verlängerung.

Dieser Kothverschluß hat mit Recht viele Beanstandungen gefunden. Liernur sah sich deshalb veranlaßt, Maßnahmen zu treffen, welche bei jedesmaliger Benutzung des Closets einen Verbrauch von 1—1½ Liter Wasser erfordern. Da jedoch der Verbrauch an Wasser sich mehr und mehr steigerte, schaltete Liernur zwischen Fallrohr und Syphon wasserdichte Behälter ein, welche so dimen-

Fig. 22.



sionirt waren, daß sie die Fäcalmassen von 24 Stunden, sowie die verbrauchten Spülwässer bei sparsamer Wasserbenutzung aufnehmen konnten. Mit der Beschaffung derartiger Hilfsmittel, welche zur Spülung des Closets den Gebrauch von Wasser ermöglichen, ist das ursprüngliche Liernursche System, welches die Fäcalien als solche gesondert abführen soll, verlassen.

Die sich an den Closetsyphon anschließenden Rohre münden in einem Winkel von etwa 45 Grad in das senk-

recht abfallende Fallrohr. Die Verbindung des Fallrohres mit dem Hauptrohre erfolgt nicht direct in gerader Richtung, sondern es sind noch je nach der Entfernung mehrere Syphons eingeschaltet. Die Rohre selbst haben einen Durchmesser von 127 Mm.

Die Straßenreservoire, welche unter dem Straßenpflaster angelegt werden, sind die Sammelbehälter der einzelnen pneumatischen Bezirke, und nehmen von den Straßenrohren die Fäcalmassen ihres Bezirkes auf. Durch leicht zugängliche Hähne können die Straßenreservoire einerseits mit dem zu den einzelnen Häusern und andererseits mit dem zur Centralsammelstelle führenden sogenannten Magistralrohr in Verbindung gebracht beziehungsweise abgesperrt werden. Außerdem ist das Anschlußrohr jedes Hauses durch eine Sperrklappe, welche unter dem Trottoir liegt und leicht zugänglich ist, abzuschließen. Die einzelnen pneumatischen Bezirke haben eine Größe von 4—10 Hektar. Das Straßenreservoir wird am besten am Kreuzungspunkt von zwei Hauptstraßen angelegt.

Sämmtliche Magistralleitungen münden in der Centralsammelstelle, wo Luftpumpmaschinen von entsprechender Stärke aufgestellt sind. Für 1 Hektar Stadtgebiet werden etwa $^3/_4$ Pferdekraft gerechnet, so daß für eine Stadt von 200 Hektar Oberfläche etwa 150 Pferdekräfte nöthig sind. Da nun Betriebsstörungen bei jeder maschinellen Einrichtung nicht absolut auszuschließen sind, so ist es zweckmäßig, nicht eine Luftpumpe von 150 Pferdekräften aufzustellen, sondern drei von je 50 Pferdekräften. Neben diesen ist zur Sicherheit des Betriebes noch eine vierte Reservemaschine erwünscht. Sämmtliche Luft, welche die Luftpumpen aus den Rohrleitungen ansaugen, wird den Kesselfeuerungen zugeführt, um hier verbrannt zu werden. Dasselbe geschieht mit den übelriechenden Gasen, welche eventuell aus den übrigen Apparaten entweichen.

Die Magistralleitungen entleeren ihren Inhalt in große Reservoirs, von denen auf der Centralsammelstelle stets mehrere zur Aufstellung zu bringen sind.

Die weitere Verarbeitung der rohen Fäcalmassen auf der Centralstation erfolgt in der Weise, daß dieselben aus den Sammelbehältern in zwei niedrige, über diesen gelegene Reservoire durch Luftdruck befördert werden, um hier durch geeignete Rührvorrichtungen durcheinander gemengt und zu einer homogenen Masse verrührt zu werden. Aus diesen in der ersten Etage des Gebäudes unterzubringenden Reservoiren gelangen die Fäcalmassen in zwei weitere große Reservoire, welche breiter sind wie die bisher besprochenen. In diesen erhalten die Massen einen Zusatz von 1—1½ Procent Schwefelsäure. Nach diesem Zusatze gelangen die Fäcalstoffe in Dampfapparate, in denen sie auf etwa 100 Grad erhitzt und zur Syrupconsistenz eingedampft werden. Die weitere Eintrocknung zu fertiger Poudrette erfolgt auf kupfernen Cylindern, welche mit Wasserdampf geheizt werden.

Ueber die Betriebskosten, die das Liernursche System erfordert, machte Ingenieur v. Bruyn-Kops*) genauere Angaben in einem Vortrage, den er am 28. Februar 1883 im Stadthause zu Amsterdam einer Commission des Gemeinderathes von Paris hielt. Es heißt in diesem Vortrage: daß in Amsterdam, wo das Liernur-System mit kleinen Abänderungen seit Jahren in Gebrauch ist, in dem Quartier zwischen Wetering und Utrecht'schen Porten die Kosten der Bedienung des Systems, einschließlich der Zinsen von der Constructionsanlage, pro Person 70 Centimes betragen. Es wohnen dort 500 Menschen auf einem Hektar; rechnet man aber über die ganze Stadt vertheilt nur 300 Menschen auf ein Hektar, so muß man die Kosten im Verhältniß von 3:5 höher anschlagen, also 1·17 Francs annehmen.

Außerdem kommen noch folgende Kosten in Betracht für die Verdampfung, die Excremente, Alles zusammen pro Kopf und Jahr:

*) F. W. Büsing, Th. Weyls Handbuch der Hygiene, II. Bd. S. 178.

Um 1750 Liter Wasser zu verdampfen

110 Kgr. Steinkohle	Francs	2·20
$6^1/_2$ Kgr. Schwefelsäure (10 Francs 100 Kgr.)	»	0·65
Handarbeit	»	0·05
Zinsen vom Constructionscapital der Verdampfungsapparate	»	0·40
Unterhaltung und Erneuerung dieser Apparate	»	0·80
Verschiedenes	»	0·25
Dazu die anfangs erwähnten	»	1·17
im Ganzen . .	Francs	5·97

also abgerundet 6 Francs.

Die in Dortrecht producirte Poudrette enthält $7^1/_2$ bis 8 Procent Stickstoff und $2^1/_2$—3 Procent Phosphorsäure. Der Werth derselben ist (natürlich nach den damaligen Verhältnissen) 16 Francs für 100 Kgr. Unter der Annahme, daß eine Person jährlich 50 Kgr. Trocken-Poudrette liefert, würden sich die Einnahmen auf 8 Francs und die Ausgaben auf 6 Francs pro Person stellen, und die Reineinnahme aus dieser Art der Städtereinigung etwa 2 Francs pro Person ergeben.

Nach v. Bruyn-Kops kommen beim Liernurschen System ebenso wie bei allen übrigen Verstopfungen vor.

Dadurch, daß Gegenstände in die Closettrichter hineingeworfen wurden, welche nicht in dieselben hinein gehören, kamen im Jahre 1882 für eine Bevölkerung von 46263 Personen folgende Verstopfungen vor:

In den Trichtern	825 Verstopfungen,
In den Canälen	28 »

Die Beseitigung dieser Verstopfungen kostete 534·39 Francs.

Solange die Verstopfungen sich auf die Trichter beschränken, ist ihre Beseitigung eine relativ leichte und deswegen auch nicht mit erheblichen Kosten verbunden. Anders dagegen liegen die Verhältnisse, sobald Verstopfungen in

den Canälen vorkommen. Es muß alsdann zu ihrer Beseitigung der betreffende Rohrstrang bloßgelegt und unterbrochen werden, was natürlich mit entsprechenden Kosten und unangenehmen Störungen für den ganzen Bezirk verbunden ist.

Das Liernursche System ist in Deutschland bis dahin nicht eingeführt worden, dagegen haben verschiedene holländische Städte einen Theil desselben eingeführt und auch zum Theil ganz gute Resultate damit erzielt. Die Deutsche Landwirthschaftsgesellschaft ließ durch Sachverständigen-Commissionen das System mehrfach prüfen, und die über diese Prüfungen erstatteten Berichte äußern sich im Ganzen und Großen befriedigend über die in Holland gemachten Erfahrungen.

Es liegt auf der Hand, daß die Landwirthschaft in erster Linie sich für die gesonderte Abführung und Verarbeitung der Fäcalmassen ohne Verdünnung interessirt, da auf diese Weise ein möglichst hochprocentiges Düngemittel in Gestalt der Poudrette erzielt wird Es scheint jedoch, als wenn die mancherlei Schwächen, welche dem System in Folge der Verwendung von Saugluft anhaften, doch ein großes Hinderniß für die allgemeine Einführung bilden. F. W. Büsing,*) dem als Autorität auf diesem Gebiete sicherlich ein entscheidendes Wort zugestanden werden muß, faßt sein Urtheil dahin zusammen, daß das Liernursche System theoretisch ausgedacht in hygienischer Beziehung sehr annehmbar ist, obgleich

1. nicht zu verkennen ist, daß ein Closet mit Kothverschluß immer weniger angenehm ist, als ein solches mit Wasserverschluß, wie bei der Schwemmcanalisation;

2. die Excremente sich beim Liernurschen System immer noch länger in der Wohnung aufhalten, als beim Schwemmsystem.

Wie bereits oben erwähnt wurde, findet bei dem Liernurschen System täglich nur eine Entleerung der Canäle statt, während beim Schwemmsystem nach jeder

*) A. a. O. S. 174.

Defäcation die Fäcalien sofort möglichst rasch aus der Wohnung fortgeführt werden,

3. die nicht in Röhren aufgenommenen häuslichen Gebrauchswässer viel fäulnißfähige Substanzen mit in die Flüsse hineinbringen.

Bezüglich der praktischen Durchführung hat Büsing sich in Amsterdam davon überzeugen können, daß dieselbe vorzüglich sein kann, vorausgesetzt daß die endgiltige Verarbeitung der Fäcalien in dem Sinne Liernurs durchgeführt wird, so zwar daß thatsächlich eine Poudrettirung der Fäcalmassen erfolgt, und letztere nicht in rohem Zustande oder in dem Zustande einer halb eingedickten Masse an die Landwirthschaft abgegeben werden. Die erste Veranlassung zur Entwickelung seines Systems war für Liernur ein Auftrag des Prinzen Heinrich der Niederlande zur Ausarbeitung eines Canalisationsprojectes für die Stadt Luxemburg. Bei diesem Projecte sollte das in den Flußlauf abzuleitende Wasser ebenso rein sein, wie das Flußwasser oberhalb der Stadt. Ferner sollten die in den Fäcalmassen enthaltenen Pflanzennährstoffe in eine lagerfähige, transportable Form gebracht werden, welche für die Landwirthschaft verwendbar sei. Endlich sollten die bis dahin üblichen Transportmittel, wie Tonnen, Kübel, Abfuhrwagen u. s. w. principiell ausgeschlossen sein.

Daß in Holland das Liernursche System eine gewisse Verbreitung gefunden hat, hängt wohl damit zusammen, daß die dortigen Terrainverhältnisse der Einführung der Schwemmcanalisation fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegensetzen. Trotzdem ist auch dort an keiner Stelle das System in seinem vollen Umfange eingeführt. In Deutschland sind thatsächlich die Aussichten für das Liernursche System sehr ungünstige.

Das System Berlier.

Ein dem Liernurschen System sehr ähnliches wurde im Jahre 1888 von Berlier, dem Director der Abfuhr-

und Düngergesellschaft in Lyon, erfunden. Gelegentlich einer in Lyon auftretenden Typhusepidemie wurde die Frage der rationellen Reinigung der Städte sehr dringend, und dies war die Veranlassung zu dem Zustandekommen des Berlierschen Systems. Gleich Liernur verwendet Berlier Saugluft, welche von einer Centralstelle ausgeht, um die Fäcalien direct aus den Häusern nach außerhalb der Stadt zu befördern.

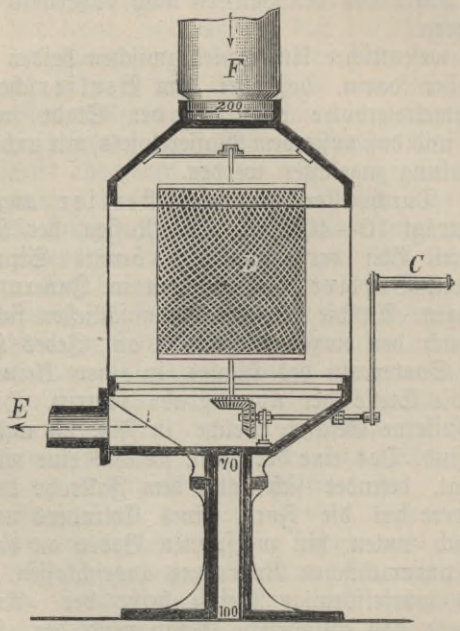
Ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Systemen besteht aber darin, daß bei dem Berlierschen System die Sammelreservoire innerhalb der Stadt in Wegfall kommen, und daß außerdem Wassercloſets mit unbeschränkter Wasserspülung zugelassen werden.

Der Durchmesser der von Berlier angewendeten Rohre beträgt 10—40 Cm. Die Muffen des Rohrnetzes werden mit Blei verstemmt. Wo bereits Straßencanäle liegen, will Berlier diese Röhren im Innern derselben unterbringen. An die Straßenröhren schließen sich die Abzweige nach den einzelnen Häusern an. Jedes Hauptrohr endet im Souterrain des Hauses in einem kleinen Raum, welcher die Stelle der Abtrittgrube vertritt. Hier stehen zwei gußeiserne Gefäße, welche in Fig. 23 und 24 abgebildet sind. Das eine derselben, welches eine würfelartige Gestalt hat, befindet sich unter dem Fallrohr der Aborte. Das andere hat die Form eines Cylinders und ist mit seinem nach unten hin zugespitzten Boden an das Zweigrohr des pneumatischen Rohrnetzes angeschlossen.

Das würfelförmige Gefäß heißt der »Aufnehmer« (Recepteur), das cylindrische Gefäß wird der »Entleerer« (Evacuateur) genannt. Beide Gefäße sind am Boden durch ein Rohr aus Gußeisen verbunden. Der Aufnehmer hat nur den Zweck, fremde Körper, welche per fas oder nefas in den Trichter des Abortes gelangen, zurückzuhalten. Diese Fremdkörper werden durch einen im Innern des Aufnehmers stehenden Drahtkorb mit geringer Maschenweite festgehalten, während derselbe die Flüssigkeiten und Fäces durchläßt.

Letztere Massen vertheilen sich sofort nach dem Gesetz der communicirenden Röhren in dem nebenstehenden Entleerer. Der Drahtkorb D in dem Aufnehmer wird durch eine entsprechende Vorrichtung, in der Fig. 23 durch eine

Fig. 23.

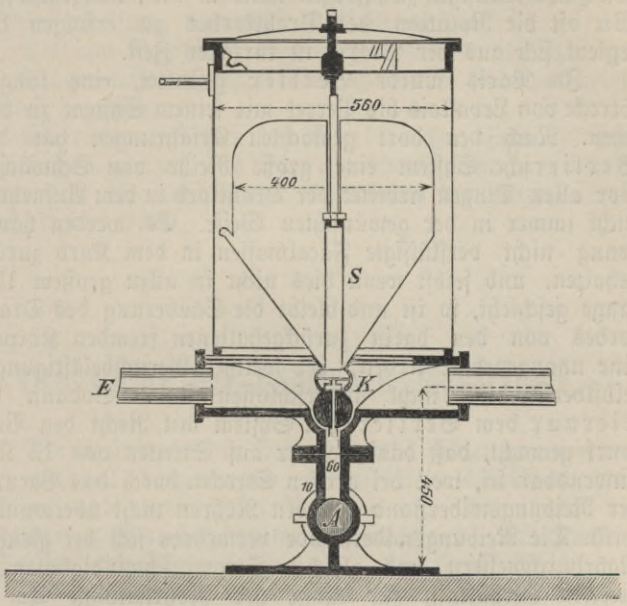


Handkurbel C, in Drehung versetzt, um das Passiren der eigentlichen Auswurfstoffe zu befördern.

Der Entleerer ist für gewöhnlich in seinem unteren konischen Theil durch eine Kautschukkugel gegen das Ableitungsrohr verschlossen. Letztere ist mittelst eines Eisenstiftes befestigt an einem ballonartigen Schwimmer S, welcher den größten Theil des Entleerers einnimmt. Die

Bewegung dieses Schwimmers S wird geführt durch eine senkrechte Achse. Sobald die flüssigen Fäcalmassen in dem Entleerer bis zu einem gewissen Niveau gestiegen sind, heben sie den Schwimmer und mit ihm das Kugelventil. Dadurch wird das Abführungsrohr, in welchem durch die auf der Centralsammelstelle arbeitende Luftpumpe Luftver-

Fig. 24.



dünnung herrscht, geöffnet. Durch den Ueberdruck der äußeren Luft werden alsdann die flüssigen Massen sofort in das Rohr befördert. Ist die Entleerung beendet, so sinkt der Schwimmer wieder auf seinen ursprünglichen Stand zurück, die Oeffnung zum Ableitungsrohr wird dadurch verschlossen, und die Fäcalmassen werden nun in dem pneumatischen Rohrnetz der Centralstelle durch Saugkraft zugeführt.

Naturgemäß wiederholt sich diese Entleerung in der beschriebenen selbstthätigen Weise jedes Mal, wenn die Fäcalmassen in dem Entleerer sich wieder bis zu der erwähnten Schwimmmarke angesammelt haben.

Abgesehen von der Entleerung des Drahtkorbes, welcher die Sperrkörper zurückhält, ist eine weitere Bedienung bei dem System Berlier, welche eventuell durch Veränderung von Hahnstellungen zu erfolgen hätte u. s. w., ausgeschlossen. Wie oft die Rotation des Drahtkorbes zu erfolgen hat, ergiebt sich aus der Praxis in kürzester Zeit.

In Paris wurde Berlier gestattet, eine längere Strecke von Levallois bis Perret mit seinem System zu versehen. Nach den dort gemachten Erfahrungen hat das Berlier'sche System eine große Reihe von Schwächen. Vor allen Dingen arbeitet der Drahtkorb in dem Aufnehmer nicht immer in der gewünschten Weise. Es werden häufig genug nicht verflüssigte Fäcalmassen in dem Korb zurückgehalten, und selbst wenn dies nicht in allzu großem Umfange geschieht, so ist und bleibt die Säuberung des Drahtkorbes von den darin zurückgehaltenen fremden Körpern eine unangenehme Arbeit, bei welcher Geruchbelästigungen selbstverständlich nicht ausgeschlossen sind. Sodann hat Liernur dem Berlier'schen System mit Recht den Vorwurf gemacht, daß dasselbe nur auf Strecken von 15 Km. anwendbar sei, weil bei großen Strecken durch das Vacuum der Reibungswiderstand in den Röhren nicht überwunden wird. Die Reibungswiderstände vermehren sich bei gleichen Rohrdurchmessern und gleichen Stromgeschwindigkeiten im directen Verhältniß zur Länge der Rohrleitung. Um in einer Rohrleitung, welche eine lichte Weite von 0·15 Meter hat, eine Geschwindigkeit von 0·2 Meter pro Secunde zu erzeugen, ist ein Gefälle von 1:2000 nöthig. Nach Liernur entspricht dies $^1/_{20}$ Atmosphäre oder 0·05 Atmosphärendruck auf 100 Meter Saugrohr. Dieser Druck entspricht einer gewissen Säule von 0·5 Meter Höhe und bewirkt in einem Rohr von 1000 Meter Länge die gleiche Wirkung, wie ein Gefälle von 1:2000. Berlier verwendet bei

einer Rohrlänge von 5000 Meter 0·25 Atmosphären. Es folgt hieraus die Nothwendigkeit für das System Berlier überall da, wo es sich um die Ueberwindung von größeren Strecken als 15 Km. handelt, mehrere Centralpumpstationen einzurichten.

Bezüglich der endgiltigen Verwerthung der Fäcalmassen bestehen beim System Berlier noch größere Schwierigkeiten, als beim Liernurschen System in Folge der für die Wasserspülung verwendeten Wassermassen.

Die von Berlier angeführten Zahlen für die aus den Düngermassen zu erzielenden Gewinne sind wesentlich zu hoch gegriffen.

Ein weiterer Fehler des Berlierschen Systems, den im Uebrigen ja auch das Liernursche System hat, besteht darin, daß die unschädliche Beseitigung der Meteorwässer nicht erreicht wird.

Die Natur der städtischen Spüljauche.

Die Spüljauche der Städte enthält, abgesehen von den ihr eventuell beigemengten industriellen Abwässern, die flüssigen und verflüssigten Abgänge der Einwohner, die sogenannten Brauch-, beziehungsweise Haus- und Küchenwässer und die Meteorwässer (vgl. oben Seite 22).

Je nachdem die verschiedenen Arten von Abwässern, welche in ihrer Gesammtheit mit der Bezeichnung »Spüljauche«, »Canaljauche« oder »Canalinhalt« belegt werden, nach Menge und Art schwanken, schwankt naturgemäß auch die Menge und Zusammensetzung der Spüljauche im Ganzen.

Die Spüljauche stellt in dem Zustande, in welchem sie nach dem Passiren des Canalnetzes auf der Pumpstation, der Kläranlage ꝛc. anlangt, eine wasserdünne, in der Regel mehr oder weniger dunkelgraue, schwach nach Schwefel-

wasserstoff und Stickstoffbasen riechende, undurchsichtige, schmutzige Flüssigkeit dar. Bei ruhigem Stehen setzt die Flüssigkeit schon nach verhältnißmäßig kurzer Zeit einen leichten, flockigen Niederschlag von dunkelgrauer Farbe ab, während die überstehende Flüssigkeit eine mehr gelbliche als graue Farbe annimmt, und zwar immer noch unklar, aber doch mehr oder weniger durchscheinend wird.

Bei längerem Stehen wird die Flüssigkeit mit der Zeit immer klarer, bis schließlich sich am Boden ein mehr consistenter Bodensatz abgeschieden, und die überstehende blanke Flüssigkeit sich ganz gereinigt hat.

Die von Baumeister*) zusammengestellte Tabelle auf Seite 127 giebt eine Uebersicht über die Zusammensetzung von Spüljauchen verschiedener Herkunft. Die mit * versehenen Zahlen bedeuten den Durchschnitt eines Jahres. Die in der ersten Spalte der Tabelle aufgeführten Zahlen geben an, wie groß der Theil der Einwohner der betreffenden Städte ist, welchem die Abführung der menschlichen Auswurfstoffe in die Canäle gestattet ist.

Irgend welche Gesetzmäßigkeiten lassen sich, namentlich bezüglich des Stickstoffgehaltes der Spüljauchen, aus diesen Zahlen nicht ersehen.

Die auf Seite 128 wiedergegebene Tabelle stellt die Zusammensetzung von Breslauer Spüljauche im Jahre 1893/94 dar. Die Zahlen, welche den Untersuchungen Fischers**) entstammen, sind geeignet, ein Bild von der Verschiedenheit der Spüljauche in den verschiedenen Jahreszeiten zu geben. Leider weisen die Untersuchungsresultate insofern eine Lücke auf, als die Bestimmung des organischen Stickstoffs unterblieben ist.

---

*) Baumeister, Städtisches Straßenwesen und Städtereinigung, 1890, S. 236; Arbeiten der Deutschen Landwirthschaftsgesellschaft, Heft 11, S. 223.

**) Jahresbericht des chemischen Untersuchungsamtes der Stadt Breslau für 1894; Zeitschrift für angewandte Chemie, 1895, S. 235.

R. Klopsch*) stellte im Jahre 1884 auf Veranlassung von Holdefleiß eingehende Untersuchungen an über die hygienische und landwirthschaftliche Bedeutung der Breslauer Rieselfelder. Bei dieser Gelegenheit wurden von ihm gleichzeitig die Schwankungen constatirt, denen die Spüljauche je nach dem Wechsel der Jahreszeiten unterworfen ist.

Die diesbezüglichen Untersuchungsresultate sind in der Tabelle auf Seite 129 wiedergegeben.

Als Ursache der Schwankungen nimmt Klopsch in erster Linie die im Sommer gesteigerte Spülung der Rinnsteine an.

Ueber die Schwankungen, welchen die Zusammensetzung der Spüljauche hinsichtlich ihres Gehalts an Gesammtstickstoff zu den verschiedenen Tageszeiten unterliegt, hat Th. Weyl**) in Berlin im Jahre 1894 Untersuchungen angestellt.

Bei diesen Untersuchungen wurden die Proben aus den Berliner Radialsystemen 2, 3, 4, 5, 8, 12 entnommen, so daß also alle Stadttheile, Centrum, Norden, Süden, Osten und Westen, berücksichtigt wurden. Es mußte also auch die durch die verschiedene Lebensweise der einzelnen Bevölkerungsklassen bedingte Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Spüljauche hinreichend zum Ausdruck kommen.

Um die Spüljauche möglichst frisch zu erhalten, wurden die Proben nicht dem Standrohr auf den Rieselfeldern, sondern den betreffenden Pumpstationen entnommen.

Die Entnahme der Proben erfolgte in allen Radialsystemen zur gleichen Stunde, nämlich um 10 Uhr Abends, um 7 Uhr Früh, um 12 Uhr Mittags und um 5 Uhr Nachmittags.

---

*) Klopsch, Chemische Untersuchungen über die hygienische und landwirthschaftliche Bedeutung der Breslauer Rieselfelder. Inaugural-Dissertation. Breslau 1884, S. 21.

**) Th. Weyl, Versuch über den Stoffwechsel Berlins, 1894, S. 20.

Die angestellten Analysen lieferten folgende Zahlen:

Zeit	Im Liter Spüljauche waren enthalten
Am 10. Juli 10 Uhr Abends . .	85 Milligramm Stickstoff
Am 13. Juli 7 Uhr Früh . . .	98 » »
Am 16. Juli 12 Uhr Mittags . .	127 » »
Am 17. Juli 5 Uhr Nachmittags	87 » »
Am 18. Juli 8 Uhr Abends . .	55 » »

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß zur Mittagszeit der Stickstoffgehalt am höchsten ist, offenbar weil zu dieser Zeit die am Morgen entleerten menschlichen Auswurfstoffe auf den Pumpstationen anlangen, während zu den übrigen Tageszeiten die Wirthschaftswässer ihren verdünnenden Einfluß geltend machen.

Bei der am 18. Juli Abends entnommenen Probe herrschte in dem betreffenden Bezirk Strichregen, daher das Sinken des Stickstoffgehaltes.

Die gleichen Schwankungen bezüglich der Zusammensetzung weisen die auf Seite 130—131 abgedruckten Untersuchungsresultate*) auf. Die Zahlen sind insofern interessanter, als sie die Zusammensetzung während der einzelnen Stunden des ganzen Tages von 24 Stunden wiedergeben.

Gleichzeitig ist die Menge der abgeführten Spüljauche berücksichtigt.

Auf Seite 132—135 geben wir noch zwei Tabellen,**) welche den Einfluß der Mitabführung der Closetwässer auf die Zusammensetzung der Spüljauche veranschaulichen.

*) Zeitschrift für angewandte Chemie, 1893, S. 85.
**) Jurisch, Die Verunreinigung der Gewässer, S. 2—3.

Stadt	Verhältnißzahl der Auswürfe	Canalwasser pro Kopf und Tag in Liter	Bestandtheile Mg. in 1 Liter = Gr. in 1 Cbm.				Zusammen	Stickstoff in 1 Liter = Gr. in 1 Cbm.	
			ungelöst		gelöst				
			unorganische	organische	unorganische	organische		für 1 Cbm.	pro Kopf und Tag
Mittel von 16 engl. Städten mit Wassercloset's	1	180*	242	205	722		1169	85	15
London, Jahresdurchschnitt	1	200*	354	258	645		1257	80	16
London bei Platzregen	1	—	1828	514	631		2973	74	—
Berlin, Jahresdurchschnitt	1	100*	217	453	506	249	1425	70	7
Danzig, Jahresd.	1	180*	216	379	499	171	1265	65	12
Frankfurt a. M. bei trocken. Wetter	0·7	100	76	72	573	285	1006	47	5
Thauwetter	0·7	320	797	203	238	250	1488	67	21
am Klärbecken	0·7	180*	377	919	364	581	2241	115	21
Zürich, Durchschnitt d. Stadttheile	0·8	400	36	92	298	182	608	114	45
Mittel von 15 engl. Städten mit gemischten Einrichtungen	0·4	150*	178	213	824		1215	73	11
Paris, Jahresdurchschnitt	0·3	150*	1050	515	572	258	2395	45	7
Wiesbaden, Salzbach als Hauptcanal	0·2	345	40	34	1780	93	1947	23	8
München, Ludwigs- u. Maxvorstadt	0·2	465	40	80	361	190	671	—	—
Bremen	0	—	571	—	1109		—	60	—
Essen	0	190	105	213	613	230	1161	106	20
Halle	0	90	600	500	1200	700	3000	140	13

Im Liter sind enthalten Milligramm	11. April 1893	9. Mai 1893	6. Juni 1893	11. Juli 1893	9. August 1893	12. September 1893	10. October 1893	7. November 1893	12. December 1893	8. Januar 1894	14. Februar 1894	15. März 1894
Suspendirte Stoffe	284	257	246	305	258	194	110	439	570	410	322	315
organische	228	191	171	214	183	124	75	242	459	319	243	223
unorganische	56	66	75	91	74	70	35	197	111	91	79	92
Gelöste Stoffe	697	693	680	854	756	735	669	843	1041	952	768	715
organische	247	217	188	317	310	292	191	306	272	353	284	208
unorganische	450	476	492	537	446	443	478	537	769	599	484	507
Chlor	159	155	128	162	143	145	155	155	282	210	161	135
Kieselsäure	16	16	13	14	15	13	15	13	21	17	12	13
Schwefelsäure	81	79	88	44	88	68	83	136	128	68	92	57
Salpetersäure	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phosphorsäure	16	19	16	21	9	15	18	13	37	30	17	14
Ammoniak	100	112	50	100	75	87	117	87	132	112	75	50
Calciumoxyd	71	72	65	73	84	85	59	114	114	115	70	88
Magnesiumoxyd	10	8	23	19	12	25	10	23	34	22	24	17
Eisenoxyd u. Thonerde	1	3	21	14	2	1	1	6	2	2	2	5
Gesammthärte	10·91°	10·62°	8·10°	9·17°	9·82°	9·71°	8·24°	11·94°	11·18°	13·55°	9·91°	10·01°
Bleibende Härte	6·07°	6·89°	6·60°	4·76°	4·68°	4·95°	5·15°	5·15°	4·86°	3·39°	6·60°	4·47°
Verbrauch an übermangansaur. Kali für 100 Cbcm.	16	20	15	21	17	19	14	13	2	37	25	25

Gehalt der Spüljauche in 100000 Theilen.

Datum	Eindampfrückstand	Glührückstand	Glühverlust	Gesammt-Stickstoff	Ammoniak-Stickstoff	Albumin-Stickstoff	Schwefelsäure	Chlor	Phosphorsäure	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisenoxydul
23./X. 1883	124·1	68·9	55·2	12·72	7·50	5·22	—	11·52	—	—	—	—	—	—
13./XI. 1883	114·2	62·3	51·9	10·59	6·98	3·71	5·53	13·06	2·45	5·26	11·34	7·47	1·72	—
8./I. 1884	120·3	67·7	52·6	11·91	6·83	5·08	6·14	14·11	2·60	7·68	10·30	9·65	2·43	—
7./II. 1884	112·1	66·2	45·9	9·79	6·28	3·51	11·81	13·27	2·66	6·26	9·00	4·42	1·24	—
5./III. 1884	150·5	76·9	73·6	10·43	6·82	3·61	8·53	15·17	2·95	8·58	16·16	3·60	3·39	—
19./V. 1884	109·4	59·4	50 0	6·83	4·01	2·82	4·25	10·74	1·91	4·83	12·38	9·80	2·28	0·4704
5./VIII. 1884	98·14	57·7	40·4	6·55	3 32	3·23	5·19	13·90	1·72	4·72	10·37	9·93	1·99	0·2880
26./VIII. 1884	100·46	61·4	39·1	8·82	3·56	3·26	5·75	12·81	1·88	4·92	11·34	9·62	2·21	0·5400
Durchschnitt	116·15	65 06	51·09	9·45	5·66	3·80	6·74	13·07	2·31	6·04	11·56	7·78	2·18	0·4328

Mengen und Bestandtheile der Spüljauche zu den verschiedenen Tageszeiten.*)

Zeit	Wassermenge Cbm.	Organische Substanz		Chlor		Salpetersäure		Ammoniak		Phosphorsäure		Kali	
		im Liter Mgr.	zusammen Kgr.	im Liter Mgr.	zusammen Kgr.	im Liter Mgr.	zusammen Kgr.	im Liter Mgr.	zusammen Kgr.	im Liter Mgr.	zusammen Kgr.	im Liter Mgr.	zusammen Kgr.
12—1 Nachts	239	88	21·00	31	7·41	16	3·80	23	5·50	11	2·60	12	2·90
1—2 Vorm.	217	52	11·30	32	6·94	19	4·10	19	4·10	11	2·40	15	3·25
2—3 »	196	31	6·08	27	5·29	23	4·50	15	2·90	11	2·20	13	2·50
3—4 »	196	21	4·12	27	5·29	21	4·10	11	2·15	10	2·00	8	1·60
4—5 »	196	21	4·12	28	5·48	18	3·50	6	1·20	10	2·00	2	0·40
5—6 »	196	30	5·90	29	5·80	22	4·40	5	1·00	10	2·00	2	0·40
6—7 »	217	38	8·25	30	6·50	23	5·00	5	1·10	10	2·20	2	0·43
7—8 »	281	132	37·10	30	8·40	57	14·00	50	14·05	20	5·60	12	3·40
8—9 »	397	235	93·00	39	15·50	68	27·00	69	27·60	29	11·50	19	7·70
9—10 »	433	250	108·00	37	16·20	37	16·00	65	28·40	35	15·20	27	11·90
10—11 »	376	238	89·50	29	10·90	12	4·50	64	24·10	34	12·80	31	11·65
11—12 »	361	182	65·70	32	11·55	21	7·60	80	28·90	28	10·10	33	11·90
12—1 Nachm.	361	138	49·80	34	12·30	24	8·70	73	26·35	24	8·70	35	12·60
1—2 »	336	140	47·04	34	11·40	18	6·00	55	18·50	15	5 00	33	11·10
2—3 »	351	170	59·70	34	11·90	13	4·60	44	15·40	12	4·20	28	9 80
3—4 »	365	194	70·80	32	11·70	10	3·65	34	12·40	15	5·50	27	9·65
4—5 »	329	218	71·70	28	9·20	9	3·00	28	9·20	14	4·60	27	8·90
5—6 »	315	232	73·00	27	8·50	8	2·50	26	8·20	13	4·10	27	8·50
6—7 »	325	218	70·85	28	9·10	8	2·60	29	9·40	13	4 20	25	8·10
7—8 »	335	184	61·60	30	10·00	6	2·00	36	12·10	12	4·00	20	6·70
8—9 »	300	158	47·40	31	9·30	4	1·20	36	10·80	13	3 90	16	4·80
9—10 »	271	143	38·75	33	8·90	2	0·54	31	8 40	14	3 80	13	3·50
10—11 »	257	129	33·15	34	8·70	2	0·50	27	6·90	13	3·30	11	2·80
11—12 Nachts	243	116	28·20	35	8·50	2	0·48	25	6·00	12	2·90	11	2·70
	7093	156	1106·06	32	224·76	18	134·27	40	284·65	17	124·80	20	147·18

*) Zeitschrift für angewandte Chemie. 1893, Seite 85.

Ein Liter enthält: Canalwasser aus Städten	Suspendirte Schlammstoffe			Gelöste Stoffe		Gelöste Stoffe									Gesammtstickstoff Mgr.
	unorganische	organische	Stickstoff in den organischen Stoffen	Im Ganzen	Organische Stoffe (Glühverlust)	Stickstoff in organischen Stoffen	Stickstoff in Form von Ammoniak	Phosphorsäure	Kali	Kalk	Magnesia	Schwefelsäure	Chlor	Salpetersäure	
	Milligramm					Milligramm									
I. Mit Wasserabtritten, also incl. Abortstoffen.															
1. Englisches Canalwasser im Mittel von 50 Analysen aus 16 Städten[1]) .	241·8	205·1	?	722·0	(46·9)[5])	22·1	55·2	—	—	—	—	—	106·6	0·03	77·3[7])
2. Pariser Canalwasser:															
St. Denis	221·0[6])	—	—	—	1518·0	140·0		40·0	89·0	484·0	56·0	—	—	—	140·0
Clichy	652·0[6])	—	—	—	733·0	43·9		17·0	35·0	403·0	18·0	—	—	—	(43·0)?
3. Danziger Canalwasser[2])	226·0	356·0	?	683·0	161·0	11·6	53·2	—	44·0	111·0	14·0	24·0	70·0	0	64·8[7])
4. Berliner Canalwasser,[3])															
Mittel von 2 Analysen .	209·5	326·5	?	850·0	292·1[8])	9·4	77·3	18·5	79·6	107·5	20·8	27·1	167·5	Spur	86·7[7])
5. Breslauer Canalwasser,[4])															
Mittel von 8 Analysen .	?	?	?	1161·5[9])	510·9[8])	38·0	56·6	23·1	60·4	77·8	21·8	67·4	130·7	0	94·5

[1]) Von der englischen Flußverunreinigungs-Commission; First report of the commissioners appointed in 1868 etc. Vol. I. Reports and plans. London 1870. Vol. II. Evidence. Second report. The A. B. C. Process of triding Sewage London 1870. Third report. 1871. Sixth report. London 1874.

[2]) O. Helm, Archiv der Pharmacie. Bd. 207, S. 513.

[3]) E. Salkowsky, Wochenschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, 1883, S. 261.

[4]) H. Thiel, Landwirthschaftliche Jahrbücher, 1886, S. 109.

[5]) Kohlenstoff.

[6]) In Salzsäure unlöslicher Rückstand.

[7]) Ohne den Stickstoff in den suspendirten Stoffen.

[8]) Glühverlust; zur Oxydation erforderliches Kaliumpermanganat = 214·5 Mgr.

[9]) Als Gesammt-Eindampfrückstand bezeichnet, wahrscheinlich inclusive suspendirte Stoffe.

Ein Liter enthält: Canalwasser aus Städten	Suspendirte Schlammstoffe			Gelöste Stoffe		Gelöste Stoffe									Gesammtstickstoff Mgr.
	unorganische	organische	Stickstoff in den organischen Stoffen	Im Ganzen	Organische Stoffe (Glühverlust)	Stickstoff in organischen Stoffen	Stickstoff in Form von Ammoniak	Phosphorsäure	Kali	Kalk	Magnesia	Schwefelsäure	Chlor	Salpetersäure	
	Milligramm					Milligramm									
II. Mit Abortgruben, also ohne Abortinhalt.															
1. Englisches Canalwasser im Mittel von 50 Analysen aus 16 Städten .	178·1	213·0	?	824·0	(44·8) [5]	19·7	44·8	—	—	—	—	—	115·4	0	64·5 [11]
2. Züricher Canalwasser, [1] Mittel von 4 Analysen .	36·1	91·6	14·5	480·0	182·2	18·5	8·8	8·5	89·2	—	—	—	22·7	89·5 [12]	131·3
3. Münchener Canalwasser [2]:															
bei Tage	49·0	31·0	—	381·0	160·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
bei Nacht	84·0	77·0	—	342·0	219·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. Breslauer Canalwasser [3]	210·8		—	729·2	333·8	2·6	24·7	—	—	—	—	—	78·7	—	40·5 [11]
5. Dortmunder Canalwasser, [4] Mittel v. 4 Analysen	205·5	284·3	28·1	782·4	263·8 [6]	16·2	37·2	—	—	121·5	27·0	70·5	134·6	—	81·5
6. Ottensener Canalwasser [4]	218·8	442·0	24·1	1817·2	367·2 [7]	20·7	47·6	23·1	81·2	147·2	—	—	628·1	—	92·4
7. Essener Canalwasser [4] .	105·2	213·4	19·3	843·2	229·6 [8]	12·2	38·1	13·1	65·0	76·8	—	—	234·0	—	69·6
8. Arbeiter-Colonie Kronenberg bei Essen, [4] Mittel von 2 Analysen . . .	961·0	1485·6	39·0	796·1	306·0 [9]	21·9	29·5	20·6	94·9	59·0	—	39·1	152·7	—	90·4
9. Hallenser Canalwasser [4]	611·6	404·8	41·4	3376·0	546·4 [10]	6·5	58·0	36·4	98·8	276 8	—	265·0	1136·0	—	105·9

[1]) Bericht über den Besuch einer Anzahl von Berieselungsanlagen, Zürich 1875, S. 165.

[2]) Deutsche Zeitschrift für öffentliche Gesundheitspfl., 1869, S. 256.

[3]) Fr. Hulwa, Beiträge zur Schwemm-Canalisation, Bonn 1884.

[4]) Originalanalysen von J. König.

[5]) Kohlenstoff

[6]) Oder 114·5 Mgr. zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff.

[7]) Oder 114·8 » » » » »

[8]) Oder 86·8 » » » » »

[9]) Oder 162·0 » » » » »

[10]) Oder 168·8 » » » » »

[11]) Ohne den Stickstoff in den suspendirten Stoffen.

[12]) Stickstoff in Form von Nitraten.

Welchen Einfluß üben die menschlichen Fäcalien auf die Beschaffenheit der städtischen Spüljauche aus?

Seit den Untersuchungen und Mittheilungen der im Jahre 1868 ernannten englischen Flußverunreinigungs-Commission besteht in der einschlägigen Literatur die Ansicht, daß die menschlichen Fäcalien auf die Beschaffenheit der städtischen Spüljauche keinen Einfluß ausüben. Die erwähnte Commission stellte nämlich fest, daß die Trockensubstanz, welche die Spüljauche auf die Volumeneinheit enthält, bei Städten mit Wassercloset fast dieselbe war, wie bei Städten mit Abtrittgruben. Zum Vergleich waren herangezogen von der ersteren Kategorie 16 englische Städte, und von der letzteren Kategorie 15 englische Städte. Das Mittel der in beiden Fällen vorhandenen analytischen Werthe war maßgebend.

Dieser Satz, daß in der Beschaffenheit der Spüljauche kein wesentlicher Unterschied bestehe, gleichviel ob die menschlichen Fäcalien planmäßig den Schwemmcanälen zugeführt werden oder nicht, hat häufig genug zu irrthümlichen Auffassungen Veranlassung gegeben, insofern nämlich von Laien häufig angenommen wird, daß die Fäcalien gegenüber allem sonstigen Unrath nur unerheblich seien. Dem Sachverständigen kann sich selbstverständlich eine derartige Auffassung nicht ohne Weiters aufdrängen, denn er weiß, daß die Fäcalien in den Schwemmcanälen ebensowenig verschwinden können, wie etwas Anderes.

Der auf dem Gebiete der Städtereinigung rühmlichst bekannte Professor Baumeister in Karlsruhe hat die vorliegende Frage an der Hand ausgewählter Analysendaten einer eingehenden Betrachtung unterzogen,*) welchen Ausführungen wir Folgendes entnehmen.

Die Thatsache, daß in jenen 15 englischen Städten mit Abtrittgruben und jenen anderen 16 englischen Städten

*) Technisches Gemeindeblatt, 1898, S. 385.

mit Wassercloſets bei der Feſtſtellung der Trockenſubſtanz in der Spüljauche auf die Volumeneinheit nahezu gleiche Werthe gefunden wurden, iſt unbeſtreitbar. Bei der Erklärung dieſer Erſcheinung iſt zunächſt zu beachten, daß damals noch weniger als heute Städte exiſtirten, welche ein gewiſſes Syſtem zur Beſeitigung der Fäcalien vollkommen durchführten. Aus dieſem Grunde iſt der Gegenſatz der beiden Städtegruppen nur ein relativer.

Ferner iſt zu bedenken, daß die Abtrittgruben in England noch heute, und weit mehr noch zu jener Zeit, mit Ueberläufen verſehen ſind, durch welche nicht nur aller Harn, ſondern auch die ſich in kürzeſter Zeit in der Flüſſigkeit aufſchwemmenden leichteren Theile der feſten Excremente abgeführt werden. Es wird in jenem Bericht ausdrücklich von einem Zurückhalten der feſten Excremente in den Gruben als von einer durchgehenden Erſcheinung geſprochen, womit das Ableiten aller Flüſſigkeiten gekennzeichnet iſt. Die Menge dieſer feſten Beſtandtheile, welche als Bodenſatz in den Gruben zurückbleiben, iſt aber nur verſchwindend gering gegenüber den größeren Mengen, welche fein zertheilt mit dem Harn und Waſſer in die Canäle abgeſchwemmt werden. Der Unterſchied zwiſchen den beiden Städtegruppen iſt mithin bezüglich der Menge der in die Canäle geleiteten Fäcalien nur ein ſehr geringfügiger.

Des weiteren muß ausdrücklich hervorgehoben werden, daß die Gleichheit der Trockenſubſtanzmenge in der Spüljauche der beiden Städtegruppen ſich auf die Volumeneinheit bezog. Man darf naturgemäß nicht von dieſer Gleichheit pro Cubikmeter auf diejenige pro Kopf der Einwohner ſchließen.

Das iſt aber gerade ein Fehler, der von dem Laien gar zu leicht begangen wird. Sobald eine Stadt Waſſercloſets einführt, ſteigt erfahrungsgemäß der Waſſerverbrauch, denn nicht allein daß durch die Waſſercloſets ſelbſt den Canälen mehr Waſſer zugeführt wird, ſondern es kommt noch weiter hinzu die Spülung der Canäle überhaupt und die Zunahme der allgemeinen Reinlichkeit.

		Gramm pro Cubikmeter				Canalwasser Liter pro Kopf und Tag	Gramm pro Kopf und Tag	
		Unrath		Schwebestoffe			Unrath	Schwebestoffe
Berlin	Fischer, S. 123, Mittel aus 6 Proben . .	1952		1130				
	Röchling, S. 10, Mittel aus 30 Proben .	1800	1892	1138	1108	114	214	125
	Büsing, S. 165	1923		1056				
Breslau	Fischer, S. 120, Mittel aus 11 Proben .	1150		502				
	Röchling, S. 10, Mittel aus 12 Proben .	1011	1084	429	441	150	163	66
	Büsing, S. 165	1092		391				
Danzig	Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, 1875, S. 721. Mittel aus 7 Proben		1039		582	188	195	105
Frankfurt	Lepsius, Mittheilungen. 1890, S. 26. Mittel aus 8 Proben	1704		1164				
	Büsing, S. 165	1513	1608	975	1070	160	257	171
Freiburg	»Die Canalisation und die Rieselfelder«, herausgegeben von der Stadtgemeinde, S. 39, nebst ergänzenden Mittheilungen aus der städtischen Untersuchungsanstalt. Mittel von 4 Tagen aus verschiedenen Jahreszeiten zu je 24 Proben		336		nicht zu bestimmen	387	142	—
Hamburg	Untersuchungen des hygienischen Institutes. Mittel aus einer Reihe von Einzelproben in jedem der drei Hauptcanäle, nämlich:							
	Stadtsiel	nicht		530				
	Geeststammsiel	zu		212	415	189	—	78
	Grenzsiel	bestimmen		503				
Köln	Mittheilung des Stadtbauamtes. Mittel aus 3 Probetagen von 1898		1074		319	140	150	45
London	Reich, S. 60. Mittel aus 21 Proben von 1869	903		612				
	Röchling, S. 10, Mittel aus 181 Proben	1059	981	381	496	200	196	99
15 englische Städte	Reich, S. 62. London ausgeschlossen. Mittel aus 29 Proben, übereinstimmend mit Röchling, S. 10, Mittel aus 236 Proben		936		300	180	168	54
	Durchschnitt der schwemmcanalisirten Städte						186	93
Heidelberg	Untersuchungen von Professor Dr. Cramer 1896. Mittel von 52 Proben für den Unrath, davon 8 auch für die Schwebestoffe		1077		533	90	97	48
Stuttgart	Mittheilung des Stadtbauamtes. Mittel aus 2 Probetagen von 1891		1150		535	90	104	48

Baumeister hat zu seinen vergleichenden Untersuchungen acht Städte, welche schwemmcanalisirt sind, im Einzelnen und die Gesammtheit jener bereits erwähnten 15 englischen schwemmcanalisirten Städte herangezogen. Als canalisirte Städte, welche aber die Fäcalien nicht in die Canäle einleiten, sind zwei Städte, nämlich Heidelberg und Stuttgart ausgewählt. Im Allgemeinen war es nicht leicht, geeignete Beispiele für diesen Vergleich zu finden, da noch heute selten ein System gleichmäßig auf die Gesammtbevölkerung einer Stadt angewendet wird. Immerhin haben wir zur Zeit doch schon eine gewisse Anzahl von Städten, in denen wenigstens nahezu die Gesammtheit, oder doch der weitaus größte Theil der Einwohner sich der Wassercloſets bedient. Ferner durften solche Städte nicht zum Vergleich herangezogen werden, in welchen die Industrie nach Art und Umfang ihrer Abfallstoffe eine störende Wirkung ausüben konnte.

Endlich waren nur solche Städte heranzuziehen, in denen die Untersuchungen der Spüljauche sich mindestens über einen ganzen Tag erstreckt hatten, um die Schwankungen während des Tages auszugleichen. Auf feinere Unterschiede, welche zum Beispiel durch die Nahrung und Lebensweise der Einwohner, durch die Vorreinigung von häuslichem Abwasser (Schlammfang), durch die Spülmethode u. s. w. bedingt werden, konnte keine Rücksicht genommen werden.

In der Tabelle auf S. 138—139 sind die entsprechenden Zahlen zusammengestellt. Bei der vollständigen Analyse wird bekanntlich der Trockengehalt eines Schmutzwassers zerlegt in mineralische und organische Schwebestoffe und mineralische und organische gelöste Bestandtheile. Im vorliegenden Falle sind die Analysen in doppelter Weise benutzt; einmal zur Beurtheilung des Antheiles der Fäcalien, welche aber in Folge ihrer eigenen Zusammensetzung mit der ersten jener vier Gattungen, mit den »mineralischen Schwebestoffen« (zumeist Sand), nicht in Vergleich kommen können. Deshalb ist in der ersten Spalte der Tabelle die Summe der drei

anderen Gattungen unter der Bezeichnung »Unrath« zusammengefaßt.

Die mineralischen Schwebestoffe sind in hygienischer Beziehung nicht unmittelbar von Bedeutung, spielen aber bei der Flußverunreinigung insofern eine Rolle, als sie das Absetzen von Schlammbänken verursachen, welche umso leichter und in umso stärkerem Maße entstehen, je mehr mineralische Theile zum Sinken kommen und dabei die leichteren organischen Theile mitreißen. Von diesem Gesichtspunkte aus sind in der Tabelle aus den Analysen die gesammten »Schwebestoffe« herausgezogen und in der zweiten Spalte ziffernmäßig ausgedrückt.

Für Freiburg und Hamburg waren die Analysen zu unvollkommen ausgeführt, um diese Daten zu liefern. Es ist in Folge dessen bei diesen nur eine der beiden Spalten ausgefüllt. Ferner ließ sich für Freiburg und Köln, sowie für Heidelberg und Stuttgart die Menge des Unrathes nur mit Hilfe einer Schätzung der mineralischen Schwebestoffe berechnen, welche dann von dem ganzen Trockengehalte abgezogen wurden. Es sind nach den eingezogenen Erkundigungen in den betreffenden Städten 70 Gr. pro Cubikmeter Spüljauche angenommen.

In Frankfurt sind die Proben von Lepsius nur einmal am Tage, nämlich stets Mittags 12 Uhr genommen worden.

In der dritten Spalte ist die Quantität des Canalwassers angegeben. Nur in einer der angeführten Städte, nämlich in Freiburg, sind gleichzeitig mit der Entnahme der Wasserproben directe Messungen der Wassermenge vorgenommen, und zwar allstündlich über den ganzen Tag ausgedehnt.

Für Berlin dienten die amtlichen Angaben über die auf die Rieselfelder gepumpten Spüljauchemengen für das Jahr 1895—1896. Als dem Tagesdurchschnitt dieser Mengen entsprechend, wurde der Durchschnitt aus den zahlreich vorhandenen Analysen angenommen. In Breslau und Danzig

diente ebenfalls der Jahresdurchschnitt der auf die Rieselfelder gelangenden Canalwassermenge als Grundlage. Für alle übrigen deutschen Städte wurde die Menge der Spüljauche bei trockenem Wetter, auf welches sich auch die Analysen beziehen, gleich groß mit der Menge des Wasserverbrauchs angesetzt. Bei den englischen Städten sind die Mengen der Spüljauche schätzungsweise festgelegt.

In der vierten Spalte ist angegeben der Unrath in Grammen pro Kopf und Tag und in der fünften Spalte die Schwebestoffe in Grammen pro Kopf und Tag. Das Mittel aus den Zahlen der vorletzten Spalte ist 186. Um zu ersehen, wieviel davon auf menschliche Abfallstoffe zu rechnen ist, muß man die Menge der letzteren beziehungsweise ihrer festen Bestandtheile pro Kopf nnd Tag ermitteln.

Die in der Literatur hierfür angegebenen Zahlen weichen theilweise ziemlich stark von einander ab, was auf den großen Unterschied in der Lebensweise einzelner Menschen, großer Volksschichten und ganzer Länder zurückzuführen ist. Baumeister hat deshalb unter Voraussetzung einer aus beiden Geschlechtern und aus allen Altersstufen gemischten Bevölkerung das Mittel genommen, welches er aus der höchsten Angabe mit 133 Gr. pro Kopf und Tag und aus der niedrigsten Angabe mit 90 Gr. pro Kopf und Tag auf 112 Gr. berechnete. Hiervon bestehen 25 Procent, also 28 Gr., aus fester Substanz.

Bezüglich der Menge des Harns wurden 1200 Gr. pro Kopf und Tag angenommen, von denen jedoch ein mehr oder minder großer Bruchtheil aus naheliegenden Gründen in Verlust geht und nicht mit in Betracht gezogen werden kann. Die Ansichten über die Größe dieses Verlustes schwanken zwischen $^1/_{16}$ und $^1/_3$. Baumeister hält sich berechtigt, $^1/_{10}$ als die richtige Zahl für den Verlust anzunehmen, und setzte deshalb als Menge, welche den Canälen zugeführt wird, 1080 Gr. ein. Als Trockengehalt im Harn wurden 5·5 Procent angenommen, was in den 1080 Gr. einer Menge von 60 Gr. fester Substanz entsprechen würde. Der

gesammte Gehalt an Trockensubstanz in den durch die Schwemmcanäle abgeleiteten Fäcalien, beläuft sich demnach auf 28 + 60 = 88 Gr. pro Kopf und Tag, welche Zahl auf 90 abgerundet wurde. Mit der oben erhaltenen Durchschnittszahl des gesammten städtischen Unrathes, 186 Gr. verglichen, ergiebt sich also, daß die Fäcalien ungefähr die Hälfte desselben ausmachen, wenn man auf rationelle Art die hygienisch maßgebende Trockensubstanz und nicht deren Vermengung mit mehr oder weniger Wasser in Erwägung zieht.

In Uebereinstimmung mit diesen gewissermaßen auf theoretischem Wege erhaltenen Resultaten, stehen die Zahlen, welche für Heidelberg und Stuttgart festgelegt sind als für solche Städte, in denen die Fäcalien nicht den Canälen zugeführt werden, in denen vielleicht mit Ausnahme einer Anzahl von spülbaren Pissoirs in Schulen, Wirthschaften und öffentlichen Bedürfnißanstalten planmäßig und thatsächlich eine vollständige Abfuhr der Fäcalien durchgeführt wird, und wo außerdem die Industrie nicht so in den Vordergrund tritt, daß sie das Gesammtbild störte.

Für Heidelberg fand Baumeister die Zahl 97 Gr. Unrath pro Kopf und Tag und für Stuttgart 104 Gr., welche mit der aus den übrigen Städten erhaltenen Mittelzahl, 186 Gr. Unrath pro Kopf und Tag, eine Bestätigung dafür liefern, daß durch Aufnahme der Fäcalien in die Canäle der Unrath in denselben sich verdoppelt.

Daß trotzdem der Gehalt an Unrath in der Spüljauche pro Cubikmeter ohne große Unterschiede bleiben kann, liegt auf der Hand, wenn man, wie bereits im Vorstehenden ausgeführt wurde, bedenkt, daß die Wassermenge gleichzeitig erheblich zunimmt. Auch hier ergeben die Analysen der schwemmcanalisirten Städte ähnliche Zahlen wie Heidelberg und Stuttgart.

Die in der letzten Spalte der Tabelle wiedergegebenen Zahlen haben auf die vorliegende Betrachtung wenig Bezug, sind aber der Vollständigkeit halber mit zum Abdruck gelangt.

Berechnungen über die durch Einleitung von Spüljauche in die Flüsse bewirkte Verunreinigung.

Im Allgemeinen hat man bei Berechnungen*) über Flußverunreinigungen das Verhältniß zwischen der Wassermenge, welche der betreffende Fluß führt, und der Menge der eingeleiteten Spüljauche zu Grunde gelegt. Als Grenze, bei welcher die unmittelbare Einleitung der Spüljauche in den Fluß noch zugelassen werden kann, hat man für vorstehendes Verhältniß die Zahl 15 oder 20 angenommen. Gegen eine derartige Berechnung ist einzuwenden, daß unberücksichtigt geblieben ist, in welchen Grenzen die Menge des Canalwassers schwankt, und daß trotz dieser Schwankungen die Menge der darin enthaltenen Schmutzstoffe die gleiche sein kann. Es ist deshalb richtiger von der Abwassermenge abzusehen und nach Möglichkeit die Menge der eigentlichen Schmutzstoffe abzuschätzen, um alsdann das Verhältniß zwischen dieser Zahl und derjenigen, welche die Wassermenge des Flusses angiebt, festzustellen.

Wenn von den eigentlichen mineralischen Stoffen, Sand u. s. w., abgesehen wird, enthält das Canalwasser im Allgemeinen schwimmende und aufgelöste Bestandtheile, welche beide theils unorganischer Natur, theils organischen Ursprungs und deshalb zersetzungsfähig sind. Bei der vorliegenden Frage kommen nur die schwimmenden organischen und sämmtliche aufgelösten Bestandtheile in Betracht, welche in ihrer Gesammtheit als Unrath bezeichnet werden können (vgl. S. 141).

Die Menge des Unraths beträgt bei Städten mit vollständigem Schwemmsystem nach den bei einer Anzahl von Städten gemachten Beobachtungen zwischen 162 und 300 Gr., im Mittel rund 200 Gr. Davon entfällt etwa

*) Gutachten über die Ableitung der Schmutzwässer von Mannheim nach dem Rhein; erstattet durch die vom Großherzoglich Badischen Ministerium des Innern berufene Commission. — »Technisches Gemeindeblatt«, 1898, S. 97.

die Hälfte auf Fäcalien. Nun ist zwar niemals strikt durchzuführen, daß in den mit vollständigem Schwemmsystem versehenen Städten thatsächlich alle Fäcalien in die Canäle gelangen, ebensowenig wie in den Städten mit strengstem Abfuhrsystem die Fäcalien alle den Canälen entzogen werden.

Um aber runde Zahlen zum Vergleich zu haben, sei angenommen, daß der Unrath in einer Stadt mit Abfuhrsystem 100 Gr., in einer Stadt mit Schwemmsystem 200 Gr. pro Kopf und Tag ausmacht, sofern nicht in Folge starker Industrie diese Zahl bis auf etwa 300 Gr. zu steigern ist.

Man kann als »specifische Verunreinigung« eines Flusses des Verhältniß bezeichnen, in welchem der aus einer Stadt gelieferte Unrath zu der Wassermenge des Flusses steht. Bezeichnet man nach Flecks*) Vorgang die Einwohnerzahl der Stadt mit E, die Menge des Unraths pro Tag und Kopf mit p, die Wassermenge des Flusses pro Secunde mit q, so berechnet sich die specifische Verunreinigung mit Hilfe der Formel

$$\frac{q \,.\, 86400 \,.\, 1000000}{E \,.\, p}$$

Dabei ist abgesehen von den Schwankungen, sowohl qualitativen als auch quantitativen, denen das Abwasser einer Stadt täglich im Verlauf von 24 Stunden unterliegt, da sich dieselben im Fluß früher oder später ausgleichen. Die durch diese Formel ausgedrückte Verdünnung, welche der Unrath in dem Flusse erfährt, kann soweit gehen, daß man weder mit Hilfe der chemischen Analyse noch durch die bakteriologische Untersuchung die Spuren einer Verunreinigung nachweisen kann. Neben der Verdünnung kommen als wichtige Factoren in Betracht die allmähliche Oxydation beziehungsweise Mineralisirung der organischen Bestandtheile des Unraths, die Verminderung der Bakterien und die Sedimentirung der in dem Flusse schwimmenden Stoffe, welche Factoren in ihrer Gesammtheit vorwiegend

*) Frühling, Entwässerung der Städte, S. 486.

die sogenannte Selbstreinigung eines Flusses bewirken.*) Für alle diese Factoren der Selbstreinigung ist die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser des Flusses sich bewegt, von hervorragender Bedeutung, insofern sie vermöge schnellerer Vertheilung des Unraths im Wasserquerschnitte die Verdünnung befördert und die Oxydation durch lebhaftere Aufnahme von Luft an der Oberfläche und Vertheilung derselben im Innern des Wassers unterstützt.

Die Ansichten darüber, ob die Geschwindigkeit bei der Selbstreinigung gleichgiltig, schädlich oder förderlich ist, sind getheilt. Vorherrschend ist jedoch die Ansicht, daß die Fähigkeit eines Flusses, sich selbst zu reinigen beziehungsweise erhebliche Quantitäten von Unrath zu verdauen, umso größer ist, je lebhafter seine Strömung ist.

Zur Berechnung des Einflusses der Stromgeschwindigkeit kann der »Verunreinigungscoëfficient« dienen.**) Letzterer berechnet sich nach der Formel:

$$\frac{86400 \cdot q \cdot v}{E \cdot (1+c)}$$

E bedeutet die Einwohnerzahl der Stadt, q die Wassermenge des Flusses pro Secunde, v die mittlere Geschwindigkeit des Flusses in Metern pro Secunde, c den Bruchtheil der Bevölkerung, welcher Fäcalien in den Fluß bringt.

In der folgenden Tabelle sind die Zahlen für eine Reihe von Städten zusammengestellt, und danach sowohl die specifische Verunreinigung als der Verunreinigungscoëfficient in der vorstehend angegebenen Weise berechnet. Sämmtliche Städte leiten ihr Abwasser direct in den Fluß, und zwar die erste Gruppe ohne Fäcalien, wobei p gleich 100 und c gleich 0, die zweite mit schon bestehender oder künftig beabsichtigter Abschwemmung aller Fäcalien, wo also p gleich 200 und c gleich 1 gesetzt sind. Die Einwohnerzahlen sind nach der Zählung von 1895 gewählt.

*) Vgl. S. 185.

**) Baumeister, Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, 1892.

Stadt	Einwohner Mille	Fluß	Niederwasser Cubikmeter pro Secunde	Geschwindigkeit Meter pro Secunde	Specifische Verunreinigung	Verunreinigungscoëfficient
Stuttgart	158	Neckar	13	0·6	71000	4·3
Posen	100	Warthe	22	0·5	190000	9·5
Pforzheim	35	Enz	7	0·75	173000	13
Göttingen	27	Leine	5	1·0	160000	16
Kreuznach	22	Nahe	8	0·8	310000	25
Rastatt	13	Murg	6	0·64	400000	26
Heilbronn	35	Neckar	18	0·7	440000	31
Heidelberg	32	Neckar	32	0·7	864000	60
Mainz	72	Rhein	540	0·7	6500000	455
Straßburg	135	Ill	920	0·5	93000	4·6
München	405	Isar	42	1·05	45000	4·7
Prag	324	Moldau	30	1·2	40000	4·8
Marburg	16	Lahn	4	0·5	108000	5·4
Neisse	13	Bielearm	2	0·97	67000	6·7
Würzburg	60	Main	30	0·8	216000	19
Budapest	492	Donau	700	1·0	610000	61
Basel	75	Rhein	330	1·08	1900000	205
Linz	48	Donau	520	1·1	4680000	515

Die Schädlichkeit städtischer und industrieller Abwässer für die Fischzucht.

Die Schädlichkeit der städtischen Abwässer für die Fischzucht ist zurückzuführen auf die fauligen und fäulnißfähigen Bestandtheile, welche in dem Abwasser enthalten sind. Solange sich das Abwasser in frischem Zustande befindet, kann von einer Schädlichkeit nicht die Rede sein. Im Gegentheil, die in dem Abwasser enthaltenen Schwebestoffe organischer Natur bilden sogar eine beliebte Nahrung für die Fische.

In interessanter Weise äußert sich G. Jaeger*) über die Beliebtheit, deren sich Menschen- und Thierkoth bei den Fischen erfreut:

»Wer einmal in Kissingen war, wird wissen, welche Masse von Fischen durch die Brillen der Kuraborte am Saaleufer zu sehen sind, und wie sie sich dort gleichsam um jeden fallenden Bissen raufen; und gerade so, wie der Bauernjunge oder Zigeuner die kothfressenden Fische am sichersten zu fangen weiß, wenn er den Köder an seiner Angel mit Menschenkoth verwittert, benutzt der Fischreiher seinen Koth als Fischköder; denn falls der Fisch, auf welchen er lauert, für seinen Stoß zu tief steht, so dreht sich der Reiher und spritzt seine Excremente aufs Wasser, worauf der Fisch in die Höhe kommt.«

Eine ganze Reihe von einwandsfreien Versuchen, welche von den verschiedensten Forschern angestellt worden sind, hat ergeben, daß die städtischen Abwässer, gleichviel ob dieselben die Fäcalien enthalten oder nicht, selbst wenn die Menge der vorhandenen organischen und fäulnißfähigen Stoffe eine sehr große ist, nur dann schädlich wirken, wenn die gelösten organischen Stoffe der fauligen Zersetzung anheimgefallen sind. Die Mitabführung von Fabrikabwässern ist selbstverständlich in solchen Fällen ausgeschlossen worden.

Da der Eintritt der Fäulnißvorgänge besonders begünstigt wird durch erhöhte Temperatur, so hat sich eine

*) Die Seele der Landwirthschaft von G. Jaeger, Leipzig 1884, 51.

schädliche Einwirkung der städtischen Abwässer meistens nicht im Winter und in der kälteren Jahreszeit gezeigt, sondern fast ausschließlich im Sommer, wenn durch die Hitze beziehungsweise durch warme Gewitterregen die Temperatur des Flußwassers plötzlich erhöht wird, und die Fäulnißvorgänge dadurch lebhaft unterstützt werden. Die alsdann massenhaft auftretenden Umsetzungsproducte, welche sich bei der Fäulniß und Gährung der organischen Substanzen bilden, sind ohne Zweifel direct oder indirect Veranlassung für die großen Fischsterben.

Bei großen Fischsterben während des Sommers, ganz besonders nach heftigen Gewitterregen kommt allerdings neben dem plötzlichen Auftreten von Fäulnißproducten der Umstand in Betracht, daß durch den starken Regen in großen Massen Schmutzstoffe aller Art, welche sich auf den Straßen, in den Höfen und ganz besonders in den Gassen und auch in den gewerblichen Anlagen angesammelt haben, mit fortgespült und dem Flußlauf zugeführt werden. Dadurch ändert sich mit einem Male die Beschaffenheit des Wassers derartig, daß schon durch diese Veränderung allein die Natur des Wassers den Fischen unzuträglich werden kann.

Sucht man nun nach den directen Gründen, nach den directen Ursachen, welche in diesen Fällen die sogenannten großen Fischsterben veranlassen, so werden unter anderen in erster Linie in Betracht zu ziehen sein: der Mangel an Sauerstoff, das Vorhandensein von Schwefelwasserstoff, das Vorhandensein von freier Kohlensäure, das Vorhandensein von freiem Ammoniak und das Vorhandensein von kohlensaurem Ammoniak.

Ueber den Einfluß dieser und anderer Schädlinge (namentlich solcher, wie sie in den Effluvien der chemischen Fabriken enthalten sind) auf den Organismus der Fische sind von C. Weigelt*) Versuche angestellt worden, welche unten in einer übersichtlichen Tabelle von uns zusammengestellt sind (vgl. S. 150 und folgende).

*) Archiv für Hygiene, III. Bd., Heft 1.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
I. 1. Chlor: 0·041 Gr.	Kleine Forelle	Nach 10 Minuten todt.
2. » 0·01 »	Schleie	Todt nach etwa 4 Stunden.
3. » 0·005 »	Kleine Forelle	Nach 13 Minuten Seitenlage; nach 20 Minuten todt.
4. » 0·005 »	Schleie	Nach 1 Stunde 16 Minuten Seitenlage; nach etwa 6 Stunden todt.
5. » 0·001 »	Große Forelle	Nach 44 Minuten Seitenlage; nach 2 Stunden 9 Minuten todt.
6. » 0·001 »	Mittlere Forelle	Nach 34 Minuten Seitenlage; nach 1 Stunde 38 Minuten todt.
7. » 0·001 »	Kleine Forelle	Anfangs ruhig, beginnt nach 20 Minuten heftig zu schnappen, kommt nach oben; nach 23 Minuten liegt auf dem Rücken, schwimmt in dieser Lage umher, fällt aber bald wieder zu Boden, macht von Zeit zu Zeit heftige Bewegungen, sperrt die Kiemen weit auf und athmet in schnell sich folgenden Doppelzügen; nach 34 Minuten todt.
8. » 0·001 »	Kleine Forelle	Schnappt gleich heftig nach Luft; nach 15 Minuten springt aus dem Wasser, fällt aber matt zurück; nach 20 Minuten auf dem Rücken.

		In fließendes Wasser, wo sie sich anfänglich scheinbar erholt, bald aber wieder auf dem Rücken liegt, schwimmt noch einmal heftig umher, springt aus dem Bassin und bleibt, in dasselbe zurückversetzt, auf dem Rücken liegen; nach 34 Minuten todt.
9. » 0·001 »	Kleine Forelle	Zuerst wie die vorige; nach 12 Minuten auf der Seite, in fließendes Wasser, sinkt auf den Boden und schöpft tief Luft; nach 10 Minuten schwimmt normal, fällt aber gleich wieder auf den Rücken, springt aus dem Wasser, sinkt zurück und bleibt am Boden liegen; 34 Minuten nach Beginn todt.
10. » 0·001 »	Kleine Forelle	Gleich unruhig, schnappt heftig; nach 10 Minuten in fließendes Wasser, erholt sich vollständig.
11. » 0·001 »	Schleie	Keine Symptome; heraus nach 3 Stunden.
12. » 0·001 »	Kleiner Lachs	Nach 2 Stunden todt.
13. » 0·001 »	Ganz kleine Forelle	Verhalten ganz wie bei den großen Forellen; todt nach $1^3/_4$ Stunden.
14. » 0·001 »	Ganz kleine Forelle	Nach 15 Minuten heraus in fließendes Wasser; nach 2 Stunden 30 Minuten todt.
15. » 0·001 »	Aeschen	Nach 15 Minuten heraus in fließendes Wasser; nach 2 Stunden 30 Minuten todt.
16. » 0·0008 »	Kleine Forelle	Athmet sehr schnell; nach 37 Minuten auf dem Rücken; nach 47 Minuten todt.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
17. Chlor: 0·0005 Gr.	Kleine Forelle	Anfangs ruhig, beginnt nach 24 Minuten zu schnappen, beruhigt sich aber wieder vollständig; nach $2^1/_2$ Stunden heraus.
18. » 0·0005 »	Kleine Forelle	(Destillirtes Wasser, welches vorher durch Schlagen mit Ruthen mit Luft gesättigt war.) Anfangs unruhig, beruhigt sich später, steht ganz still; nach 32 Minuten schwimmt wild umher, wird aber wieder ganz ruhig; nach $2^1/_2$ Stunden heraus in fließendes Wasser.
19. » 0·0005 »	Ganz kleine Forelle	Nach 1 Stunde heraus in fließendes Wasser; todt nach 2 Stunden.
20. » 0·0005 »	Ganz kleine Forelle	Nach 15 Minuten heraus in fließendes Wasser; nach 13 Stunden todt.
21. » 0·0005 »	Aeschen	Nach 15 Minuten heraus in fließendes Wasser; nach 13 Stunden todt.
22. Chlor: 0·0005—0·00025 Gr.	Kleine Forelle	(Die Lösung enthielt 0·0005 Gr. Chlor, wurde zweimal nach 10 Minuten und dann zweimal nach 20 Minuten erneuert.) Anfangs unruhig, schnappt, später ruhiger; nach 43 Minuten kommt nach oben, beruhigt sich wieder; nach 2 Stunden 31 Minuten heraus in fließendes Wasser; nach 3 Stunden 1 Minute auf dem Rücken; nach 3 Stunden 6 Minuten todt.
23. Chlor: 0·00025 Gr.	Ganz kleine Forelle	Nach 1 Stunde heraus in fließendes Wasser, sehr matt; nach 13 Stunden todt.
24. » 0·00025 »	Ganz kleine Forellen	Nach 15 Minuten heraus in fließendes Wasser. Bleiben alle am Leben.
25. » 0·00025 »	Aeschen	Nach 15 Minuten heraus in fließendes Wasser. Bleiben alle am Leben.
26. » 0·0002 »	Kleine Forelle	Zuerst unruhig, beruhigt sich. Nach $2^1/_2$ Stunden in fließendes Wasser.
27. Chlor: 0 0002—0·001 Gr.	Kleine Forelle	(Anfangs hatte die Lösung 0·0002 Gr. Chlor, zweimal wurde ihr nach 10 Minuten und zweimal nach 20 Minuten dieselbe Menge hinzugefügt, bis sie 0·001 enthielt.) Zeigt keine Unruhe. Nach $2^1/_2$ Stunden in frisches Wasser, wo sie ganz munter bleibt. Nach etwa 15 Stunden liegt der Fisch auf dem Rücken und ist am Abend des übernächsten Tages todt.
28. » 0·0001 Gr.	Kleine Forelle	Keine Symptome. Nach $2^1/_2$ Stunden in fließendes Wasser.
29. » 0·00005 »	Kleine Forelle	Keine Symptome. Nach $2^1/_2$ Stunden in fließendes Wasser.
II. 1. Schweflige Säure: 0·005 Gr.	Große Forelle	(Das Wasser wurde vorher mit Salzsäure schwach angesäuert.) Sehr unruhig, springt in die Höhe; nach 2 Minuten auf der Seite, heraus.
2. » » 0·001 »	Große Forelle	(Das Wasser wurde vorher mit Salzsäure schwach angesäuert.) Wie bei 1; nach 4 Minuten auf der Seite in fließendes Wasser.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
17. Chlor: 0·0005 Gr.	Kleine Forelle	Anfangs ruhig, beginnt nach 24 Minuten zu schnappen, beruhigt sich aber wieder vollständig; nach $2^1/_2$ Stunden heraus.
18. » 0·0005 »	Kleine Forelle	(Destillirtes Wasser, welches vorher durch Schlagen mit Ruthen mit Luft gesättigt war.) Anfangs unruhig, beruhigt sich später, steht ganz still; nach 32 Minuten schwimmt wild umher, wird aber wieder ganz ruhig; nach $2^1/_2$ Stunden heraus in fließendes Wasser.
19. » 0·0005 »	Ganz kleine Forelle	Nach 1 Stunde heraus in fließendes Wasser; todt nach 2 Stunden.
20. » 0·0005 »	Ganz kleine Forelle	Nach 15 Minuten heraus in fließendes Wasser; nach 13 Stunden todt.
21. » 0·0005 »	Aeschen	Nach 15 Minuten heraus in fließendes Wasser; nach 13 Stunden todt.
22. Chlor: 0·0005—0·00025 Gr.	Kleine Forelle	(Die Lösung enthielt 0·0005 Gr. Chlor, wurde zweimal nach 10 Minuten und dann zweimal nach 20 Minuten erneuert.) Anfangs unruhig, schnappt, später ruhiger; nach 43 Minuten kommt nach oben, beruhigt sich wieder; nach 2 Stunden 31 Minuten heraus in fließendes Wasser; nach 3 Stunden 1 Minute auf dem Rücken; nach 3 Stunden 6 Minuten todt.
23. Chlor: 0·00025 Gr.	Ganz kleine Forelle	Nach 1 Stunde heraus in fließendes Wasser, sehr matt; nach 13 Stunden todt.
24. » 0·00025 »	Ganz kleine Forellen	Nach 15 Minuten heraus in fließendes Wasser. Bleiben alle am Leben.
25. » 0·00025 »	Aeschen	Nach 15 Minuten heraus in fließendes Wasser. Bleiben alle am Leben.
26. » 0·0002 »	Kleine Forelle	Zuerst unruhig, beruhigt sich. Nach $2^1/_2$ Stunden in fließendes Wasser.
27. Chlor: 0 0002—0·001 Gr.	Kleine Forelle	(Anfangs hatte die Lösung 0·0002 Gr. Chlor, zweimal wurde ihr nach 10 Minuten und zweimal nach 20 Minuten dieselbe Menge hinzugefügt, bis sie 0·001 enthielt.) Zeigt keine Unruhe. Nach $2^1/_2$ Stunden in frisches Wasser, wo sie ganz munter bleibt. Nach etwa 15 Stunden liegt der Fisch auf dem Rücken und ist am Abend des übernächsten Tages todt.
28. » 0·0001 Gr.	Kleine Forelle	Keine Symptome. Nach $2^1/_2$ Stunden in fließendes Wasser.
29. » 0·00005 »	Kleine Forelle	Keine Symptome. Nach $2^1/_2$ Stunden in fließendes Wasser.
II. 1. Schweflige Säure: 0·005 Gr.	Große Forelle	(Das Wasser wurde vorher mit Salzsäure schwach angesäuert.) Sehr unruhig, springt in die Höhe; nach 2 Minuten auf der Seite, heraus.
2. » » 0·001 »	Große Forelle	(Das Wasser wurde vorher mit Salzsäure schwach angesäuert.) Wie bei 1; nach 4 Minuten auf der Seite in fließendes Wasser.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
3. Schweflige Säure: 0·001 Gr.	Schleie	(Das Wasser wurde vorher mit Salzsäure schwach angesäuert.) Schwimmt wild umher, kommt nach oben, das Maul aus dem Wasser, nach 43 Minuten steht sie wieder unten ganz ruhig; nach 1 Stunde kommt wieder nach oben. nach 1 Stunde 43 Minuten auf der Seite, heraus. Nach 12 Stunden todt.
4. » » 0·0005 »	Große Forelle	(Das Wasser wurde vorher mit Salzsäure schwach angesäuert.) Sehr unruhig, springt in die Höhe. Nach 3 Minuten auf der Seite, in fließendes Wasser.
5. » » 0·0005 »	Ganz kleine Forellen	Nach 30 Minuten heraus; bleiben am Leben.
6. » » 0·0005 »	Ganz kleine Forellen	(Das Wasser wurde vorher mit Salzsäure schwach angesäuert.) Nach 1 Stunde 7 Minuten alle todt.
III. 1. Kohlensäure: 0·1 Gr.	Große Forelle	Nach 6 Minuten Seitenlage, erhebt sich wieder, schwimmt wild hin und her, nach weiteren 2 Minuten wieder Seitenlage; dasselbe wiederholt sich; nach 12 Minuten heraus in fließendes Wasser, erholt sich gleich.
2. » 0·075 »	Große Forelle	Anfangs wie 1, beruhigt sich später vollkommen. Nach 2 Stunden in fließendes Wasser.
IV. 1. Salzsäure: 1 Gr.	Große Forelle	Schwimmt gleich schnappend umher; nach 2 Minuten Seitenlage; nach einer weiteren Minute in fließendes Wasser, bleibt auf dem Rücken liegen, nach 11 Minuten schwimmt wieder normal, doch bald wieder Seitenlage; nach 4 Stunden 40 Minuten todt.
2. » 1 Gr.	Schleie	Unruhig, schwimmt in kurzen, ruckweise erfolgenden Bewegungen hin und her. Dann bleibt sie ruhig an einer Stelle, sehr träge; nach 40 Minuten Seitenlage, in reines Wasser. Nach etwa 30 Stunden todt.
3. » 0·1 Gr.	Große Forelle	Nach 2 Minuten Seitenlage, nach einer weiteren Minute erhebt sich wieder und schnellt hin und her; nach 4 Minuten bleibt auf der Seite liegen; nach 5 Minuten in fließendes Wasser, erholt sich.
4. » 0·1 »	Große Forelle	Nach 2 Minuten Seitenlage; in fließendes Wasser, erholt sich gleich.
5. » 0·1 »	Große Forelle	Nach 3 Minuten Seitenlage, heraus.
6. » 0·1 »	Kleine Forelle	Nach 12 Minuten Seitenlage, in fließendes Wasser, erholt sich gleich.
7. » 0·1 »	Kleiner Lachs	Nach 2 Minuten auf dem Rücken; in fließendes Wasser, erholt sich gleich.
8. » 0·05 »	Kleine Forelle	Keine Symptome; nach $^1/_2$ Stunde heraus.
V. 1. Schwefelsäure: 0·5 Gr.	Schleie	Zu Beginn unruhig, später ganz still, zu Ende sehr träge und apathisch, offenbar angegriffen; nach 1 Stunde heraus in reines Wasser.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
2. Schwefelsäure: 0·2 Gr.	Große Forelle	Nach 2 Minuten auf den Rücken, sogleich in fließendes Wasser, wo sie sich schnell erholt.
3. » 0·2 »	Schleie	Symptome wie bei 1; heraus nach 1 Stunde.
4. » 0·1 »	Große Forelle	Nach 5 Minuten Seitenlage, bleibt liegen; nach 1 Stunde heraus in fließendes Wasser.
5. » 0·1 »	Große Forelle	Nach 6 Minuten Seitenlage; nach $^1/_2$ Stunde heraus in fließendes Wasser, erholt sich sogleich.
6. » 0·1 »	Kleine Forelle	Auf der Seite; nach 2 Minuten heraus in fließendes Wasser, erholt sich gleich.
7. » 0·1 »	Schleie	Keine Symptome; nach 18 Stunden heraus.
8. » 0·075 »	Große Forelle	Kommt nach 10 Minuten schnappend nach oben, beruhigt sich jedoch wieder, matt; nach 1 Stunde heraus.
9. » 0·075 »	Schleie	Anfang und Verhalten wie bei 3; heraus nach 18 Stunden.
10. » 0·05 »	Große Forelle	Sonst wie bei 4; heraus nach 1 Stunde.
11. » 0·05 »	Kleine Forelle	Unruhig; nach 23 Minuten Rückenlage; nach 30 Minuten in fließendes Wasser.
12. » 0·05 »	Schleie	Anfang und Verhalten wie bei 3; heraus nach 18 Stunden.
13. » 0·025 »	Große Forelle	Anfang und Verhalten wie bei 5; heraus nach 1 Stunde.
14. » 0·025 »	Schleie	Anfang und Verhalten wie bei 3; heraus nach 18 Stunden.
15. » 0·01 »	Große Forelle	Keine Symptome; heraus nach 1 Stunde.
16. » 0·01 »	Schleie	Verhalten wie bei 3; heraus nach 18 Stunden.
17. » 0·005 »	Große Forelle	Keine Symptome; heraus nach 1 Stunde.
18. » 0·005 »	Schleie	Verhalten wie bei 3; heraus nach 18 Stunden.
VI. 1. Salpetersäure: 0·1 »	Große Forelle	Symptome wie bei der Salzsäure gleicher Concentration; nach 19 Minuten Seitenlage, in frisches Wasser, erholt sich gleich.
2. » 0·1 »	Große Forelle	Symptome wie bei der vorigen; nach 34 Minuten Seitenlage; in fließendes Wasser, erholt sich gleich.
VII. 1. Oxalsäure: 0·1 Gr.	Große Forelle	Anfangs Symptome wie bei Salzsäure. Der Fisch wird aber später ruhiger und matt; nach $^1/_2$ Stunde in fließendes Wasser; ganz munter.
VIII. 1. Gerbsäure: 10 Gr.	Große Forelle	Nach 4 Minuten wird unruhig, beruhigt sich wieder; nach 30 Minuten in fließendes Wasser. Nach 40 Stunden todt.
2. » 10 »	Schleie	Keine Symptome; nach 30 Minuten heraus.
3. » 0·1 »	Große Forelle	Ohne Wirkung; nach 1 Stunde in fließendes Wasser.
4. » 0·1 »	Schleie	Keine Symptome; nach 13 Stunden heraus in reines Wasser.
5. » 0·05 »	Große Forelle	Ohne Einfluß; nach 1 Stunde in fließendes Wasser.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
6. Gerbsäure: 0·05 Gr.	Schleie	Keine Krankheitserscheinungen: nach 14 Stunden in reines Wasser.
7. » 0·01 »	Große Forelle	Keine Symptome; heraus nach 30 Minuten.
IX. 1. Kalkhydrat: 0·9 Gr.	Mittlere Forelle	Gleich sehr unruhig, schnappt heftig, springt über Wasser, behält das Maul offen; nach 3 Minuten Rückenlage; nach 4 Minuten todt.
2. » 0·3 »	Mittlere Forelle	Symptome wie oben; nach 4 Minuten Rückenlage; nach 7 Minuten todt.
3. » 0·15 »	Mittlere Forelle	Symptome wie oben; nach 10 Minuten Seitenlage; nach 13 Minuten todt
4. » 0·07 «	Mittlere Forelle	Nach 26 Minuten todt.
5. » 0·03 »	Mittlere Forelle	Springt heftig nach 44 Minuten; nach 2 Stunden in fließendes Wasser.
X. 1. Ammoniak: 0·1 »	Große Forelle	Bleibt zuerst ruhig, fast ohne sich zu bewegen; nach 10 Minuten plötzlich heftiger Krampf, der den ganzen Körper durchläuft und krümmende Bewegungen und Kiemensperre bewirkt, unmittelbar darauf auf der Seite. In reines Wasser gebracht, bleibt sie liegen, die Kiemendeckel sind von zitternder Bewegung; nach 14 Minuten todt.
2. » 0·1 »	Schleie	Sehr unruhig; nach 13 Minuten springt in die Höhe; nach 15 Minuten schwimmt auf der Seite, bleibt auf der Seite liegen, ab und zu heftig hin- und herfahrend; nach 30 Minuten erhebt sich wieder; nach weiteren 6 Minuten fällt wieder um; heftiger Krampf, liegt still mit weit aufgesperrtem Maul; nach 41 Minuten schwache Zuckungen; nach 45 Minuten todt.
3. » 0·1 »	Kleiner Lachs	Bleibt ganz ruhig; nach 21 Minuten heftiger Krampf, fällt sofort auf den Rücken, sperrt die Kiemen auf, nach 21 Minuten todt.
4. » 0·05 »	Große Forelle	Erst ganz ruhig; nach 43 Minuten Zuckungen, springt in die Höhe; nach weiteren 4 Minuten auf dem Rücken, heftiger Krampf; in reines Wasser, bleibt liegen; nach 47 Minuten todt.
5. » 0·05 »	Ganz kleine Forellen	Anfangs ruhig, nach 25 Minuten bei einigen plötzlicher Krampf; nach 2 Stunden alle todt.
6. » 0·025 »	Ganz kleine Forellen	Anfangs ruhig am Boden; nach 33 Minuten bekommen einige Krämpfe; nach 2 Stunden alle todt.
7. » 0·01 »	Große Forelle	Keine Symptome; nach 4 Stunden in fließendes Wasser.
8. » 0·01 »	Ganz kleine Forellen	Bleiben ruhig am Boden, schwimmen nur von Zeit zu Zeit wild umher; nach 1 Stunde in fließendes Wasser, bleiben alle am Leben.

(Im letzten Augenblicke krümmen sich die in Folge von Ammoniak sterbenden Fische krampfhaft, schnellen sich hin und her, sperren das Maul auf und verenden plötzlich.)

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
XI. 1. Kohlens. Ammon: 3 Gr.	Kleine Forelle	Keine Symptome; nach 30 Minuten in fließendes Wasser.
2. » » 1 »	Kleine Forelle	Keine Symptome; nach 30 Minuten in fließendes Wasser.
3. » » 0·5 »	Kleine Forelle	Keine Symptome; nach 30 Minuten in fließendes Wasser.
4. » » 0·1 »	Kleine Forelle	Keine Symptome; nach 30 Minuten in fließendes Wasser.
XII. 1. Soda: 10 Gr.	Große Forelle	Springt gleich wild in die Höhe und über die Wasserfläche hinaus; nach zwei Minuten fällt auf den Rücken; nach 5 Minuten in fließendes Wasser, bleibt anfangs liegen, erholt sich aber scheinbar. Nach 20 Stunden liegt der Fisch auf dem Rücken. Flossen, Kiemendeckel und Augen ganz blutunterlaufen; am dritten Tag Morgens todt.
2. » 10 »	Schleie	Schwimmt wild umher; nach 2 Stunden Seitenlage und kommt nach oben; nach 4 Minuten in reines Wasser, erholt sich bald.
3. » 5 »	Große Forelle	Wie bei 1; nach 6 Minuten Seitenlage; in fließendes Wasser, erholt sich.
4. » 5 »	Schleie	Nach 2 Minuten Seitenlage, treibt nach oben; nach 5 Minuten in reines Wasser.

5. » 3 »	Mittlere Forelle	Nach 5 Minuten Seitenlage; erhebt sich wieder; nach 10 Minuten kommt schnappend nach oben; nach 15 Minuten in fließendes Wasser, erholt sich gänzlich.
6. » 1 »	Große Forelle	Macht nach 1 Stunde 3 Minuten 74 Athemzüge in der Minute. Einziges Symptom. Das Maul wird beim Athmen nicht mehr abwechselnd geschlossen und geöffnet, sondern bleibt immer offen. Nach etwa 9 Stunden todt.
7. » 1 »	Mittlere Forelle	Wird nach drei Minuten unruhig, zuckt von Zeit zu Zeit heftig zusammen, schwimmt ängstlich hin und her; nach 33 Minuten in fließendes Wasser.
8. » 1 »	Kleine Forelle	Nach 10 Minuten schwimmt sie unruhig hin und her, bekommt Zuckungen, wird aber wieder ganz ruhig; nach 30 Minuten in fließendes Wasser.
9. » 1 »	Schleie	Keine Symptome; heraus nach 14 Stunden.
10. » 0·1 »	Kleine Forelle	Keine Symptome; nach 2 Stunden in fließendes Wasser.
XIII. 1. Seife: 1 Gr. trockene Seife (unfiltrirt)	Californischer Lachs	Sehr unruhig. Nach 1 Stunde Seitenlage; schnellt sich, auf dem Rücken liegend, hin und her; nach $1\frac{1}{2}$ Stunden todt.
2. Seife: 1 Gr. trockene Seife (unfiltrirt)	Mittlere Forelle	Sehr unruhig. Nach 1 Stunde 7 Minuten Seitenlage. Nach 2 Stunden in frisches Wasser.
3. » 1 Gr. trockene Seife (filtrirt)	Mittlere Forelle	Keine Symptome; nach 2 Stunden in fließendes Wasser.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
4. Seife: 1 Gr. trockene Seife (filtrirt)	Californischer Lachs	Keine Symptome; nach 2 Stunden in fließendes Wasser.
XIV. 1. Manganchlorür: 5 Gr.	Schleie	Keine Symptome; heraus nach $22^1/_2$ Stunden.
2. » 1 »	Große Forelle	Gleich unruhig; nach 54 Minuten kommt schnappend nach oben, wird aber wieder ruhig; dasselbe wiederholt sich nach weiteren 38 und 45 Minuten und dann öfter; später jedoch wird sie ganz ruhig; nach 5 Stunden heraus in fließendes Wasser.
XV. 1. Eisenvitriol: 5 Gr.	Große Forelle	Kommt nach oben, heftig springend und schnappend; nach 3 Minuten Rückenlage, in fließendes Wasser, bleibt dort erst liegen, erholt sich aber bald.
2. » 1 »	Große Forelle	Schnappt in Doppelzügen; nach 6 Minuten kommt schnappend nach oben, nach 16 Minuten legt sich für Augenblicke auf die Seite, steht aber immer wieder auf; nach weiteren 7 Minuten bleibt ganz liegen, in fließendes Wasser, erholt sich bald.
3. » 1 »	Große Forelle	Schwimmt wild umher; beruhigt sich aber bald; schnappt und athmet heftig, kommt nach 29 Minuten nach oben, fällt um und erhebt sich wieder, recht krank; nach weiteren 26 Minuten in frisches Wasser, erholt sich bald, am anderen Tage scheinbar recht munter. Wird nach 4 Tagen todt vorgefunden. (Wann gestorben?)
4. » 1 »	Schleie	Keine Symptome; nach 18 Stunden heraus in reines Wasser.
5. » 0·5 »	Große Forelle	Symptome wie bei 2; nach 24 Minuten Seitenlage; heraus in fließendes Wasser, erholt sich gleich.
6. » 0·5 »	Mittlere Forelle	Springt gleich in die Höhe, schwimmt wild umher und schnappt heftig; nach 15 Minuten stößt Luftblasen aus; nach 66 Minuten todt.
7. » 0·5 »	Californischer Lachs	Symptome wie bei der Forelle; nach 26 Minuten Seitenlage; nach 46 Minuten todt.
8. » 0·5 »	Saibling	Symptome genau wie oben; nach 20 Minuten Seitenlage; nach 31 Minuten todt.
9. » 0·1 »	Große Forelle	Schnappt gleich stark; nach 15 Minuten steht schräg aufrecht im Wasser, mit dem Maul an der Oberfläche, schnappt heftig nach Luft und bleibt in dieser Stellung; später jedoch mit dem Bauch nach oben, bis nach 19 Stunden; heraus in fließendes Wasser; nach etwa 24 Stunden todt.
10. » 0·1 »	Mittlere Forelle	Symptome wie oben; todt nach 5 Stunden.
11. » 0·1 »	Californischer Lachs	Symptome wie oben; todt nach $3^1/_2$ Stunden.
12. » 0·1 »	Saibling	Symptome wie bei 9; todt nach 2 Stunden.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
XVI. 1. Eisenchlorid: 5 Gr.	Große Forelle	Schwimmt schnappend umher; nach 1 Minute kommt nach oben, stößt Luft aus; nach $1^1/_2$ Minuten springt in die Höhe, nach 2 Minuten Seitenlage; in fließendes Wasser, erholt sich.
2. » 1 »	Große Forelle	Schwimmt unruhig umher; nach 1 Minute kommt schnappend nach oben; nach 2 Minuten steigt ganz heraus; nach 3 Minuten Seitenlage; heraus in fließendes Wasser, erholt sich.
3. » 1 »	Große Forelle	Schwimmt wild umher, springt nach oben, schnappt Luft; nach 2 Minuten Seitenlage; nach 55 Minuten in fließendes Wasser, erholt sich rasch und lebt nach 24 Stunden noch.
XVII. 1. Eisenalaun: 10 Gr.	Große Forelle	Schnappt gleich heftig, springt wild über die Oberfläche des Wassers heraus; nach 2 Minuten Seitenlage, in fließendes Wasser, bleibt auch dort anfangs liegen, erholt sich später.
2. » 1 »	Große Forelle	Springt wild in die Höhe; nach 1 Minute Seitenlage; in fließendes Wasser.
3. » 1 »	Schleie	Keine Symptome; heraus nach 16 Stunden.
4. » 0·1 »	Große Forelle	Bleibt ziemlich ruhig; nach 15 Minuten Seitenlage; in fließendes Wasser.
5. » 0·05 »	Große Forelle	Keine Symptome; heraus in fließendes Wasser nach etwa 14 Stunden.

XVIII. 1. Ammoniumalaun: 10 Gr.	Große Forelle	Nach 2 Minuten Seitenlage; in fließendes Wasser.
2. » 1 »	Große Forelle	Schwimmt gleich wild umher; springt in die Höhe; nach 2 Minuten Seitenlage; heraus.
XIX. 1. Kalialaun: 10 Gr.	Große Forelle	Springt aus dem Wasser und schwimmt wild hin und her; nach 2 Minuten Seitenlage; nach 3 Minuten in fließendes Wasser, erholt sich.
2. » 1 »	Große Forelle	Schwimmt unruhig umher, springt aus dem Wasser; nach 2 Minuten Seitenlage; heraus in fließendes Wasser.
3. » 1 »	Große Forelle	(Da die vorherige Lösung durch Ausscheidung eines weißen Niederschlages milchig getrübt war, so wurde eine ebensolche zu diesem Versuche filtrirt, um einen etwaigen Einfluß der suspendirten Stoffe zu finden.) Nach 3 Minuten auf dem Rücken; heraus.
4. » 1 »	Schleie	Keine Symptome; nach 15 Stunden heraus.
5. » 1 »	Mittlere Forelle	Nach 6 Minuten Seitenlage, bleibt schnappend liegen; erhebt sich zwischendurch ab und zu; nach 3 Stunden todt.
6. » 0·5 »	Große Forelle	Wie bei 2; nach 3 Minuten Seitenlage; in fließendes Wasser.
7. » 0·5 »	Mittlere Forelle	Schnappt heftig und schwimmt wild umher; nach 16 Minuten auf dem Rücken. Bleibt fast fortwährend auf dem Boden liegen; nach 16 Stunden in frisches Wasser, am dritten Tage Morgens ist sie todt.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
8. Kalialaun: 0·5 Gr.	Californischer Lachs	Symptome wie bei 7; nach 1 Minute auf dem Rücken; nach 44 Minuten todt.
9. » 0·5 »	Saibling	Symptome wie bei 7; nach 2 Minuten auf dem Rücken; nach $1^1/_2$ Stunden todt.
10. » 0·1 »	Große Forelle	Einen Augenblick auf der Seite; nach 12 Minuten unruhig; nach 1 weiteren Minute bleibt liegen; heraus.
11. » 0·1 »	Mittlere Forelle	Todt nach 15 Stunden. (1 Saibling wurde von der Forelle gefressen und nach einigen Stunden wieder ausgeworfen.)
12. » 0·1 »	Californischer Lachs	Todt nach 6 Stunden.
13. » 0·5 »	Große Forelle	Keine Symptome; heraus nach 14 Stunden.
XX. 1. Chromalaun: 0·2 Gr.	Große Forelle	Bleibt im wesentlichen bis nach 30 Minuten ruhig; nach $1^1/_4$ Stunde, ohne daß Symptome bemerklich gewesen wären, in frisches Wasser. Behandlung bleibt ohne Einfluß.
2. » 1 »	Große Forelle	Sogleich sehr unruhig, springt nach 1 Minute aus dem Wasser; nach 3 Minuten fällt auf die Seite, erhebt sich wieder; nach weiteren 2 Minuten noch Seitenlage, schnappt heftig und athmet unregelmäßig; nach 10 Minuten in frisches Wasser; bleibt nach weiteren 13 Minuten noch in der Seitenlage; erholt sich alsdann rasch, ohne in den nächsten 8 Tagen zu verenden.
XXI. 1. Doppel-Chromsaures Kali: 0·2 Gr.	Große Forelle	Bleibt im wesentlichen bis nach 30 Minuten ruhig; nach 46 Minuten sichtliche Merkmale eingetretener Unbequemlichkeit, die sich indeß nach einer weiteren halben Stunde, dem Ende des Versuches, nicht wesentlich steigern. Behandlung bleibt ohne späteren schädigenden Einfluß.
2. Doppel-Chromsaures Kali: 1 Gr.	Große Forelle	Der Versuch verläuft im wesentlichen übereinstimmend mit dem Chromalaun-Versuch 2, nur sind die Wirkungen heftiger als dort; das Thier leidet offenbar Schmerzen an den Kiemen, was durch krampfhaftes Aufreißen des Maules und Aufklappen und Sperren der Kiemendeckel sich documentirt; nach 10 Minuten in frisches Wasser, behält Seitenlage eine Zeit lang bei, erholt sich dann aber wieder, ohne daß dauernd schädigende Folgen bemerkt wurden.
XXII. 1. Schwefels. Natron: 1 Gr.	Große Forelle	Keine Symptome; nach 3 Stunden in fließendes Wasser.
XXIII. 1. Chlornatrium: 10 Gr.	Große Forelle	Nach 2 Stunden in der Minute 67 Athemzüge; nach 15 Stunden in fließendes Wasser.
2. » 10 »	Schleie	Keine Symptome; nach 14 Stunden heraus.
3. » 10 »	Schleie	Keine Symptome; nach etwa 21 Stunden heraus.
4. » 10 »	Schleie	Anfangs unruhig, bald still; heraus nach 21 Stunden.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
5. Chlornatrium: 10 Gr.	Schleie	Erst unruhig, bald still; heraus nach 19 Stunden.
6. » 5 »	Große Forelle	Keine Krankheitserscheinungen. Nach 2 Stunden 57 Athemzüge in der Minute; heraus.
7. » 1 »	Große Forelle	Keine Symptome; nach 2 Stunden 57 Athemzüge in der Minute; nach 15 Stunden heraus.
8. » 1 »	Schleie	Keine Symptome; heraus nach 14 Stunden.
9. » 0·3 »	Kleine Forelle	Keine Anzeichen; heraus nach 2 Stunden.
XXIV. 1. Chlorcalcium; 100 Gr.	Flußgrundeln (Gobio vulgaris)	Nach circa 1 Minute sämmtlich in dauernder Seitenlage; die kleinste zuerst; nach 4 Minuten in frisches Wasser; der schwächste Fisch nach 7 Minuten todt, der größte nach 31 Minuten.
2. » 100 »	Flußgrundeln (annähernd gleich groß)	Nach 1 Minute der eine, nach 3 Minuten der andere dauernde Seitenlage; nach 4 Minuten in frisches Wasser; nach 1 Stunde der eine, nach 1 Stunde 8 Minuten der andere todt.
3. » 100 »	Flußgrundeln (annähernd gleich groß)	Der eine nach 1 Minute Seitenlage; sogleich in frisches Wasser; todt nach $1^1/_4$ Stunden; der andere verblieb in der Lauge bis nach 20 Minuten, zu welcher Zeit ein Lebenszeichen nicht mehr bemerkbar war.
4. » 100 »	Kleine Weißfische (Alburnus lucidus)	Nach circa 2—3 Minuten beide in Seitenlage; nach 4 Minuten in frisches Wasser; nach 25 respective 30 Minuten todt; der kleine zuerst.
5. » 50 »	Lachse, Dotterträger	Sogleich sehr unruhig; nach 10 Minuten 1 Thier sicher todt; nach 12 Minuten bei keinem ein Lebenszeichen zu bemerken.
6 » 50 »	Flußgrundeln (1 größere und 2 nahezu gleichgroße kleinere)	Nach 5 Minuten der mittlere auf der Seite; nach 6 Minuten die beiden anderen; nach 10 Minuten in frisches Wasser; nach 1 Minute der kleinste todt, nach 9 Minuten der mittlere, nach 14 Minuten der größte.
7. » 50 »	Flußgrundeln	Nach 4—5 Minuten Seitenlage; nach 5 Minuten in frisches Wasser; nach 21 Minuten respective nach $^1/_2$ Stunde todt.
8. » 50 »	Weißfisch	Nach 2 Minuten Seitenlage; nach 5 Minuten in frisches Wasser; nach 50 Minuten todt.
9. » 50 »	Stichlinge (Gasterosteus aculeatus)	Nach 9—10 Minuten beide Seitenlage; die Thiere spreizen krampfhaft ihre Stacheln; nach 25 Minuten in frisches Wasser; nach 44—49 Minuten tritt der Tod ein.
10. » 25 »	Lachse, Dotterträger	Sogleich unruhig; nach 50 Minuten ein Fischchen zweifellos todt; nach 1 Stunde 15 Minuten alle Thiere todt.
11. » 25 »	Grundeln	Nach 25 Minuten Seitenlage; nach 40 Minuten in frisches Wasser. 1 Grundel nach 1 Stunde 26 Minuten todt; der Ueberlebende nach circa 12 Stunden scheinbar munter.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
12. Chlorcalcium: 25 Gr.	Weißfisch	Nach 25 Minuten Seitenlage; nach 40 Minuten in frisches Wasser; nach circa 12 Stunden todt.
13. » 25 »	Stichling	Nach 25 Minuten Seitenlage, erhebt sich manchmal wieder; nach circa 12 Stunden scheinbar munter.
(Wiederholungen dieses Versuches ergaben ähnliche Resultate, doch konnte mit voller Sicherheit nicht ermittelt werden, ob der Weißfisch empfindlicher als die Grundel oder umgekehrt, doch scheint der erste Fall im Allgemeinen der wahrscheinlichere. Der Stichling ist zweifellos sehr hart; auch sind Temperaturschwankungen auf ihn von minderem Einfluß, während der Weißfisch entschieden im wärmeren Wasser viel leichter absteht, ebenso die Grundel.)		
14. Chlorcalcium: 10 Gr.	Lachse, Dotterträger	Keine Symptome; nach 1 Stunde in frisches Wasser. Keine Schädigung für die nächsten 24 Stunden.
15. » 10 »	Grundeln	Kaum ängstlich in den Laugen; selbst bei einstündigem Verweilen wirkungslos; einmal starb nach letzterer Dauer, circa 3 Stunden nach Beginn des Versuches, 1 Grundel.
16. » 10 »	Weißfische	Kaum ängstlich in den Laugen; selbst bei einstündigem Verweilen wirkungslos.
17. » 10 »	Stichlinge	Kaum ängstlich in den Laugen; selbst bei einstündigem Verweilen wirkungslos.
(Wiederholungen entsprechender Versuche bei höheren Wärmegraden bestätigten insofern den Einfluß der Temperatur, als die Fische bei 17—20 Grad großes Unbehagen zeigten, respective nach verhältnißmäßig kurzer Zeit in Seitenlage gelangten.)		
18. Chlorcalcium: 10 Gr.	Große Forelle	Nach 2 Stunden in der Minute 50 Athemzüge. Nach 15 Stunden heraus.
19. » 10 »	Schleie	Schwimmt anfangs unruhig an der Oberfläche umher, beruhigt sich aber; nach 17 Stunden heraus.
20. » 10 » *)	Schleie	Schießt wild hin und her, schnappt heftig, beruhigt sich zeitweise, schwimmt wieder wild umher; nach 3 Stunden 2 Minuten kommt sie nach oben auf der Seite liegend, das Maul zum Wasser herausstreckend; ab und zu klappt sie mit den Kiemen; nach 3 Stunden 5 Minuten heraus in frisches Wasser, wo sie am Boden auf der Seite liegen bleibt; am dritten Tage morgens ist sie todt.
21. » 10 » *)	Schleie	Erst wie die vorige, beruhigt sich aber; heraus nach 21 Stunden; in reinem Wasser erholt sie sich scheinbar, kommt schnappend nach oben, fällt wieder zu Boden, wo sie liegen bleibt; bald nachher todt.

*) Bei 20 Grad C.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
22. Chlorcalcium: 10 Gr.*)	Schleie	Wie die vorigen. Am anderen Morgen, d. h. nach 16 Stunden 50 Minuten ist sie sehr träge, erhebt sich, auf die Seite gelegt, sehr langsam; nach $17^1/_2$ Stunden liegt sie halb auf der Seite am Boden; nach $17^3/_4$ Stunden schwimmt sie ein paar Mal schnell hin und her; nach 19 Stunden 55 Minuten fällt wie todt zu Boden; heraus in reines Wasser; dort bleibt sie auf der Seite liegen und ist nach circa 24 Stunden todt. Ein Controlfisch blieb 20 Stunden im Wasser von 20 Grad C. ohne Nachtheile.
23. » 5 »	Große Forelle	Nach 2 Stunden in der Minute 40 Athemzüge; heraus nach 2 Stunden 4 Minuten.
24. » 1 »	Große Forelle	Nach 2 Stunden 74 Athemzüge in der Minute (giebt die Hauptgräte und Schwanzflosse eines vor 4 Tagen gefressenen kleinen Lachses von sich); nach 15 Stunden heraus.
25. » 1 »	Schleie	Keine Symptome; nach 14 Stunden heraus.
26. » 0·5 »	Kleine Forelle	Keine Symptome; nach 5 Stunden in fließendes Wasser.
XXV. 1. Arsenige Säure: 0·1 Gr.	Große Forelle	Keine Symptome; nach 2 Stunden in fließendes Wasser.

*) Bei 20 Grad C.

XXVI. 1. Arsenigs. Natron:			1·0 Gr.	Ganz kleine Forellen	Schwimmen wild umher, beruhigen sich aber bald, anscheinend in Folge krankhafter Mattigkeit. Von Zeit zu Zeit krümmen sich die Thierchen krampfhaft. Nach kaum 2 Stunden lassen bei einzelnen die Kraftbewegungen sich nicht mehr wahrnehmen, sie scheinen einzugehen; nach $2^1/_2$ Stunden sind alle todt.
2.	»	»	1·0 »	Ganz kleine Lachse	Verlauf der Untersuchung genau wie bei 1.
3.	»	»	1·0 »	Forellen, Dotterträger	Verlauf der Untersuchung genau wie bei 1.
4.	»	»	1·0 »	Ganz kleine Forellen	Schwimmen wild umher; nach $^1/_2$ Stunde treten die Krampfbewegungen kaum noch auf, überaus matt und schwach; nach 40 Minuten sind Anzeichen des Lebens nicht mehr wahrzunehmen; jetzt in frisches Wasser gebracht zucken drei Fischchen nochmals, ohne aus dem Zustande der Asphyxie herauszukommen; nach 1 Stunde alles todt.
5.	»	»	1·0 »	Forellen, Dotterträger	Verlauf der Untersuchung genau wie bei 4.
6.	»	»	1·0 »	Lachse, Dotterträger	Verlauf der Untersuchung genau wie bei 4.
7.	»	»	0·5 »	Ganz kleine Forellen	Schwimmen ängstlich umher, athmen heftig; werden nach etwa 1 Stunde sichtlich matt; nach 2 Stunden 20 Minuten in frisches Wasser, nach 7 Stunden leben alle noch (nicht weiter beobachtet.)
8.	»	»	0·5 »	Lachse, Dotterträger	Verlauf der Untersuchung genau wie bei 7.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
9. Arsenigsaures Natron: 0·5 Gr.	Ganz kleine Forellen	Symptome wie oben; nach 2 Stunden ist kaum noch Lebensthätigkeit wahrzunehmen; in frischem Wasser erholen sie sich scheinbar sämmtlich.
10. » » 0·5 »	Forellen, Dotterträger	Symptome wie bei 7; nach 2 Stunden ist kaum noch Lebensthätigkeit wahrzunehmen; in frischem Wasser erholen sie sich scheinbar sämmtlich; nach 7 Stunden zwei Dotterträger ganz matt und krank, nach circa 18 Stunden werden diese zwei Thiere todt aufgefunden.
11. » » 0·5 »	Lachse	Symptome wie oben, ebenso der weitere Verlauf der Untersuchung.
12. » » 0·1 »	Schleie	Keine Symptome; heraus nach 17 Stunden.
13. » » 0·1 »	Ganz kleine Forellen	Anfangs etwas unruhig, beruhigen sich die Thiere bald, athmen aber sehr rasch und sind sehr matt; nach 4 Stunden in frisches Wasser, sind die Forellen nach circa 20 Stunden anscheinend munter.
14. » » 0·1 »	Forellen, Dotterträger	Symptome und Verlauf wie oben; nach circa 20 Stunden todt.
15. » » 0·1 »	Lachse, Dotterträger	Symptome und Verlauf wie bei 14.
16. » » 0·05 »	Ganz kleine Forellen	Keine krankhaften Symptome; nach $2^1/_2$ Stunden in frisches Wasser; nach fast 7 Stunden alle munter, ebenso nach circa 16 Stunden.
17. » » 0·05 »	Forellen, Dotterträger	Verlauf genau wie oben.
18. » » 0·05 »	Ganz kleine amerikanische Seeforellen	Keine Symptome; nach $2^1/_2$ Stunden ziemlich munter; in frisches Wasser, wie oben.
19. » » 0·05 »	Amerikanische Seeforellen, Dotterträger	Verlauf wie bei 18.
XXVII. 1. Arsens. Natron: 5 Gr.	Californischer Lachs	Bleibt vollständig ruhig; nach 1 Stunde in fließendes Wasser, nach circa 16 Stunden todt.
2. » » 1 »	Mittlere Forelle	Bleibt ganz ruhig; nach 1 Stunde hat sie einen Saibling, der mit ihr eingesetzt wurde, gefressen und giebt ihn später wieder von sich; nach 2 Stunden heraus in frisches Wasser, am dritten Tage Morgens todt.
3. » » 1 »	Ganz kleine Forellen	Keine Symptome; nach $2^1/_2$ Stunden noch alle munter; in frisches Wasser, leben am nächsten Tage noch.
4. » » 1 »	Forellen, Dotterträger	Verlauf der Untersuchung genau wie bei 3.
5. » » 1 »	Ganz kleine Forellen	Wie oben; nach 2 Stunden in frisches Wasser; nach circa 24 Stunden 1 Forelle todt.
6. » » 1 »	Forellen, Dotterträger	Wie oben; nach circa 24 Stunden 3 Dotterträger todt.
7. » » 0·5 »	Ganz kleine Forellen	Keine Symptome; nach $2^1/_2$ Stunden in frisches Wasser; leben am anderen Tage noch.
8. » » 0·5 »	Forellen, Dotterträger	Verlauf genau wie oben.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
2. Cyankalium: 0·005 Gr.	Schleie	Keine Symptome; nach 1 Stunde wurde die Lösung, welche anfänglich nur 0·002 Gr. enthielt, auf 0·005 gebracht; anfangs keine Anzeichen; nach 1 Stunde 33 Minuten schwimmt plötzlich wie wild umher, wird aber wieder ruhiger; nach 2 Stunden 28 Minuten steckt das Maul zum Wasser heraus; nach 3 Stunden 20 Minuten Seitenlage, bleibt so; nach 5 Stunden heraus, erholt sich mit der Zeit.
XXXI. 1. Rhodanammonium: 0·1 Gr.	Große Forelle	Keine Symptome; nach 1 Stunde in fließendes Wasser.
XXXII. 1. Gelbes Blutlaugensalz: 1 Gr.	Große Forelle	Keine Symptome; nach 1 Stunde in fließendes Wasser.
XXXIII. 1. Schwefelwasserstoff: 0·1 Gr.	Schleie	Schnappt unruhig, kommt nach oben; nach 11 Minuten Seitenlage; heraus in reines Wasser, erholt sich bald; nach 8 Tagen todt.
2. Schwefelwasserstoff 0·1 Gr.	Große Forelle	Sehr unruhig, schwimmt wild umher, springt in die Höhe; nach 5 Minuten auf dem Rücken; nach 24 Minuten todt.
3. » 0·01 »	Schleie	Gleich sehr unruhig; nach 7 Minuten kommt nach oben, das Maul aus dem Wasser steckend, später wieder am Boden, ganz ruhig; nach 3 Stunden heraus; die Lösung färbte Bleipapier nicht mehr; nach etwa 8 Tagen todt.
4. » 0·001 »	Große Forelle	Gleich sehr unruhig; schnappt, wird wieder ruhiger; nach 15 Minuten auf dem Rücken; in fließendes Wasser.
XXXIV. 1. Schwefelnatrium: 0·101 Gr.	Schleie	Kommt nach 1 Stunde luftschnappend nach oben; nach $9^3/_4$ Stunden auf der Seite; heraus, ziemlich stark entfärbt; erholt sich bald.
2. Schwefelnatrium 0·115 Gr.	Schleie	Gleich unruhig; nach 8 Minuten kommt nach oben, stößt Luft aus, entfärbt sich zusehends; nach 20 Minuten Seitenlage; heraus, erholt sich langsam. Die Lösung hatte jetzt noch 0·081 Gr. Tags darauf scheinbar gesund; nach 6 Tagen todt.
3. » 0·0505 »	Schleie	Kommt nach 1 Stunde nach oben, nach Luft schnappend, wird wieder ruhig; nach 10 Stunden heraus.
4. » 0·0526 »	Schleie	Gleich unruhig; nach 5 Minuten kommt nach oben, zuckt und schnappt heftig von Zeit zu Zeit; nach 50 Minuten kommt nach oben, Luftblasen ausstoßend, was von Zeit zu Zeit sich wiederholt, entfärbt sich stark; nach $2^1/_2$ Stunden Seitenlage; heraus, erholt sich allmählich. Am Ende des Versuches enthielt die Lösung noch 0·0303 Gr. Schwefelnatrium.
XXXV. 1. Schwefelkohlenstoff: 0 5 Gr.	Große Forelle	Schwimmt unruhig umher, nach 5 Minuten kommt schnappend nach oben; nach 7 Minuten auf dem Rücken; heraus in fließendes Wasser, bleibt anfangs liegen, erhebt sich nachher wieder; nach circa 24 Stunden wieder auf dem Rücken; nach circa 44 Stunden todt.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
XXXVI. 1. Petroleum: (5 Liter Wasser wurden mit Petroleum vollständig bedeckt)	Große Forelle	Keine Anzeichen; nach 4 Stunden heraus.
2. Petroleum: (5 Liter Wasser wurden mit Petroleum vollständig bedeckt)	Schleie	Keine Symptome; nach 20 Stunden heraus.
XXXVII. 1. Carbolsäure: 0·05 Gr.	Große Forelle	Schwimmt wild umher; nach 2 Minuten Seitenlage; nach 5 Minuten in fließendes Wasser.
2. » 0·05 »	Schleie	Nach 3 Minuten unruhig; schwimmt ruckweise hin und her; heftiges Zittern, als wenn sie sich schüttelte; kommt nach oben; nach 9 Minuten Seitenlage, Zuckungen, verdreht die Augen; nach 1 Stunde heraus; nach etwa 15 Stunden todt.
3. » 0·01 »	Große Forelle	Nach 5 Minuten unruhig, schwimmt wie toll umher, wird aber wieder ruhiger; nach 23 Minuten Seitenlage; gleich heraus in fließendes Wasser.
4. » 0·01 »	Schleie	Keine Symptome; nach 15 Stunden heraus.
5. » 0·005 »	Große Forelle	Nach 15 Minuten unruhig; nach 1 Stunde in fließendes Wasser.
6. » 0·005 »	Schleie	Keine Symptome; nach 15 Stunden heraus.

XXXVIII. 1. Theer: 10 Gr. (50 Gr. Theer in 5 Liter Wasser möglichst vertheilt)	Schleie	Unruhig; nach 11 Minuten schwimmt seitlich, steckt den Kopf zum Wasser heraus; nach 16 Minuten auf dem Rücken, sich hin und her bewegend; nach 28 Minuten heraus; bleibt auf dem Rücken liegen; nach 1 Stunde 18 Minuten hat sie sich erholt und von dem Theer, der an den Flossen, Kiemen 2c. haftete, befreit.
2. Theer: 0·2 Gr. (1 Gr. Theer in 5 Liter Wasser vollständig vertheilt)	Schleie	Bleibt zuerst ruhig, nach vier Stunden kommt sie nach oben und bleibt in schräger Stellung den Kopf aus dem Wasser steckend, ab und zu schnappend stehen; nach circa 18 Stunden behauptet sie noch diese Stellung und behält sie den Tag über bei; sie ist sehr matt; nach 28 Stunden heraus.
XXXIX. 1. Methylalkohol: 1 Gr.	Große Forelle	Keine Symptome; nach 2 Stunden heraus.
XL. 1. Aethylalkohol: 1 Gr.	Schleie	Keine Symptome; nach 2 Stunden heraus.
XLI. 1. Amylalkohol: 1 Gr.	Große Forelle	Bleibt vollkommen ruhig an einer Stelle; nach 3 Minuten Seitenlage; in fließendes Wasser, erholt sich bald.
2. » 1 »	Schleie	Schwimmt, sich krümmend, umher; steht dann still, senkrecht, den Kopf nach unten; nach 5 Minuten auf der Seite; in frisches Wasser; erholt sich bald.
3. » 0·1 »	Schleie	Keine Symptome; nach 14 Stunden heraus.
XLII. 1. Glycerin: 10 Gr.	Schleie	Keine Symptome; nach 16 Stunden heraus.
XLIII. 1. Oel: (5 Liter Wasser wurden mit Olivenöl fast vollständig bedeckt)	Schleie	Keine Symptome; nach 20 Stunden heraus.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
XXXVI. 1. Petroleum: (5 Liter Wasser wurden mit Petroleum vollständig bedeckt)	Große Forelle	Keine Anzeichen; nach 4 Stunden heraus.
2. Petroleum: (5 Liter Wasser wurden mit Petroleum vollständig bedeckt)	Schleie	Keine Symptome; nach 20 Stunden heraus.
XXXVII. 1. Carbolsäure: 0·05 Gr.	Große Forelle	Schwimmt wild umher; nach 2 Minuten Seitenlage; nach 5 Minuten in fließendes Wasser.
2. » 0·05 »	Schleie	Nach 3 Minuten unruhig; schwimmt ruckweise hin und her; heftiges Zittern, als wenn sie sich schüttelte; kommt nach oben; nach 9 Minuten Seitenlage, Zuckungen, verdreht die Augen; nach 1 Stunde heraus; nach etwa 15 Stunden todt.
3. » 0·01 »	Große Forelle	Nach 5 Minuten unruhig, schwimmt wie toll umher, wird aber wieder ruhiger; nach 23 Minuten Seitenlage; gleich heraus in fließendes Wasser.
4. » 0·01 »	Schleie	Keine Symptome; nach 15 Stunden heraus.
5. » 0·005 »	Große Forelle	Nach 15 Minuten unruhig; nach 1 Stunde in fließendes Wasser.
6. » 0·005 »	Schleie	Keine Symptome; nach 15 Stunden heraus.

XXXVIII. 1. Theer: 10 Gr. (50 Gr. Theer in 5 Liter Wasser möglichst vertheilt)	Schleie	Unruhig; nach 11 Minuten schwimmt seitlich, steckt den Kopf zum Wasser heraus; nach 16 Minuten auf dem Rücken, sich hin und her bewegend; nach 28 Minuten heraus; bleibt auf dem Rücken liegen; nach 1 Stunde 18 Minuten hat sie sich erholt und von dem Theer, der an den Flossen, Kiemen 2c. haftete, befreit.
2. Theer: 0·2 Gr. (1 Gr. Theer in 5 Liter Wasser vollständig vertheilt)	Schleie	Bleibt zuerst ruhig, nach vier Stunden kommt sie nach oben und bleibt in schräger Stellung den Kopf aus dem Wasser steckend, ab und zu schnappend stehen; nach circa 18 Stunden behauptet sie noch diese Stellung und behält sie den Tag über bei; sie ist sehr matt; nach 28 Stunden heraus.
XXXIX. 1. Methylalkohol: 1 Gr.	Große Forelle	Keine Symptome; nach 2 Stunden heraus.
XL. 1. Aethylalkohol: 1 Gr.	Schleie	Keine Symptome; nach 2 Stunden heraus.
XLI. 1. Amylalkohol: 1 Gr.	Große Forelle	Bleibt vollkommen ruhig an einer Stelle; nach 3 Minuten Seitenlage; in fließendes Wasser, erholt sich bald.
2. » 1 »	Schleie	Schwimmt, sich krümmend, umher; steht dann still, senkrecht, den Kopf nach unten; nach 5 Minuten auf der Seite; in frisches Wasser; erholt sich bald.
3. » 0·1 »	Schleie	Keine Symptome; nach 14 Stunden heraus.
XLII. 1. Glycerin: 10 Gr.	Schleie	Keine Symptome; nach 16 Stunden heraus.
XLIII. 1. Oel: (5 Liter Wasser wurden mit Olivenöl fast vollständig bedeckt)	Schleie	Keine Symptome; nach 20 Stunden heraus.

Neuerdings haben J. König und Haselhoff*) die Versuche Weigelts wiederholt und erweitert.

Die von König und Haselhoff angestellten Versuche über die Schädlichkeit der bei der Fäulniß auftretenden Stoffe auf die Fischzucht erstreckten sich auf Schwefelwasserstoff, freie Kohlensäure, Ammoniak und kohlensaures Ammon.

Das Verfahren, nach welchem die Versuche angestellt wurden, ist etwa folgendes:

Eine größere Anzahl von Fischen wurde in einem größeren Behälter von reichlich 1 Qm. Grundfläche bereit gehalten.

Der Versuch selbst wurde jedesmal mit zwei oder mehreren Fischen in kleineren Behältern von 50 Cm. Länge, 40 Cm. Breite und 30 Cm. Tiefe angestellt, die erst mit demselben Wasser angefüllt wurden, welches auch in dem größeren Behälter vorhanden war. Erst nach einem oder mehreren Tagen, nachdem sich die Versuchsfische an den neuen Aufenthalt gewöhnt hatten, wurde dasselbe Wasser, aber mit dem zu prüfenden Schädling versetzt, von unten allmählich in das Gefäß eingeführt, und nun das Verhalten der Fische beobachtet.

Bei den Weigeltschen Versuchen, deren Resultate in Vorstehendem aufgeführt sind, wurden die Fische plötzlich in das ihnen fremdartige, mit dem Schädling bereits versehene Wasser übergeführt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß hierdurch bedingte störende Einflüsse mit auf Rechnung des betreffenden Schädlings gesetzt wurden.

Bei den Versuchen von König und Haselhoff wurde der Gehalt des Behälterwassers an dem schädigenden Bestandtheil erst nach längerem Durchleiten ermittelt, und zwar erst dann, wenn darauf gerechnet werden konnte, daß das Wasser eine gleichmäßige Beschaffenheit angenommen hatte. Die Proben wurden mit Hilfe eines Stechhebers an verschiedenen Stellen aus jeder Wasserschicht der Tiefe nach ent-

*) Landwirthschaftliche Jahrbücher, Bd. 26, S. 75; Zeitschrift für angewandte Chemie, Jahrgang 1898, S. 531.

nommen, und der Gehalt während der Dauer des Versuches bei denjenigen Bestandtheilen, die sich leicht zersetzen, mehrfach controlirt.

Die erhaltenen Ergebnisse weichen von denen Weigelts etwas ab.

1. Weigelt fand, daß 1 Mg. Schwefelwasserstoff in 1 Liter Wasser schon eine deutliche schädigende Wirkung auf Forellen ausübt. König und Haselhoff fanden dagegen, daß diese Wirkung bei Karpfen und Schleien erst deutlich bei 8·0—12·0 Mgr. Schwefelwasserstoff im Liter auftrat. Fische, welche sich nur vorübergehend in solchem Wasser befanden, konnten sich wieder erholen.

2. Freie Kohlensäure blieb bei König und Haselhoffs Versuchen bei 65·9 Mgr. im Liter Wasser ohne Wirkung. Bei Weigelt sogar noch bei 75·0 Mgr. im Liter. Bei letzterem wurden 100 Mgr. Kohlensäure im Liter Wasser als schädlich gefunden. Bei König und Haselhoff dagegen erst 200 Mgr.

3. Das Ammoniak wurde in Mengen von 10—17 Mgr. in einem Liter Wasser von kleineren Fischen, und von großen Fischen sogar in Mengen von 30 Mgr. in einem Liter Wasser einige Zeit unbeschadet vertragen. Mehr wie 30 Mgr., und bei kleineren Fischen noch geringere Mengen, wirkten entschieden schädlich.

4. Für Ammoniumcarbonat wurde festgestellt, daß bei 176·0 Mgr. $CO_3(NH_4)_2 + 2\,CO_3HNH_4 = 38·0$ Mgr. NH_3 in 1 Liter Wasser, mit Sicherheit aber bei 458·7 Mgr. Ammoniumcarbonat gleich 98·9 Mgr. Ammoniak in einem Liter Wasser schädigende Einflüsse sich geltend machen. Weigelt hat dagegen gefunden, daß beinahe bei der zehnfachen Menge, nämlich bei 3 Gr. Ammoniumcarbonat, selbst bei halbstündiger Einwirkung eine Forelle nicht geschädigt wurde.

5. Bei Chlorammonium und Ammoniumsulfat begann die schädigende Wirkung bereits bei 0·5 Gr., sicher bei 0·8 bis 1·0 Gr. dieser Salze in einem Liter Wasser.

Weigelt stellte fest, daß außer den bei der Fäulniß auftretenden Fäulnißstoffen der Mangel an Sauerstoff für

die Fische gefahrbringend ist. König und Haselhoff prüften die Frage, bei welchem Sauerstoffgehalt Fische in einem Wasser noch fortkommen können, in der Weise, daß das Wasser in den Behältern, worin sich die Fische befanden, allmählich durch sauerstoffarmes Wasser ersetzt wurde. Letzteres wurde so zubereitet, daß eine bestimmte Menge Ferrosulfat darin gelöst, und dieses alsdann durch eine äquivalente Menge Kalk gefällt wurde. Das Wasser, welches mit dem Ferrohydroxyd mehrere Tage unter wiederholtem Umschütteln gestanden hatte, enthielt nur sehr wenig Sauerstoff.

In zwei Versuchen, bei welchen das eingeleitete Wasser einen Gehalt von 2·95 Cbcm. beziehungsweise 1·38 Cbcm. Sauerstoff im Liter hatte, litten die Fische keinerlei Schaden und zeigten auch keine krankhaften Erscheinungen. König giebt allerdings selbst zu, daß diese Versuche nicht ganz maßgebend sein können, da das sauerstoffarme Wasser in den offenen Behältern rasch Sauerstoff aus der Luft anzieht.

Bei Versuchen, welche von F. Hoppe-Seyler und C. Duncan nach dieser Richtung, jedoch mit Zugrundelegung einer anderen Versuchsanordnung angestellt wurden, wurde gefunden, daß Fische bei einem Sauerstoffgehalt von 2·2 Cbcm. in 1 Liter Wasser, d. h. von ein Drittel der für gewöhnlich in einem fließenden Wasser vorkommenden Sauerstoffmenge, noch unbeschädigt fortkommen. Wahrscheinlich liegt die Grenze, bei welcher Sauerstoffmangel im Wasser schädlich wirkt, noch niedriger.

Die Selbstreinigung der Flüsse.

Unter Selbstreinigung der Flüsse versteht man die Eigenschaft beziehungsweise Fähigkeit des Flußwassers, die von den Flüssen aufgenommenen organischen Substanzen allmählich in anorganische Verbindungen umzuwandeln. Zur Erklärung dieser Erscheinung nahm man früher an, es käme lediglich der in dem Flußwasser enthaltene und gebundene Sauerstoff hierbei in Betracht, und schrieb diesem eine ganz hervorragende chemische Activität zu. Diese ist ja auch thatsächlich eine wesentlich höhere bei dem im Wasser gelösten Sauerstoff als bei dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft. Wird beispielsweise ein durch organische Stoffe verunreinigtes Wasser in einem luftdicht verschlossenen Gefäß aufbewahrt, so nimmt mit fortschreitender Oxydation der organischen Substanz die Menge des gelösten Sauerstoffs ab. Indessen diese Ansicht, daß lediglich dem gelösten Sauerstoff die Schuld an der Reinigung des Abwassers beziehungsweise dem Verzehren der organischen Substanz zuzuschreiben sei, hat im Laufe der Jahre immer mehr Anhänger eingebüßt. Wir wissen heute, daß bei diesen Vorgängen außerdem in hervorragender Weise Mikroorganismen der verschiedensten Art betheiligt sind, und daß mit dem Verschwinden dieser Lebewesen auch die selbstreinigende Wirkung des Flußwassers auf ein Minimum reducirt wird. Die von verschiedenen Gelehrten durch exacte Untersuchungen erbrachten Beweise für die Richtigkeit dieser neueren Ansicht werden im weiteren Verlaufe dieses Abschnittes Erwähnung finden.

Der Erste, welcher experimentelle Untersuchungen über die selbstreinigende Eigenschaft der Flußwässer anstellte, war Frankland, und zwar wurden diese Untersuchungen ausgeführt im Auftrage der »Commission to inquire into the best means of preventing the pollution of rivers.«

In dem Bericht*), welcher über diese Untersuchungen der Pariser Akademie der Wissenschaften vorgelegt wurde, kommt die Commission zu der Ansicht, daß allerdings eine Oxydation der animalischen organischen Substanz der Schmutzwässer (Sewage) im Flußwasser vor sich geht, daß aber selbst bei erhöhter Temperatur dieser Vorgang sich sehr langsam abspielt. Man hielt es nach den eingehend mitgetheilten Versuchen mit Londoner Canalinhalt für erwiesen, daß die Oxydation der mit dem Zwanzigfachen ihres Volumens Wasser gemischten Sewage sich nicht während eines Laufes von 10—12 Meilen vollziehen kann. Die Commission kam zu dem Schluß, daß die Oxydation der organischen Substanz sich selbst bei einer sehr starken Verdünnung durch reines Wasser sehr langsam vollzieht, und daß es unmöglich ist, die Entfernung zu bestimmen, welche das Wasser zu durchlaufen hat, ehe die organische Substanz vollkommen oxydirt ist. In ganz Großbritannien giebt es nach Ansicht der Commission keinen Fluß, der lang genug wäre, eine vollständige Zersetzung der Sewage durch freiwillige Oxydation herbeizuführen. Man sah in dem Absetzen größerer Mengen der in Suspension befindlichen organischen und mineralischen Bestandtheile beziehungsweise Verunreinigungen den wesentlichsten Factor der Klärung, welche die mit Sewage verunreinigten Flüsse während ihres Laufes erfahren. Das Gesammturtheil der englischen Commission geht dahin, daß eine Selbstreinigung der Flüsse überhaupt nicht oder doch nur kaum angenommen werden kann.

Alexander Müller erkannte zuerst die wahren Ursachen der selbstreinigenden Wirkung des Flußwassers. Er äußert sich nach seinen Versuchen über die Selbstreinigung der Spüljauche**) Anfang der Siebzigerjahre folgendermaßen:

»Die Bestandtheile der Spüljauche sind wesentlich organischen Ursprungs, und demzufolge greift in der Spül-

*) Compt. rend., 1870, S. 1054. — König, a. a. O., S. 94.
**) Landwirthschaftliche Versuchsstationen, Bd. XVI, S. 263.

jauche ein kräftiger Fäulnißproceß Platz, durch welchen die organischen Stoffe in mineralische aufgelöst oder kurz »mineralisirt« und zur Ernährung einer neuen Pflanzengeneration geschickt gemacht werden. Dem oberflächlichen Beobachter erscheint der Vorgang als chemische Selbstentmischung; in Wirklichkeit aber ist sie vorwaltend ein Verdauungsproceß, in welchem die verschiedenartigsten, meist mikroskopisch kleinen, thierischen und pflanzlichen Organismen die organisch gebundene Kraft für ihre Lebenszwecke ausnutzen.« — — —

»Die Fäulniß der Spüljauche in ihren verschiedenen Stadien charakterisirt sich durch massenhaftes Auftreten von Spirillen, dann von Vibrionen (Schwärmsporen?), endlich von Schimmelpilzen — von da ab beginnt ein Wiederaufbau organischer Substanz mit der Ansiedelung des chlorophyllführenden Protococcus 2c.«.

Hulwa war der Erste, welcher an einem deutschen Fluß, nämlich der Oder, planmäßige Untersuchungen über die Selbstreinigung der Flüsse anstellte.

Zu jener Zeit wurden noch die gesammten Abwässer von Breslau ohne Weiteres in die Oder abgeführt. In Folge dessen hatte die Frage, inwieweit eine Verunreinigung derselben durch diese Abwässer herbeigeführt würde, ein großes Interesse. Wir geben nachstehend tabellarisch die Untersuchungsresultate Hulwas wieder, bemerken jedoch, daß die Untersuchungen in die vorbakteriologische Zeit fallen, und daß in Folge dessen die modernen Anschauungen über die Selbstreinigung bei denselben nicht berücksichtigt werden konnten.

Die Erklärung, welche Hulwa nach seinen in den nachstehenden Tabellen niedergelegten Versuchen und auf Grund seiner sonstigen Beobachtungen für die Selbstreinigung der Flüsse giebt, ist etwa folgende: Hauptsächlich betroffen werden von der reinigenden Wirkung des Flußwassers nach Maßgabe der Durchschnittsbefunde die unter Oxydirbarkeit, Ammoniak und Albuminoid-Ammoniak aufgeführten Zahlenwerthe (vgl. Tabelle auf S. 188—191). Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß mit der Länge des

Ort der Entnahme des Wassers	Allgemeine Beschaffenheit des Wassers	Chemischer Befund in 1 Liter											Bemerkungen
		Rückstand			Oxydirbarkeit			Ammoniak	Albuminoid-Ammoniak	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Chlor	Gesammthärte	
		Gesammt-Rückstand	Glühverlust	Glührückstand	Bedarf an Sauerstoff	Bedarf an Kaliumpermanganat	Berechnet auf organische Substanzen	Milligramm						
Durchschnitt des Wassers vom oberen Laufe der Oder unterhalb der Stadt Ohlau.	Getrübt. Mit schwachem, fremdartigem Geruch, schwach alkalisch.	155·0	29·0	126·0	2·68	10·58	52·9	0·07	0·047	1·00	Spuren	8·87	49·8	—
Am Wasserwerk (unmittelbar vor Eintritt in die Stadt Breslau).	Im Allgemeinen wenig getrübt, beim Stehen bald klar werdend, geruchlos, alkalische Reaction.	168·9	37·8	131·1	4·22	16·66	83·30	0·076	0·24	0 89	Spuren	8·78	50·8	—
Innerhalb Breslau vor Einmündung der Canäle.	Meist ziemlich getrübt; mit größerem Bodensatz, alkalische Reaction, Geruch zuweilen fremdartig.	172·3	39·0	136·7	4·42	17·46	87·3	0·203	0·24	0·72	Spuren	8·01	46·7	—
Unmittelbar hinter der Einmündung der Canäle innerhalb der Stadt Breslau.	Im Allgemeinen sehr trübe durch suspendirte Stoffe, alkalisch; sehr widerlichen Geruch zeigend.	532·8	179·2	353·6	24·87	98·25	491·25	10·34	2·98	0·85	0	29·76	60·6	Beim Veraschen entwickelt der Rückstand stets den Geruch nach versengenden Haaren. Harnstoffreaction.
In einiger Entfernung unterhalb der Canäle, wo die Mischung des Canalinhaltes mit dem Strome noch nicht vollständig erfolgt ist.	Im Allgemeinen trüb durch reichlich suspendirte Stoffe, meist faulig riechend je nach dem Wasserstande; alkalisch.	196·1	57·8	138·3	5·77	22·79	113·95	1·12	0·535	0·67	Stärkere Spuren	9·29	54·5	Auch hier beim Veraschen des Rückstandes Geruch nach verbrennenden Haaren. Zuweilen Harnstoffnachweis.

Ort der Entnahme des Wassers	Allgemeine Beschaffenheit des Wassers	Chemischer Befund in 1 Liter											Bemerkungen
		Rückstand			Oxydirbarkeit			Ammoniak	Albuminoid-Ammoniak	Salpeterfäure	Salpetrige Säure	Chlor	Gesammthärte	
		Gesammt-Rückstand	Glühverlust	Glührückstand	Bedarf an Sauerstoff	Bedarf an Kaliumpermanganat	Berechnet auf organische Substanzen	Milligramm						
Nach Austritt aus der Stadt Breslau und nach bereits erfolgter Mischung der Sielwässer mit dem Strome.	Von wechselndem Aussehen je nach dem Wasserstande; meist fremdartig riechend; alkalisch.	185·6	42·8	142·8	5·799	22·90	114·5	1·124	0·422	0·985	—	10·99	57·3	Beim Veraschen des Rückstandes noch deutlicher Geruch nach versengenden Haaren.
Bei Masselwitz 9 Km. unterhalb der Einmündung der Canäle.	Im Allgemeinen etwas reicher an suspendirten Stoffen als das Wasser oberhalb der Stadt. Geruchlos; schwach alkalisch.	179·0	43·3	135·7	4·35	17·19	85·95	0·48	0·33	0·87	Stärkere Spuren	10·411	54·1	Beim Veraschen des Rückstandes schwacher Geruch nach versengenden Haaren.
Bei Herrnprotsch nach Einmündung der Nebenflüsse Weide und Weistritz, circa 14 Km. unterhalb Breslau.	Getrübt und schwach opalisirend; geruchlos; schwach alkalisch.	194·0	28·0	166·0	5·84	23·068	115·34	0·175	0·30	1·50	Spuren	11·36	78·4	Veraschen des Rückstandes ohne sonderlichen Geruch.
Bei Dyherrnfurth, 32 Km. unterhalb Breslau.	Im Allgemeinen etwas stärker getrübt als das Wasser am Wasserwerk oberhalb Breslau, sonst nichts Abnormes.	185·4	34·2	151·2	4·32	17·06	85·30	0·154	0·226	1·28	Spuren	11·31	57·5	—
Durchschnittliche Zusammensetzung der Breslauer Sielwässer.	Sehr trübe, fauliger Geruch. Reaction alkalisch.	729·2	—	—	16·90	66·75	333·77	30·02	2·58	0	0	78·69	—	—

Stromlaufes eine mit dieser correspondirende stetige Verminderung dieser Factoren eintritt, welche vom Standpunkte des Chemikers aus nur durch eine langsame, aber beständig wirkende Oxydation durch den Sauerstoff der Luft bewirkt werden kann.

Der Versuch, einen positiven Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme zu finden, wurde in einer besonderen Versuchsreihe gemacht. Auf Grund der Erwägung, daß die nämlichen Veränderungen, denen das Wasser im Stromlaufe unterliegt, wenn dieselben von einer Oxydation herrühren, auch annähernd eintreten müssen bei längerem Stehen des Wassers unter Luftzutritt, wurden jene Wässer in ihren Ballons zwei Monate hindurch, oberflächlich verschlossen, sich selbst überlassen und alsdann von Neuem auf ihre Oxydirbarkeit geprüft. Dieselbe war thatsächlich nicht unerheblich zurückgegangen, und diese Erscheinung war alsdann die Veranlassung dazu, bei einer erneuten Analysenreihe die Prüfung nach längerem Stehen auch auf die anderen leicht veränderlichen Factoren auszudehnen. Hierbei ergab sich das wichtige Resultat, daß Oxydirbarkeit sowohl wie Ammoniak und Albuminoid-Ammoniak in ganz erheblichem Maße zurückgegangen waren, während die Salpetersäure eine gleichzeitige Vermehrung erfahren hatte. Während also auf der einen Seite die Oxydation der organischen Substanzen und der als Fäulnißproducte bekannten, unorganischen Verbindungen ganz analog derjenigen im Flusse selbst verlaufen war, bot sich in der Zunahme des Salpetersäuregehaltes ein auffallender Gegensatz zu den im Stromlaufe beobachteten Verhältnissen dar. Weder bei Masselwitz noch bei Dyherrnfurth konnten irgendwelche erheblicheren Mehrgehalte an Salpetersäure gefunden werden gegenüber dem oberhalb dieser Orte geschöpften Wasser. Der vorher als Stickstoff und Albuminoid-Stickstoff im Wasser vorgefundene Stickstoff muß demnach ohne Zweifel nach einer anderen Richtung hin verschwinden. Bringt man diese Erscheinung in Beziehung zu dem höheren und niederen vegetabilischen und animalischen Leben im Strome, so ist

einerseits anzunehmen, daß diese Lebensprocesse entweder nach vorhergehender Oxydation, oder auch ohne dieselbe jene Stickstoffverbindungen absorbiren und in Formen überführen, welche der analytischen Bestimmung entgehen. Andererseits besteht die Möglichkeit, daß entweder schon während des vegetativen Processes, oder auch beim Aufhören desselben durch die übrig bleibende organische Materie eine stetige Reduction der bereits gebildeten Oxydverbindungen des Stickstoffes zu elementarem Stickstoff erfolgt.

Neben dem Ammoniak und Albuminoid-Ammoniak kommen bei der Frage der Selbstreinigung eines Flusses und der dadurch herbeigeführten Aufbesserung des Wassers die organischen Substanzen überhaupt in Betracht. Es ist nach den bisherigen Versuchen kaum zu bezweifeln, daß diese Substanzen während ihres Aufenthaltes im Flußlaufe einer langsamen, aber ständigen Oxydation unterliegen, jedoch nicht in dem Sinne, daß sie gänzlich verschwinden. Franklands Arbeiten haben zur Genüge gezeigt, daß der Gehalt der Wässer an organischem Kohlenstoff sich nur in geringem Grade vermindert, mithin die Oxydation desselben nicht bis zur Bildung von Kohlensäure zu gedeihen scheint.

Der Schwerpunkt der ganzen Frage ist jedoch darin nicht zu suchen, denn die organischen Substanzen im Wasser erfahren bei dem Oxydationsvorgange so tiefgreifende Veränderungen, daß auch ihr physiologischer Charakter sich dementsprechend verändern muß, d. h. unschädlicher wird. Gerade in dieser Richtung dürfte der Ruf des Wassers als bestes Desinfectionsmittel begründet sein.

Von einer Reihe von Fäulnißorganismen ist bekannt, daß für sie eine irgendwie weitergreifende Oxydation mit dem Erlöschen der Lebensfunctionen verbunden ist. Mit Hilfe der chemischen Analyse sind diese Vorgänge natürlich nicht nachweisbar; statt dessen läßt sich durch die mikroskopische Prüfung feststellen, daß eine Reihe der für am verdächtigsten gehaltenen Organismen durch die Selbstreinigung des Flusses verschwindet.

Eine Selbstreinigung des Flußwassers in dem angedeuteten Sinne existirt wirklich. Indessen ist namentlich bei einer Anzahl englischer, in besonders hohem Maße verunreinigter Flüsse die Erfahrung gemacht worden, daß unter Umständen, mehr oder weniger wohl auch in Folge des Vorhandenseins von Abwässern aus chemischen Fabriken, welche die Oxydationsvorgänge und das Leben der Organismen feindlich beeinflussen, eine gewisse Grenze der Flußverunreinigung besteht, bei welcher die Selbstreinigung nicht mehr die fäulnißfähigen und fäulnißerregenden Stoffe im Stande ist zu beseitigen oder durchgreifend zu verändern, wo vielmehr Fäulnißprocesse stetig die Oberhand behalten. Das Wasser wird dadurch völlig untauglich zum Genusse und kann selbst durch die ausgedehnteste Filtration nicht hinreichend verbessert werden.

Nach den zur Zeit herrschenden Anschauungen*) wird ein Einfluß auf die Selbstreinigung der Flüsse folgenden Factoren zugeschrieben:

1. Der Thätigkeit lebender Zellen (Bakterien, grüne Algen ꝛc.);
2. dem Licht;
3. der Temperatur;
4. dem Zutritt des Sauerstoffs (Grad der Lüftung);
5. der Bewegung beziehungsweise der Erschütterung des Wassers;
6. der Länge des Flußlaufes;
7. der Sedimentirung;
8. der Verdünnung.

Bezüglich der Thätigkeit der lebenden Zellen sei auf das Vorstehende verwiesen.

Es ist natürlich, daß Licht und Temperatur geeignet sind, einen wesentlichen Einfluß auf die Thätigkeit der bei der Reinigung wirksamen Bakterien und sonstigen Lebewesen auszuüben.

*) Th. Weyl, Handbuch der Hygiene, Bd. II, S. 453.

Es giebt eine ganze Reihe von Bakterien, welche der keimtödtenden Kraft des Lichtes nicht widerstehen können. So überzeugte sich Buchner, daß das diffuse Tageslicht noch bis auf etwa 2 Meter Tiefe keimtödtend wirkt, wenn das Wasser ziemlich klar ist.

Dieudonnés Versuche haben ergeben, daß die blauen, violetten und ultravioletten Strahlen bezüglich der Abtödtung der Bakterien am wirksamsten sind.

Wenn Blasius und Beckurts bei ihren Untersuchungen über die Selbstreinigung der Ocker feststellten, daß durch eine Eisdecke die Selbstreinigung verhindert wird, so ist wohl einerseits neben dem Abschluß des Luftsauerstoffs die Abschwächung des Lichtes mit Schuld an dieser Beschränkung. Andererseits ist aber auch mit Sicherheit anzunehmen, daß die Temperatur dabei in Betracht kommt.

Bekanntlich ist der Keimgehalt des Flußwassers in der heißen Jahreszeit erheblich größer als im Winter. Nach den von einer Reihe von namhaften Forschern angestellten Versuchen über die nachtheilige Beeinflussung der Bakterien überhaupt und ganz besonders der pathogenen durch niedere Temperaturen ist mit Bestimmtheit anzunehmen, daß durch die Kälte auch die Selbstreinigung der Flüsse verlangsamt beziehungsweise eingeschränkt wird.

Daß Erschütterung und Durchlüftung des Wassers der Selbstreinigung förderlich sind, haben die eingehenden Untersuchungen von Pettenkofer und Prausnitz an der Isar bewiesen. Es wurde auf Veranlassung des Ersteren von Letzterem die Frage eingehend studirt, welchen Einfluß die Münchener Abwässer auf den Reinheitszustand der Isar ausüben. Durch zahlreiche Versuche wurde festgestellt, daß trotz der empfindlichen Verunreinigung, welche die Isar zunächst durch die Einführung der Münchener Abwässer erfährt, das Flußwasser bereits in der Nähe von Freising, also 30 Km. unterhalb Münchens, seinen ursprünglichen Reinheitsgrad wieder erlangt hat. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß diese verhältnißmäßig schnelle Selbstreinigung

ganz hervorragend dadurch unterstützt wird, daß das Isarwasser auf dieser Strecke zahlreiche Klippen und Felsvorsprünge passirt, an denen sich das Wasser stößt, eine kräftige Durchlüftung und damit eine außerordentliche Sauerstoffaufnahme erfährt. Die von Prausnitz stammende Tabelle auf Seite 197 giebt eine Uebersicht über die Zusammensetzung des Isarwassers zwischen München und Freising:

Wenn von Albert R. Leeds festgestellt wurde, daß das Wasser des Eriesee oberhalb und unterhalb der Niagarafälle die gleiche Zusammensetzung hat, so dürfte das bezüglich des vorerwähnten Einflusses der Durchlüftung kaum als Gegenbeweis gelten, da bei der überaus kurzen Zeit, welche das Wasser gebraucht, um den allerdings gigantischen Wasserfall zu passiren, eine chemische Veränderung, gleichviel durch welche Veranlassung kaum eintreten kann.

Es ist ganz natürlich, daß für die Selbstreinigung eines Flußlaufes eine gewisse Länge Weges erforderlich ist, während welcher den wirksamen Factoren Gelegenheit gegeben wird, die ihnen obliegende Arbeit auszuführen. Es ist bereits wiederholt darauf hingewiesen, daß die englischen Flüsse eine Selbstreinigung nicht aufweisen können, da sie für den Eintritt derselben zu kurz sind. Ganz besonders die biologischen Processe können sich in rasch strömendem Wasser nicht annähernd in dem Maße abwickeln, wie dies in einem langsam fließenden Gewässer möglich sein wird.

Hand in Hand mit den günstigeren Verhältnissen, welche den Mikroorganismen in einem langsam fließenden Fluß für die Selbstreinigung geboten werden, geht ein Vorgang, welchen Weyl mit Recht als uneigentliche Selbstreinigung der Flüsse bezeichnet. Es ist dies die Sedimentirung, d. h. das Zubodensinken der in dem Flußwasser schwebenden Bestandtheile.

Ueber den Einfluß, welchen die Sedimentirung auf die Selbstreinigung ausübt, sind von der englischen River-Pollution-Commission eingehende Studien angestellt worden.

Datum	Stunde	Entnahme-Stelle	Entfernung von München	pro Secunde		Verbrauch an Chamäleonlösung	Milligramm pro Liter			Salpetrige Säure	Bakterien per Cbcm.
				Geschwindigkeit	Cubikmeter		Chlor	Rückstand	Ammoniak		
			Km.	Meter							
1889											
12./I.	2 Uhr	Isar oberhalb München	—	1·48	35·57	3·02	3·3	208·8	0	0	134
13./I.	8·30	Hinter der Bogenhauserbrücke	1·0	—	—	12·64	4·38	250·4	0	0	10420
13./I.	9·30	Hinter der Einmündung des Eisbaches	3·1	—	—	10·64	5 1	260·0	0	Spur	14850
13./I.	11·30	Ismanning	13·0	—	—	10·99	4·5	256·8	Spur	0	9396
13./I.	2·00	Erching	22 0	—	—	5·66	4·5	252·4	0	0	4863
13./I.	3·30	Freising	30·0	—	—	5·82	3·9	—	0	0	3221

2. Isarwasser bei Freising unterhalb München zu verschiedenen Tageszeiten.

1889											
9./III.	8 Uhr Früh	Freising	—	—	—	9·6	gering	258	nachweisbar	Spuren*)	—
9./III.	2 Uhr Nachm.	Freising	—	—	—	9·5		252			—
9./III.	6 Uhr Abends	Freising	—	—	—	10·1		252			—

*) Salpetersäure ist nachweisbar.

Wir geben nachstehend eine Tabelle, welche die für die Flüsse Irwell, Mersey und Darwen gefundenen Werthe wiedergiebt:

Probe stammt	Von den suspendirten Stoffen fielen nieder in Procenten			Aus 100000 Theilen Wasser setzten sich ab
	Unorganische Stoffe	Organische Stoffe	insgesammt	
Aus dem Irwell nach einem Lauf von 11 englischen (= 17·6 deutschen) Meilen am 12. März 1868 . . .	47·8	50·0	48·6	1·36
Aus dem Irwell nach einem Lauf von 11 englischen (= 17·6 deutschen) Meilen am 11. Juni 1869 . . .	14·3	30·9	22·7	1·22
Aus dem Mersey nach einem Lauf von 13 englischen (= 20·8 deutschen) Meilen am 12. März 1869 . . .	10·6	13·3	12·0	0·14
Aus dem Darwen nach einem Lauf von 13 englischen (= 20·8 deutschen) Meilen am 10. März 1869 . . .	30·3	79·8	55·1	1·96

Prausnitz räumt auch der Sedimentirung bei der Selbstreinigung der Isar unterhalb Münchens einen wesentlichen Einfluß ein.

Mit dem niedersinkenden Schlamm werden naturgemäß mehr oder minder große Mengen von Bakterien mit niedergerissen. Ja selbst in einem Wasser, welches verhältnißmäßig frei von Schlammtheilen ist, findet im Stadium der Ruhe ein Zubodensinken der Bakterien statt. So stellte

van t'Hoff fest, daß in der Ruhe, in welcher sich die Maas vor Rotterdam in der Uebergangszeit zwischen Ebbe und Flut befindet, das Wasser 50 Procent weniger Bakterien enthält, als vorher oder nachher.

In dem Schlamm, welcher sich am Boden der Flüsse in Folge der Sedimentirung ansammelt, finden sich in großer Anzahl Bakterien. So wurden in dem Flußschlamm der Spree noch bis zu 10 Meter Tiefe lebende Bakterien gefunden. Eine Abtödtung der organisirten Verunreinigungen der Flüsse findet also durch die Sedimentirung nicht statt.

Eins der wirksamsten Mittel zur Herbeiführung der Selbstreinigung ist ohne Zweifel die Verdünnung. Dafür sprechen die Untersuchungen von Heider*) über das Donauwasser oberhalb und unterhalb Wiens und diejenigen von Steuernagel**) über das Rheinwasser bei Köln.

Mit Recht wird von Weyl darauf hingewiesen, daß sich bei der Beurtheilung der Frage, ob eine Selbstreinigung innerhalb eines gewissen Abstandes thatsächlich eingetreten ist oder nicht, allerhand Fehlerquellen einschleichen. Dahin gehört vor allen Dingen die Unmöglichkeit, gleichartige Proben für die chemische und bakteriologische Untersuchung des Flußwassers entnehmen zu können. Das Flußwasser hat in einer senkrecht zum Flußlauf gelegten Ebene nicht immer die gleiche Zusammensetzung, selbst wenn man die in gleicher Tiefe, aber in verschiedenem Abstand von dem Ufer geschöpften Proben mit einander vergleicht.

Als Beispiel hierfür ist die umstehende Tabelle geeignet, welche die von Precht und Spielberg***) für die Zu-

*) Heider, Das österreichische Sanitätswesen, 1893, Nr. 31. — Weyl, Handbuch der Hygiene, Bd. II, S. 460.

**) Steuernagel, Gesundheitsingenieur, 1893, Nr. 15. — Weyl, a. a. O. S. 463.

***) Precht und Spielberg, nach Ferdinand Fischer, Das Wasser, 1891, S. 137. — Weyl, a. a. O. S. 463.

sammensetzung des Elbwassers bei Magdeburg gefundenen Werthe wiedergiebt.

	Buckau		Elbe oberhalb Barby		
	links	rechts	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer
Chlornatrium	221	31	—	—	—
Chlorkalium	16	8	—	—	—
Chlormagnesium	13	0	—	—	—
Kohlensaure Magnesia	48	23	—	—	—
Kohlensaurer Kalk	39	44	—	—	—
Schwefelsaurer Kalk	103	39	—	—	—
Kieselsäure	8	3	—	—	—
Eisenoxyd und Thonerde	1	1	—	—	—
Kohlensaures Natron	0	8	—	—	—
Glührückstand	422	140	—	—	—
Glühverlust	84	36	165	132	47
Suspendirte Stoffe	—	—	20	16	10
Oxydirbarkeit	—	—	4·9	5·2	5·4
Chlor	—	—	188	96	16
Kalk	—	—	34	38	23
Magnesia	—	—	—	—	—
Bakterien	—	—	6300	1550	450

Das Loos der in der Spüljauche enthaltenen Keime nach Einleitung der Spüljauche in einen Flußlauf.

Vielfach ist in Laienkreisen die Ansicht verbreitet, daß alle Bakterien, welche dem menschlichen Körper entstammen, gefährlich beziehungsweise krankheitserregend seien; besonders nimmt man dies an von den mit den Fäcalien ausgeschiedenen Bakterien. Daß dem aber nicht so ist, daß vielmehr die weitaus überwiegende Zahl dieser Bakterien nicht pathogen ist, sondern den sogenannten Saprophyten angehört, ist dem Fachmanne bekannt. Trotzdem wird von vielen Hygienikern der Standpunkt vertreten, daß die städtischen Abwässer, bevor sie in einen Flußlauf eingeleitet

werden, gerade wegen der darin eventuell enthaltenen Krankheitskeime in befriedigender Weise desinficirt werden müssen. Es ist freilich bisher noch nicht häufig gelungen, den einwandsfreien Nachweis für eine Verschleppung von Infectionskrankheiten durch einen Flußlauf zu erbringen.

Es ist selbstverständlich, daß hier nur diejenigen pathogenen Bakterien in Betracht kommen, welche die Eigenschaft haben, Epidemien zu erzeugen. Diese Eigenschaft besitzen in unserem Klima nur die Erreger des Typhus und der Cholera.

Von dem Cholerabacillus ist nachgewiesen, daß er sich 21 Tage lang im Wasser lebensfähig erhält, ohne an seiner Virulenz Schaden zu nehmen. Die Versuche sind allerdings nur im Laboratorium ausgeführt, so daß es immer noch fraglich erscheint, ob in dem Wasser eines offenen Flusses nicht weniger günstige Bedingungen geboten sind, als in einem geschlossenen Gefäße im Laboratorium. Aber selbst, wenn auch in einem offenen Flußlaufe die Dauerhaftigkeit der Choleravibrionen nicht ganz so groß ist, wenn auch nicht ganz 20 Tage dazu gehören, um die Keime abzutödten, so ist doch anzunehmen, daß sicherlich einige Tage lang den Choleraerregern ihre volle Lebenskraft erhalten bleibt.

Wir erinnern an dieser Stelle an das Auftreten der Cholera in der Irrenanstalt Nietleben bei Halle im Jahre 1892. Lange Zeit war man sich über den Zusammenhang der in Nietleben auftretenden Fälle mit der Hamburger Epidemie nicht im Klaren, bis von einer Seite darauf aufmerksam gemacht wurde, daß mit großer Wahrscheinlichkeit verseuchtes Elbwasser, welches als Kielwasser von den Elbkähnen flußaufwärts mit verschleppt war, die Schuld allein trug.

Der Typhusbacillus hat im Wasser eine gleich große Dauerhaftigkeit, wie der Cholerabacillus, und die Verschleppung des Typhus durch Wasser, sei es nun Brunnenwasser oder Flußwasser, ist in vielen Fällen beobachtet und als unbedingt sicher erwiesen worden. Es giebt eine Reihe

von Städten, in denen der Typhus nie erlischt. Aber nur in wenigen dieser Städte hat man sich bis dahin bemüht, nach Möglichkeit die durch mangelhafte Beseitigung der Dejecte der Kranken bedingte Uebertragung auszuschließen.

Von den Anhängern der Einleitung des ungereinigten Canalwassers in die Flußläufe wird bezüglich der Krankheitskeime in der Regel die Ansicht vertreten, daß im Kampf ums Dasein die pathogenen Bakterien von den in weitaus größerer Anzahl vorhandenen Saprophyten überwuchert beziehungsweise vernichtet werden. Sicherlich werden gleich den übrigen Keimen die pathogenen im Verlaufe des Selbstreinigungsprocesses des Flusses an Zahl abnehmen. Daß aber ein directes Ueberwuchern der einen Art durch die andere immer eintreten muß und allein den Untergang der in der Minderzahl vorhandenen pathogenen Keime bewirken soll, ist wohl kaum mit Recht anzunehmen. Es ist ebenso wahrscheinlich, daß die verhältnißmäßig geringe Anzahl der Krankheitskeime in einem Flußwasser denselben zu wenig Gelegenheit bietet, wieder mit dem menschlichen Organismus in Berührung zu kommen, und daß deshalb die Zahl der Fälle, in denen durch Genuß von inficirtem Wasser eine Weiterverbreitung der Krankheit hervorgerufen wird, nur relativ gering ist.

Unter allen Umständen berechtigen die bisherigen Beobachtungen auf diesem Gebiete zu der Forderung, daß die Canalwässer in den Zeiten, wo Epidemien in einer Stadt herrschen, vor ihrer Einleitung in öffentliche Flußläufe desinficirt werden.

In früherer Zeit, wo man für diesen Zweck fast ausschließlich Kalkmilch verwendete, war eine solche Forderung ziemlich lästig; nachdem aber neuerdings der Beweis erbracht ist, daß Chlorkalk in weit geringerer Menge als Kalkmilch angewendet, eine viel größere keimtödtende Kraft hat, erscheint die Forderung nicht mehr unbillig.

Die Reinigung der städtischen Spüljauche durch Berieselung.

Die Reinigung der städtischen Spüljauche durch Berieselung ist in Deutschland schon seit lange im regelrechten Gebrauch. Nach Doerisch*) wird in Bunzlau in Schlesien das Abwasser der Stadt, dem allerdings die menschlichen Auswurfstoffe nur in beschränktem Maße zugeführt werden, schon seit dem Jahre 1559 durch Berieselung gereinigt. Der Inhalt der Canäle, in welche auch die menschlichen Auswürfe von etwa fünfzig bebauten Grundstücken eingeleitet werden, wird unter Benutzung eines natürlichen günstigen Gefälles den sogenannten Lohgärten zugeführt und hier zur Berieselung einer etwa 15 Hektar haltenden, mit Obstbäumen und Gras bestandenen Fläche benutzt.

Der erste, historisch verbürgte Versuch der Berieselung fällt in das XII. Jahrhundert.

In Edinburg wird seit dem Jahre 1760 ein Theil des Canalwassers auf den am Meere gelegenen Craigentinny-Wiesen verrieselt. Seitdem hat in England die Zahl der Städte, welche Rieselfelder für die Reinigung ihrer Abwässer eingerichtet haben, erheblich zugenommen. So konnte die im Jahre 1868 eingesetzte Commission zum Studium der Flußverunreinigung in England in einem im Jahre 1870 gegebenen Berichte schon 13 größere oder kleinere Rieselanlagen für städtische Abwässer aufführen. Nach einem dem Parlamente im Jahre 1873 erstatteten Bericht reinigten damals 44 Städte mit zusammen 548000 Einwohnern ihre Abwässer durch Berieselung. In neuerer Zeit scheint dann allerdings ein Stillstand in dieser Beziehung eingetreten zu sein, denn im Mai 1895 beziffert

*) Doerisch, Beschreibung der Wasserversorgung, Canalisation und Rieselflächen der Stadt Bunzlau, 1883.

Röchling*) die Zahl der mit Rieselanlagen ausgestatteten Städte Englands nur noch auf 42. Schuld daran ist sicherlich die dort herrschende Schwierigkeit, geeignete Landflächen zum Rieseln zu beschaffen.

Auf dem europäischen Continent ist die Einrichtung von Rieselfeldern nur von einer verhältnißmäßig beschränkten Zahl von Städten durchgeführt worden. In Deutschland haben größere Rieselanlagen die Städte Berlin, Danzig, Breslau und Charlottenburg; ferner wird der Canalinhalt verrieselt in Schöneberg bei Berlin, Rixdorf bei Berlin, und wie im Anfang dieses Capitels bereits erwähnt, in Bunzlau in Schlesien. Weitere Rieselanlagen sind in der Ausführung begriffen in Magdeburg und in Braunschweig.

In Frankreich hat Paris Rieselfelder eingerichtet, und zwar wird das gesammte Canalwasser den an der Seine unterhalb Paris gelegenen Ebenen von Gennevilliers und Achères zugeführt.

Da zur Zeit anerkanntermaßen die Reinigung der Spüljauche durch Berieselung als das wirksamste aller in Vorschlag gebrachten und im Gebrauch befindlichen Reinigungsverfahren zu bezeichnen ist, dürfte eine eingehende Besprechung dieses Verfahrens angezeigt sein.

Die erste Veranlassung zu einem Versuche, mit Unrath in mehr oder weniger belangreichem Umfange beladene Abwässer durch Bodenfiltration beziehungsweise Bodenberieselung zu reinigen, hat ohne Zweifel die schon im Alterthume, namentlich bei den Aegyptern gebräuchliche Berieselung der Aecker und Ländereien mit Flußwasser gegeben. Man konnte sich leicht überzeugen, daß ein durch fäulnißfähige oder faulige Stoffe verunreinigtes Abwasser durch Bodenfiltration nicht allein von den in ihm suspendirten Theilchen befreit wurde, sondern daß auch eine Entfärbung eintrat, und der im Anfang vorhandene üble Geruch verschwand. Wurde ein und derselben Bodenfläche

*) Th. Weyl, Handbuch der Hygiene, Bd. II, S. 327.

zu viel oder zu häufig Schmutzwasser zugeführt, so nahm die reinigende Wirkung nach und nach ab, ja, sie hörte wohl gar ganz auf. Nach einer relativ kurzen Zeit der Ruhe erholte sich der Boden jedoch wieder und konnte alsdann weiter zur Reinigung neuer Mengen von Schmutzwasser benutzt werden.

Die sich bei der Berieselung im Boden abspielenden Vorgänge.

Die offenbar nicht nur rein mechanischen Vorgänge, welche sich hierbei im Erdboden abspielen, waren indessen zunächst nur ihrer Wirkung nach bekannt. Inwieweit und in welcher Weise die unorganischen, organischen und organisirten Bestandtheile des Bodens chemisch wirken, darüber konnte man sich befriedigende Auskunft zu jener Zeit noch nicht geben. Erst die Arbeiten jener englischen Flußverunreinigungscommission lieferten vor etwa einem Vierteljahrhundert die ersten wissenschaftlichen Grundlagen für die Abwässerreinigung durch Berieselung. Die Resultate, welche durch diese Arbeiten gezeitigt wurden, regten dann namhafte Männer der Wissenschaft an, dieser so bedeutsamen Frage näher zu treten; und heute sind dank den Forschungen dieser Männer die Vorgänge, welche sich bei der Mineralisirung der organischen Schmutzstoffe im Boden abspielen, soweit klargestellt, daß man in der Lage ist, den dabei wichtigen Factoren in der Praxis in jeder Weise Rechnung zu tragen.

Seit lange wußte man, daß der Boden die Fähigkeit besitzt, die sogenannten Pflanzennährstoffe, Kali, Ammoniak und Phosphorsäure zu fixiren, sie chemisch zu binden. Soyka, Otto und Falk fanden, daß dem Boden die gleiche Wirkung noch für eine Reihe anderer, durchweg organischer Stoffe eigen ist. Es wurde von ihnen constatirt, daß auch die Alkaloide, Strychnin, Nicotin, ferner Indol, Thymol und die ungeformten Fermente vom Boden absorbirt werden.

Sehr unterschiedlich sind die Erklärungen, welche die verschiedenen Forscher für diese entgiftende Eigenschaft des Bodens geben. Falk und Otto gelangen zu dem Schlusse, daß es sich um Absorptionsvorgänge im Boden handelt. Hoppe-Seyler führt diese Erscheinung auf Reductionsvorgänge zurück, welche durch nascirenden Wasserstoff eingeleitet werden. Soyka endlich fand, daß beim Strychnin und Chinin zunächst eine Zersetzung zu Ammoniak eintritt, welches darauf eine Oxydation erfährt, deren Endproduct Salpetersäure ist.

Ein wichtiger Bestandtheil der städtischen Schmutzwässer ist der Harnstoff. Derselbe wird vom Boden direct nicht absorbirt. Vielmehr muß erst eine Umwandlung beziehungsweise Zersetzung desselben in kohlensaures Ammoniak eintreten. Letzteres wird in den oberen Bodenschichten gebildet und kann sodann von dem Boden aufgenommen und weiter verarbeitet werden.

Wir haben es also neben der absorbirenden Eigenschaft des Bodens mit einer zersetzenden und oxydirenden Wirkung desselben zu thun, und zwar erstreckt sich dieselbe nicht nur auf den Stickstoff, sondern auch auf den Kohlenstoff der organischen Substanzen der Spüljauche.

Der modernen Bakteriologie, welche sich unter Robert Kochs Aegide zu so ungeahnten Erfolgen entwickelte, war es vorbehalten, den Nachweis zu erbringen, daß alle diese Vorgänge in erster Linie auf das Vorhandensein und die Thätigkeit von Mikroorganismen zurückzuführen sind. Bei der Ueberführung der organischen Stoffe in Wasser, Kohlensäure, Ammoniak, salpetrige und Salpetersäure, kurz bei dem ganzen Abbau handelt es sich um Lebensäußerungen jener kleinsten Lebewesen, welche in Folge dessen für ihre Existenz und ihre Thätigkeit die besten Bedingungen fordern können, wenn anders von einer dauernd wirksamen Reinigung des Abwassers die Rede sein soll. Die durch das mikrovegetative Leben entstehenden löslichen Producte werden theils absorbirt beziehungsweise vom Boden chemisch gebunden, theils werden sie von den weiter dem Boden zu-

geführten Abwassermengen mitgeführt und in den Untergrund gespült, d. h. durch die Drainröhren abgeleitet. Letzteres gilt namentlich von der höchsten Oxydationsstufe des Stickstoffes, der Salpetersäure.

Einfluß der Art des Bodens auf die Reinigung des Schmutzwassers.

Bei der Einrichtung von Rieselfeldern ist die richtige Wahl des Rieselandes hinsichtlich seiner chemischen, physikalischen und geologischen Beschaffenheit von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Da der Boden des Rieselfeldes als Filter dienen soll, so muß ihm in erster Linie eine gewisse Durchlässigkeit eigen sein. Ganz undurchlässige Thonböden sind für Rieselzwecke ungeeignet, und schwere thonige Böden nur dann verwendbar, wenn sie nur schwach belastet werden. Das beste Rieselland liefert ein humoser Sandboden, eventuell mit mehr oder weniger lehmigen Beimengungen.

Von wie großer Wichtigkeit die humosen Beimengungen im Sandboden für die in Frage stehenden Zwecke sind, beweisen die Anfänge der Berliner Rieselfelder. Hier fehlte zu Anfang der Humusgehalt im Boden, weshalb auch die Wirkung der Rieselung zunächst nicht so befriedigte wie später, nachdem der Boden durch die Verwesung der Pflanzenreste einen gewissen Humusgehalt bekommen hatte.

In Danzig wurden die Rieselfelder auf ganz sterilem Dünensand angelegt. In den ersten Jahren ihres Bestehens zeigten dieselben keine Spur von Nitrifikation des Stickstoffs; auch hier trat erst im Laufe der Jahre eine Wandlung ein, über welche Degener interessante Mittheilungen macht in seinem auf der im November 1898 in Leipzig tagenden Versammlung des »internationalen Vereins für Reinhaltung der Flüsse, des Bodens und der Luft« gehaltenen

Vortrag.*) Degener fand bei näherer Untersuchung des ungerieselten Danziger Dünensandes denselben durchweg mit Braunkohle durchsetzt und erfuhr bei eingehenden Erkundigungen, daß derartiger kohliger Sand an vielen Stellen der Ostseeküste unter der Bezeichnung »Fuchssand« bekannt ist. Die Braunkohle erwies sich bei näherer Untersuchung als jüngeren Datums und löste sich in Ammoniak größentheils mit dunkler Farbe auf. Eine gleichzeitig entnommene Probe längere Zeit berieselten Dünensandes enthielt diese lösliche Braunkohle nicht mehr, dagegen fast schwarze kohlige Partikelchen, welche sich fast gar nicht mehr in Ammoniak lösten, aber doch in Natronlauge, wenngleich mit hellerer Farbe als jene Braunkohlenpartikelchen des ungerieselten Dünensandes. Es war also im Laufe der Zeit offenbar eine Veränderung in chemischer Beziehung mit der humosen Substanz vor sich gegangen. Dieselbe war weiter oxydirt und hatte an Reductionsvermögen, welches ihr offenbar zu Anfang eigen war, verloren. Dementsprechend zeigt auch ein Vergleich der Analysen von Danziger Rieselwässern aus den ersten Zeiten mit denen aus den letzten Decennien des vorigen Jahrhunderts die auffallende Thatsache, daß früher der Stickstoff nur in Form von Ammoniak vorhanden war und Salpetersäure gänzlich fehlte. Später trat dann jenes in geringerer Menge auf, während große Mengen von salpetriger und Salpetersäure nachzuweisen waren. Der Grund für das frühere Ausbleiben der Nitrifikation ist mit Sicherheit auf die reducirende Wirkung der Braunkohle zurückzuführen.

König**) hat, um die Bedeutung, welche die Bodenart für die Berieselung hat, klar zu stellen, Versuche auf kleinen Versuchswiesen angestellt. Hierbei wurden folgende Bodenarten berücksichtigt:

---

*) Separatabdruck aus der hygienischen und gesundheitstechnischen Zeitschrift »Gesundheit«. Leipzig bei F. Leineweber.

**) Landwirthschaftliche Jahrbücher, 1893, S. 232; König, Verunreinigung der Gewässer, 2. Aufl., Bd. I, S. 274.

1. Moorboden,
2. Kalkboden,
3. Lehmboden,
4. Sandboden.

Bei den Versuchen wurde das durchgesickerte Wasser zunächst direct nach jeder Rieselung untersucht. Sodann fand aber auch eine Untersuchung des durch Regen in der Zwischenzeit gebildeten Drainwassers statt, um die Oxydation der Jauchenstoffe fortgesetzt zu verfolgen.

Es wurden im Mittel von vier Versuchsreihen folgende Stoffe (siehe S. 210) in einem Liter Wasser gefunden:

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß beim Rieseln eine starke Abnahme der Spüljauche an Kali, Phosphorsäure, organischen Stoffen, an organischem und Ammoniakstickstoff, beim Durchsickern durch den Boden eine verhältnißmäßig schnelle Oxydation des organischen und Ammoniakstickstoffs zu Salpetersäure stattfindet.

Diese Abnahme ist am stärksten beim Sandboden, am schwächsten beim Moorboden. Kalkboden und Lehmboden stehen zwischen beiden.

Die stärkste oxydirende und nitrificirende Wirkung hat demnach der Sandboden.

Die gleiche Ueberlegenheit des Sandbodens in der Nitrifikation des aufgenommenen Ammoniak- und organischen Stickstoffes, sowie in der Oxydation der organischen Stoffe ist ersichtlich aus den bei der Untersuchung des durch Regen in der Zwischenzeit gebildeten Sickerdrainwassers erhaltenen Zahlen.

Die Folgen zu häufigen Rieselns.

Es bedarf eigentlich keines Beweises dafür, daß man dem Boden nicht unbegrenzte Mengen von Schmutzwasser zuführen darf. Es ist unbedingt erforderlich, daß man dem Boden nach der Durchfeuchtung mit Abwasser, welches in mehr oder minder hohem Maße mit fauligen und fäulniß-

Bodenart	Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff	Kohlensäure	Kalk	Magnesia	Kali	Natron	Chlor	Salpetersäure	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Ammoniak-Stickstoff	Organischer Stickstoff
	Milligramm											
I. Auffließendes Wasser	152·2	490·7	122·4	15·5	66·3	99·2	134·4	18·8	63·2	14·0	119·8	31·0
II. Sickerdrainwasser während der Berieselung:												
Moorboden .	14·2	106·5	121·0	18·5	29·2	56·5	111·9	81·0	55·1	0—1·3	Spur—12·7	
Kalkboden .	13·8	225·7	177·7	13·8	33·5	55·7	91·4	86·0	58·6	0—1·3	» —12·4	
Lehmboden .	12·7	236·5	196·2	14·8	23·7	59·0	97·6	85·2	52·0	0—1·0	» — 7·3	
Sandboden .	10·5	107·1	116·4	13·9	20·8	54·1	92·8	114·8	49·2	0—0·5	» — 9·1	
III. Regensickerwasser in der Zwischenzeit zwischen den einzelnen Rieselungen:												
Moorboden .	12·4	81·5	173·9	17·9	37·5	81·0	113·5	272·1	57·2	—	—	—
Kalkboden .	13·1	174·1	291·9	22·9	37·0	76·4	94·0	352·4	59·1	—	—	—
Lehmboden .	8·4	197·9	275·0	19·0	29·1	66·9	85·8	277·0	60·5	—	—	—
Sandboden .	7·1	89·3	240·5	30·0	28·2	91·5	85·5	412·9	54·6	—	—	—

fähigen Stoffen beladen ist, eine gewisse Zeit gönnt zur Verdauung und Verarbeitung dieser Stoffe.

Wird dies versäumt, so erfolgt eben eine Reinigung des Abwassers nicht; vielmehr gehen die Schmutzstoffe unverändert in die Drainwässer über.

Nach eingehenden Versuchen, welche Soyka*) nach dieser Richtung angestellt hat, kommt derselbe zu dem Schluß, daß die selbstreinigende Wirkung des Bodens an gewisse Bedingungen geknüpft ist, welche er in folgenden Sätzen zusammenfaßt:

1. Der Boden muß behufs Filtration hinreichend durchlässig sein, aber wiederum nicht so durchlässig, daß die Flüssigkeit den Boden zu rasch durchdringt und zu wenig von derselben innerhalb der Bodenporen zurückbleibt; der Boden muß also neben der Absorptionsfähigkeit auch eine gewisse Wassercapacität besitzen und andererseits genügend Luft, um die Oxydationsvorgänge zu ermöglichen.

2. Wesentlich scheint auch ein Wechsel in der Durchfeuchtung zu sein, weshalb gerade bei der intermittirenden Filtration die besten Resultate erzielt werden. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Intermission auch wirklich ihren Zweck erfülle, daß hierdurch genügend Zeit gewährt wird zur Beendigung des Processes, so daß die nun zugeleitete Flüssigkeit mit die Aufgabe übernehmen kann, die gebildeten Zersetzungsproducte bereits wieder auszulaugen. Sonst kann ja leicht der Fall eintreten, daß die absorbirten und nicht genügend zersetzten Stoffe allmählich cumuliren und zur Uebersättigung, zur Insufficienz des Bodens führen.

3. Die Concentration der zu reinigenden Flüssigkeit muß eine entsprechend geringe sein. »Nicht blos, daß durch eine größere Concentration die Zersetzungsvorgänge verzögert und in der Weise erschwert werden, daß die Intervalle, in denen die Filtration vorgenommen wird, größere sein müssen, soll nicht alsbald eine Sättigung und Ueber-

*) Archiv für Hygiene, 1887, S. 281; König, a. a. O. Bd. II, S. 276.

sättigung des Bodens eintreten; es kann auch durch zu große Concentration die Umwandlung des Bodens vollständig aufgehoben werden.«

Die Drainirung der Rieselfelder.

Eine zweckmäßige Entwässerung wasserreicher Rieselfelder und Wiesen ist schon lange gebräuchlich. Schon ehe man die jetzt allgemein verwendeten Thonröhren kannte, wurde eine ähnliche unterirdische Entwässerung dadurch erzielt, daß man auf den betreffenden Ackerstücken bis zu der nothwendigen Tiefe Gräben aufwarf, welche man alsdann mit Strauchwerk, Ziegelbrocken u. s. w. anfüllte und alsdann wieder zuschüttete. Die heute gebräuchliche Entwässerung durch Drainröhren ist selbstverständlich eine weit vollkommenere und leichtere. Die mit Hilfe von sogenannten Röhrenpressen hergestellten Thonröhren haben eine lichte Weite von 0·05—0·08 Meter, soweit es sich um Saugdrains handelt, und eine solche von 0·15—0·18 Meter in den Sammelrohrsträngen.*)

Die Weite der Röhren und besonders die Tiefe, in welcher die Röhrenstränge gelegt werden, sowie auch die Entfernung der einzelnen Stränge von einander sind abhängig von verschiedenen Umständen. In erster Linie ist bestimmend der Wassergehalt der wasserführenden Schichten, sodann das Gefälle des betreffenden Ackerstückes; ferner die Regenhöhe der betreffenden Gegend, die geognostische Beschaffenheit des Bodens u. s. w. Ausschlaggebend für die Rieselfelder hinsichtlich der Tiefe und Anzahl der Röhrenstränge ist die Menge der Spüljauche, welche dem betreffenden Stück zugeführt werden soll.

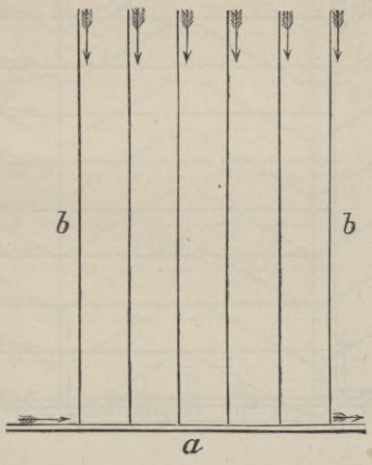
Die Drainage hat aber neben der Entwässerung, beziehungsweise der Abführung der gereinigten Abwässer noch

*) Dimensionen auf den Berliner Rieselfeldern. Anderweitig sind andere Rohrweiten gewählt.

den Zweck, das Rieselfeld zu durchlüften; und zwar gilt hierfür dasselbe, was von der Entwässerung bereits gesagt wurde, nämlich: je größer die dem Stück zuzuführende Wassermenge ist, desto zahlreicher müssen die vorhandenen Röhrenstränge sein, um nicht nur hinreichend gereinigtes Abwasser abzuführen, sondern auch hinreichende Luftmengen den Bodenschichten zuführen zu können.

Wichtig ist nun, daß das Abwasser, wenn es in die Drainröhren eintritt, keinen besonderen Widerstand findet,

Fig. 25.

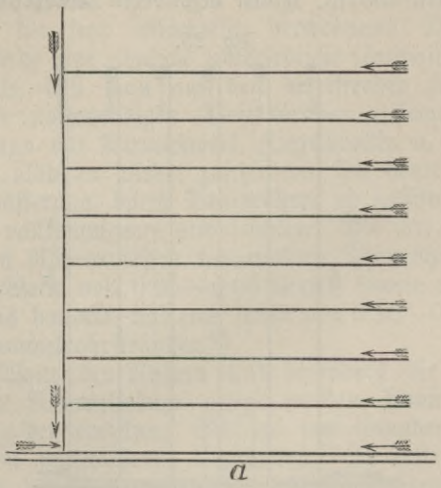


damit nicht feine Bodentheilchen mit in die Röhren gerissen werden und zur Verschlammung derselben Veranlassung geben. Man legt die Röhren nicht unmittelbar an einander, umgiebt die Berührungsstelle mit einer Lehmschicht und überdeckt schließlich dieselbe mit einem der Länge nach durchgetheilten Rohr, damit nicht von oben her Pflanzenwurzeln in den Rohrstrang hineinwachsen können.

Die Vertheilung der Drainröhren wird auf dreierlei Art bewirkt. Man unterscheidet die Längs- oder Parallel-Drainage, die Quer-Drainage und die Diagonal-Drainage.

Fig. 25 zeigt die Anlage einer Längs- oder Parallel-Drainage. a ist ein offener Abzugs- oder Sammelgraben, in welchen die senkrecht zu demselben gerichteten Saugdrains b einmünden. Letztere sind in der Richtung des stärksten Gefälles gelegt und haben an ihrem oberen Ende einen Durchmesser von 6—8 Cm. Die Saugdrains sind gelegt

Fig. 26.



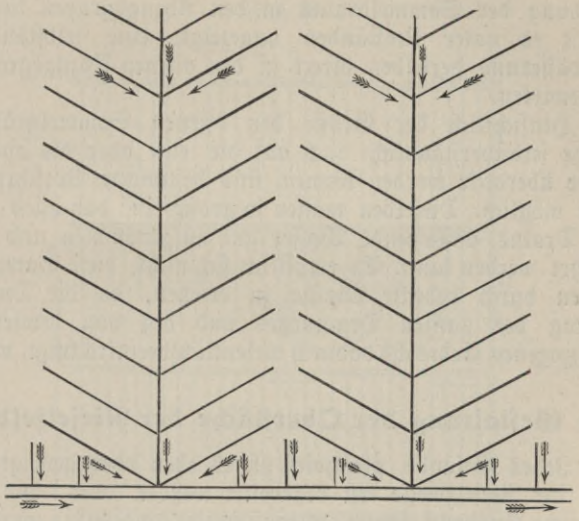
in einer mittleren Tiefe von 1—2 Meter, und zwar in Abständen von ungefähr in 8—10 Meter.

Auch bei der Quer-Drainage, wie sie in Fig. 26 dargestellt ist, haben die Saugdrains an ihrem oberen Ende einen Durchmesser von 6—8 Cm. Die Tieflage ist auch hier etwa 1—2 Meter und die Abstände betragen gleichfalls 8—10 Meter. Die Sammeldrains sind in der Richtung des stärksten Gefälles senkrecht zu den Saugdrains angelegt, welche ihrerseits quer zum stärksten Gefälle gerichtet sind. Das Sammeldrain mündet in einen offenen Abzugs- oder

Sammelgraben, welcher die Abführung des gereinigten Abwassers zu besorgen hat.

Naturgemäß werden sich unter sonst gleichen Bedingungen die Kosten für eine Quer-Drainage etwas höher stellen, als die der im Vorstehenden beschriebenen Längs-Drainage. Dagegen ist unter sonst gleichen Umständen eine

Fig. 27.



bessere und gleichmäßigere Entwässerung des ganzen Stückes bei der Quer-Drainage zu erwarten.

Fig. 27 endlich stellt einen Uebersichtsplan der Diagonal-Drainage eines Rieselfeldes dar. Die Diagonal-Drainage ist ein Mittelding zwischen den beiden eben besprochenen, nämlich der Längs-Drainage und der Quer-Drainage. Die Sammeldrains liegen hier im stärksten Gefälle und diagonal zu ihnen sind die Saugdrains angeordnet. Auch hier haben die letzteren an ihrem oberen Ende einen Durchmesser von

6—8 Cm., eine Tieflage von 1—2 Meter und einen Abstand von ungefähr 8—10 Meter. Es besteht also in dieser Beziehung kein Unterschied gegenüber der Parallel- beziehungsweise Quer-Drainage. Die Sammeldrains münden ihrerseits in einen offenen Abzugs- oder Sammelgraben, der die Abführung des sämmtlichen, gereinigten Abwassers zu besorgen hat.

Bleiben etwa zu große, dreieckige Stücke an der Einmündung der Sammeldrains in den Abzugsgraben liegen, so ist es unter Umständen angezeigt, eine selbständige Entwässerung derselben direct in den offenen Abzugsgraben zu bewirken.

Hinsichtlich der Größe der offenen Sammelgräben, welche selbstverständlich auch auf die eine oder die andere Weise überdeckt werden können, sind bestimmte Vorschriften nicht möglich. Dieselben müssen so groß sein, daß alles aus den Drains abfließende Wasser gut aufgenommen und abgeführt werden kann. Es empfiehlt sich nicht, diese Sammelgräben durch bedeckte Canäle zu ersetzen, da die Durchlüftung des ganzen Drainnetzes und des von demselben durchzogenen Erdreichs dadurch wesentlich beeinträchtigt wird.

Die Gestaltung der Oberfläche der Rieselfelder.

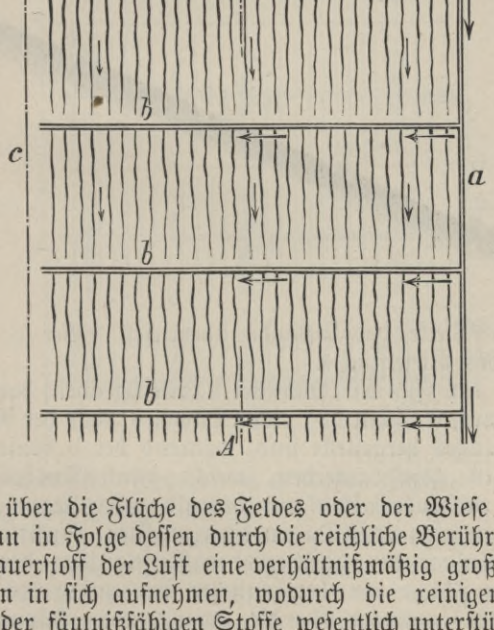
Jedes Gelände, gleichviel ob es eben oder geneigt ist, muß für Rieselzwecke erst bearbeitet werden oder, wie der technische Ausdruck lautet, es muß aptirt (angepaßt) werden. Selbstverständlich wird man danach streben, die Bewegung der Bodenmassen nach Möglichkeit einzuschränken und dadurch die Kosten der Aptirung soviel wie irgend thunlich herabzumindern. Es ist dies auch noch aus einem anderen Grunde nothwendig, insofern die Ertragsfähigkeit des Bodens im höchsten Grade nachtheilig beeinflußt wird, wenn der Untergrund die eigentliche Ackerkrume bedeckt und selbst die Oberfläche des Rieselfeldes bildet.

Je nach der Art der Aptirung des Geländes unterscheidet man verschiedene Arten der Ausnutzung beziehungs-

weise Reinigung der Spüljauche. Man unterscheidet die einfache Berieselung von der eigentlichen Filtration und diese letztere zerfällt wieder in die Staufiltration und die Beetfiltration.

Für die Berieselung sind am besten diejenigen Felder oder Wiesen geeignet, welche an mehr oder minder geneigten Abhängen gelegen sind. Die Spüljauche wird hier in dünner

Fig. 28.

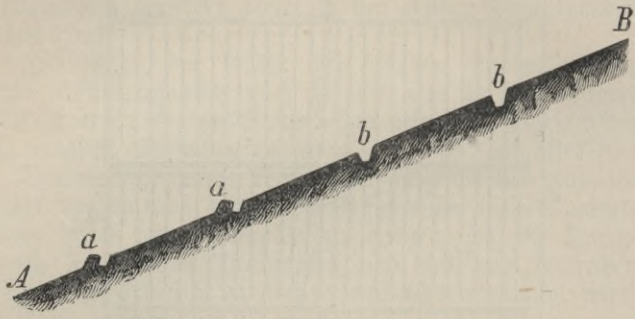


Schicht über die Fläche des Feldes oder der Wiese geschickt. Sie kann in Folge dessen durch die reichliche Berührung mit dem Sauerstoff der Luft eine verhältnißmäßig große Menge desselben in sich aufnehmen, wodurch die reinigende Zersetzung der fäulnißfähigen Stoffe wesentlich unterstützt wird.

Fig. 28 und 29 zeigen eine Rieselanlage, welche sich auf einem geneigten Gelände befindet. Fig. 28 stellt den Grundriß dar, während Fig. 29 einen Schnitt dieser Riesel-

fläche in der Richtung A B zeigt. Der in Fig. 28 mit a bezeichnete Graben ist der Vertheilungsgraben und liegt in der Richtung des stärksten Gefälles des Geländes. Von hier aus gelangt die Spüljauche in der Richtung der Pfeile in die horizontal und quer zum stärksten Gefälle angelegten Rieselgräben b. In diesen letzteren steigt die Spüljauche so hoch, daß sie über den Grabenrand übertritt und in dünner Schicht in der Richtung der in der Zeichnung vertical

Fig. 29.



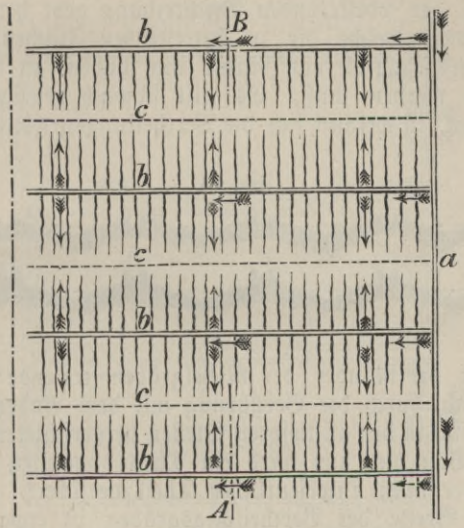
stehenden Pfeile das Gelände überrieselt. Bei c ist die Grenze des Rieselstückes.

In der Fig. 29 sind bei a Rieselgräben dargestellt, welche durch Aufschüttung eines Dammes nach der Richtung des Abhanges hergestellt sind, während bei b Rieselgräben im Schnitt gezeigt werden, welche durch Ausheben des Bodens entstanden sind und deshalb tiefer liegen als die durch Aufwerfen eines Dammes hergestellten. Natürlich wird bei der Anlage der hochliegenden Rieselgräben der zu berieselnden Fläche ein beträchtlicher Procentsatz des Grund und Bodens entzogen, da die anzulegenden Dämme einen relativ großen Theil der Fläche in Anspruch nehmen.

Die Richtung A B entspricht der gleichlautenden Richtung in Fig. 28.

Will man die Berieselung in der vorbeschriebenen Weise in der Ebene anwenden, so sind die Gräben dementsprechend anders anzulegen. In Fig. 30 bezeichnet a wieder einen Vertheilungsgraben in der Richtung des größten Gefälles. Aus ihm gelangt die Spüljauche wiederum in die senkrecht zu ihm angelegten Rieselgräben. Dieselben sind

Fig. 30.

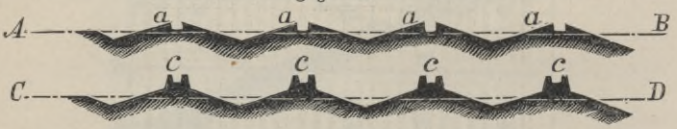


gleichwie bei der Anlage auf geneigtem Gelände horizontal oder schwach geneigt anzulegen. In diesem Falle findet die Ueberrieselung nicht nur in einer Richtung statt, sondern die Spüljauche tritt über die Ränder des Grabens nach beiden Seiten in der Richtung der in der Zeichnung vertical gerichteten Pfeile. Von den Rieselgräben b aus fließt die Spüljauche auf einer geneigten Fläche nach c, wo sich die tiefsten Stellen zweier an einander stoßender Flächen berühren. Hier sind alsdann auch die Abzugsgräben auf-

zuwerfen. Fig. 31 zeigt wiederum einen Schnitt durch die in Fig. 30 dargestellte Rieselfläche. Die punktirten Linien A B, beziehungsweise C D stellen die ursprüngliche Bodenfläche dar. Bei a sind die Querschnitte von tiefliegenden Rieselgräben, welche in der Fig. 30 mit b bezeichnet waren, zur Anschauung gebracht. c stellt dieselben Rieselgräben dar, jedoch als hochliegende, welche durch Aufschüttung von Dämmen auf beiden Seiten der Gräben entstanden sind.

Aus der vorstehenden Beschreibung geht hervor, daß die Neigung, welche die zu berieselnden Flächen am Abhange eines Hügels von Natur aus haben, in der Ebene geschaffen werden muß. Es gilt schwach geneigte Rücken herzustellen, in welchen sich die Vertheilungsgräben befinden.

Fig. 31.



Das über die Ränder der Rieselgräben tretende Abwasser reinigt sich durch die Berührung mit dem Boden ꝛc. und sammelt sich in den an tieferen Stellen hergerichteten Abzugsgräben. Von hier aus wird ein Theil abgeleitet, während ein anderer nicht unwesentlicher Theil versickert.

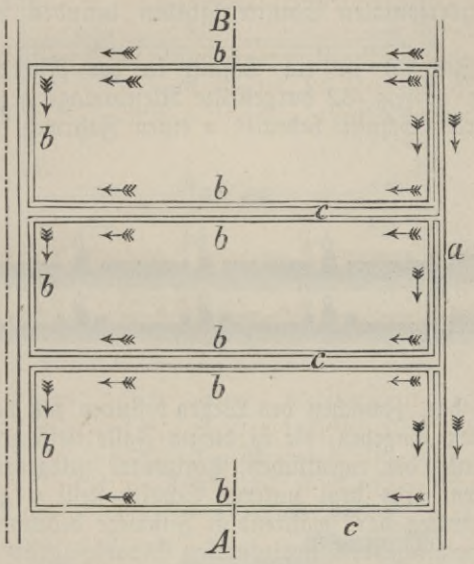
Die Breite der Vertheilungsgräben ist etwa 30 Cm. bei der gleichen Tiefe.

Von größter Bedeutung ist, daß bei dem Auflassen der Spüljauche auf diese eben beschriebenen Rieselflächen darauf geachtet wird, daß nicht mehr Spüljauche zum Ueberrieseln Verwendung findet, als die betreffende Fläche verarbeiten kann. Eine mangelhafte Reinigung des zu verrieselnden Abwassers und eine bedenkliche Beeinträchtigung des Wachsthums der Pflanzen, welche an den tieferen Punkten der Rieselflächen stehen, sind sonst die unausbleibliche Folge.

Eine weitere unerläßliche Bedingung für gutes Functioniren dieser Rieselflächen ist, daß dieselben nicht zu breit angelegt werden.

Im Wesentlichen findet diese Art der Abwasserbehandlung nur Anwendung bei Wiesen. Vereinzelt werden allerdings auch Getreidefelder mit Spüljauche berieselt.

Fig. 32.



Es liegt auf der Hand, daß die reinigende Wirkung der einfachen Berieselung nicht annähernd so vollkommen sein kann, wie die Reinigung durch die eigentliche Filtration, abgesehen davon, daß diese Art der Abwasserbehandlung im Winter bei eintretendem Frost sich von selbst verbietet.

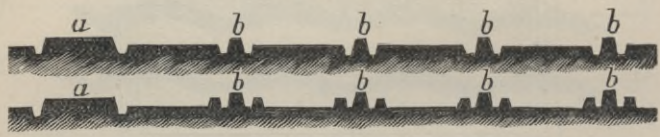
Bei der Staufiltration wird die Spüljauche auf die horizontale ganze Fläche des zu berieselnden Geländes gebracht, um durch die Bodenschicht filtrirt und in die

Drainröhren abgeführt zu werden. Hieraus ergiebt sich schon von selbst, daß für die Einrichtung der Staufiltration von Natur ebene Flächen sich am besten eignen.

Fig. 32 und 33 zeigen Anlagen zur Staufiltration bei einer Fläche auf horizontal gelegenem Gelände. In Fig. 32 tritt die Spüljauche aus dem Vertheilungsgraben a in die horizontalen Staurieselgräben b ein und umfließt die zu überstauende Fläche von allen vier Seiten. Zwischen je zwei horizontalen Staurieselgräben befinden sich Fußwege c.

In Fig. 33 ist ein Schnitt in der Richtung A B durch die in Fig. 32 dargestellte Rieselanlage gezeigt. In dem oberen Schnitt bedeutet a einen Fahrweg, b stellen

Fig. 33.



Fußwege dar. Zwischen den Wegen befinden sich von Staurieselgräben umgeben, die in diesem Falle tiefliegend angeordnet sind, die eigentlichen, horizontal gelegenen Staurieselflächen. In dem unteren Schnitt stellt a gleichfalls einen Fahrweg dar, während b Fußwege bedeuten, welche zwischen hochliegenden, horizontalen Staurieselgräben gelegen sind. Zwischen je zwei Fußwegen befinden sich wieder die eigentlichen Staurieselflächen.

Es ist nicht unbedingt erforderlich, daß für die Staufiltration ein absolut ebenes Terrain vorhanden ist. Es kann vielmehr auch ein schwach geneigtes Gelände in dieser Weise aptirt werden. Fig. 34 und 35 zeigen ein derartige Anlage als sogenannten Terrassenbau.

Die Spüljauche tritt in Fig. 34 wiederum durch den Vertheilungsgraben a in der Richtung des größten Gefälles

in das Gelände ein. Die Staurieselgräben b liegen horizontal und quer zum stärksten Gefälle.

Fig. 34.

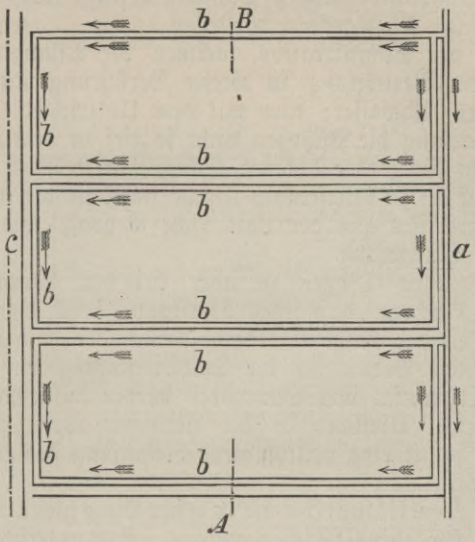
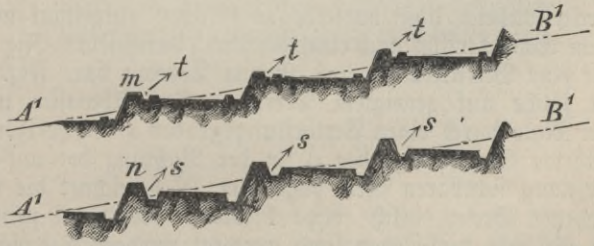


Fig. 35.



Die gesammte horizontal gelegene überstaubare Fläche ist von allen Seiten mit Rieselgräben umgeben. c bedeutet auch hier das Ende des Stückes.

Fig. 35 zeigt den Terrassenbau für Staufiltration von Wiesen oder Getreideflächen auf schwach geneigtem Terrain. m und n bezeichnen Fußwege. t bezeichnen Rieselgräben, welche durch Aufwerfen von Dämmen erzeugt sind, während s tiefliegende Rieselgräben darstellen.

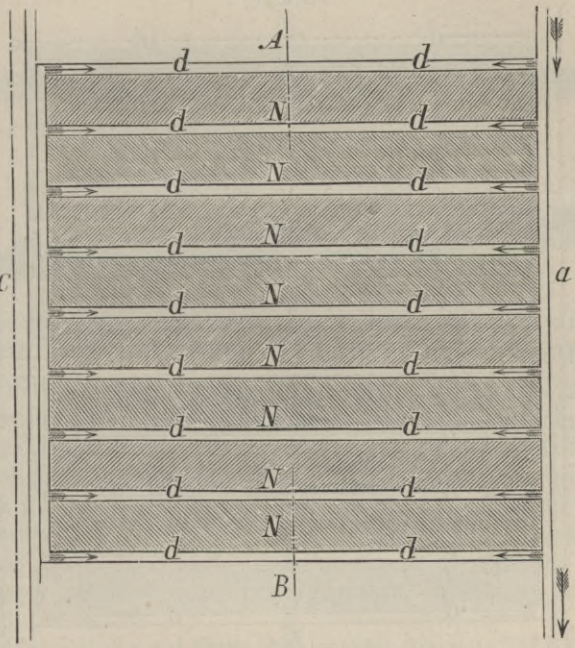
Bei der Staufiltration kommen die Pflanzen ebenso wie bei der Berieselung in directe Berührung mit dem zu reinigenden Abwasser; nur mit dem Unterschied, daß bei der Berieselung die Pflanzen nicht so tief in dem Abwasser stehen. In Folge der dickeren Schicht, in welcher das Abwasser auf der zu berieselnden Fläche liegt, ist die Aufnahme des Sauerstoffes aus der Luft nicht so groß, wie bei der einfachen Berieselung.

Vor allen Dingen ist aber bei der Staufiltration darauf zu achten, daß jedes überstaute Stück für sich eine gewisse Zeit der Ruhe erfordert, damit der mit Abwasser durchfeuchtete Boden für die Selbstreinigung ein entsprechendes Quantum von Sauerstoff wieder aufnehmen kann. Wird diesem Umstand in der nöthigen Weise Rechnung getragen, so ist eine vollkommene Reinigung des Abwassers zu erzielen.

Die Beetfiltration ist in erster Linie gleich der Staufiltration für ebene Flächen geeignet. Sie unterscheidet sich von der letzteren wesentlich dadurch, daß das Abwasser nicht die ganze Oberfläche des zu berieselnden Ackerstückes bedeckt, sondern daß dasselbe in Gräben aufgestaut wird, welche das Ackerstück nach einer Richtung durchziehen. Fig. 36 stellt eine Beetfiltration auf ebenem Terrain dar. Fig. 37 eine solche auf geneigtem Terrain. Das Abwasser wird beide Male durch einen Vertheilungsgraben a den horizontal geführten Staurieselgräben d in der Richtung der auf der Zeichnung sichtbaren Pfeile zugeführt. N bezeichnet die verschiedenen Beete, welche etwa 1 Meter breit und je nach dem Gelände verschieden lang angelegt werden. Die Länge der Beete beträgt 20—30 Meter, während die Gräben, durch welche die Beete von einander getrennt sind, etwa 0·30 Meter breit und tief aufgeworfen werden.

Das Wehr, durch welches die Spüljauche dem betreffenden Stück zugeführt wird, bleibt so lange geöffnet, bis die die Beete umgebenden kleinen Gräben beinahe gefüllt sind. Die Spüljauche tritt alsdann in die Beete ein und gelangt dort in Berührung mit den Wurzeln der Pflanzen.

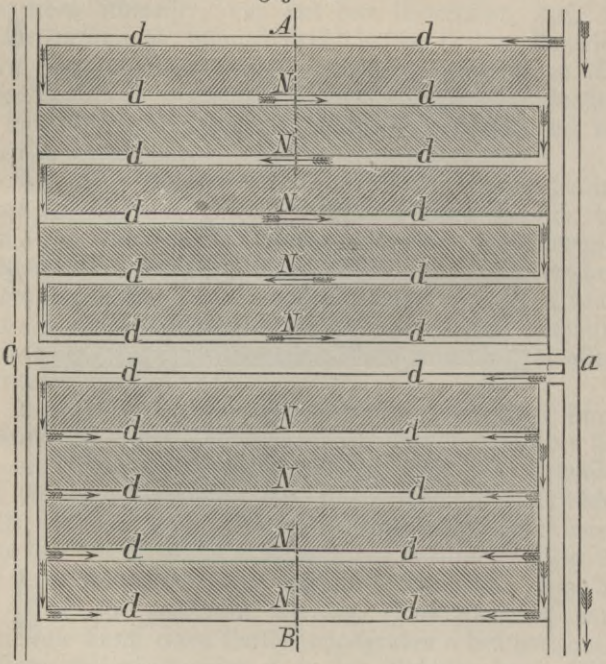
Fig. 36.



In der wachsthumslosen Zeit kann es von Vortheil sein, das ganze Ackerstück zu überstauen. Aus dem Grunde wird das letzte Beet jeder Gruppe, welches dieselbe von der nächst tiefer liegenden trennt (vgl. Fig. 37) höher angelegt, als die übrigen Beete der Gruppe, so zwar daß dasselbe

einen Damm darstellt, welcher das Ueberstauen der ganzen Gruppe gestattet. Fig. 38 und 39 stellen den Querschnitt von Beetfiltrationen dar, und zwar Fig. 38 einer solchen auf ebenem Terrain, Fig. 39 dagegen einer solchen auf geneigtem Terrain, also einer Terrassenbau-Beetfiltration.

Fig. 37.



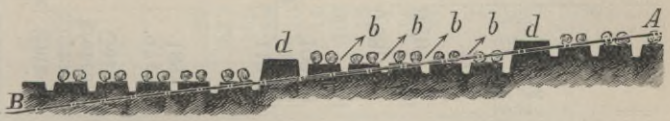
In Fig. 38 bezeichnet a den Fahrweg, b dagegen die Staurieselgräben. In Fig. 39 bezeichnet d Fahrwege, während die Staurieselgräben ebenfalls mit b bezeichnet sind.

Das Beet eignet sich für den Anbau von Gemüse (Kohl, Wurzelgewächsen u. s. w.). Im Gegensatz zu

den bisher beschriebenen Rieselmethoden kommt die Spüljauche bei der Beetfiltration nicht in directe Berührung mit den Pflanzen. Ein Nachtheil ist, daß der Boden an den Seiten der Staurieselgräbchen leicht verschlickt und verstopft und alsdann keine regelmäßige Anfeuchtung der Wurzeln mehr zuläßt.

Fig. 38.

Fig. 39.



Die Zusammensetzung der durch Berieselung gereinigten städtischen Abwässer (Drainwässer).

Welcher Reinigungseffect durch die Bodenberieselung zu erzielen ist, erhellt aus den beiden nachfolgenden Tabellen.

Die auf Seite 228 wiedergegebene Tabelle enthält die von Salkowski*) im Jahre 1892 in dem gereinigten Abwasser der Rieselgutes Osdorf bei Berlin gefundene Zusammensetzung. In Spalte 1 der Tabelle ist die Zusammensetzung einer Spüljauche und in Spalte 2 diejenige des Wassers aus dem Entwässerungsgraben in Osdorf hinzugefügt.

Die Tabelle auf Seite 229 enthält die von Fischer**) festgestellten Zahlen für die Zusammensetzung des gereinigten

*) Bericht der Deputation für die Verwaltung der Berliner Canalisationswerke, 1893, S. 24; Ohlmüller, Die Errichtung von Rieselfeldern für die Stadt Braunschweig, 1894, S. 5; Arbeiten der Deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft, Heft XI, S. 284.

**) Jahresbericht des chemischen Untersuchungsamtes der Stadt Breslau, 1894; Zeitschrift für angewandte Chemie, 1895, S. 235; Arbeiten der Deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft, Heft XI, S. 285.

100000 Theile enthalten	Spüljauche aus Schieber 18	Entwässerungsgraben in Osdorf	Drainwasser von Beetanlagen			Drainwasser von Wiesen		
			Beetanlage 92	Beetanlage 256	Beetanlage 256	Wiese 283	Wiese 284	Wiese 188
	2./I. 1893	9./VI. 1892	15./VI. 1892	14./VII. 1892	15./X. 1892	28./X. 1892	1./XI. 1892	1./XII. 1892
Trockenrückstand . .	133·28	113·36	88·56	119·84	102·80	101·20	110·32	114·16
Glühverlust desselben	37·52	10·96	9·52	17·84	15·36	12·08	15·36	11·12
Glührückstand . . .	95·76	102·40	79·04	102·00	86·72	89·12	94·96	103·04
Verbr. an übermangansaurem Kali .	75·05	4·52	2·46	5·02	5·59	6·32	5·34	3·00
Ammoniak	21·02	0·88	0·01	0·72	0·14	0·18	0·96	0·09
Organ. geb. Ammoniak		0·10 } 0·98	Spur	0·10 } 0·82	0·08 } 0·22	0·06 } 0·24	0·09 } 1·05	0·03 } 0·12
Salpetrige Säure .	—	0·59	—	1·03	1·05	—	0·68	0·29
Salpetersäure . . .	—	11·15	12·14	23·37	10·88	7·92	16·43	12·72
Phosphorsäure . .	3·62	0·26	0·21	0·14	0·16	0·26	0·50	0·22
Schwefelsäure . . .	6·21	—	10·55	—	—	—	—	—
Chlor	41·26	25·06	17·84	26·88	26·82	27·73	26·34	26·58
Kali	7·98	—	1·40	—	—	—	—	—
Natron	39·17	—	17·04	—	—	—	—	—

Im Liter sind enthalten Milligramm	11. April 1893	9. Mai 1893	6. Juni 1893	11. Juli 1893	9. August 1893	12. September 1893	10. October 1893	7. November 1893	12. December 1893	8. Januar 1894	14. Februar 1894	15. März 1894	
Suspendirte Stoffe	17	29	23	29	31	32	27	20	19	15	30	15	
Gelöste Stoffe	510	515	515	535	530	540	587	592	550	618	547	536	
Organische Stoffe	53	76	44	57	98	84	165	69	150	117	108	99	
Unorganische Stoffe	457	440	471	478	432	456	422	523	398	500	438	437	
Chlor	97	99	102	104	102	104	110	109	108	125	110	108	
Kieselsäure	15	15	13	14	16	14	14	13	18	13	12	13	
Schwefelsäure	112	116	97	111	107	100	109	125	79	119	98	93	
Salpetersäure	14	12	11	21	14	20	13	30	4	15	6	41	
Ammoniak	2	—	2	8	4	—	1	0·2	10	2	2	—	
Calciumoxyd	104	108	74	110	112	104	116	108	59	109	102	95	
Magnesiumoxyd	24	31	29	12	28	21	27	24	28	13	25	20	
Eisenoxyd und Thonerde	4	4	5	8	7	4	1	4	2	1	10	3	
Gesammthärte	10·97°	11·19°	9·20°	11·20°	11·38°	11·20°	11·75°	11·69°	8·27°	13·39°	10·47°	10·99°	
Bleibende Härte	5·69°	4·50°	6·80°	5·75°	6·02°	6·34°	7·14°	5·75°	5·50°	6·23°	5·75°	6·48°	
Verbrauch an übermangansaurem Kali für 100 Cbcm.	2	1·3	2	1	12	2	2	2	2	2	2	2	

Abwassers aus dem Hauptentwässerungsgraben der Breslauer Rieselfelder. Die correspondirenden Rohjauchen finden wir auf Seite 128 dieses Buches.

Der landwirthschaftliche Werth der Spüljauche und die Rentabilität der Rieselfelder.

Maßgebend für eine Beurtheilung des Werthes der Rieselfelder ist in erster Linie der Werth, den die Spüljauche als Düngemittel überhaupt hat. Als integrirende Bestandtheile der Spüljauche kommen in Betracht Stickstoff, Kali und Phosphorsäure. Der Marktwerth eines jeden Düngemittels wird nach dem Gehalt an diesen Stoffen bestimmt, so daß wir auch bei einer Bewerthung der Spüljauche diesen Maßstab anlegen müssen.

Nun sind Kali und Phosphorsäure bei Weitem nicht so belangreich wie der Stickstoff, da wir phosphorsäure- und kalihaltige Düngemittel zu relativ billigen Preisen zur Verfügung haben. Diesen gegenüber ist der Stickstoff immer noch relativ theuer. Deutschland ist durch seine Staßfurter Kalisalzlager nicht allein sämmtlichen europäischen Ländern sondern allen Staaten der Erde weit überlegen. Es besitzt in diesen Lagern einen Schatz, wie er in gleicher Größe, in gleichem Umfange nirgends wieder gefunden wird. Wenn auch für entfernte Gegenden Deutschlands der Preis dieser Kalisalze durch die Fracht eine gewisse Erhöhung erfahren muß, so bleibt dennoch unbestritten, daß die deutsche Landwirthschaft hinsichtlich der Beschaffung von Kalidünger einen gewaltigen Vorzug vor allen Staaten der Erde hat.

Die Phosphorsäure wurde früher dem Boden zugeführt in Gestalt von Rohphosphat und sogenanntem Superphosphat, d. i. ein Rohphosphat, in welchem die Phosphorsäure durch Behandlung mit Schwefelsäure in eine lösliche Form übergeführt ist. Wesentlich günstigere Zeiten sind gekommen, seitdem durch das Verfahren von Gilchrist

Thomas zur Entphosphorung des Eisens bedeutende Mengen eines phosphorreichen Abfallproductes, der sogenannten Thomasschlacke, verfügbar geworden sind. Dieses Verfahren liefert in jedem Jahre allein ein größeres Quantum von Phosphorsäure als die ganze deutsche Landwirthschaft in einem Jahre nöthig hat. Die Folge davon ist, daß der Preis der Phosphorsäure seit 25 Jahren um etwa 50 Procent zurückgegangen ist.

Angesichts dieser Thatsache kann man von einer rationellen Ausnutzung der in der Spüljauche enthaltenen Phosphorsäure und des Kalis durch Berieselung kaum reden. Es stehen eben diese beiden Pflanzennährstoffe in den concentrirten Düngemitteln in bequemerer Form zu geringen Preisen zur Verfügung.

Der Stickstoff ist, wie bereits erwähnt, der werthvollste Pflanzennährstoff. Obwohl er in der atmosphärischen Luft bekanntlich in großen Massen vorhanden ist, wird er dennoch in den concentrirten Düngemitteln am höchsten bewerthet. Einen Vergleich mit dem Chilisalpeter, dem schwefelsauren Ammoniak, dem Peruguano, dem Fleischmehl, der Poudrette hält natürlich der Stickstoff in der Spüljauche nicht aus. Die Spüljauche bietet den Stickstoff eben nicht in einer handlichen, leicht verwendbaren Form wie die concentrirten Düngemittel; vielmehr handelt es sich um eine so hochgradige Verdünnung, daß man dieselbe mit Recht mit den wirksamen Bestandtheilen der so und so vielten Potenz der Homöopathie verglichen hat, oder auch wohl mit dem Goldgehalt von gewissen Erzen, gegenüber welchen unsere neuen Gewinnungsmethoden machtlos sind. Degener sagte mit Recht auf der Naturforscherversammlung in Braunschweig im Jahre 1897 unter Hinweis auf den Spüljauchenstickstoff: »Es wäre thöricht, zu verlangen, daß das Gold in solchen Erzen ebenso bewerthet wird wie jenes in den Slimes Transvaals.«

Man darf sich deshalb bei der landwirthschaftlichen Bewerthung der städtischen Spüljauche nicht von den

Zahlen leiten lassen, welche man erhält durch Multiplication des Stickstoffgehaltes der Spüljauche mit der Anzahl der Cubikmeter, welche täglich den Rieselfeldern zugeführt werden. Es ist der Werth des Stickstoffs in der Spüljauche für den Landwirth unbedingt abhängig von einer Reihe von Umständen. Es kann der Werth ein relativ hoher sein; unter Umständen kann derselbe auch auf Null herabsinken. Sei es nun, daß die Städte sich Rieselfelder anlegen, welche in eigener Regie betrieben werden oder sei es, daß sie die Rieselfelder verpachten, sei es, daß sie für die Spüljauche bestimmte Abnehmer haben, Gärtner oder Landwirthe, welche in der Nachbarschaft wohnen und in der Lage sind, die Spüljauche entsprechend unterzubringen, immer wird es darauf ankommen, ob alle nothwendigen Factoren eine nutzbringende Verwerthung der Spüljauche zulassen oder nicht. Es kommt vor allen Dingen darauf an, ob der betreffende Landwirth die Spüljauche dauernd abnehmen muß oder ob er die Abnahme nach seinem Bedarf einrichten kann.

Zu allen diesen nach den localen Umständen meist recht verschiedenen Verhältnissen kommt naturgemäß noch die Frage der Verwerthung der auf den Rieselfeldern gewonnenen Producte. Es ist von einschneidender Bedeutung, daß die Erzeugnisse wie Gras, Kohl, Futterrüben u. s. w. glatten Absatz finden. Sobald auch nach dieser Richtung Schwierigkeiten erwachsen, bleibt die Rückwirkung auf die Bewerthung der verrieselten Spüljauche nicht aus.

Hinsichtlich der für den Anbau auf Rieselfeldern zu bevorzugenden Pflanzen ist zu bemerken, daß es keine Pflanzenart giebt, welche alle in der Spüljauche enthaltenen ausnutzbaren Stoffe in sich aufzunehmen und in Pflanzensubstanz umzusetzen vermöchte. Abgesehen von dem Mißverhältniß, in welchem die einzelnen Pflanzennährstoffe in der Spüljauche vorkommen, insofern der Stickstoffgehalt den Gehalt an Kali und Phosphorsäure ganz bedeutend überwiegt, ist auch bekanntlich die Zusammensetzung der Spüljauche gewissen Schwankungen unterworfen. Namentlich ist aber auch

der Bedarf der Pflanzen an Pflanzennährstoffen während ihrer Entwickelungszeit ein wechselnder.

Die Rieselfrüchte zeichnen sich durch einen abnorm hohen Wassergehalt aus, und dem Rieselheu sagt man nach, daß seine Trocknung Schwierigkeiten biete, und daß auch die Qualität im Allgemeinen keine befriedigende sei.

Durch die mit der Spüljauche den Rieselfeldern zugeführten Papierstoffe ꝛc. tritt mit der Zeit eine Verschlickung des Bodens ein, unter welcher die Wiesen naturgemäß mehr zu leiden haben wie die mit dem Pflug zu bestellenden Ackerstücke.

So zweifellos heute wohl allgemein anerkannt wird, daß die Reinigung der städtischen Spüljauche durch Berieselung beziehungsweise Bodenfilterung das vollkommenste aller bekannten Reinigungsverfahren ist, so unbestritten sollte man zugestehen, daß von einer befriedigenden Ausnutzung und Verwerthung der in der Spüljauche enthaltenen Pflanzennährstoffe dabei nicht die Rede sein kann. Je nachdem mehr oder weniger ausreichend Rieselland zur Verfügung steht, werden auch auf den best ausgeführten Rieselanlagen nur 15—25 Procent der in der Spüljauche enthaltenen Dungstoffe nutzbar gemacht.

Während der vegetationslosen Jahreszeit muß die Reinigung der Spüljauche beschränkt werden auf die Benutzung der sogenannten Einstaubecken. Dieselben sind drainirt und gestatten eine Filterung der Abwässer. Im Frühjahr werden sie umgepflügt und bestellt.

Zur vollen landwirthschaftlichen Ausnutzung des Stickstoffs dürften auf ein Hektar Rieselfläche nur die Abwässer von etwa 50—100 Personen gebracht werden. Thatsächlich kann diese Norm nicht eingehalten werden, zumal der Hygieniker eine größere Belastung des Bodens für zulässig erklärt. In Berlin entfallen auf ein Hektar Rieselland etwas über 300 Einwohner, im übrigen Deutschland 250—450 Einwohner. In England schwankt diese Zahl innerhalb weiter Grenzen, nämlich zwischen 150 und 700.

Es ist nachgewiesen, daß die großen Rieselanlagen, welche in Deutschland in städtischer Regie betrieben werden, es durchweg nur annähernd auf den Zinsertrag bringen, welche die städtischen Obligationen dem Inhaber liefern.

Auf dem VII. Internationalen hygienischen Congreß in London im Augnst 1891 machte Stadtrath Marggraff-Berlin über die Rentabilität der Berliner Rieselfelder die folgenden Angaben:

»Von den vier in vollständigem Rieselbetriebe befindlichen Gütercomplexen kosten einschließlich der Ankaufspreise für den Grunderwerb, der Adaptirung, Planirung und Drainirung:

I. Die Güter Osdorf, Friederikenhof und Heinersdorf rund 4280000 Mark, welche im Jahre 1890/91 einen Ueberschuß von rund 17500 Mark oder eine Verzinsung von 0·049 Procent ergaben;

II. die Güter Groß- und Kleinbeeren, Schenkendorf und Sputendorf rund 2400000 Mark, welche in demselben Jahre einen Ueberschuß von 61500 Mark oder eine Verzinsung von 2·56 Procent ergaben;

III. die Güter Falkenberg und Bürknersfelde mit den Hohenschönhausener und Marzahner Ländereien rund 3700000 Mark, welche in demselben Jahre einen Ueberschuß von 121800 Mark oder eine Verzinsung von 3·29 Procent ergaben;

IV. die Güter Malchow, Wartenberg und Blankenburg rund 5805000 Mark, welche in demselben Jahre einen Ueberschuß von rund 134800 Mark oder eine Verzinsung von 2·32 Procent erzielt haben.«

Berlin hat nicht allein die größten Rieselfeldanlagen Europas sondern der ganzen Welt. Aus den eben angeführten Mittheilungen des Stadtraths Marggraff ergiebt sich, daß die Verzinsung der Berliner Rieselfelder ungefähr um $1\frac{1}{4}$—$1\frac{3}{4}$ Procent hinter dem Zinsfuß von $3\frac{1}{2}$ Procent zurückbleibt, zu welchem die Stadt unter gewöhnlichen Verhältnissen Geld aufnehmen kann. Die unter III aufgeführten Güter Falkenberg und Bürknersfelde haben

nach den gemachten Mittheilungen mit 3·29 Procent annähernd den Zinsfuß der städtischen Obligationen bereits erreicht.

Es sei schon hier darauf hingewiesen, daß nicht vergessen werden darf, wie günstig vor allen Dingen bei Anlage der Berliner Rieselfelder die Bodenverhältnisse sich gestalteten.

Das Terrain ist eben, so daß die Druckhöhe, auf welche die Spüljauche gebracht werden muß, keine hohe ist. Die geognostische Zusammensetzung des Berliner Bodens ist hervorragend günstig für die Nitrification des in der Spüljauche enthaltenen Stickstoffs, und vor allen Dingen war es nicht gerade schwer, größere Gütercomplexe für den in Aussicht genommenen Zweck anzukaufen.

Die ersten Anfänge der Pariser Rieselfelder*) datiren aus dem Jahre 1869, wo man zuerst bei Gennevilliers ein 6 Hektar großes Rieselfeld anlegte, welches in Folge der damit gemachten guten Erfahrungen bereits in demselben Jahre auf weitere 25 Hektar ausgedehnt wurde. Im Jahre 1874 wurde von einer Sachverständigen-Commission im Ministerium des Innern die große Ueberlegenheit der Rieselverfahren gegenüber allen übrigen Reinigungsverfahren ausgesprochen, und die Beseitigung der gesammten Canalwässer von Paris auf diesem Wege empfohlen. Gegen die vorgeschlagene Ausdehnung der Rieselfelder auf die Umgebung von Achères erhoben die Departements Seine und Oire energischen Einspruch; und nicht weniger als 14 Jahre waren erforderlich, um diesen Widerstand zu brechen. Im Jahre 1889 wurde die Ausdehnung der Rieselfelder nach Achères endlich festgesetzt. Im Jahre 1894 wurde sodann die Stadt Paris ermächtigt, eine Anleihe von $117^1/_2$ Millionen Francs aufzunehmen, die folgendermaßen zu verwenden waren:

1. Arbeiten zur Einführung und Hebung der Schmutzwässer, Erwerb und Einrichtung des Rieselgeländes 30800000 Francs.

---

*) Technisches Gemeindeblatt, 1900, 169.

2. Vollendung des Canalnetzes von Paris, Verbesserung bestehender Canäle und Bau neuer Sammler 35200000 Francs.

3. Vollendung der Wasserversorgung, Bau von Reservoiren, Verbesserung an den Leitungen, Filtern 2c. 50000000 Francs.

4. Kosten der Arbeiten 1000000 Francs.

Die Arbeiten wurden dann so gefördert, daß im Jahre 1887 bereits die Hälfte des Gesammtabflusses, circa 70000000 Cubikmeter Canalwasser, den Rieselfeldern zugeführt werden konnte. Die früheren Gegner der Anlagen sind inzwischen bekehrt. Nachdem sie sich von der Grundlosigkeit ihrer Befürchtungen überzeugt haben, drängen sie sich heute darnach, Spüljauche zur Berieselung ihrer eigenen benachbarten Ländereien zu erhalten.

Sind die Rieselfelder für die Nachbarschaft in gesundheitlicher Beziehung mit Gefahren verbunden?

Der nächstliegende Vorwurf, welcher mit Vorliebe gegen die Rieselfelder erhoben wird, ist der, daß sie üble Gerüche verbreiten, und daß durch die andauernde Einathmung dieser schlechten Luft die Bewohner und Nachbarn der Rieselfelder geschädigt werden.

Nun wird zwar Niemand leugnen können, daß zu Zeiten, namentlich während der heißen Jahreszeit, unter Umständen die von den Rieselfeldern ausgehenden Emanationen nicht gerade sehr angenehm sind; indessen läßt sich durch eine gute Anlage und gute Bewirthschaftung in dieser Beziehung sehr viel Unangenehmes umgehen. Da, wo in Folge schlechter Drainirung oder in Folge zu großer Undurchlässigkeit des Erdreichs die Spüljauche längere Zeit auf den Feldern steht anstatt in den Boden einzudringen, muß selbstverständlich ein sehr unangenehmer Geruch entstehen. Wo aber bei der Anlage der Felder nichts versäumt ist, und wo vor allen Dingen die auf das Rieselfeld gebrachte Menge

von Spüljauche das Terrain, welchem sie zugewiesen ist, nicht überlastet, kann und wird von einem so üblen Geruch, daß er die Gesundheit schädigen könnte, selbst in der heißen Jahreszeit nicht die Rede sein.

Es darf an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, daß gerade bezüglich der Geruchsbelästigungen die allerverschiedensten Urtheile gefällt werden. Es giebt Leute, welche selbst bei einem längeren Aufenthalt auf Rieselfeldern zu Zeiten, wo letztere thatsächlich keineswegs geruchlos sind, durch die Luft, welche sie einathmen, in keiner Weise belästigt werden. Zur selben Zeit können andere Personen sich mit dem besten Willen nicht gegen die Geruchsbelästigungen wehren, ja es können sogar körperliche Beschwerden, wie Kopfschmerzen, Uebelkeit u. s. w. auftreten. In keiner anderen Beziehung tritt so sehr die Individualität des Einzelnen zu Tage. Umsomehr soll man sich aber davor hüten, ein allgemein abfälliges Urtheil in dieser Beziehung über die Rieselfelder zu fällen.

Demjenigen, der auf Grund dieser Geruchsbelästigungen daran denken wollte, allen Ernstes ein Verbot der Rieselfelder herbeizuführen, dürfte man nur entgegenhalten, daß gut angelegte und gut geführte Rieselfelder wohl zu keiner Zeit soviel Geruch verbreiten, wie das Ausfahren des Stallmistes und das Aufbringen desselben auf die Felder. Gar nicht zu reden von der Entleerung der Gruben, in welchen in so viel kleinen und mittleren Städten die menschlichen Fäcalien angesammelt werden. Wer würde wohl daran denken, wegen des üblen Geruches die Benutzung des Stallmistes oder der menschlichen Fäcalien zur Düngung der Felder zu verbieten?

Ein weiterer Vorwurf, welcher gegen die Rieselfelder von ihren Gegnern durchweg erhoben wird, ist derjenige, daß die Infectionskrankheiten, namentlich Cholera, Typhus u. s. w. durch die Rieselfelder verbreitet werden.

Es ist nicht zu leugnen, daß a priori eine gewisse Gefahr darin zu suchen ist, wenn in einer Stadt, in der eine dieser Krankheiten epidemisch auftritt, die Abgänge aus

den inficirten Häusern ohne irgend eine vorherige Desinfection durch die Rohrleitungen den Rieselfeldern zugeführt werden. Den Pflanzen beziehungsweise den Früchten, welche mit diesen Abgängen gedüngt oder in ihnen gezogen werden, können äußerlich Ansteckungskeime anhaften. Es ist jedoch mit Sicherheit anzunehmen, daß ganz besonders zu Zeiten von Epidemien alle Früchte vor ihrem Genuß möglichst vorsichtig gesäubert und bei ihrer Zubereitung hinreichend lange einer Temperatur von mindestens 100 Grad ausgesetzt werden.

Daß Bakterien in das Innere der Pflanzen nicht eindringen, ist durch einwandsfreie Versuche nachgewiesen worden von den zwei Wiener Forschern Th. Kaspárek und K. Kornauth. Ihre Versuche erstreckten sich auf die Möglichkeit der Einwanderung von Milzbrandsporen in keimende Samen und aus diesen in das Kraut der entsprechenden Pflanzen. Die Versuche wurden angestellt mit Hafer, Gerste, Weizen, Raps und Mais.

Sterilisirte Blumentöpfe wurden bis zur Hälfte mit sterilisirtem Boden angefüllt, und auf diesen sodann je 10 Cbcm. einer reichliche Sporen und Fäden des Bacillus anthracis enthaltenden Bouillon aufgegossen. Auf diesen so angefeuchteten Boden bettete man darauf die sorgfältig keimfrei gemachten Samen von Gerste, Weizen, Raps, Hafer und Mais, um endlich die Blumentöpfe bis nahe zum Rand, d. i. etwa 8 Cm. hoch mit sterilem Boden anzufüllen. Die so hergerichteten Töpfe überließ man 2—3 Monate sich selbst.

Bei der dann folgenden mikroskopischen Untersuchung des Bodens fand man, daß derselbe sowohl an der Stelle (Mitte des Topfes), an welcher die milzbrandhaltige Bouillon aufgegossen wurde, als auch in allen oberhalb gelegenen Schichten bis zur Oberfläche reichlich mit Milzbrandsporen durchsetzt war. Milzbrandfäden oder -Bacillen wurden nicht gefunden.

Die mit dem Boden angelegten Culturen wiesen zahlreiche Milzbrandcolonien auf, und die mit dem Boden

geimpften weißen Mäuse gingen ausnahmslos an typischem Milzbrand zu Grunde.

Einen Erfolg hatten auch die Impfungen, welche mit den Wurzeln und sonstigen im Boden befindlichen Theilen der Versuchspflanzen ausgeführt wurden. Säuberte man aber die vorsichtig ausgezogenen Pflänzchen mit Sublimat, Alkohol und Aether, so gelang es nicht mehr, bei den Mäusen durch Impfung mit kleinen Pflanzentheilchen (aus Wurzel und Stamm) Milzbrand hervorzurufen. Das Ergebniß dieser Versuche war also in Bezug auf die Möglichkeit des Eindringens von Milzbrandbacillen in die Gewebe lebender und wachsender Pflanzen ein absolut negatives.

Die bisher von uns berücksichtigten Mikroorganismen sind diejenigen, welche sich mit den Sinkstoffen aus der Spüljauche gleich an der Oberfläche beziehungsweise in den obersten Schichten der Rieselfelder absetzen. Eine große Lebensdauer ist diesen kleinsten Lebewesen überall kaum beschieden, da sie der gleichzeitigen Einwirkung von Licht und Luft ausgesetzt sind, was nur ein geringer Theil derselben ertragen kann. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß auch durch die Poren des Erdbodens pathogene Bakterien mehr oder weniger tief in den Boden eindringen. Ganz besonders wird dies da der Fall sein, wo durch Maulwürfe u. s. w. der Boden durchwühlt und mit größeren Gängen durchzogen ist. Im Allgemeinen ist nachgewiesen, daß Bakterien im Boden kaum in größerer Tiefe als 2—4 Meter vorkommen. Es wird demnach auf den Rieselfeldern die Tiefe, in welcher die Drainage gelegt ist, maßgebend sein dafür, wie große Mengen von Bakterien mit in das Drainwasser gelangen können.

Die Berliner Drainwässer werden seit dem Bestehen der Rieselfelder in bestimmten Intervallen einer genauen chemischen und bakteriologischen Prüfung unterzogen. Dabei hat sich herausgestellt, daß die Anzahl der überhaupt gefundenen Bakterien innerhalb weiter Grenzen schwankt. Daraus ist zu schließen, daß innerhalb der Drains je nach der Gunst oder Ungunst der Verhältnisse eine mehr oder

minder starke Vermehrung der mit dem Rieselwasser abgeführten Mikroorganismen stattfindet, und das Vorhandensein dieser in recht großer Menge auftretenden unschädlichen Bakterien bietet eine gewisse Gewähr dafür, daß etwa in die Drainwässer übergehende pathogene Bakterien bald zu Grunde gehen. Wie bei den höher organisirten Wesen ist es auch bei diesen kleinsten Lebewesen überall zu beobachten, daß der Kampf ums Dasein den in großer Zahl auftretenden Individuen die Oberhand sichert und den Schwächeren unterliegen läßt.

Die praktischen Erfahrungen, welche auf den nunmehr 25 Jahre im Betrieb befindlichen Berliner Rieselfeldern gesammelt sind, beweisen, daß von einer Ausbreitung von Infectionskrankheiten durch die Rieselfelder nicht die Rede sein kann. Dann und wann ist es wohl vorgekommen, daß ein Typhusfall, welcher unter den auf den Rieselfeldern beschäftigten Arbeitern vorkam, auf den Genuß von Rieselwasser zurückgeführt wurde. Sollte dies wirklich mit Recht geschehen sein, so kann man dem Betreffenden, der sich dieser Gefahr ausgesetzt hat, zunächst nur selbst die Schuld geben, denn es wird sicherlich keinem Menschen einfallen zu erwarten, daß die Spüljauche durch die Bodenberieselung in ein Genußwasser umgewandelt werden soll. Sodann ist es aber thatsächlich in den meisten Fällen gelungen, die Ansteckung nachträglich auf andere Weise zu erklären, als durch den Genuß der filtrirten Spüljauche.

Als in Paris bei Gennevilliers die ersten Rieselfelder angelegt wurden, befolgte man die heute jedem Fachmann bekannten Grundregeln für die Einrichtung von Rieselfeldern nicht. Es wurde namentlich versäumt, für eine gute Entwässerung zu sorgen. Die Folge davon war, daß die Rieselfelder auf die Bezeichnung von regelrecht gehaltenen und bewirthschafteten Rieselländereien keinen Anspruch erheben konnten, vielmehr den Eindruck sumpfiger Wiesen machten. Ob nicht zu jener Zeit dieser ersten Pariser Rieselanlagen, die sich da und dort erhebenden Stimmen, welche eine Gefährdung der öffentlichen Gesundheit in der Nachbarschaft

der Rieselfelder befürchteten, recht gehabt haben mögen, bleibe dahingestellt. Jedenfalls wurden die Verhältnisse sofort besser, als durch eine zweckentsprechend angelegte Drainage der sumpfige Charakter der Rieselfelder verschwand, und eine rationelle Bewirthschaftung derselben angebahnt wurde.

Der französische Statistiker Bertillon*) hat Vergleiche angestellt über die Sterblichkeit in Gennevilliers, Asnières und Colombes, in deren Nähe die ersten Rieselfelder von Paris lagen, einerseits und der Sterblichkeit von Paris, sowie einigen anderen Gemeinden von Nordfrankreich in der Umgebung von Paris andererseits. Da die Gemeinden der Umgebung von Paris ihre Kranken auf Grund bestehender Verträge in die Krankenhäuser von Paris schickten, so wurden die Todesfälle solcher Kranken, welche zwar in den Pariser Krankenhäusern starben, aber aus den Vororten von Paris stammten, der Sterblichkeit der Vororte zugezählt.

In der Tabelle auf S. 242 sind die von Bertillon auf Grund amtlicher Zählungen gefundenen Resultate seiner Erhebungen wiedergegeben:

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß in der Nähe der Pariser Rieselfelder weder mehr noch weniger Infectionskrankheiten auftreten, als in Paris selbst oder in solchen Vororten von Paris, in deren Nähe sich Rieselfelder nicht befinden. Typhus abdominalis ist auf den Rieselgütern ebenso selten, wie in den übrigen Gemeinden, während Pocken, Keuchhusten und Scharlach in allen herangezogenen Gemeinden gleich verbreitet sind. Diphtherie ist auf dem eigentlichen Rieselfelde in Gennevilliers selten, dagegen sind für Asnières und Colombes mehr Fälle aufgeführt. Vor allen Dingen ist aber zu erwähnen, daß die Lungentuberculose auf den Rieselfeldern seltener als in Paris selbst und in der weiteren Umgebung von Paris ist.

Bertillon schließt seine Betrachtungen mit folgenden Worten:

*) Th. Weyl, Handbuch der Hygiene, Bd. II, S. 366.

Que l'état sanitaire des localités arrosées par l'eau d'égout n'est, depuis trois ans ni notablement meilleur, ni pire que celui des autres localités du nord et de l'ouest de Paris; que les maladies épidémiques notamment n'y sont pas plus répandues, et que l'emploi de l'eau d'égout comme engrais n'exerce sur la santé publique aucune influence nuisible.

Von 1000 Einwohnern starben in einem Jahre.

Krankheit	Rieselland		Kein Rieselland		
			Im Jahre 1887		
	Mittel der Jahre 1885/87 Gennevilliers	Im Jahre 1887 Gennevilliers, Colombes, Asnières	Paris	Arrondissement St. Denis	Communen vom Arrondissement St. Denis, in denen nicht gerieselt wird
Typhus abdominalis . . .	6	7	?	7	7
Pocken	3	4	2	4	4
Scharlach . . .	1	1	1	1	1
Masern	4	3	7	8	9
Keuchhusten . .	2	0	2	3	3
Diphtherie . . .	11	14	7	10	10
Lungentuberculose	37	51	50	52	52
Pneumonia und Bronchitis acut.	24	24	25	35	36
Kinderdiarrhöe .	29	20	18	31	32
Lebensschwäche	7	7	3	6	6
Gesammtsterblichkeit	261	260	234	289	292

Zu ähnlichen Resultaten wie Bertillon sind Ogier, welcher als Berichterstatter einer vom Senat ernannten Commission fungirte, Vallin u. A. bezüglich der Pariser Rieselfelder gekommen. Aehnliche Beobachtungen wurden angestellt auf den Danziger, den Freiburger und vor allen Dingen den Berliner Rieselfeldern.

Es ist außer allem Zweifel, daß bei einem gut geregelten Rieselbetrieb, in welchem namentlich den zu berieselnden Flächen nicht zu viel Spüljauche zugeführt wird, so daß eine Ueberlastung nicht eintritt, eine Gefährdung der Gesundheit für die Nachbarschaft und auch für die auf den Rieselfeldern beschäftigten Arbeiter ausgeschlossen ist. In dieser Einschränkung, daß der Rieselbetrieb ein geregelter und rationeller sein muß, liegt bereits ausgesprochen, daß die sogenannten Einstaubecken nicht unbedenklich sind, da eine rationelle und vollkommene Reinigung der Spüljauche durch dieselben nicht erzielt wird.

In welcher Weise ist mit Sicherheit zu controliren, ob ein Abwasserreinigungsverfahren dauernd gute Resultate giebt oder nicht.

G. Oesten*) macht neuerdings Vorschläge, die gereinigten Abwässer für die Fischzucht nutzbar zu machen und dadurch gleichzeitig die Leistung des angewendeten Reinigungsverfahrens zu controliren.

Die Reinigung des Abwassers durch Berieselung wird von Oesten als das beste Verfahren zur Abwasserreinigung anerkannt. Das Drainwasser verläßt die Rieselfelder, wenn dieselben gut functioniren, klar wie Quellwasser und ohne Verunreinigungen, welche dem bloßen Auge sichtbar sind. Trotzdem enthält dieses Wasser noch mehr oder minder große Mengen von organischer Substanz in Lösung. Sammelt man ein solches Wasser in Teichen, so entwickelt sich bald in den letzteren ein lebhaftes Pflanzen- und Kleinthierleben, welche die Ansammlung von nicht gerade erheblichen, aber immerhin doch bemerkbaren Schlammablagerungen auf dem Boden der Teiche zur Folge haben. Das Wasser bildet, wenn es für sich, d. h. unverdünnt mit sauerstoffhaltigem Wasser aufbewahrt wird, immer noch einen verhältniß-

*) Gesundheits-Ingenieur, 1899, Nr. 8; Technisches Gemeindeblatt, 1899, S. 109.

mäßig günstigen Nährboden für Spaltpilze. Dieselben entwickeln sich bald in großen Mengen, so daß, wenn man Crustaceen in die Teiche bringt, diese an den Bakterien reiche Nahrung finden und sich schnell vermehren.

Die Crustaceen sind wiederum eine hervorragend gute Nahrung für die Brut der Forellen, für Koregonen und besonders für Karpfen jeden Alters.

Oesten konnte sich von der Richtigkeit dieser Entwickelungsfolge während seiner Thätigkeit im Dienste der Stadt Berlin auf dem Rieselgute Malchow in den Jahren 1887—1892 überzeugen, und diese brachten ihn auch zu seinen im Weiteren wiedergegebenen Vorschlägen.

In einem wenig bekannten Rundschreiben des Deutschen Fischerei-Vereins theilte Oesten bereits mit, daß der frühere Präsident des Fischerei-Vereins, Kammerherr Dr. v. Behr, mit anderen hochangesehenen Männern eines Tags vor dem Auslauf eines Hauptdrains gestanden und die Klarheit des ausfließenden Wassers bewundert habe. Der gleichfalls gegenwärtige Geheimrath Virchow habe dabei die Beobachtung gemacht, daß eine Reihe von Schalthieren, welche in dem Wasser zu finden war, augenscheinlich gut gedieh und keinenfalls Mangel an ausreichender Nahrung litt. Virchow habe schon damals darauf hingewiesen, daß das Wasser sicherlich auch Fischen sehr zuträglich sein würde. Kammerherr von Behr habe Oesten daraufhin veranlaßt, in dem Malchower See Forellenbrut auszusetzen. Dieselbe konnte aber nicht gedeihen, da in dem See bereits Hechte dominirten. Oesten legte darauf besondere Drainwasserteiche an, die mit Eiern von Forellen und Bachsaiblingen besetzt wurden. Späterhin wurde sowohl die Anzahl der Teiche als auch die Fläche erheblich vergrößert, so daß die angestellten Versuche ein weit übersichtlicheres und zutreffenderes Bild gaben. Es wurden mit der künstlichen Fischzucht recht gute Erfolge erzielt.

Bezüglich der Forellen hatte man im Jahre 1892 keinen Erfolg, jedoch war dies zurückzuführen auf verschiedene Fehler in der Behandlung und Besetzung der Teiche. Mit

Karpfen dagegen wurden auch fernerhin durchaus befriedigende Resultate erzielt.

Späterhin war Oesten nicht mehr im städtischen Dienst, und man hat offenbar nach seinem Weggange der in Malchow angeregten und begonnenen Verwendung des Rieselderainwassers für die Fischzucht seitens der Verwaltung nicht die Bedeutung beigelegt, welche sie nach Oestens Ansicht verdient.

Da die Einrichtung von Rieselfeldern nicht überall möglich ist, insofern einerseits die Anlage- und Betriebskosten der Bodenbestellung vielfach zu hoch sind, und andererseits auch durch die Bodenverhältnisse die nothwendigen Vorbedingungen für die Einrichtung von Rieselfeldern oft nicht gegeben sind, so sucht man namentlich da, wo die Abwasserklärung recht billig gemacht werden soll, sich mit einer einfachen mechanischen Klärung zu behelfen. Selbstverständlich können die Effecte einer solchen mechanischen Klärung nicht annähernd denen der Rieselung gleichkommen.

Um aber trotzdem ein mechanisch geklärtes Wasser für das Fischleben geeignet zu machen, schlägt Oesten die Einrichtung von stufenförmig hinter einander angeordneten Teichen vor, in denen sich nach den in Malchow gemachten Erfahrungen nach einander folgende Processe abspielen sollen:

Das mechanisch gereinigte Abwasser, welches für höhere Lebewesen noch ungeeignet ist, gelangt zunächst in einen Teich, in welchem die natürliche Entwickelung der Mikroorganismen vor sich geht und durch Impfung und Züchtung noch befördert werden kann. Das mit Bakterien beladene Wasser, welches durch die Vitalprocesse der Mikroorganismen in entsprechender Weise umgewandelt ist, gelangt in einen zweiten Teich, den Crustaceenteich, in welchem die Bakterien zur Ernährung der Crustaceen dienen. Darnach tritt das Wasser in einen dritten Teich ein, in welchem wiederum die Crustaceen die Fische ernähren.

Durch diese stufenweise Behandlung in den beiden ersten Teichen hat das Wasser bei seinem Eintritt in den letzten Teich eine Beschaffenheit angenommen, welche den Lebensbedingungen der höher organisirten Thiere entspricht. Oesten

hat sich diese Stufenfolge: Bakterienteich, Crustaceenteich, Fischteich durch Patent Nr. 101706 gesetzlich schützen lassen. Er fordert aber für die Behandlung des Abwassers in den einzelnen Teichen bezüglich der Dauer des Entwickelungsprocesses der einzelnen Kategorien von Lebewesen eine Modification je nach den gegebenen Verhältnissen. Die Praxis muß in den einzelnen Fällen lehren, wie lange das Wasser in den einzelnen Stufen verweilen muß, und wie die einzelnen Teiche zu gestalten sind.

Gelingt es, nach diesem Verfahren in dem Abwasser einer Reinigungsanstalt vor der Einleitung in den Flußlauf dauernd Fische zu halten, so ist damit sicherlich eine genügende Controle gegeben dafür, daß der Fischzucht ein Schade durch die Einleitung der Abwässer nicht erwächst, und andererseits kann man sich eine bessere Ausnutzung der in dem Abwasser enthaltenen organischen Substanz kaum denken, als diese Umsetzung in Fischfleisch darbietet.

Wird trotzdem eine vollständige Vernichtung aller in dem Abwasser enthaltenen Keime verlangt, so muß die Desinfection selbstverständlich erfolgen, nachdem das Abwasser den Fischteich passirt hat.

Praktische Anwendung hat unseres Wissens dieser Vorschlag noch nicht erfahren. Es ist das aber auch kaum möglich, nachdem der Gedanke Oestens erst verhältnißmäßig kurze Zeit in die Oeffentlichkeit gelangt ist.

Die Fäcalienbeseitigung und -Verwerthung nach dem Eduardsfelder System.

In der Stadt Posen*) erfolgt die Beseitigung der menschlichen Auswürfe nach dem Grubensystem. Die ursprüng-

*) H. Thiesing, Mittheilungen der Deutschen Landwirthschafts-Gesellschaft, 15, 225; Rautenberg, Die Verwerthung der städtischen Abfallstoffe nach dem Eduardsfelder Rohrleitungssystem 2c.

lichen Trockenstühle sind zu einem Theile in neuerer Zeit durch Wassercloſets ersetzt worden, deren Material gleichfalls in Gruben angesammelt und dann gleich dem Inhalt der übrigen Gruben von Zeit zu Zeit abgefahren und in größeren Reservoiren außerhalb der Stadt aufgespeichert wird. Von den 100000 Einwohnern der Stadt haben 90000 Einwohner Trockenstuhleinrichtung, während 10000 Einwohner Wasserstuhleinrichtung haben.

Die Fäcalien aus den Gruben ohne Wasserspülung haben nach Gerlachs Untersuchungen in 1 Cbm.

4—8 Kgr. Gesammtstickstoff,
2—6 Kgr. wasserlöslichen Stickstoff,
1—2 Kgr. Phosphorsäure,
$1^1/_2$—$2^1/_2$ Kgr. Kali.

In 1 Cbm. der Wasserfäcalien fand Gerlach

200—1200 Gr. Gesammtstickstoff,
150— 900 Gr. wasserlöslichen Stickstoff,
90— 140 Gr. Phosphorsäure,
190— 270 Gr. Kali.

Thiesing fand in 1 Cbm. Wasserfäcalien

720—1300 Gr. Gesammtstickstoff,
600—1100 Gr. wasserlöslichen Stickstoff,
600— 800 Gr. Phosphorsäure,
400— 600 Gr. Kali.

Die unverdünnten Fäcalien fanden in Posen bei den benachbarten Landwirthen glatten Absatz, während die mit dem Spülwasser der Wassercloſets verdünnten menschlichen Auswürfe schwer und immer schwerer unterzubringen waren. Vor der Calamität, in welche die Stadt Posen ohne Zweifel in kürzester Zeit gekommen wäre, bewahrte die Stadt das Anerbieten des Gutsbesitzers Noebel auf Eduardsfelde, welcher sich unter gewissen Bedingungen bereit erklärte, die Wasserfäcalien dauernd abzunehmen. Diese Bedingungen waren,

daß einmal das jährlich abzunehmende Quantum 15000 Cbm. nicht überschritt, und daß ferner die Wasserfäcalien frei Acker geliefert würden.

Im Jahre 1897 wurde mit der Verlegung einer von den Sammelbassins nach Eduardsfelde führenden Druckluftleitung begonnen, deren Kosten sich auf 54000 Mark stellten. An diesen Kosten betheiligte sich Noebel mit 24100 Mark, welche ihm die Stadt Posen zunächst vorstreckte gegen eine Amortisation von 3 Procent und eine Verzinsung von $3^1/_2$ Procent. Für die nöthige maschinelle Einrichtung wurden die Mittel in derselben Weise aufgebracht. Von den Betriebs- und Unterhaltungskosten wurden von Noebel jährlich 200 Mark übernommen. Den Rest hat die Stadt Posen zu tragen.

Die Einrichtung wurde in wenigen Monaten durchgeführt und arbeitet seit nunmehr zwei Jahren zur vollsten Zufriedenheit.

Die Wasserfäcalien werden aus den Gruben der einzelnen Grundstücke der Stadt mit Abfuhrwagen in das schon erwähnte Sammelbassin von 300 Cbm. Inhalt vor der Stadt gebracht. Neben diesem Sammelbassin liegen etwas tiefer angeordnet zwei Druckkessel von je 10 Cbm. Inhalt, welche abwechselnd die Jauche aufnehmen. Der Transport der Jauche von hier nach Eduardsfelde erfolgt in einer frostfrei in den Boden eingebetteten gußeisernen Muffenrohrleitung von 3300 Meter Länge und 150 Mm. lichter Weite vermittelst Druckluft. Zur Erzeugung der Triebkraft ist ein Benzinmotor von 18 Pferdekräften aufgestellt. Der angewendete Druck beträgt 3—5 Atmosphären.

An die erwähnte Rohrleitung schließt sich auf dem Gut Eduardsfelde selbst eine gleichfalls frostfrei gelegte Leitung von gußeisernen Muffenrohren von 100 Mm. lichtem Durchmesser und 2800 Meter Länge an. In dieser Leitung, welche das Gut seiner ganzen Länge nach durchzieht, sind von Feldstück zu Feldstück Anschlußstellen mit Standrohr und Abschlußschiebern angebracht, an welche tragbare, zu Tage liegende patentgeschweißte eisenblecherne Flanschenrohre von 52 Mm. lichtem Durchmesser in Längen von je

10 Meter bis zu Gesammtlängen von etwa 800 Meter angeschraubt werden können. Zur Vertheilung der Wasserfäcalien wird am Ende dieser Leitung ein Spritzenschlauch von 20 Meter Länge mit einem Strahlrohr von 15—25 Mm. Mundstücköffnung angebracht. Auf diese Weise wird jedes Mal eine Fläche von 80 Meter Durchmesser oder ein Quadrat von 60 Meter Breite besprengt.

Drei Arbeiter vermögen mit Hilfe der transportablen Rohrleitung im Laufe eines Tages etwa 100—150 Cbm. Wasserfäcalien auf etwa 2—4 Hektar auszusprengen. Durch gleichzeitigen Anschluß und gleichzeitige Benutzung von mehreren Schläuchen kann die Leistung entsprechend erhöht werden.

Die bei einer einmaligen Besprengung dem Acker zugeführte Menge an Wasserfäcalien entspricht einer Auftragsmenge von 4—6 Mm. (20—30 Kgr. Stickstoff pro Hektar entsprechend 40—60 Cm. Jauche bei einem Stickstoffgehalt von 0·5 Kgr. pro Cubikmeter).

Roebel nimmt die Besprengung auf jedem Feldstück ohne Nachtheil mehrmals vor. Dieselbe erfolgt vor und nach dem Pflügen, nach der Aussaat als Kopfdüngung, bei Kartoffeln bis zur letzten Hacke und bei Getreide, bis dasselbe in die Aehren schießt. Später im Jahre werden die Massen den Kleebrachen zugeführt, so daß es bei rationeller Eintheilung möglich war, das ganze Jahr hindurch die Wasserfäcalien in demselben Quantum aufs Feld zu bringen.

Die guten Erfolge dieses Verfahrens in landwirthschaftlicher Beziehung sollen nach Roebel außer allem Zweifel sein, so daß die Gutsnachbarn von Eduardsfelde sich zur Erweiterung der Rohrleitung und Abnahme von Wasserfäcalien schon jetzt bereit erklärt haben für den Fall, daß die Zahl der Wassercloſets in Posen zunimmt und Eduardsfelde nicht mehr im Stande ist, die Gesammtmenge der erzeugten Wasserfäcalien zu verarbeiten.

In hygienischer Beziehung ist von Wichtigkeit, daß die Jauche unmittelbar nach der Berührung mit dem Erdboden ihren üblen Geruch verliert, und daß die eventuell in der

Jauche enthaltenen pathogenen Bakterien unter den auf dem Acker ihnen gebotenen ungünstigen Lebensbedingungen schnell zu Grunde gehen werden. Vor allen Dingen gestattet die getrennte Abführung und landwirthschaftliche Ausnutzung der Wasserfäcalien in der beschriebenen Weise die Beseitigung und Verwerthung der menschlichen Excremente gleich gut und einwandfrei wie auf Rieselfeldern, ohne daß ein gleich großes Areal wie dort und eine theure Aptirung des Landes erforderlich wären.

Wünschenswerth erscheint, daß die Benutzung der Wasserfäcalien zur Kopfdüngung von solchen Früchten, welche roh genossen werden, ausgeschlossen wird.

Die Reinigung der städtischen Abwässer auf vorwiegend mechanischem Wege.

Da zur Unterstützung der mechanischen Befreiung der Schmutzwässer von den suspendirten Schmutzstoffen fast überall irgend ein chemisches Fällungsmittel zu Hilfe genommen wird, ist es kaum möglich, noch von einem rein mechanischen Reinigungsverfahren zu sprechen.

Ausgenommen sind hiervon diejenigen Kläranlagen, in welchen lediglich durch Vergrößerung des Canalquerschnittes, d. h. durch Einschaltung von Klärbecken eine Verlangsamung der Stromgeschwindigkeit erzeugt wird, um den suspendirten Theilen Zeit und Gelegenheit zum Absitzen zu geben. Diese Anlagen arbeiten thatsächlich rein mechanisch.

Mit geringen chemischen Zusätzen arbeiten folgende Verfahren:

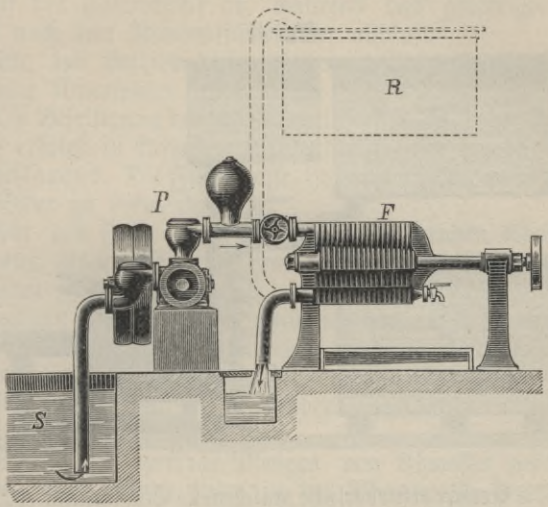
Verfahren von A. L. G. Dehne in Halle.

Das Dehne'sche Verfahren setzt bei einem Theil der von ihm verwendeten Apparate voraus, daß die ver-

unreinigenden Stoffe des Abwassers nur suspendirt, aber nicht gelöst in dem Wasser enthalten sind. Dieser Theil des Verfahrens bezweckt mit anderen Worten ausschließlich eine mechanische Klärung.

Um diesen Zweck zu erreichen, verwendet Dehne Filterpressen. Fig. 40 zeigt die einfachste Anordnung einer der-

Fig. 40.

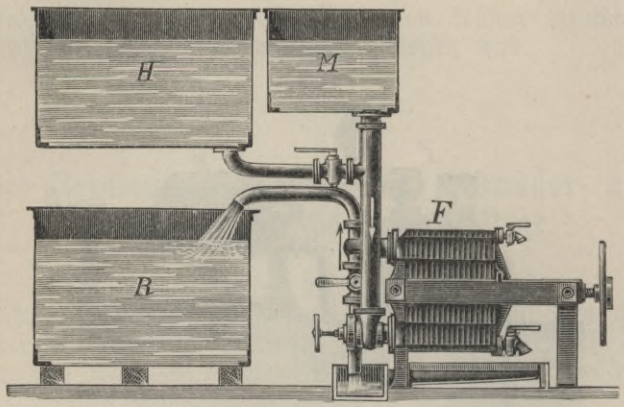


artigen Anlage. Sie besteht aus der einfachen Pumpe P und einer Filterpresse F. Die Pumpe saugt das Schmutzwasser aus einem Reservoir S an und drückt es in die Filterpresse F. Von hier aus gelangt es gereinigt in den Canal, während die suspendirten Schmutzstoffe in der Filterpresse verbleiben. Letztere häufen sich in den Kammern der Filterpresse je nach der Verschmutzung des Abwassers in mehr oder minder kurzer Zeit zu einem steifen Teig an, dessen Entfernung in der Regel ein oder zwei, oft auch mehrere Male täglich erfolgen muß. Je nach der Größe der

Filterpressen ist für die Reinigung eine Zeit von 10 bis 30 Minuten erforderlich.

Nicht immer ist das Abwasser gut filtrirbar, sondern häufig genug sind die in Suspension befindlichen Verunreinigungen so fein in dem Abwasser vertheilt, daß die Verwendung einer einfachen Filterpresse mit Filtertüchern nicht angebracht ist. In diesem Falle verwendet Dehne sogenannte Schwemmfilter.

Fig. 41.



Die hierfür erforderliche maschinelle Einrichtung erläutert Fig. 41.

R bedeutet in dieser Figur den Reinwasserbehälter, H einen Hochdruckbehälter, in welchen das zu reinigende Wasser befördert wird. M ist ein kleineres kastenförmiges Gefäß, welches zum Anrühren von faserförmiger Substanz, wie Cellulose oder Asbest, mit Wasser dient.

Der Filterkörper unterscheidet sich von einer gewöhnlichen Filterpresse dadurch, daß die Wände der einzelnen Kammern durch gespannte Metallgewebe gebildet werden.

Man läßt nun zunächst die Aufschwemmung von Asbest- oder Cellulosefasern in Wasser aus dem Mischkasten M in

das Schwemmfilter F eintreten. Hierbei vertheilt sich der faserige Stoff in den einzelnen Kammern, während das Wasser, in welchem der Faserstoff suspendirt war, austritt. Es muß darauf geachtet werden, daß sich der Faserstoff in einer gleichmäßig starken Schicht an den Metallgewebewänden absetzt. Ist so das Filter hergestellt, so kann aus dem Hochreservoir H das zu reinigende Wasser in die Filterkammern eintreten. Die suspendirten Schmutztheile scheiden sich auf der Faserschicht ab, während das gereinigte Abwasser nach dem Reinwasserbehälter abläuft.

Für den Betrieb dieser Schwemmfilter ist ein Druck von einer Atmosphäre nothwendig.

Die Beseitigung der mit Schmutzstoffen beladenen Filtermassen erfolgt in kürzester Zeit mittelst eines gewöhnlichen Spritzschlauches. Die Filtermasse ist leicht wieder zu reinigen und wieder zu verwenden.

Für den Fall, daß in dem zu reinigenden Abwasser nicht nur suspendirte, sondern auch gelöste Schmutzstoffe vorhanden sind, welche durch eine einfache Filtration nicht zu beseitigen sind, so muß, natürlich vorausgesetzt daß für die Ausfällung dieser Substanzen chemische Fällungsmittel von genügender Wirksamkeit existiren, der Filtration eine Behandlung mit den entsprechenden Chemikalien unbedingt vorangehen.

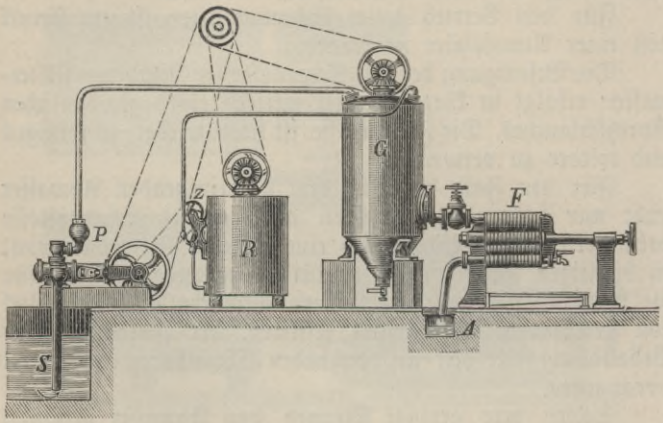
Sollen nur geringe Mengen von Abwasser gereinigt werden, etwa 1000 Liter in der Minute, so kann dies bewerkstelligt werden in einem Apparate, welcher in Fig. 42 abgebildet ist. Derselbe hat den Vorzug, daß die ganze Manipulation der Ausfällung und Filtration in geschlossener Leitung vor sich geht.

Das Abwasser wird aus einem Sammelbehälter S mittelst einer von der Transmission T angetriebenen Pumpe angesaugt und in das Klärgefäß G gebracht. Die Zusatzpumpe Z, welche gleichfalls von der Transmission T angetrieben wird, drückt gleichzeitig in das Fällgefäß G ein der Fällung entsprechendes Quantum von Klärmitteln. Die Bereitung der nöthigen chemischen Klärmittel geht in dem

Rührbottich R vor sich, aus welchem die Zusatzpumpe Z die Mischung direct entnimmt. In dem Fällgefäß G wird eine innige Durchmischung des zu reinigenden Abwassers mit den zugesetzten Chemikalien vorgenommen, so daß eine entsprechende Flockenbildung eintritt.

Darnach gelangt das Gemisch aus dem Fällgefäß G in geschlossener Rohrleitung nach der Filterpresse F, wo in der bereits beschriebenen Weise die Aussonderung der Schmutz-

Fig. 42.



flocken vor sich geht. Das geklärte Abwasser, welches aus der Filterpresse abfließt, wird alsdann direct nach dem vorhandenen Flußlauf abgeleitet.

Die Pumpe P ist eine gewöhnliche Plunger-Pumpe mit Kugelventilen. Der Druck, welcher erforderlich ist zum Transportiren des Wassers durch das Fällgefäß und durch die Filterpressen, entspricht etwa 1—2 Atmosphären.

Das Fällgefäß G ist, wie aus der Figur 42 ersichtlich, vollständig geschlossen und derjenigen Wassermenge entsprechend dimensionirt, welche innerhalb der nöthigen Ausfällungszeit gereinigt werden soll. Die Stutzen für die Zu-

führung des Abwassers und des Chemikaliengemisches sind an dem oberen Boden dieses Gefäßes angebracht, während der Wasseraustritt nach der Filterpresse am unteren Theil desselben erfolgt. Die Mischvorrichtung in dem Innern des Fällgefäßes besteht in einem an einer Welle angebrachten Rührwerk, dessen Welle durch ein Zahnradvorgelege angetrieben wird und an der Stelle seines Austrittes an der Stopfbüchse hinreichend abgedichtet ist.

Der Gang der Zusatzpumpe Z ist abhängig von der Geschwindigkeit, mit der die Wasserpumpe arbeitet. Es kommen auf 1000 Liter Wasser demnach immer die gleichen Quantitäten von Fällungsmitteln. Tritt eine Aenderung des Abwassers ein, so ist auch in entsprechender Weise das Quantum des zuzusetzenden Fällungsmittels zu ändern. Dies erfolgt durch eine an der Zusatzpumpe Z angebrachte Regulirvorrichtung.

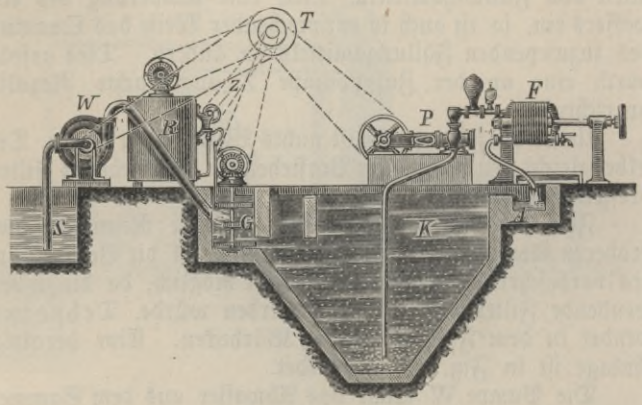
Ueber die Filterpresse ist nichts Weiteres zu sagen. Dieselbe gleicht den bereits im Vorstehenden beschriebenen Filterpressen vollkommen.

Für den Fall, daß es sich um die Reinigung von größeren Abwasser-Quantitäten handelt, ist die Verwendung des vorbeschriebenen Apparates nicht möglich, da die zu verwendende Filterfläche zu groß werden würde. Dehne verwendet in dem Fall gleichzeitig Klärbecken. Eine derartige Anlage ist in Fig. 43 abgebildet.

Die Pumpe W saugt das Abwasser aus dem Sammelbehälter S nach dem offenen Fällgefäß G; gleichzeitig befördert hierher die Zusatzpumpe Z das nothwendige Quantum des mit Wasser angerührten Fällungsmittels. In dem Fällgefäß G ist außerdem eine Rührvorrichtung angebracht, welche für eine hinreichende Durchmischung des mit Fällungsmittel versehenen Abwassers sorgt und die entsprechende Flockenbildung herbeiführt. Aus dem Fällgefäß G gelangt das Abwasser alsdann nach dem Klärbecken K, wo die ausgefällten Schmutzstoffe sich zu Boden setzen, während das klare Wasser sich an der Oberfläche ansammelt und direct nach dem Canal abfließt.

Die Schlammpumpe P befördert in diesem Falle nur den Theil des Abwassers aus dem Klärbecken K nach den Filterpressen F, welcher mit Schmutzflocken reichlich beladen ist. Das aus der Filterpresse abfließende gereinigte Wasser kann gleichfalls direct dem Abflußcanal zugeführt oder aber in den Rührbottich B geleitet werden, um hier zum Anrühren des Fällungsmittels Verwendung zu finden. Alle in Bewegung befindlichen Apparate werden von der Transmission T angetrieben.

Fig. 43.

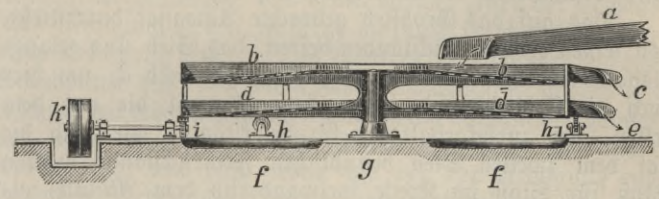


Als Fällungsmittel verwendet Dehne hauptsächlich Aetzkalk, wenn es sich darum handelt, Fette, Seifen, Säuren und organische Substanzen auszufällen. Sollen Farbstoffe und fein vertheilte Trübungen beseitigt werden, so wird neben Kalk noch Kieserit, ein im Wesentlichen aus schwefelsaurer Magnesia bestehendes Abraumsalz, verwendet. Durch die Einwirkung des Aetzkalkes bilden sich große Flocken von Magnesiumoxydhydrat, welche die im Wasser schwebenden fein vertheilten Substanzen auffangen, einhüllen und zur Abscheidung bringen.

Friedrichs Patent-Flachsichter für mechanische Abwässerreinigung.

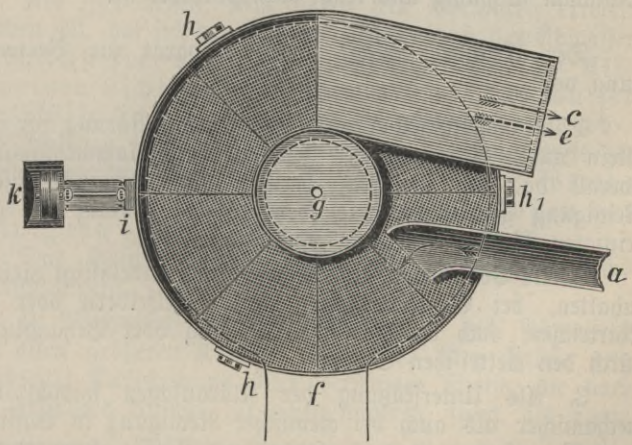
Eine Vorrichtung zur mechanischen Beseitigung der suspendirten Schlammtheile aus Abwässern ist der Patent-

Fig. 44.



Flachsichter von Friedrich, wie er in Fig. 44 in Seitenansicht und in Fig. 45 im Grundriß dargestellt ist.

Fig. 45.



Der Zufluß des Wassers erfolgt bei a auf das Rundgrobsieb b, welches mit Laufrollen versehen ist und in der

Mitte einen Drehzapfen g hat. Am Umfange bei i wird das Rundgrobsieb durch einen Vierschlag fortbewegt, worauf es durch Federdruck wieder zurückstößt. Diese stoßende Bewegung bewirkt eine Erschütterung des Rundsiebes, wodurch sich die auf dem Sieb befindlichen Massen auflockern. Außerdem wird aber auch eine selbstthätige Fortbewegung der Siebrückstände in der Anstoßrichtung erzielt.

Das auf das Grobsieb gebrachte Abwasser durchfließt, von seinen groben Rückständen befreit, das Sieb und gelangt alsdann auf das darunter liegende feine Sieb d, um hier auch die Feinrückstände abzugeben. Sowohl die auf dem ersten Sieb zurückgehaltenen Grobrückstände, wie auch die auf dem zweiten Sieb befindlichen Feinrückstände werden Stoß für Stoß im Kreise fortwandernd dem Abflusse zugeführt, um hier, verhältnißmäßig weit vom Wasser befreit, den Apparat zu verlassen.

Die Beschaffenheit des so behandelten Schlammes soll eine durchaus zufriedenstellende sein, so zwar daß der Schlamm stichfähig und leicht transportabel ist.

Der Erfinder schlägt diesen Apparat zur Verwendung vor:

1. Als maschinelle mechanische Abwässerklärung für sich allein unter Behebung der gefürchteten Schlammcalamität überall da, wo die Anforderung nur auf mechanische Reinigung gestellt ist, wie eventuell bei Einlauf des gereinigten Wassers in große Flußläufe u. dgl.

2. Als Vorklärung, um den Schlamm unbelästigt zurückzuhalten, bei Wasserreinigung auf Rieselfeldern oder in Klärteichen, auch bei chemischer Klärung oder Behandlung durch den elektrischen Strom.

3. Als Unterstützung der Kläranlagen sowohl bei mechanischer als auch bei chemischer Reinigung in Bassins durch Verarbeitung des abgesetzten und flüssig abgepumpten Bassinschlammes, um die Schlammrückstände sofort stich- und transportfähig zu erhalten.

Das Rienschsche Verfahren.

Die Idee, welche den Arbeiten Rienschs*) zu Grunde gelegt ist, erstrebt die Reinigung der Abwässer zunächst auf rein mechanischem und dann chemisch-mechanischem Wege. Dies soll erreicht werden in fünf verschiedenen, von einander getrennten Abtheilungen, von denen die vier ersten der mechanischen Reinigung dienen, während die fünfte die chemisch-mechanische Reinigung bezweckt. Des Weiteren geht Riensch von dem Standpunkt aus, daß die Abwässer, nachdem sie so bald und so schnell wie möglich nach ihrer Entstehung mechanisch gereinigt, nur noch in sehr geringem Maße der Zersetzung unterworfen sind, und daß, wenn die bei der Reinigung entstehenden Niederschläge sofort und continuirlich vor ihrer Zersetzung aus dem Wasser entfernt werden, sie leichter zu entwässern sind. Aus dem Grunde vollziehen sich die einzelnen Operationen des Rienschschen Verfahrens so schnell, wie das Wasser in dem Hauptabflußcanal fließt.

Als Ziel dessen, was durch sein Verfahren erreicht werden soll, hat sich der Erfinder gesteckt, daß das Abwasser »möglichst frei von üblen Gerüchen und im Allgemeinen nicht unreiner sein soll wie das Wasser der Flüsse, in die es gewöhnlich abgeführt wird«. Des Weiteren sollen bei dem Verfahren die Abfallstoffe gewonnen werden, und zwar so, »daß mit dem Werthe derselben durchgehends die Gesammtkosten der Reinigung gedeckt werden«.

Das System Rienschs besteht in folgenden sechs Verrichtungen:

1. Mechanisch-maschinelle Reinigung des Abwassers von allen größeren Körpern bis zu 15 Mm. Größe und gleichzeitig Ausscheidung aller derjenigen Stoffe, die nach des Erfinders Ansicht für einen anderen Zweck, als Dung

*) Hermann Riensch, Die Reinigung der städtischen Abwässer und die Verwerthung der dabei gewonnenen Abfallstoffe; Wiesbaden 1896.

mehr Werth haben, wie z. B. Lumpen, Papier, Lichtstummel, Seife, Korke, Hölzer u. s. w.

2. Befreiung des Wassers von Sand, welchen der Erfinder waschen und praktisch verwerthen will.

3. Ausscheidung von allen greifbaren Körpern bis zur Größe von 4—6 Mm.

4. Ausscheidung aller noch übrig bleibenden greifbaren Schwimmkörperchen, die aber vorher, ehe sie dem Wasser entnommen sind, zum Filtriren des Abwassers gedient haben.

Diese vier Operationen reichen nach Ansicht des Erfinders für viele Zwecke schon aus. Nur da, wo ausnahmsweise noch weitergehende Ansprüche gestellt werden, schlägt er folgende Maßnahmen vor.

5. Chemisch-mechanische Klärung des Abwassers unter Zusatz von geringen Mengen Kalk in Form von gesättigtem Kalkwasser, sowie eines dem Erfinder patentirten Fällmittels, welches im Wesentlichen aus Torf oder den bei der mechanischen Reinigung erhaltenen Papierstoffen besteht. Bei dieser Operation, welche weiter unten noch eingehender beschrieben wird, soll das geklärte Wasser nicht nur von Alkalien befreit, sondern es sollen auch die Niederschläge so porös werden, daß sie leicht entwässert werden können.

Die bei den Operationen 3, 4 und 5 gewonnenen Abfallstoffe werden vermengt und dienen als Düngemittel.

Der Erfinder rühmt dieser stufenartigen Arbeit seiner Anlagen, die sich durchweg automatisch-maschinell vollzieht, den Vortheil nach, daß die ganze Arbeit getheilt wird, und eine Maschine die andere entlastet.*) Ferner hält er es für einen besonders fruchtbaren Gedanken, daß diese Combination von verschiedenen Arbeiten sowohl die mechanische als auch die chemische Reinigung bewirkt, während in der Regel bei

*) Der Erfinder vergißt dabei, daß in sämmtlichen chemisch-mechanischen Kläranlagen Sandfänge und Rechen vorgesehen sind, welche die groben Schwimmstoffe aus dem Abwasser ausscheiden, bevor es der chemischen Klärung unterworfen wird. Allerdings sind diese mechanischen Einrichtungen weit einfacher und nicht so complicirt, wie bei dem vorliegenden Verfahren.

den verschiedenen sonst üblichen Klärverfahren entweder das eine oder das andere erzielt wird. (??)

Das Eine muß dem Erfinder zugestanden werden, und darauf legt er auch einen ganz besonderen Werth, daß das ganze Verfahren sich auf sehr beschränktem Raum und an beliebigem Orte anbringen läßt, »ob aber ohne Veranlassung zu Beschwerden zu geben«, das bleibe dahingestellt.

Der Erfinder empfiehlt die Reinigungsanlagen in möglichste Nähe der betreffenden Ortschaften zu legen, um die Abfallstoffe in möglichst frischem und unzerkleinertem Zustande aus dem Wasser herausheben zu können. In Fig. 46 ist die maschinelle Einrichtung, welche die Operation 1 (vgl. S. 259) auszuführen hat, im Aufriß dargestellt. Fig. 47 zeigt die Maschine im Grundriß.

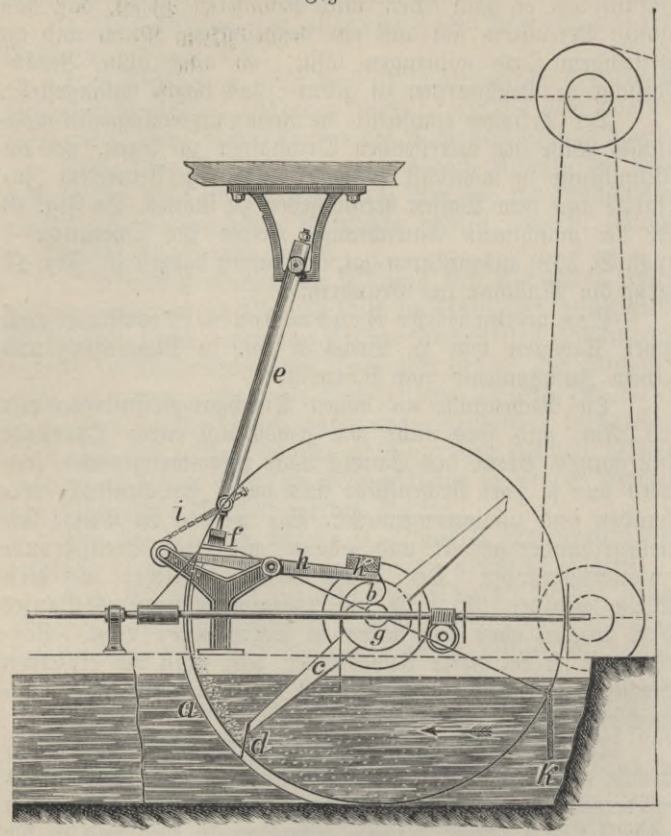
Der mechanische Grobrechen a ist construirt nach zwei Patenten von H. Laas & Co. in Magdeburg und einem Zusatzpatente von Riensch.

Die Rechenstäbe aa haben Durchgangsöffnungen von 15 Mm. und sind nicht wie gewöhnlich durch Querstäbe der ganzen Breite des Canals nach zusammengenietet, sondern nur je zwei Rechenstäbe sind durch Zwischenstücke verbunden und zusammengenietet. Sie werden im Canal lose nebeneinander gestellt und sodann mit einer Stellschraube zusammengepreßt. Der ganze Rechen, welcher auf diese Weise gebildet ist, stellt ein zusammenhängendes Ganzes dar, welches oben und unten in Eisenschienen ruht. Vortheilhaft ist bei dieser Anordnung, daß man die einzelnen Rechenstücke, wenn nöthig, schnell herausnehmen und auswechseln kann.

Der zweite Theil der Maschine ist die rotirende Welle b welche mit Doppelarmen cc versehen ist. Die Arme tragen wiederum einen Kamm d, dessen elastische Stahlzähne von circa 10 Mm. Breite einzeln aufgeschraubt sind und in die 15 Mm. Rechenöffnungen eingreifen. Die Arme rotiren so, daß der Kamm von unten nach oben auf dem Rechen entlang streift, und die einzelnen Zähne alle Körper, welche sich vor dem Rechen angesammelt haben, nach oben kämmen.

Am Ende der Rechenstäbe angekommen, bildet ein in Charnieren hängendes Zirkelblech als Führung die Fortsetzung des

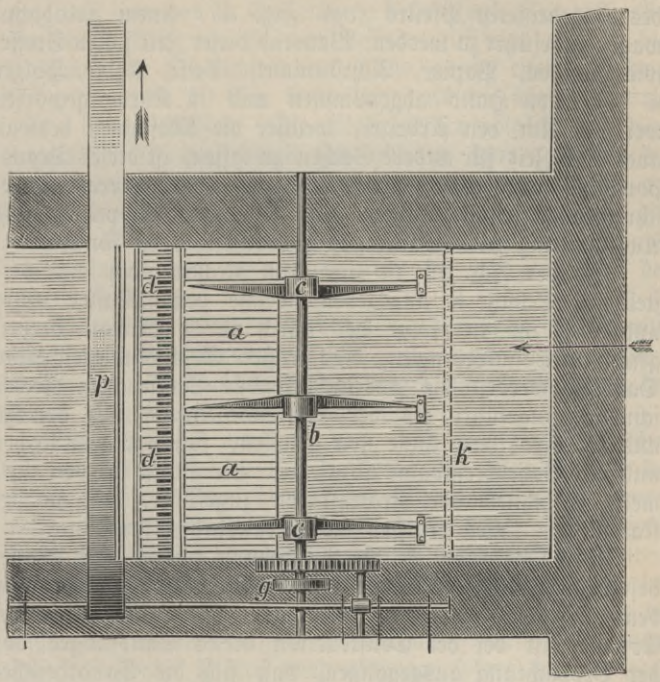
Fig. 46.



Rechens, damit die Stoffe in gewisser Höhe zur Weiterbeförderung gelangen können. Zu dem Zwecke ist an das Zirkelblech ein schräg stehender Abstrichtisch an-

genietet. Sobald also der Kamm an dem Endpunkte des Führungsblechs angelangt ist, erfolgt das Abstreichen durch eine Bürste, welche an einem schwingenden Pendel e (vgl. Fig. 46) befestigt ist. Das Pendel ist, um ein möglichst

Fig. 47.



geringes Gewicht zu erzielen, aus Gasrohren hergestellt. Dieser oben verstellbare Pendelapparat, der durch Excentrik g, Hebel und Gewicht h und Rolle mit Kette i bewegt wird, könnte unter Umständen versagen. In dem Falle hebt der Rechenkamm, der sonst in seiner Bewegung gehindert wäre, die Bürste frei in die Höhe und geht vermöge seiner

rotirenden Bewegung zuletzt unter ihr weg. Die Bürste fällt alsdann durch ihr eigenes Gewicht wieder in ihre alte Stellung zurück und erwartet von Neuem die Ankunft des rotirenden Kammes. Die ausgekämmten Stoffe werden auf den schräg liegenden Tisch geworfen und rutschen von da auf ein endloses Transportband p, um in der Richtung des angedeuteten Pfeiles (vgl. Fig. 47) einem Feldbahnwagen zugeführt zu werden. Während dieser Zeit sollen Stoffe, wie Lumpen, Papier, Lichtstummel, Seife, Korke, Hölzer u. s. w. von Hand abgenommen und in Körbe geworfen werden. Um den Arbeiter, welcher die Maschinen bedient, auch noch Zeit für andere Sachen zu lassen, ist dieses Transportband und ebenso auch die noch im Weiteren zu beschreibenden so eingerichtet, daß sie durch Kuppelung und Ausschaltung zum Stillstande gebracht werden können.

In der Fig. 46 ist vor dem Rechen noch eine verstellbare Schütze k angegeben, welche dem Wasser unter und über ihr in Folge der durch ihren Einbau herbeigeführten Canalverengung eine größere Geschwindigkeit giebt. Dadurch werden die auszuschaltenden Stoffe dem Rechen schneller zugeführt als der rotirende Kamm sich bewegt, und es wird ihnen keine Zeit gelassen, sich vor dem Rechen und der Bodenkreisbahn abzusetzen. Die Stoffe werden vielmehr so schnell den Rechenstäben zugeführt, daß sie der Kamm von unten erfassen und herausheben kann.

Die Operation 2, die Aushebung der in dem Wasser befindlichen schweren Theile soll der Sandfang, welcher von dem Erfinder besonders construirt ist, vollführen. Der Erfinder ist bei der Construction dieses Sandfanges von der Beobachtung ausgegangen, daß sich die Sandtheilchen leichter auf der Canalsohle ablagern, wo dieselbe eine geringe Vertiefung aufweist, als in einem sogenannten, tief herabgehenden Sandfang. In letzterem soll nach des Erfinders Ansicht der Sand leicht in der Schwebe gehalten werden, um sich erst hinter dem Sandfange auf der Sohle abzulagern, bis wohin er von dem fließenden Abwasserstrom mitgeführt wird. Aus dem Grunde hat Riensch folgende

Einrichtung getroffen. Zunächst wird der Canal auf eine Länge von circa 3 Meter frei von jeder Verengung seines Querschnittes gehalten, damit das Wasser langsam fließen kann und der Sand Zeit hat sich abzusetzen. Die Sohle des Canals bilden an dieser Stelle acht in Charnieren gehende eiserne Bodenplatten a a, deren Endpunkte jalousieartig mit einander in Verbindung stehen (vgl. Fig. 48). An dem einen Ende der Platten befindet sich eine circa 5 bis 10 Cm. hohe Querschiene b b. Die ganze eiserne Bodenfläche, die etwa 10 Cm. tiefer liegt, als die übrige Canalsohle, ist geschlossen. Die Wassergeschwindigkeit ist verringert, damit der Sand sich absetzen kann. Durch die Querschienen sollen die Sandtheilchen noch besonders gehemmt werden, so daß die erste Ablagerung des abgesetzten Sandes hinter diesen Querschienen beginnt und sich alsdann nach und nach über die ganze Fläche der Platte ausdehnt.

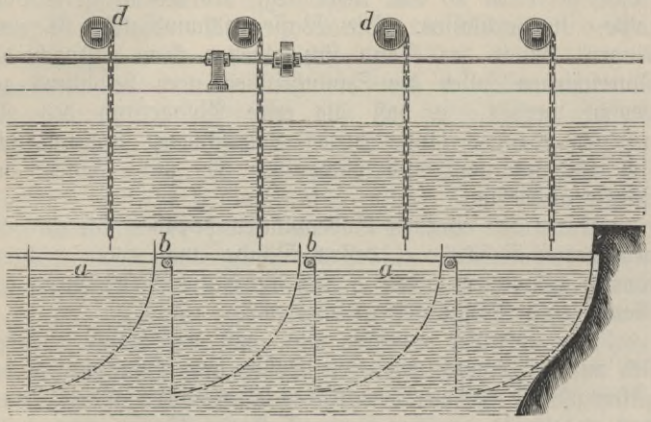
Unter den eisernen Bodenplatten befindet sich ein eingemauerter Behälter c, dessen Wände nach unten trichterförmig zusammenlaufen, so daß durch die Abschrägung der Raum nach Möglichkeit verengt wird.

Der Erfinder erwartet nun, daß der Sand, welcher sich auf der etwas vertieften Sohle des Sandfanges beziehungsweise auf den beweglichen Eisenplatten absetzt, durch das andauernd darüber hinwegfließende Wasser reingespült wird. Von Zeit zu Zeit wird alsdann vermittelst der Kettenvorrichtungen d d (vgl. Fig. 48) eine Platte nach der anderen umgekippt, so daß der Sand in den darunter befindlichen, trichterförmigen Sandbehälter herabfallen kann. Die betreffende Platte wird alsdann sofort wieder hochgezogen. Ein nach der tiefsten Stelle des Sandbehälters führendes Bagger-Becherwerk soll den Sand automatisch in den dafür bestimmten Feldbahnwagen befördern.

Für die Operation 3, d. i. für die Ausscheidung von allen greifbaren Körpern bis zur Größe von 4—6 Mm. ist ein sogenannter Mittelrechen eingebaut, welcher genau dieselbe Bauart hat, wie der bei der Operation 1 be-

schriebene Grobrechen. Nur haben die Rechenstäbe hier eine geringere Entfernung von einander, insofern nur Oeffnungen von 5—6 Mm. gelassen sind. Außerdem sind die einzelnen Rechenstäbe schmäler und von konischem Querschnitt, so zwar daß die Oeffnungen beim Wassereintritt 5—6 Mm., beim Austritt 10 Mm. haben. Es sollen auf diese Weise Verstopfungen verhütet werden.

Fig. 48.



Der für die Beseitigung der abgeschiedenen Stoffe bestimmte Kamm besteht nicht, wie bei dem Grobrechen, aus einzelnen Zinken, sondern aus Stahlblättern, die am Ende sägeartig gezähnt sind. Jeder einzelne Zahn ist auf der Hochkante geschränkt zur Erhöhung seiner Widerstandsfähigkeit.

Dieser Mittelrechen soll nur Dungstoffe ausscheiden und bedarf in Folge seines automatischen Betriebes keiner Bedienung.

Der Operation 4, d. i. Ausscheidung aller noch übrig bleibenden greifbaren Schwimmkörperchen, legt der Erfinder

eine ganz besondere Wichtigkeit bei. Er weist darauf hin, daß früher die Ansicht vertreten gewesen ist, daß die in dem Abwasser schwimmenden feineren Schmutzkörperchen nicht auf mechanischem Wege entfernt werden sollten, sondern besser darin verblieben, um bei der chemischen Reinigung nach Zusatz des Fällmittels mit den durch dieses erzeugten Niederschlägen zu Boden zu sinken. Auf diese Weise hoffte man, den Niederschlag zu verstärken und zu befördern. Der Erfinder ist auf Grund seiner Versuche zu der Ueberzeugung gekommen, daß diese Auffassung eine irrige ist. Er sagt darüber:

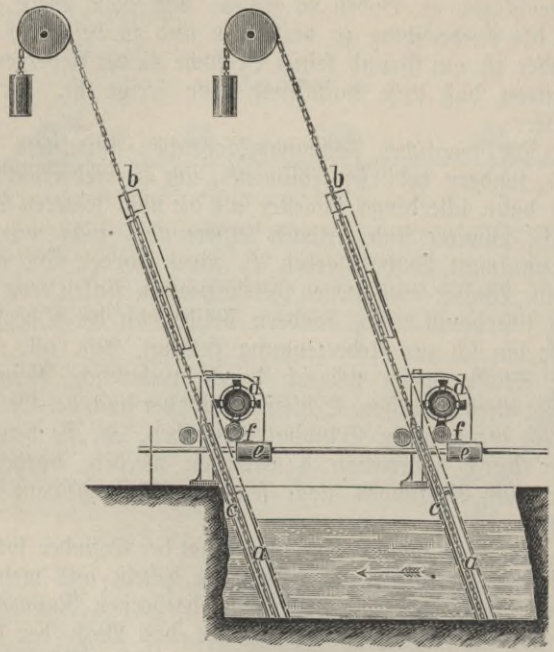
»Die fraglichen Schwimmkörperchen sind kein Fällmittel, sondern bedürfen Fällmittel, um sie niederzuschlagen, sinken dann allerdings schneller als die noch feineren Stoffe, weil sie schwerer sind, nehmen letztere aber nicht mit, wie man annimmt, sondern gehen an ihnen vorbei. Die außerdem im Wasser enthaltenen Fettkörperchen sinken trotz Fällmittel überhaupt nicht, sondern bleiben an der Oberfläche. Daher bin ich zur Ueberzeugung gelangt, daß alle greifbaren Stoffe, wenn möglich durch mechanische Reinigung beseitigt werden müssen. Schließe mich aber auch der Meinung an, daß die feineren Schwimmkörperchen, ehe sie dem Abwasser durch Operation 4 entzogen werden, vorher als Filter zum Auffangen noch feinerer Stoffe gedient haben müssen.«

Zur Erreichung dieses Zieles hat der Erfinder folgende Einrichtung getroffen. Der Apparat besteht aus mehreren, in der Regel zwei, leichten schmiedeeisernen Rahmen a a (vgl. Fig. 49 und Fig. 50), welche das Maß der Breite und Höhe des Abflußcanals haben. Die Rahmen sind harfenartig mit Metalldrähten überzogen, in der Regel in einem Abstand von 1 Mm. und, wenn nöthig, noch weniger. Diese Durchgangsöffnungen sind in der ganzen Länge des Rahmens vorhanden. Zur Erzielung einer gleichmäßigen guten Spannung der Drähte werden nur je zwei Drähte durch eine Schraube angezogen. Es ist von Wichtigkeit, die ganze filtrirende Fläche, die dem Abwasser geboten wird,

glatt, frei und gerade herzustellen, um eine leichte Reinigung derselben zu ermöglichen.

Die beiden Rahmen (wie bereits erwähnt, handelt es sich in der Regel nur um zwei) werden in circa 1 Meter

Fig. 49.

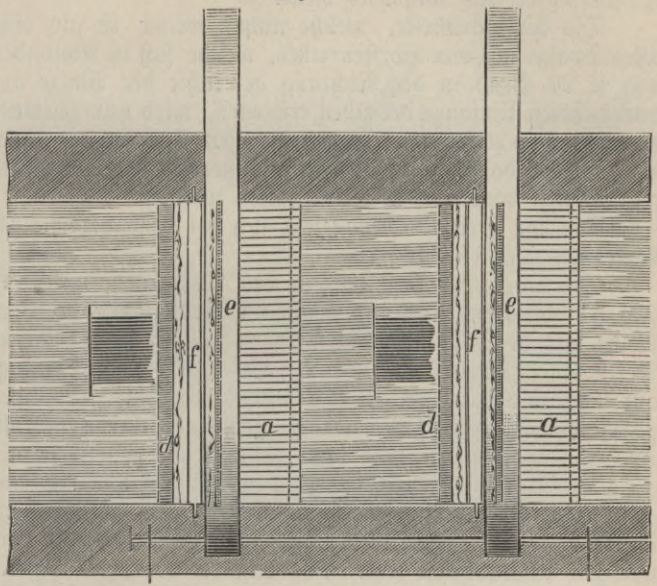


Entfernung von einander in Führungsschienen b schräg gegen die Richtung des Wasserstromes in den Canal gesetzt.

Die kleinen Partikelchen, welche von den Harfen zurückgehalten werden, bilden in kurzer Zeit einen Ansatz von gewisser Dicke, so daß auch kleinere Partikelchen zurückgehalten werden als die, welche durch die 1 Mm. von einander entfernten Drähte von vornherein festgehalten werden.

Ist der Ansatz so dicht geworden, daß eine Stagnation eintritt beziehungsweise das erforderliche Wasserquantum nicht mehr durchgelassen wird, so geht der erste Rahmen, der an beiden Seiten mit Zahnstangen c versehen ist, durch mechanische Einschaltung eines Getriebes langsam in die Höhe. Auf diesem Wege bis zur höchsten Stelle, die der

Fig. 50.



Rahmen erreichen kann, wird derselbe durch eine sogenannte Circularbürste d von dem Schmutzfilter befreit, und letzteres auf das Transportband e geworfen, um in der Richtung des in der Zeichnung angedeuteten Pfeiles einem für seine Aufnahme bestimmten Feldbahnwagen zugeführt zu werden.

Die sich langsam drehende Walze f, welche ebenfalls von der Bürste bestrichen wird, bildet die Dichtung zu Rahmen und Transportband.

Ist die Spannung der Zahnstange abgelaufen, so bleibt der Rahmen stehen und gleitet durch ein weiteres mechanisches Umschalten des Getriebes, durch Gegengewichte entlastet, allmählich auf seiner schrägen Bahn in den Canal zurück. Auf diesem Wege wird er nochmals von der Bürste gereinigt. In der Richtung des Rahmens befindet sich auf dem Boden des Canales ein Gummistreifen, welcher als Aufstoßpuffer des Rahmens dient.

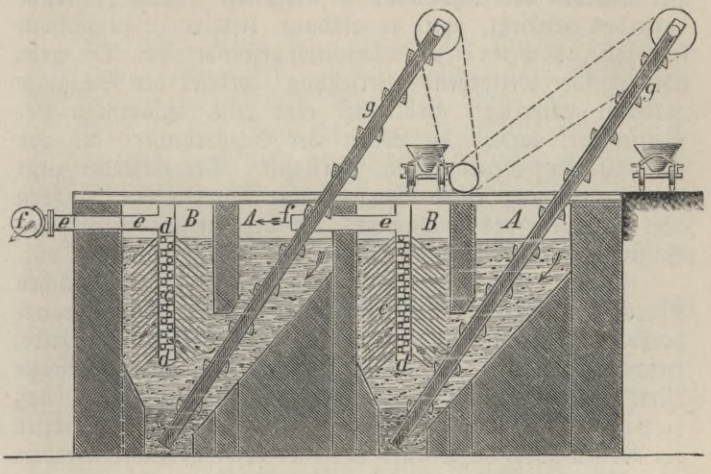
Die Circularbürste, welche nichts weiter ist als eine Metallwalze mit vier Borstenreihen, welche sich in Abständen von je 90 Grad in der Richtung der Achse der Walze auf dem äußeren Umfange derselben erstrecken, wird nur zeitweise beansprucht, rotirt aber die übrige Zeit frei in der Luft. Sie soll sich dadurch reinigen, und außerdem sollen dadurch die Borsten trocken und steif erhalten werden.

Dieselbe Operation vollzieht sich bei dem beziehungsweise den nächsten Rahmen.

Die Operation 5 erfolgt in den Apparaten, welche in Fig. 51 abgebildet sind und welche im Wesentlichen aus einer Reihe von Reisert'schen Klärschirmen (vgl. S. 277) bestehen. Der Erfinder ist zunächst durch sein Princip, die ganze Anlage auf möglichst geringem Raume unterzubringen, gezwungen gewesen, von der Einschaltung größerer Klärbecken abzusehen, und hat deshalb die genannten Klärschirme als geeignet für seine Zwecke an seine mechanische Klärung angeschlossen. Er vertritt ferner die Ansicht, daß bei der Anwendung geeigneter Klärmittel die Flockenbildung schon nach wenigen Augenblicken eintritt, so daß die Ausschaltung der gebildeten Flocken in kürzester Zeit nach dem Zusatz des Fällungsmittels erfolgen kann. Seine praktischen Versuche mit einer Schirmbatterie, welche er auf der Wiesbadener Kläranlage (vgl. S. 284) in einem der Vorbecken ausgeführt hat, ergaben, daß er mit jedem Schirm von 1·20 Meter Durchmesser continuirlich einen Secundenliter Schmutzwasser klären konnte. Die Zeitdauer, die dabei das Wasser aufgehalten, überstieg nicht zehn Minuten, und dabei war die erzielte Klärung eine vollauf befriedigende.

Als Fällungsmittel dienen, wie bereits erwähnt, Kalkwasser und ein Fällungsmittel, welches im Wesentlichen aus Torfmull und Papierabfallstoffen besteht, welche beide einer besonderen Bearbeitung unterworfen werden. Erst nach dieser Bearbeitung leisten die genannten Stoffe das, was der Erfinder von einem guten Klärmittel verlangt, nämlich, daß sie einerseits gute Niederschläge geben, andererseits aber auch

Fig. 51.



dieselben in einem hervorragend porösen Zustande liefern, so daß sie der Entwässerung keine Schwierigkeiten entgegensetzen.

Die Fällungsmittel werden dem Abwasser zugeführt vor dem Eintritt desselben in die Bassins A und B. Die eigentliche Klärung findet in dem letzteren statt, in welchem die Schirmbatterien C angeordnet sind. Das Wasser theilt sich in so viele verschiedene Stromtheile, als in jeder Batterie Schirme vorhanden sind, steigt aufwärts und gelangt durch die Oeffnung d, welche oben zwischen jedem Schirm vor-

handen ist, in das gemeinschaftliche Centralrohr e und von dort zum Abfluß f. Der sich auf den Schirmen absetzende Schlamm dient zunächst nochmals als Filter und rutscht, sobald er sich in hinreichender Menge angesammelt und eine gewisse Schwere bekommen hat, ab. In diesen compacten Massen sinkt der Schlamm nach unten in das Sammelbecken, von wo er continuirlich mittelst Bagger g emporgehoben und in den bereit gehaltenen Feldbahnwagen befördert wird.

Der Erfinder legt großen Werth darauf, daß dieses Herausheben des Schlammes in möglichst frischem Zustande desselben geschieht, weil er alsdann leichter zu entwässern sein soll, als wenn er schon tagelang gestanden hat. Die mehr oder minder weitgehende Zersetzung, welcher der Schlamm alsdann unterliegt, giebt ihm eine zähe, schlammige Beschaffenheit, welche die Löcher der Baggerbecher, die zur Entwässerung dienen sollen, verstopft. Der Erfinder zieht die Verwendung eines Baggers mit durchlochten Bechern dem Ablassen des Schlammes an der tiefsten Stelle des Bassins durch Hähne oder Ventile und dem Auspumpen vor.

Sehr praktisch eingerichtet sind die bei der mechanischen Klärung in den drei ersten Operationen angewendeten Transportbänder. Dieselben bestehen aus zwei Ketten ohne Ende, welche durch 2—3 Cm. lange, nur an einer Seite befestigte Metallplatten verbunden sind, und zwar in dem Sinne, daß die parallel mit einander laufenden Ketten bei dem Ueberschreiten der Rollen durch die Platten in keiner Weise gehindert werden.

Für die Ausnutzung der Abfallstoffe, welche bei den verschiedenen Operationen gewonnen werden, macht der Erfinder folgende Vorschläge. Die bei den Operationen 3, 4 und 5 gewonnenen Stoffe sollen gemischt und zerkleinert werden in der Art, wie es bei der Ziegelstein-Fabrikation geschieht, um darnach mittelst Centrifuge oder Filterpresse, je nach der Beschaffenheit des Productes entwässert zu werden. Sollte letzteres nicht so glatt von Statten gehen, wie man wünscht, so wird empfohlen, Asche o. dgl. zur Auflockerung und Erhöhung der Porosität hinzuzufügen. Die in Ziegelform erhaltenen Kuchen sollen an der Luft oder durch Dampf-

trockenapparate getrocknet und entweder in dieser Form oder zu Pulver vermahlen als Düngemittel verwendet werden.

Die einzige Anlage, welche bis dahin nach dem Rienschschen Verfahren eingerichtet worden ist, befindet sich in Marburg in Hessen. Die Abwässer der gesammten rechts von der Lahn gelegenen Häuser werden, bevor sie in die Lahn abgeleitet werden, in einer Kläranlage der mechanischen Reinigung unterworfen. Das Abwasser passirt ein eingeschoßiges Gebäude in offener Rinne, in welche die unter 1, 3 und 4 beschriebenen Apparate nach Rienschein gebaut sind.

Verfasser konnte sich, als er die Anlage besichtigte, nicht davon überzeugen, ob der zwischen dem Grob- und Mittelrechen eingeschaltete Sandfang auch nach Rienschein hergestellt ist. Die Herausbeförderung mittelst Becherwerkes ist jedenfalls dort nicht vorgesehen; vielmehr geschieht die Herausschaffung des Sandes per Hand mit geeigneten Instrumenten. Für den Antrieb der Maschinen sind zwei Gasmotoren vorgesehen, von denen aber nur einer zeitweilig in Gebrauch ist.

Verfasser konnte sich jedoch davon überzeugen, daß sowohl die Rechen, als auch die Harfenrahmen mit ihrem Zubehör tadellos functionirten. Dagegen konnte er nicht den Eindruck gewinnen, daß eine so weitgehende Reinigung durch die Apparate erzielt wurde, wie der Erfinder es wünscht beziehungsweise erreicht haben will. Man hat sich ja auch in Marburg mit diesen Apparaten und dem Reinigungseffect, welchen sie erzielen, nicht zufrieden gegeben, sondern hat hinter denselben noch zwei große Klärbecken von erklecklichen Dimensionen eingeschaltet, deren Wirkung auch nur eine rein mechanische ist.

Man muß dem Urtheil jenes Fachmannes beistimmen, welcher gelegentlich einer großen Versammlung im Laufe des Jahres 1898 die ganzen Rienschschen Apparate eine allerliebste Spielerei nannte, deren Zweck aber durch eine Anlage von einfachen Klärbecken ebenso gut erreicht werden kann.

H. Reiserts Verfahren für Abwässerklärung mit Hilfe eines Klärapparates mit Stromtheilung (Patent Dervaux).

Bei der mechanischen Klärung geht Dervaux*) von dem Grundsatze aus, daß in einem continuirlich wirkenden Apparate ohne Anwendung eines Filters ein so großer Klärungsquerschnitt für das durchströmende Wasser nothwendig ist, daß die absolute Stromgeschwindigkeit geringer ist, als die Fallgeschwindigkeit der auszuscheidenden Schlammtheilchen.

Die Leistung eines Klärbehälters steht im directen Verhältniß zu den dem zu klärenden Wasser gegebenen Klärflächen.

Will man in einem Klärgefäß schlammiges Wasser, d. h. solches, welches entweder von Natur oder durch Zusatz geeigneter chemischer Reagentien hervorgerufene suspendirte Schlammtheilchen enthält, durch Absetzen derselben vollständig klären, so ist, um 1 Cbcm. klares Wasser pro Stunde zu erhalten, ein Klärquerschnitt von mehr als 8·33 Qm. nöthig. Diese Zahl wird erhalten, wenn man eine Ausfallgeschwindigkeit der Schlammtheilchen von 2 Mm. in der Minute annimmt. Man erhält alsdann folgenden Ansatz:

$$\frac{1}{0{\cdot}002 \times 60} = 8{\cdot}33 \text{ Qm.}$$

Es ist also die Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes geringer als die der niedersinkenden Schlammtheilchen.

Wird ein solches Verhältniß auf ein Gefäß wie in Fig. 52 dargestellt, angewendet, in welchem die Einströmung des Schlammwassers bei a, und die Ausströmung oben durch das Rohr b stattfindet, so leuchtet ein, daß nur dann bei b klares Wasser abfließt, wenn die Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes geringer ist, als die der zu Boden sinkenden Schlammtheilchen. Während oben klares Wasser

*) Dr. Hans Benedict, Die Abwässer der Fabriken, S. 306.

abfließt, sammelt sich der Schlamm am Boden des Gefäßes. Die Menge des geklärten Wassers ist nur von dem horizontalen Querschnitt abhängig, nicht aber von der Höhe des Gefäßes. Mit der Vergrößerung der Höhe würde man nichts gewinnen, weil, während die oberen Schichten sich klären, der ausfallende Schlamm auch die unteren Schichten durchdringen müßte.

Wenn man dagegen in dem erwähnten Gefäß durch eingeschaltete horizontale Querwände in gleichen Abständen

Fig. 52.

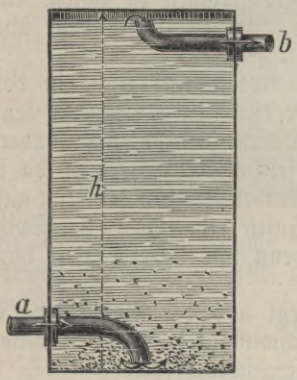


Fig. 53.

eine Reihe von verschiedenen Abtheilungen herstellen würde, wie etwa in Fig. 53 dargestellt ist, so würde jede Abtheilung dieselbe klärende Wirkung quantitativ ausüben, wie das in Fig. 52 angegebene große Gefäß, vorausgesetzt daß die Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes in jeder Abtheilung dieselbe ist wie in dem großen Gefäß. Es soll auch hier die Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes geringer sein als die Geschwindigkeit der niedersinkenden Schlammtheilchen. In Fig. 53 sind zwölf einzelne Abtheilungen durch die eingeschalteten Querwände hergestellt, so daß demnach der zwölffache Klär-Querdurchschnitt her-

gestellt ist, und demnach dieselbe Leistung erzielt würde, wie in zwölf neben einander gestellten Gefäßen von der Größe in Fig. 52.

Es ist aber unmöglich, das Wasser in jede einzelne Abtheilung so einzuführen, daß es im ganzen Querschnitt gleichmäßig aufsteigt, und ebensowenig ist oben im ganzen Querschnitt ein gleichmäßiges Abfließen wieder zu erzielen. Ferner ist es unmöglich, den abgesetzten Schlamm von den horizontalen Wänden mit leichter Mühe zu entfernen. Aus dem Grunde sah sich Dervaux veranlaßt, die Scheidewände nicht horizontal, sondern schräg anzuordnen, und das Wasser gleichmäßig vertheilt, seitlich die Kammern durchströmen zu lassen. Auf diese Weise entstanden die in gewissen Abständen über einander gestellten Schirme. (Vgl. Fig. 55.)

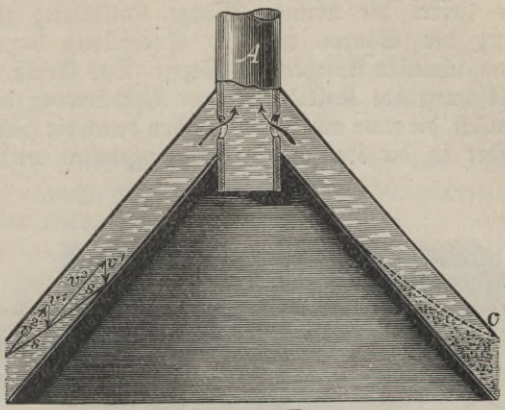
Man braucht das zu klärende Wasser nicht in dem ganzen Querdurchschnitte in jeder einzelnen Abtheilung senkrecht aufsteigen zu lassen und auch nicht so abzuleiten, sondern man läßt es die Abtheilungen seitlich durchströmen, da es gleichgiltig ist, ob es in den Klärabtheilungen senkrecht aufsteigt oder durch die Ringquerschnitte ein- und an der Spitze des Conus wieder ausströmt, wenn nur dieselbe Zeit dazu gebraucht wird.

Daß dies der Fall ist, geht aus der Darstellung in Fig. 54 hervor. Ist die Fallgeschwindigkeit eines Schlammtheilchens $= v^1$ und die Wassergeschwindigkeit $= v^2$, so muß das Schlammtheilchen der Resultante S folgen und sich auf der Schirmfläche ablagern. Diese Ablagerung wird an dem unteren Theil der Schirmfläche in weit stärkerem Maße stattfinden, als an dem Theil, welcher der Spitze des Conus am nächsten ist. Bei geeigneter Stromregulirung wird aber ein Absitzen sämmtlicher Schlammtheilchen erfolgt sein, bevor das Wasser an das Centralrohr A gelangt ist.

Die Wassergeschwindigkeit nimmt nach der Mitte hin zu, so daß sich eine Schlammgrenze nach der bei c angedeuteten Curve bildet; oberhalb dieser Curve wird stets geklärtes Wasser sein, mithin nur geklärtes Wasser in das Rohr A abfließen.

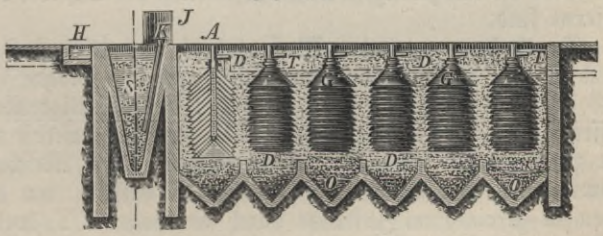
Die Leistungsfähigkeit eines Klärbehälters ist durch Einbauung des Dervaux'schen Stromtheilungs-Systems ganz bedeutend zu erhöhen, nach Angaben des Erfinders sogar

Fig. 54.



bis auf das 15—25fache, insofern die Leistungsfähigkeit im directen Verhältniß steht zu der Anzahl der Klärkammern.

Fig. 55.

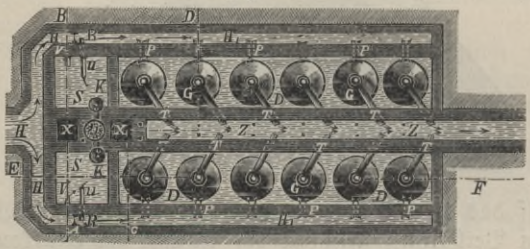


Die Anwendung eines Filters soll dadurch überflüssig werden.

Fig. 55 zeigt im Aufriß und Fig. 56 im Grundriß eine Kläranlage für Abwässer nach dem Stromtheilungs-

system Patent Dervaux. Es sind in zwei gemauerte Bassins D D eine Anzahl von Stromtheilungselementen G G eingebaut. Die Bassins haben je eine Länge von 14 Meter und eine Breite von 2·5 Meter. Für die Ausfällung der gelösten organischen Substanz ist ein Kalksättiger S bestimmt. Derselbe liefert die nöthige Menge Kalklösung zur Abstumpfung der Säuren und zur Ausfällung beziehungsweise zum schnellen Absetzen der Stoffe. Das Gefäß J dient zur Ablöschung des Kalkes und zur Verdünnung desselben zu Kalkmilch, die etwa alle sechs Stunden durch die Hähne K K und Rohre in die Kalksättiger S S eingelassen wird, nach-

Fig. 56.



dem zuvor die ausgelaugten Kalkreste mittelst der Schieber L L entfernt sind.

Durch den regulirten Wasserzulauf aus dem Zuflußcanal H vor dem Stauschieber R R durch die Rohre V V wird der Kalk nach und nach aufgelöst; das gesättigte Kalkwasser fließt dann in die Canäle H H, um sich daselbst mit dem zu klärenden Abwasser zu vermischen. Diese Mischung strömt durch die Rohre P P in die Klärbassins, um dieselben in gereinigtem Zustande durch die Rohre T T, welche in den gemeinsamen Ablaufcanal Z münden, wieder zu verlassen. Den durch die Schieber O O in die Schlammcanäle abgelassenen Schlamm kann man in ein besonderes Schlammreservoir pumpen zur Ansammlung und beliebigen Verwerthung.

Der Erfinder präcisirt die Vortheile des automatischen Kalksättigers und Klärapparates mit Stromtheilung gegenüber der Reinigung durch Klärbassins, folgendermaßen:

Die Vortheile bestehen:

1. In der vollständigen Ausnutzung des Kalkes, daher große Ersparniß an solchem.

2. In dem weitaus geringeren Raumbedarf, insofern die in Fig. 56 abgebildeten Bassins ebensoviel leisten, als 18 von gleicher Größe, in denen keine Stromtheilungsapparate vorhanden sind.

3. In der zehnmal kürzeren Zeit, die das Wasser zur Klärung braucht, wodurch Gährung beziehungsweise Fäulniß verhindert wird.

4. In der Ersparniß an Bedienungsmannschaft.

5. In besserer Verwerthung des Schlammes zu Düngezwecken, weil entweder gar kein oder nur ein geringer Kalküberschuß in dem Schlamm vorhanden ist.

6. In der besseren Klärung.

Ueber die Verwendung dieser Klärschirme vgl. S. 271 bei dem Rienschschen Verfahren.

Die Abwasser-Reinigungsanlage in Frankfurt am Main.

Auf Grund zahlreicher Erfahrungen, welche man in einzelnen englischen Städten gemacht hatte, wurde Mitte der Achtzigerjahre in Frankfurt am Main eine umfassende Klärbeckenanlage gebaut. Die Frankfurter Siele nehmen die gesammten Fäcalien auf. Die Kläranlage ist auf eine Reinigung von 18000 Cbm. städtischen Abwassers pro Tag berechnet.

Die Klärung*) soll im Wesentlichen eine mechanische sein; zu ihrer Unterstützung erfolgt jedoch ein Zusatz chemischer Klärmittel, und zwar werden ausschließlich Kalkmilch und

*) Deutsche Vierteljahrschrift für öffentliche Gesundheitspflege, 1884, Heft 4; W. H. Lindley, Die Klärbeckenanlage für die Sielwässer in Frankfurt am Main.

schwefelsaure Thonerde verwendet. Vor dem Zusatz dieser chemischen Fällungsmittel werden aus der Spüljauche durch Sedimentiren und Abschöpfen soviel wie möglich die mechanisch von dem Abwasser mitgeführten Verunreinigungen entfernt.

Das Abwasser kommt in zwei Rohrsträngen unterhalb des Mains nach der Kläranlage und vereinigt sich vor derselben in einem runden Siel von 1·20 Meter Durchmesser, das in gerader Linie in den Sandfang der Reinigungsanlage einmündet. Vor dem Eintritt in den Sandfang zweigt sich ein Nothauslaß ab.

Bis zum Sandfang werden alle Abwässer mit unverminderter Geschwindigkeit, welche zwischen 0·5 und 0·7 Meter pro Secunde schwankt, durch die Siele geführt. Beim Eintritt in den Sandfang wird diese Geschwindigkeit auf ein Zehntel der ursprünglichen verlangsamt, damit die schwersten der mitgeführten Stoffe, namentlich Sand und ähnliches, zu Boden sinken können.

Zum Zurückhalten aller schwimmenden Substanzen ist am Ende des Sandfanges eine Eintauchplatte angebracht, welche quer über die ganze, 6·0 Meter breite Gallerie reicht und 0·4 Meter in das Wasser eintaucht. Eine entsprechende Breite der Eintauchplatte nach oben sichert deren Wirksamkeit selbst bei Hochwasser im Main.

Hinter der Eintauchplatte befindet sich eine Reihe von schräg gelagerten Sieben, die in Folge ihrer Stellung dem Wasser eine größere Fläche bieten und zum Zweck ihrer Reinigung mit den darauf angesammelten Stoffen herausgehoben werden können.

Von seinen größten und schwersten Sinkstoffen befreit, tritt das Abwasser in die Mischkammer, in welcher zunächst eine Lösung von schwefelsaurer Thonerde und sodann Kalkmilch zugesetzt und durch geeignete Mischvorrichtungen innig mit dem Wasser vermengt werden. Die Herstellung dieser Lösungen erfolgt im Maschinenhause. Alsdann gelangt das Abwasser in die Zuleitungsgallerie, welche dasselbe den einzelnen Klärbecken zuführt. Solcher Klärbecken sind vier

vorhanden, welche an ihrem oberen Ende 2 Meter und am unteren Ende 3 Meter tief sind und eine Länge von 80 Meter haben. Der Querschnitt unter dem Wasserspiegel beträgt am Einlaufende der Becken 10·5 Qm., am Ausflußende 16·1 Qm., im Durchschnitt 13·3 Qm.

Der Inhalt eines jeden Beckens, auf 1·0 Meter gefüllt, ist 1100 Cbm. Jede Abtheilung ist auf die Reinigung von täglich 4000—5000 Cbm. unter normalen Verhältnissen berechnet. Der Inhalt entspricht demnach 25 Procent des Tagesdurchflusses, und der durchschnittliche Aufenthalt des Wassers im Becken beträgt sechs Stunden.

Um eine ruhige Ablagerung in den Klärbecken zu sichern, sind die ganzen Klärbecken überwölbt, so daß die Ablagerung geschützt vor äußeren Einflüssen des Windes beziehungsweise Sturmes und vor der Störung durch Frost vor sich gehen kann.

Die durchschnittliche Geschwindigkeit, mit der das Wasser durch die Becken strömt, beträgt 4 Mm. in der Secunde. In Folge der Construction der Becken mit geringerer Tiefe am Einlaufende und größerer Tiefe am Auslaufende vermindert sich die Geschwindigkeit des Wassers beständig. Dieselbe beträgt am Einlaufende circa 5 Mm. pro Secunde und am Ausflußende circa 3 Mm. pro Secunde. Hierdurch wird bewirkt, daß gewissermaßen eine Scheidung in dem Niederschlag entsteht. Das Schwere lagert sich am oberen Ende ab, während das Feinere am unteren Ende zu Boden sinkt.

Am Ausflußende läuft das geklärte Wasser über ein zweitheiliges, mit Schützen versehenes Wehr, welches so eingerichtet ist, daß unter allen Umständen die Ausschaltung und Reinigung der einzelnen Klärbecken-Abtheilungen erfolgen kann.

Längs den unteren Enden der Klärbecken-Abtheilungen zieht sich eine Ableitungsgallerie mit einer Breite von drei Meter, welche von jeder der Abtheilungen das abfließende geklärte Wasser empfängt. Damit, so oft dieses der Wasserstand im Main gestattet, vor der Reinigung einer Klär-

becken-Abtheilung ein möglichst großer Theil des Inhaltes direct ohne vorherige Hebung abgelassen werden kann, ist diese Ableitungsgallerie so angelegt, daß durch je einen Entleerungsschieber von 30 Cm. Durchschnitt das Oberwasser der Klärbecken abfließen kann. Sobald der Wasserspiegel in der ausgeschalteten Abtheilung bis auf die Wasserhöhe in der Ableitungsgallerie gesunken ist, muß das im Klärbecken noch verbliebene Wasser herausgepumpt werden.

Zu dem Behufe befindet sich unter der Ableitungsgallerie ein Entleerungscanal von 2·0 Meter Breite und 1·62 Meter Höhe. Das im Becken verbleibende Wasser wird durch drei Schieber von je 50 Cm. Breite und 20 Cm. Höhe in diesen Entleerungscanal gelassen. Zunächst wird der oberste, dann der mittlere und zuletzt der unterste Schieber geöffnet, so daß das Wasser schichtenweise von oben beginnend abgelassen werden kann, ohne daß der auf dem Boden befindliche Niederschlag mit fortgerissen oder aufgerührt, sondern vielmehr nur von dem sich natürlich ausscheidenden Wasser befreit wird.

Der Entleerungscanal leitet die Abwässer nach einem zwischen den zwei Klärbeckengruppen angelegten Pumpenschacht, aus welchem eine in dem Maschinenhause aufgestellte Centrifugalpumpe das Wasser schöpft und es solange, wie der Zufluß noch rein und gut geklärt erscheint, in das nach dem Ausmündungssiel führende Druckrohr befördert. Sobald eine Trübung eintritt, wird das Wasser in einen Revisionsschacht der Thonerde- und Kalkmilch-Leitungen gebracht, durch welche es in den Mischraum und so durch die Zuleitungsgallerie in die Klärbecken gelangt.

Ist das über dem Niederschlag stehende Wasser in der angegebenen Weise aus einer ausgeschalteten Klärbecken-Abtheilung entfernt, so erfolgt die weitere Reinigung, indem der Sand und der sonstige Niederschlag, soweit er fester Natur ist und sich der vorstehenden Ausführung entsprechend am oberen Ende gebildet hat, in Kübel eingefüllt wird. Diese werden von einem über die erste Bogenreihe laufenden Dampfkrahn durch die im Gewölbe vorgesehenen Reinigungs-

öffnungen auf die Oberfläche befördert, und der Inhalt in Wagen zur Ueberführung auf die Sandlagerplätze ausgeleert. Dieser Dampfkrahn dient auch zum Herausheben des Sandes aus der Zuleitungsgallerie und aus dem Sandfang sowie zum Heraufziehen der der Reinigung bedürftigen Siebe und kann ferner auf einem Verbindungsgeleise zum Landungsplatz am Mainufer gebracht werden zur Entladung der die Chemikalien u. s. w. bringenden Schiffe.

Der weniger feste Niederschlag, ein mehr oder minder flüssiger Schlamm, der sich nicht in derselben Weise wie der feste Niederschlag herausbefördern läßt, fließt dem Gefälle folgend auf der Sohle nach dem unteren Ende des Beckens. Von hier aus wird er durch eine im Maschinenhause aufgestellte Schlammpumpe abgezogen. Das 20-Centimeter-Saugrohr dieser Pumpe liegt auf Trägern an der einen Seite der Ableitungsgallerie und hat nach jeder Klärbecken-Abtheilung eine durch einen Schieber abstellbare Verzweigung, während der Saugkopf in eine 50 Cm. unter der Sohle der Becken hinabreichende Vertiefung eintaucht. Das Saugrohr nebst Ventilen ist so angelegt, daß es stets zugänglich ist und leicht instand gehalten werden kann. Die ganzen Entleerungsvorrichtungen gestatten, daß die Reinigung eines Klärbeckens schnell bewirkt werden kann, und dasselbe nur kurze Zeit ausgeschaltet werden braucht.

Nachdem das geklärte Abwasser in der Ableitungsgallerie angesaugt ist, wird es durch ein rundes Siel von 1·40 Meter Durchmesser nach der Ausmündung in den Main geführt. Die Ausmündung besteht aus einem hölzernen, faßartig zusammengesetzten Rohr, welches bis in die Stromrinne reicht und das geklärte Abwasser tief unter dem niedrigsten Wasserstand in den Fluß leitet. Auf dem Ablaufsiel befinden sich ein Schieber und ein Hängeklappenschacht, welche gestatten, bei Hochwasser im Main die Klärbeckenanlage gegen den Fluß abzuschließen.

In den Gewölben der Klärbecken, sowie der Zu- und Ableitungsgallerie sind Lichtschächte vorgesehen, durch welche jede Stelle der Sohle directe Beleuchtung erhält. Ferner

dienen diese Lichtschächte zur Ventilation und, wie bereits erwähnt, zum Theil auch als Reinigungsöffnungen.

Die gesammte Klärbeckenanlage ist in Portlandcementbeton und Cementmauerwerk ausgeführt.

Die ganze Frankfurter Anlage hat einen Kostenaufwand von rund 700000 Mark erfordert. Für die Reinigung der Abwässer entfällt insgesammt auf den Kopf der Einwohnerschaft jährlich ein Betrag von Mark 1·20. Bevor man in Frankfurt an die Einrichtung dieser Anlage ging, wurden die in England seit Jahren bestehenden Klärbeckenanlagen eingehend geprüft, so daß man sich die dort gemachten Erfahrungen in weitgehendstem Maße zu Nutze machen konnte.

Die Kläranlage in Wiesbaden.

Die Wiesbadener Anlage*) ist eine Flachbeckenanlage, welche von Winter entworfen wurde.

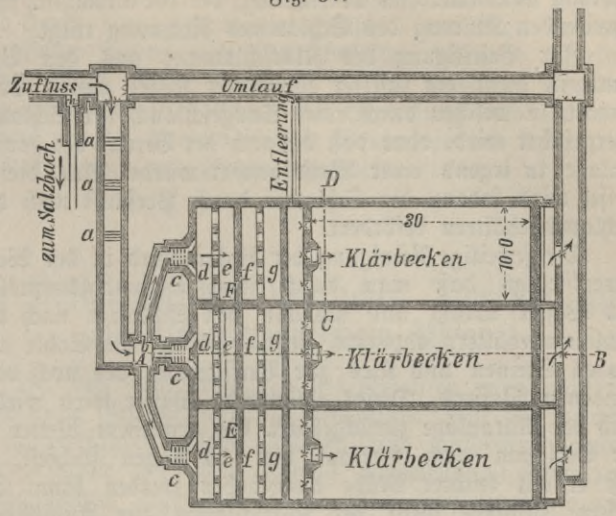
Die 1·8 Km. von der Stadt entfernte Anlage (vgl. Fig. 57 und 58) besteht aus drei neben einander liegenden Becken von je 30 Meter Länge, 10 Meter Breite und 2·25 Meter mittlerer Tiefe. Jedes der Becken hat demnach einen Fassungsraum von 675 Cbm. Die Anlage ist für einen durchschnittlichen Zufluß von 7500 Cbm. pro Tag bestimmt. Der Zufluß kann steigen bis auf 15000 Cbm. Ist diese Grenze erreicht, so tritt der Ueberfall h in Thätigkeit. Ist der Zufluß ein gleichmäßiger, so ist die durchschnittliche Geschwindigkeit des Wassers gleich ungefähr 2 Mm., so daß das Wasser die Becken in $4^1/_3$ Stunden durchfließt. Bei Regenwetter kann sich die Geschwindigkeit auf 4 Mm. steigern.

In der Regel sind von den drei vorhandenen Klärbecken zwei im Betriebe, während das Dritte gereinigt wird. Der Zufluß erfolgt nach der Zeichnung oben links, wo auch der Ueberlauf h, welcher nach dem Salzbach führt,

*) Frühling, Entwässerung der Städte, S. 494.

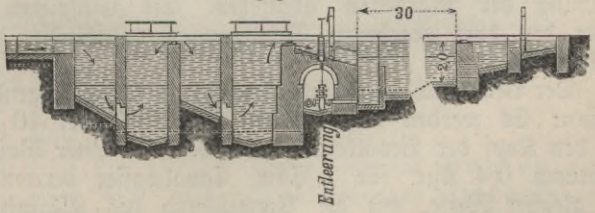
angedeutet ist. Seinen gewöhnlichen Weg nimmt das Wasser durch die Siebe a nach dem Sandfang b, um von da aus

Fig. 57.



nach den Mischkammern c zu gelangen. Hier wird es mit Kalkmilch unter gleichzeitigem Einblasen von Luft versetzt.

Fig. 58.



In den Vorkammern verbleibt bereits die Hauptmenge des Schlammes, so daß das Abwasser schon relativ gereinigt

in die Hauptklärbecken eintritt. Diese sind im Gegensatz zu der Frankfurter Einrichtung so gebaut, daß die Tiefe in der Längsrichtung der Becken, also in der Strömungsrichtung abnimmt: eine Einrichtung, die der allmählich fortschreitenden Klärung des Schlammes Rechnung trägt.

Zur Beseitigung des Klärschlammes aus den Vorkammern dient ein luftleer gepumpter Kessel von 4 Cbm. Inhalt, in welchen durch einen Saugeschlauch der Schlamm übergeführt wird, ohne daß dadurch der Betrieb der ganzen Anlage in irgend einer Weise gestört würde. Aus diesem Kessel wird sodann der Schlamm durch Preßluft nach den Schlammbehältern befördert.

Die jeweilige Reinigung der Becken wird in der Weise bewerkstelligt, daß man durch einen Dammbalkenauslaß das Wasser abläßt und alsdann den Schlamm nach den Schlammbehältern abpumpt. Letztere haben eine Sohle aus groben Steinen und Kies zur Versickerung des noch vorhandenen Wassers. Dieses ablaufende Wasser wird wieder nach der Kläranlage zurückgeleitet. Bei trockenem Wetter ist der Schlamm nach Verlauf von 14 Tagen stichfest, so daß er mit leichter Mühe ausgehoben werden kann. In diesem Zustande dient der Klärschlamm zur Aufhöhung niedrig gelegener Stellen in der Nähe der Anlage, wo er sich bald mit einer Pflanzendecke überzieht.

Da das Canalwasser in Wiesbaden die warmen Quellen aufnimmt, so hat man von einer Ueberdachung oder Ueberwölbung der Klärbecken abgesehen. Ein Einfrieren ist unter den dort gegebenen Bedingungen vollständig ausgeschlossen.

Der Verbrauch an Fällungsmitteln stellt sich folgendermaßen: Es werden täglich 2400 Kgr. Kalk oder 40 Gr. für den Kopf der Bevölkerung oder bei 100 Liter Wasserverbrauch 0·4 Kgr. für 1 Cbm. Canalwasser verwendet. In gleicher Weise, wie die Vermischung des Klärmittels mit dem Canalwasser durch Einblasen von Luft bewerkstelligt wird, sucht man auch die Oxydation der organischen Stoffe in dem geklärten Abwasser durch Einblasen von Luft

zu befördern. Letzteres geschieht an der Austrittstelle des Abwassers aus den Klärbecken.

Die Kosten der Anlage belaufen sich auf 200000 Mark, wovon 60000 Mark auf Baukosten entfallen. Der Betrieb wird durch einen Klärmeister geführt, dem neun Arbeiter zur Seite stehen. Die Betriebskosten betragen jährlich 33000 Mark oder 0·55 Mark für den Kopf der Bevölkerung ohne und 0·79 Mark mit Verzinsung und Tilgung (letztere mit 10 Procent für die Bauanlage und 1 Procent für den Grund und Boden berechnet).

Die Reinigung der städtischen Abwässer auf chemisch-mechanischem Wege.

Bei den nun folgenden Klärverfahren wird nicht in erster Linie Gewicht auf die mechanische Seite der betreffenden Verfahren gelegt, sondern eine mindestens gleich wichtige Rolle wird dem jeweilig angewendeten chemischen Fällungsmittel zugewiesen. Wir haben es also bei diesen Verfahren mit ausgesprochen chemisch-mechanischen Verfahren zu thun.

Die Reihe der im Laufe der Jahre in Vorschlag gebrachten chemischen Fällungsmittel ist groß. Wir geben nachstehend eine Zusammenstellung*) derselben, um darnach nur die wichtigsten Verfahren genauer zu beschreiben:

1. Kalk beziehungsweise Kalkmilch als allgemeines Fällungsmittel.
2. Kalk und Glaubersalz (Fulda).
3. Kalk und Lehm (Smith).
4. Kalk und phosphorsaures Calcium (Lupton).
5. Kalk, Eisenvitriol und Kohlenstaub (Holder).
6. H. Lockwood-Manchester will als Kalk den Abfallkalk von der Ammoniak-Destillation, als Eisenvitriol

*) König, Die Verunreinigung der Gewässer, Bd. II.

eine Lösung von Eisenabfällen in erhitzter Schwefelsäure verwenden.

7. Kalk, Eisenchlorid beziehungsweise Eisenchlorürchlorid (angewendet in Nordhampton).

8. Kalk, Chlormagnesium und Theer (Süvern).

9. Kalk und Heringslake (The Amines-Syndicate limited London).

10. Kalkmilch und Trimethylamin oder Isomere desselben.

11. Kalk-, Eisen- und Thonerdesalze (Scott).

12. Kalk, Aluminium- und Ferrosulfat (H. Robinson und J. Ch. Melis).

13. Kalkmilch-, Calciummonophosphat und Magnesiasalze (Prange und Withread).

14. Kalkmilch und Manganchlorür (Knauer).

15. Kalk bis zur Alkalität mit darauffolgender Lüftung des einen Theils des Abwassers, und nachheriger Zufluß dieses Theils zu dem übrigen Abwasser (R. Landgraf).

16. Kalk oder Säure bis zur Neutralisation und darnach Permanganat.

17. Kalk, Chlor und Carbolsäure.

18. Kalksalze und dreibasisch phosphorsaures Natrium (G. E. Davis).

19. Kalkmilch bis zur schwach alkalischen Reaction und nachfolgender Zusatz von Alkaliferrit oder Alkaliferritaluminat.

20. Kalk und Kokes, dann Zusatz von Eisen- oder Thonerdesalzen und nachfolgende Filtration durch eine Kokesschicht (C. F. Kingzett).

21. Alaun, Blut, Kohle und Thon (Alum, Blood and Charcoal oder Clay, woher der Name A-B-C-Proceß), wozu noch Magnesiumsalze, Eisen- und Aluminiumsulfat ꝛc. kommen (Silar und Wigner).

22. Blut, Holzkohle, Lehm und Alaun (Native Guano Comp. limited London).

23. Phosphate aufgelöst in schwefliger Säure nach C. Liesenberg und F. Staudinger. Dabei soll eine Umsetzung nach folgender Gleichung statthaben, z. B.

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2\,SO_2 + 2\,H_2O + xH_2SO_3 = \\ = CaH_4(PO_4)_2 + 2\,CaSO_3 + xH_2SO_2.$$

Durch Zusatz von Kalk und Metalloxyden soll sich dann unlösliches Monocalciumsulfit und wieder dreibasisches Phosphat bilden etwa in folgender Weise:

$$CaH_4(PO_4)_2 + CaH_2(SO_3)_2 + 3\,Ca(OH)_2 = \\ = Ca_2(PO_4)_3 + 2\,CaSO_3 + 6\,H_2O.$$

24. Alkaliferritaluminat und Kalk (C. Liesenberg). Bauxit oder Thoneisenstein werden mit Soda geschmolzen, wodurch sich Natriumferrit und Natriumaluminat bilden. Dieselben werden dem Wasser entweder direct, oder nachdem dasselbe vorher mit Kalk alkalisch gemacht ist, oder ein Zusatz von Chloriden stattgefunden hat, zugesetzt (vgl. Nr. 20).

Bei Anwendung von Natriumferrit allein findet folgende Umsetzung statt:

$$Na_2Fe_2O_4 + 4\,H_2O = Fe_2(OH)_6 + 2\,NaOH$$

oder bei Zusatz von Magnesiumchlorid:

$$Na_2Fe_2O_4 + MgCl_2 + 4\,H_2O = Fe_2(OH)_6 + Mg(OH)_2 + \\ + 2\,NaCl.$$

Julius Wolfmann empfiehlt dem Abwasser nach Liesenberg noch Superphosphat und Kalk zuzusetzen, um eine stärkere Ausfällung und einen besseren Schlamm zu erzielen.

25. Aluminiumsulfat und Natriumaluminat (Fr. Maxwell Lyte).

Die Umsetzung verläuft hierbei für das gewöhnliche Natriumaluminat nach folgender Gleichung:

$$Na_6Al_2O_9 + Al_3(S_4O)_3\,18\,H_2O = 3\,Al_2(OH)_6 + \\ + 3\,Na_2SO_4 + 9\,H_2O.$$

Auf diese Weise kann nicht nur jegliche alkalische Beschaffenheit des Wassers vermieden werden, sondern gelangt auch nicht, wie bei der üblichen Anwendung von Kalk, Calciumsulfat in das gereinigte Wasser, welches eine große Härte desselben bedingt.

26. Eisenreiche Schlacke, z. B. Puddelschlacke mit 40 Procent Eisen, 10—12 Procent Kieselsäure, 3—4 Procent Phosphorsäure oder Schweißschlacke mit 45 Procent Eisen und 25—28 Procent Kieselsäure nach Aufschließen mit Schwefelsäure (Wolff).

27. Natriummanganat (0—75 Mgr. für 1 Liter), Aluminiumsulfat (100 Mgr. für 1 Liter), Natriumnitrat (30—40 Mgr. für 1 Liter), die dem durch Absetzen von festen Bestandtheilen befreiten Wasser nach einander zugesetzt werden sollen; darauf wird das Wasser der Einwirkung von Bakterien und anderen Mikroorganismen unterworfen; die Rückstände werden abgepreßt, getrocknet und zur Düngung verwendet.

Die gewonnenen Niederschläge von Manganhydroxyd dienen zur Wiedergewinnung von Aluminiumsulfat (W. E. Adeney und W. K. Parry).

Oder man neutralisirt die Abwässer mit Kalk beziehungsweise Schwefelsäure und setzt dann Permanganat oder Manganat zu. Es scheidet sich Mangansuperoxyd oder Hydroxyd aus, welche durch die Mikroorganismen zu Hydroxydul reducirt und dann wieder durch den Luftsauerstoff oxydirt werden sollen. Die Manganoxyde sollen als Sauerstoffquellen für die sauerstoffübertragenden Mikroorganismen dienen und die Bildung von Fäulnißerzeugnissen verhindern (W. E. Adeney).

28. Mangansaures Natrium in folgender Weise: Zunächst wird das Abwasser mit 14·25 Gr. Eisenvitriol und 52·75 Gr. Kalk für 1 Cbm. gefällt und zu dem geklärten Wasser, wenn es, wie im Sommer, einen fauligen Geruch hat, 7·125—21·375 Gr. des im Handel vorkommenden mangansauren Natriums zugesetzt, indem man auf ein Drittel des letzteren zwei Drittel Schwefelsäure beimischt.

Braunstein wird mit soviel sehr fein vertheiltem Pyrit vermischt, als zur Umwandlung des Mangans in Sulfat nothwendig ist, das Gemisch wird dann mit fein vertheiltem Thon im Verhältniß von 5 Theilen Thon auf 1 Theil Braunstein versetzt, und das ganze Gemenge in einem Muffelofen erhitzt, wobei anfangs gelinde und später bis zur beginnenden Rothgluth erhitzt wird. Nach 3—4 Stunden ist die Oxydation beendet, und alles Mangan, sowie ein Theil des Eisens in Sulfat verwandelt. Die erkaltete Masse wird mit Wasser besprengt und eine Woche oder länger feucht erhalten.

Diesem Fällungsmittel wird bei seiner Verwendung eventuell noch Thon zugesetzt, oder Holzkohle, wenn die Abwässer stark gefärbt sind. Sind letztere sauer, so muß etwas Kalk zugegeben werden. In der Regel sind indeß die Wässer hinreichend alkalisch, um die Fällung des Mangans und Eisens zu bewirken (A. Donalt Graham).

29. Die Cloakenwässer 2c. werden mit oxydirtem Pyrit mit oder ohne Zusatz von Zinksulfat versetzt, oder man setzt Thon, Schwefelsäure und Ferrisulfat und eventuell Braunstein zu. Dieses Gemisch wird vorher getrocknet, zerkleinert und mit Kieselfluorwasserstoffsäure versetzt. Den Abfallstoffen werden 5 Procent davon zugesetzt. Die gelatinösen und eiweißartigen Stoffe coaguliren und steigen mit den festen Schwebestoffen als Schaum an die Oberfläche. Auch durch Wasserglas mit Zink oder Eisensulfat und Schwefelsäure soll der Schaum hervorgebracht werden. Die davon getrennte saure Flüssigkeit enthält Stickstoff in Form von Ammoniaksalzen. Dieselbe wird durch Kalk neutralisirt. Durch Zusatz von Dolomit oder Kieserit wird dann Ammoniummagnesiumphosphat (?) gefällt (Henry Collet).

30. Eisenchlorid und Gips (Henry Collet).

31. Eisenchlorid, übersättigt mit Eisenoxydhydrat — genannt Clarine — (J. Barrow).

32. Eisenchlorid oder ein anderes Ferrisalz mit Erdalkali, Alkalirückstände oder Kalk, wie Gaskalk (C. H. Harvey).

33. Ferrisulfat (A. und B. Buisine).

34. Basisch schwefelsaures Eisenoxyd, d. h. Eisensulfat versetzt mit einem Ueberschuß von Eisenoxyd »Ozonine« genannt (Standard Sewage and Water Purification Company Galighling).

35. Ferozone (bestehend aus 20 Procent Wasser, 16·28 Procent Ferrosulfat, 6·07 Procent Ferrisulfat, 22·20 Procent Aluminiumsulfat, 4·47 Procent Kohle) mit nachfolgender Filtration durch Sand nnd Polarite (bestehend aus 54·52 Procent Eisenoxyd, 6·21 Procent Thonerde, 7·24 Procent Magnesia, 24·92 Procent Kieselsäure, 6·13 Procent Wasser und 0·98 Procent Kalk, Alkalien, Kohle) (W. Naylor).

36. Ferro- und Ferrisulfat (durch Auflösen von Raseneerz in Kammersäure von 50 Grad Bé. erhalten), dazu Wasserglaslösung von 30 Grad Bé. und schließlich Kalkmilch, vermischt mit 5—10 Procent des Kalkgemisches an Ockererde (Prager Reinigungsverfahren).

37. Ferro- und Ferrisulfat oder Ferrochlorür in Schwefelsäure oder Salzsäure gelöst und Mangansuperoxyd oder Eisenhydroxyd (Candy).

38. Eisenchlorid, Eisenvitriol, Carbolsäure und Wasser als saures und als alkalisches Präparat: Carbolsäure, Thonerdehydrat, Eisenoxydhydrat, Kalk und Wasser (M. Friedrich & Co.).

39. Schwefeleisen (als Sauerstoffüberträger, erhalten durch Mischen von 1 Theil Schwefelnatrium und 10 Theilen Eisenchlorür in 800 Theilen Wasser) und Magnesia, welche folgende Zersetzung bewirkt:

$$FeCl_2 + MgO + H_2O = Fe(OH)_2 + MgCl_2$$ (P. Beuster).

40. Aluminiumsulfat, Eisenchlorid oder Eisensulfat und Natriumsulfat; die Masse kann auch bereitet werden aus Bauxit oder Schieferthon, fein gemahlenem Eisenoxyd, Kochsalz und Schwefelsäure (C. A. Burghardt).

41. Aluminiumsulfat, Zinkchlorid, Eisenchlorid und Soda (Lenk).

42. Aluminium-, Eisen-, Mangan- und Kupfersalze unter Zusatz einer wässerigen Mischung von Thon und Kohle oder kohlenstoffhaltigen Stoffen (W. C. Siller und Native-Guano Co.-London).

43. Aluminiumsulfat unter Zufluß von Chorcalciumlösung mit nachheriger Filtration durch Eisencarbonat (T. B. Wilson).

44. Abfallsäure der Theer- und Oeldestillation wird mit thonerdehaltigem Rohstoff erhitzt, und werden mit dieser Masse direct die Abwässer gefällt. Thonerdesulfat wirkt fällend, der Theer desinficirend (H. Stier).

45. Alaun, Thierkohle, Soda, Gips (Manning).

46. Alaun, etwas Wasserglas und Tannin (Leigh).

47. Magnesiumphosphat (Blanchard).

48. Magnesiummonophosphat und Kalkwasser (Blyt).

49. Magnesiumchlorid oder Calciumchlorid mit Ferrichlorid oder Alaun oder einer Mischung derselben, dazu Kalkwasser und nöthigenfalls Carbolsäure (F. Hille-Chiswick).

50. Magnesiakohle, erhalten durch Glühen von Magnesiumlauge und Raspelholz oder groben Sägespänen, wobei Salzsäure gewonnen wird. Die Magnesiakohle soll zur Reinigung von Abfallwässern, Kesselspeisewasser und von gefärbten Flüssigkeiten dienen (Ed. Bohlig).

51. Gebrannte Magnesia an Stelle von Kalk soll die Algenbildung im geklärten Wasser verhindern. Die Abwässer werden erst mit Kalk neutralisirt, dann mit Eisenchlorürlösung, die einen Zusatz von 1 Procent Schwefelnatrium — zur Bildung von Schwefeleisenhydrat — erhalten hat, versetzt und schließlich mit Magnesia — erhalten durch Brennen von Dolomit — alkalisch gemacht (H. Oppermann).

Ferner hat H. Oppermann, die stark desinficirende Wirkung von Magnesia benutzend, ein Desinfectionspulver von folgender Zusammensetzung hergestellt:

Ferrosulfat	7·13	Procent
Calciumsulfat	19·62	»
Magnesiumsulfat	14·17	»
Calciumphosphat	5·59	»
Calciumcarbonat	8·75	»
Hydratisches Schwefeleisen	2·42	»
Magnesia	15·17	»
Chlornatrium	1·75	»
Wasser und Verlust	25·40	»

Ferner empfiehlt H. Oppermann: Ozonisirtes Magnesiahydrat, Schwefeleisen und actives Terpentinöl als Desinfectionsmittel.

Anfänglich verwendete derselbe zur Fällung Magnesiumcarbonat und Kalk; Magnesiumcarbonat zersetzt sich nach dessen Angaben durch Kalk, wenn die Alkalität mehr als 0·01—0·05 Gr. CaO für 1 Liter beträgt — bei nur 0·01—0·05 Gr. CaO für 1 Liter soll Magnesiumhydroxyd gelöst bleiben — und das Magnesiumcarbonat die richtige Beschaffenheit besitzt; er gewann solches durch Vertheilen von gebranntem Dolomit (40 Procent MgO und 59 Procent CaO) in 5 Theilen Wasser und durch Einleiten von Kohlensäure in diese genau auf 25—30 Grad erwärmte Dolomitmilch unter einem Druck von circa 1 Atmosphäre.

52. Sulfite und Hyposulfite (von Alkalirückständen oder Gaskalk) für sich oder vermischt mit Mineralsäuren (J. Hauson).

53. Lösliche Phosphat- und Magnesiumverbindungen (Tessi du Motay).

54. Zinkchlorid, Borax, Wasserglas, isländisches Moos, Asbest 2c. (Hansen).

55. Fluorsilicium, Chlorsilicium und ein alkalisches Silicat (Brobownicki).

56. Kieselfluor- und Borfluorverbindungen von Eisen, Mangan, Aluminium oder Zink 2c. (Rawson und Schlater).

57. Aluminiumsulfat und Knochenkohlepulver (Le Voir).

58. Holzkohle, Eisenvitriol und Zinksulfat (Siret).

59. In Salzsäure gelöste phosphorsaure Thonerde (Forbes).

60. Eine salzsaure Lösung von Bauxit unter Zusatz von Calciumphosphat (Guenantin).

61. Lösliche Kieselsäure, Aluminiumsulfat und Thomasschlacke mit oder ohne Zusatz von Kalkmilch (Rahnsen-Müller).

62. Lösliche Kieselsäure, Aluminiumsulfat und Kalkmilch (Rahnsen-Müller).

63. Aluminiumsulfat und lösliche Kieselsäure neben Sulfonsäure, Sulfonen und einigen anderen Bestandtheilen in kleiner Menge (H. Stier in Zwickau i. S.).

64. Lösung von Kupferschlacke in Salzsäure in Verbindung mit einer Lösung von Eisenschlacke oder Aluminiumchlorid oder Manganchlorid (J. W. Stater und the Native Guano Company limited London).

65. Thonemulsion (J. de Mollens).

66. Schwefelsäure mit nachfolgender Filtration durch Sägemehl, Kokes und Kies-Schwefeleisen (Beuster).

67. Gips mit Salz, Bleinitrat, Borax, Alaun, Salpeter unter Zusatz von Salicylsäure, Salzsäure oder Kali (J. Hardwiek und L. A. Newton).

68. Basische Alkalischmelzen mit Phosphorit, Feldspat, Zeolith, Schlacken, Manganerzen und Manganverbindungen (Fr. Hulwa-Breslau).

69. Ein Salzgemisch von Eisen-, Thonerde- und Magnesiapräparaten, dessen Zusammensetzung je nach dem Abwasser verschieden ist, dazu Kalk und besonders präparirte Zellfaser ꝛc. (Fr. Hulwa-Breslau).

Oder nach einem anderen Vorschlage von Fr. Hulwa-Breslau:

70. Basische Alkalischmelze, erhalten durch Zusammenschmelzen von Alkalien (Soda, Aetznatron, Pottasche, Aetzkali) mit Phosphorit, Feldspat, Zeolith, Schlacken, Thomasschlacke, Manganerzen oder Manganverbindungen. Die Wirkung dieses Fällungsmittels kann durch Zusatz kaustischer Erdalkalien, von mit Aetzerdalkalien behandeltem Zellstoff

(Holzfaser, Papierbrei ꝛc.) oder von löslichen Thonerde- und Magnesiasalzen erhöht werden. Zur Entfernung des überschüssigen Kalkes aus den so behandelten Abwässern und um die Reinigung derselben zu vervollständigen, können dieselben noch einer Nachbehandlung mit gasförmiger Kohlensäure oder schwefliger Säure unterworfen werden.

Durch Anwendung der Alkalischmelzen und durch Zusatz von Phosphaten soll der Düngewerth des Schlammes erhöht werden.

71. Pflanzenfaser (Cellulose, Torf, Mist, Papierabfälle u. dgl.) wird anstatt mit Kalk, wie im Hauptpatent angegeben ist, mit starken Säuren, z. B. Schwefelsäure, Salzsäure, Phosphorsäure oder Kieselfluorwasserstoffsäure behandelt, dadurch in einen aufgequollenen gelatinösen Zustand übergeführt und so zur Erzielung eines dichten, sich schnell absetzenden Niederschlages geeignet gemacht. Die Benutzung dieses Fällungsmittels kann stattfinden neben einem vorangehenden oder nachfolgenden Zusatz von Kalk. Die freie Säure im Fällungsmittel kann auch durch Magnesia-, Thonerde-, Eisen- und Manganpräparate neutralisirt werden. Gleichzeitig mit demselben können auch Oxydations- oder Reductionsmittel, wie Kaliumpermanganat, Wasserstoffsuperoxyd, Brom, Chlor, unterchlorige Säure und deren Salze zur Desinfection und Geruchlosmachung der betreffenden Flüssigkeiten angewendet werden (D. R. P. Nr. 42071 vom 2. März 1887 Zus.-Pat. zu Nr. 29564. W. Regener, Braunschweig).

72. Eine Mischung aus zwei Gemengen, welche bestehen:

A. aus 100 Theilen Lehm, Thon oder kalkarmer Erde, 100 Theilen Halbtorf, 10 Theilen basischer Eisenschlacke, Redonda- oder anderen Phosphaten und 10 Theilen Kohle, mit Wasser zu einem Brei vermengt;

B. aus 100 Theilen einer gesättigten Lösung von Aluminiumchlorid oder einer äquivalenten Menge Sulfat, einer Lösung von Kupferschlacke in Salzsäure, so daß darin

1 Gewichtstheil Kupfer enthalten ist, oder 80 Theilen Mangan-Sulfat oder -Chlorid in 40 Theilen Wasser.

A. und B. werden je nach der Art des Abwassers in verschiedenen Mengen mit einander gemischt (J. W. Stater und The Native Guano Co.).

73. Geschwelte, aus dem Schlamm der Abwässer selbst hergestellte Kohle.

Dieselbe wird nach dem Vorschlage von M. Friedrich und Glaß gesiebt; die fein abgesiebte Kohle dient zur Fällung und Geruchlosmachung der Abwässer; die Stückkohle dagegen zur Füllung von Filtern, durch welche das Wasser nach der Fällung hindurchfließt.

74. P. Degener schlägt Torfbrei oder Braunkohle in fein zermahlenem und aufgeschlemmtem Zustande unter gleichzeitigem Zusatz von Eisensalzen vor.

Nach einem ersten Vorschlage sollen auf 1 Cbm. städtisches Abwasser 1—2 Kgr. Torf (10—20 Liter Torfbrei) und 120 Gr. Ferrisulfat, nach einem späteren Vorschlage 1·5 Kgr. Braunkohle und 200—300 Gr. Ferrisulfat sowie, wenn nöthig, nachträglich noch Kalk verwendet werden.

Die Verwendung der Braunkohle verfolgt neben einem anderen den Zweck, den erhaltenen und sonst schwer verwendbaren Schlamm nach Umwandlung in Briquettes brennbar zu machen.

75. Mit Schwefelsäure aufgeschlossenes Müll. Haus- und Straßenmüll wird gesiebt und das Abgesiebte je nach dem Gehalt an Carbonaten mit Schwefelsäure versetzt, einige Tage an der Luft gelagert und dieses Pulver oder auch die Lauge hiervon von 25 Bé. in einer Menge von 0·5—3·5 Gr. Trockensubstanz für 1 Liter Abwasser zugesetzt. Das Fällungsmittel wird »Sulfatasche« oder »Securin« genannt (L. Tralls).

Das Reinigungsverfahren von Fr. Hulwa.

Wie bereits auf Seite 295 angegeben, verwendet Hulwa entweder ein Salzgemisch von Eisen-, Thonerde und Ma-

gnesiapräparaten, dessen Zusammensetzung je nach der Natur des zu reinigenden Abwassers verschieden ist; außerdem Kalk und besonders eine präparirte Zellfaser, welch letztere Masse von hervorragender Bedeutung bei der fällenden Wirkung sein soll. Im anderen Falle verwendet Hulwa allgemein eine basische Alkalischmelze, welche erhalten wird durch Zusammenschmelzen von Alkalien mit Phosphorit, Feldspat, Zeolith, Schlacken, Thomasschlacke, Manganerzen oder beliebigen Manganverbindungen. Durch Zusatz kaustischer Erdalkalien oder von mit Aetzerdalkalien behandeltem Zellstoff (Holzfaser, Papierbrei u. s. w.) oder von löslichen Thonerde- und Magnesiasalzen soll die Wirkung dieses Fällungsmittels erhöht werden. Nach Einwirkung dieser Agentien wird das damit behandelte Abwasser mit gasförmiger Kohlensäure oder schwefliger Säure behandelt, um den überschüssigen Kalk zu entfernen und die Reinigung des Abwassers zu vervollständigen.

Hulwa hat ausdrücklich ausgesprochen, daß er ein allgemein verwendbares, und zwar als das am Besten zu verwendende, Fällungsmittel nicht anerkennt, daß vielmehr von Fall zu Fall entsprechend der Natur des zu behandelnden Abwassers durch Versuche das Optimum festgestellt werden muß, bei welchem das Fällungsmittel nach Wunsch wirkt.

Im Großen ist das Hulwasche Verfahren noch nicht ausprobirt worden, dagegen ist es eingeführt auf einzelnen Krankenhäusern und Pflegeanstalten, welche ja im Allgemeinen ein Abwasser liefern, das von der städtischen Spüljauche nicht wesentlich verschieden ist. Man hat es auch hier mit Küchen- und Wirthschaftsabwässern, eigentlicher Canaljauche, und Abwasser aus Bädern u. s. w. zu thun.

Der durch das Hulwasche Verfahren erzielte Reinigungseffect ist aus folgenden Zahlen zu ersehen:*)

*) König, Die Verunreinigung der Gewässer u. s. w., Bd. II, S. 115.

Das ungereinigte Abwasser enthielt im Liter:

Gesammt-Abdampfrückstand . .	32·9145	Gr.
Gesammt-Glühverlust . . .	18·600	»
Gesammt-Stickstoff	0·6655	»
Gelöste Stoffe	3666·2	Mgr.
Darin Abdampfrückstand . .	1930·0	»
Glühverlust	520·6	»
Gesammt-Stickstoff	399·2	»
Ammoniak-Stickstoff	35·0	»
Verbrauch an Kaliumpermanganat	781·4	»

Das gereinigte Abwasser enthielt im Liter:

Gelöste Stoffe	1001·5	Mgr.
Davon Abdampfrückstand . .	790·0	»
Glühverlust	122·5	»
Gesammt-Stickstoff	29·0	»
Ammoniak-Stickstoff	4·7	»
Verbrauch an Kaliumpermanganat	55·3	»

Die Zahlen für das ungereinigte Abwasser beweisen, daß es sich in diesem Falle um ein sehr arg verschmutztes Abwasser gehandelt hat. Der durch die für das gereinigte Abwasser angegebenen Zahlen dargelegte Reinigungseffect ist als ein überaus befriedigender zu bezeichnen.

Bezüglich des Bakteriengehaltes ist eine Angabe nicht gemacht worden. Indessen liegt auf der Hand, daß bei der Verwendung der mitgetheilten Fällungsmittel eine Abtödtung sämmtlicher Bakterien durchaus gewährleistet wird.

Es liegt eine Reihe von Gutachten vor, welche sich über das Hulwasche Verfahren in sehr zufriedenstellender Weise äußern, wie denn auch in denjenigen Krankenhäusern und Anstalten, welche dasselbe eingeführt haben, allseitige Zufriedenheit mit den erzielten Erfolgen herrscht.

Auch in mehreren Zuckerfabriken hat man das Hulwasche Verfahren mit gutem Erfolg angewendet.

Fig. 59 und 60 zeigen die mechanischen Vorrichtungen, welche für die Klärung des Abwassers nothwendig sind

Fig. 59.

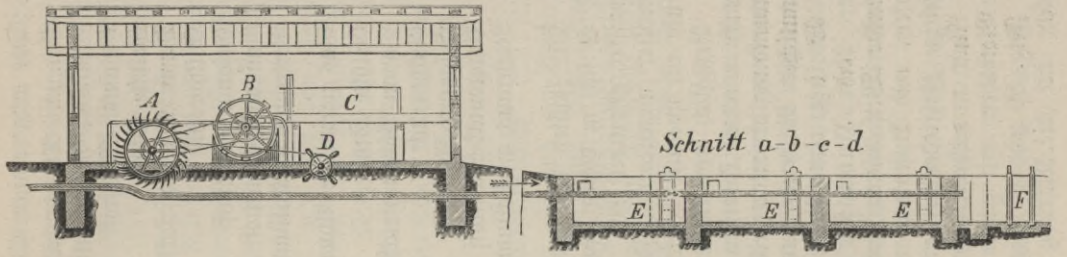
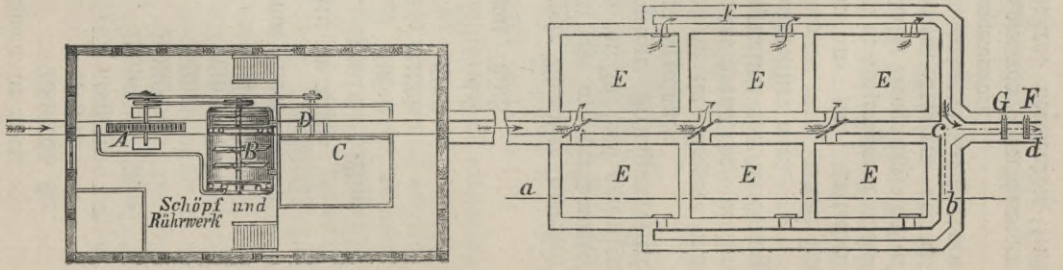

A
B
C
D
Schnitt a-b-c-d
E
E
E
F

Fig. 60.


A
B
C
D
Schöpf und
Rührwerk
E
E
E
E
E
E
F
G
F
a
b
d

und zwar zeigt Fig. 59 den Aufriß und Fig. 60 den Grundriß der für die Zuckerfabrik in Strehlen getroffenen Kläreinrichtungen. In Strehlen werden während der Betriebszeit auch die Osmose-Abwässer zugleich mit dem übrigen Abwasser der Fabrik gereinigt.

Das Abwasser passirt zunächst das Wasserrad A, durch welches die Schöpfräder B und die gleichzeitig an denselben angebrachten Rührvorrichtungen in Bewegung gesetzt werden. Die Reinigungsmasse wird durch die Schöpfräder B aus zwei getrennten Behältern C entnommen und in abgemessenen Quantitäten dem Abwasser zugesetzt. Durch die Rührvorrichtung B erfolgt eine entsprechende Durchmischung, damit beim Eintritt in die Klärbecken E eine völlige Durchmischung des Abwassers mit den Klärmitteln erreicht ist. Die Klärbecken ihrerseits sind so eingerichtet, daß durch Etagenschieber eine Sonderung des geklärten Abwassers vom Schlamm erzielt wird. Das gereinigte Abwasser gelangt alsdann durch den Hauptcanal F in den zu seiner Aufnahme ausersehenen Wasserlauf, nachdem zuvor noch durch zwei einfache Filter eine Abscheidung der noch etwa im Wasser befindlichen Flocken und sonstigen Unreinigkeiten gesichert ist.

Die auf Seite 298 vorgeschriebene Nachbehandlung des geklärten Abwassers mit Kohlensäure bis zum Verschwinden der Alkalität hat sich in Strehlen bis dahin erübrigt. In gleicher Weise ist eine Nachbehandlung mit besonderen Oxydationsmitteln oder schwefliger Säure zum Zwecke der Desinfection des Abwassers nicht nöthig gewesen. Man hat statt dessen eine nachträgliche Ausnutzung des geklärten Abwassers durch Berieselung für angebracht gefunden. Im anderen Falle wäre die Zuführung von Oxydationsmitteln ein Leichtes, indem dazu Pouvrezsche Rinnfilter oder Filter von besonderem Gewebe Verwendung finden können. Nach den Angaben des Urhebers dieser Reinigungsmethode kann der bei der Fällung verbleibende Schlamm zur Reinigung neuer Abwassermengen dienen. Auf diese Weise sollen nicht nur die Kosten des Verfahrens durch Ersparniß

an Fällungsmitteln herabgedrückt werden, sondern es soll auch durch die wiederholte Verwendung des einmal benutzten Schlammes eine Erhöhung des Düngewerthes des endgiltig erzielten Schlammes erreicht werden. Ferner soll das Ablagern und Abpressen des Schlammes in Filterpressen bei wiederholter Benutzung eine wesentliche Erleichterung erfahren.

Das Reinigungsverfahren von F. A. Robert Müller & Co. in Schönebeck a. d. Elbe.

(Das Nahnsen-Müllersche Verfahren.)

Das Nahnsen-Müllersche Verfahren basirt auf Verwendung der Tiefbrunnen zur Klärung der Abwässer. Die Anordnung der verschiedenen Apparate, welche für die Durchführung des Verfahrens nothwendig sind, geht hervor aus den Fig. 61 und 62, von denen die erstere eine Nahnsen-Müllersche Anlage im Aufriß und die zweite eine solche Anlage im Grundriß wiedergiebt.

Aus dem Zuflußcanal A gelangen die zu klärenden Abwässer zunächst in den Vorbrunnen B, um hier die groben und schweren Sinkstoffe abzugeben. Der Vorbrunnen wirkt als Sandfang und dient gleichzeitig zur Aufnahme von kleinem Geröll und sonstigen schweren Partikeln.

Sobald unvorhergesehene Regenfälle oder sonstige meteorische Niederschläge eine Ueberlastung der gesammten Anlagen voraussehen lassen, ist es möglich durch Oeffnung des Schiebers b über das Ueberfallwehr a die gesammten Abwassermassen dem Umflutungscanal C zuzuführen. Die Abwässer passiren in diesem Falle die Reinigungsanlagen überhaupt nicht, gelangen vielmehr ungereinigt in den Flußlauf. Das Ueberfallwehr entspricht also im vollsten Umfange den Nothausläßen der Schwemmcanalisation.

Bei regulärem Betriebe jedoch fließen die der Anlage zuströmenden Abwässer durch ein doppeltheiliges Zuflußgerinne der Anlage zu. Ein eigenartig construirter Regulirungs-

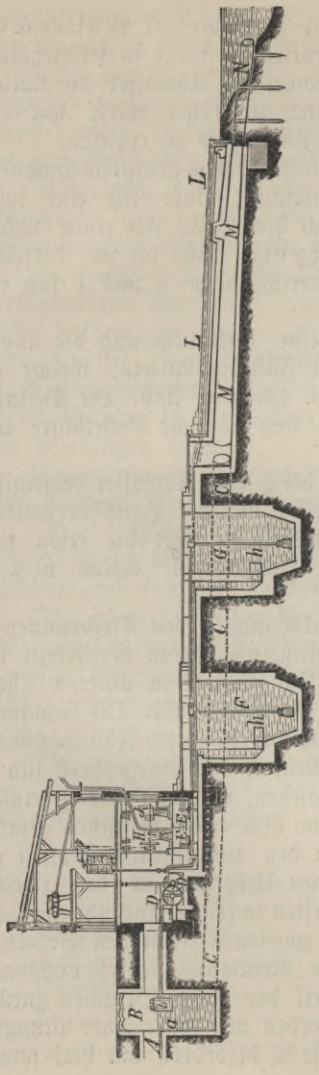


Fig. 61.

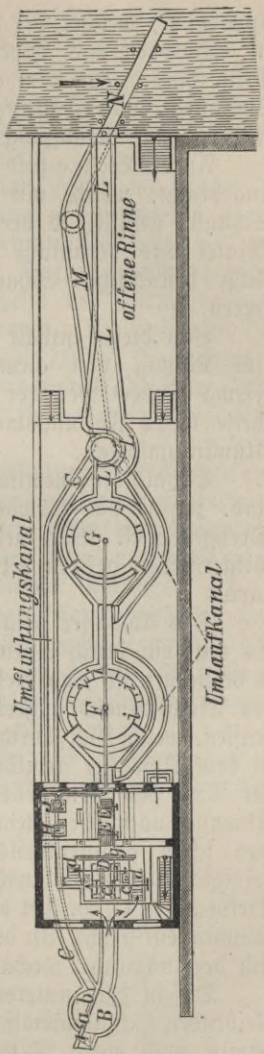


Fig. 62.

apparat D, welcher der Firma F. A. Robert Müller & Co. in Schönebeck a. d. Elbe patentirt ist, sorgt in selbstthätiger Weise dafür, daß dem einströmenden Abwasser die nöthige Quantität von Fällungsmittel zugeführt wird, um eine entsprechende Reinigung des Abwassers zu erzielen.

An der Welle c sind vier kastenförmig gestaltete Schaufeln angebracht, welche mit d bezeichnet sind. Ist eine solche Schaufel gefüllt, so dreht sich die Welle um einen rechten Winkel und veranlaßt gleichzeitig, daß die an derselben Achse befindlichen Schaufelvorrichtungen e und f sich entleeren.

Von diesen enthält die eine Kalkmilch und die andere eine Lösung von chemischen Fällungsmitteln, welche der Firma Robert Müller & Co. patentirt sind. Die Bestandtheile dieses Fällungsmittels sind lösliche Kieselsäure und Aluminiumsulfat.

Sobald die Chemikalien bei g dem Abwasser beigemischt sind, passirt das Abwasser zwei mit der Hand verstellbare Drehgitter G. Vor diesen Gittern bleiben die etwa noch mitgerissenen groben Stoffe, Holzpartikel, Stroh u. s. w. zurück.

Das Abwasser gelangt alsdann in den Tiefbrunnen F. Es tritt ein durch einen Zufluß, welcher in der Figur mit h bezeichnet ist und welcher sich mehr dem unteren Theile des Tiefbrunnens nähert als der Oberfläche. Die Schlammmassen, welche sich durch die Einwirkung der Fällungsmittel in dem Abwasser gebildet haben, finden Gelegenheit, sich in der Tiefe des Brunnens abzusetzen, während das gereinigte Abwasser nach oben steigt. Von dem ersten Brunnen gelangt das schon größtentheils von den ausgefällten Stoffen gereinigte Abwasser durch einen Ueberlauf in den zweiten Tiefbrunnen G, welcher dem ersten in seiner Ausführung vollkommen entspricht. In diesem zweiten Tiefbrunnen wiederholt sich der nämliche mechanische Reinigungsproceß nochmals.

Die in dem unteren Theil der beiden Brunnen zurückbleibenden Schlammmassen werden mit Hilfe einer Plungerpumpe nach einer Filterpresse K befördert, um hier soweit

wie möglich von Wasser befreit zu werden. Diese Pumpe wird am besten durch einen Gasmotor angetrieben.

Nach dem Passiren des zweiten Brunnens fließt das nunmehr gereinigte Abwasser entweder durch eine offene Rinne L oder durch einen unterirdischen Canal M nach dem zur Verfügung stehenden Flußlauf.

Dieser Canal M ist durch eine gußeiserne Röhre N verlängert, so zwar daß die Mündung der letzteren unter dem niedrigsten Wasserstande des Flußlaufes liegt.

In Halle a. d. Saale ist das Nahnsen-Müllersche Verfahren zur Reinigung eines Theils der städtischen Abwässer seit einigen Jahren in Gebrauch. Es sind dies die Schmutzwässer eines Stadttheils mit 10000 Einwohnern. Die Anlage verarbeitet täglich annähernd 1000 Cbm. Abwasser, ist aber so eingerichtet, daß sie das dreifache Quantum bewältigen kann.

Drenckmann untersuchte die Wirkung des Nahnsen-Müllerschen Verfahrens und fand folgende Resultate:

Das ursprüngliche Canalwasser hatte eine bräunlich-schwarze Farbe, sah opalisirend-schlammig aus und hatte einen durchdringend fauligen ammoniakalischen Geruch.

Das gereinigte Abwasser dagegen war sehr blank und hell, durchaus unbedenklich und vollkommen geruchlos.

Der Reinigungseffect, welcher durch das Nahnsen-Müllersche Verfahren bei Schlachthausabwässern erreicht wurde, ist aus folgenden Zahlen[1]) ersichtlich.

Das sehr stark blutig gefärbte mit einem Bodensatz von Darminhalt und sehr stinkendem Geruch behaftete Abwasser enthielt im Liter:

Schwebestoffe.

Unorganische	152·5	Mgr.
Organische	1101·5	»
Stickstoff	87·5	»

[1]) König, Die Verunreinigung der Gewässer, Bd. I, S. 184.

Gelöste Stoffe.

Unorganische	660·0	Mgr.
Organische	1320·0	»
Organisch gebundener Stickstoff	171·7	»
Zur Oxydation erforderl. Sauerst.	547·2	»
Kalk	110·0	»
Phosphorsäure	32·0	»
Kali	117·7	»

Das gereinigte Abwasser enthielt im Liter:

Schwebestoffe.

Unorganische	40·1	Mgr.
Organische	12·5	»
Stickstoff	—	»

Gelöste Stoffe.

Unorganische	1097·5	Mgr
Organische	695·0	»
Organisch gebundener Stickstoff	12·9	»
Zur Oxydation erforderl. Sauerst.	68·0	»
Kalk	325·0	»
Phosphorsäure	—	»
Kali	67·5	»

Das Rahnsen-Müllersche Verfahren ist auch in einer Reihe von Zuckerfabriken zur Anwendung gelangt. König fand im Mittel von fünf Probenahmen für den Reinigungseffect folgende Zahlen:

In dem ungereinigten Abwasser wurden gefunden im Liter:

Schwebestoffe.

Unorganische	106·0	Mgr.
Organische	85·0	»
Stickstoff	7·7	»

Gelöste Stoffe.

Unorganische	422·1	Mgr.
Organische	229·3	»
Zur Oxydation erforderl. Sauerst.	230·7	»
Gesammtstickstoff	30·1	»
Phosphorsäure	4·7	»
Schwefelsäure	32·8	»
Chlor	80·2	»
Kalk	162·9	»
Kali	28·0	»

Die gereinigten Abwässer enthielten im Liter:

Schwebestoffe.

Unorganische	67·4	Mgr.
Organische	19·2	»
Stickstoff	1·2	»

Gelöste Stoffe.

Unorganische	425·4	Mgr.
Organische	262·2	»
Zur Oxydation erforderl. Sauerst.	314·6	»
Gesammtstickstoff	23·9	»
Phosphorsäure	—	»
Schwefelsäure	46·8	»
Chlor	87·3	»
Kalk	159·0	»
Kali	27·4	»

In dem ungereinigten Abwasser wurden gefunden 1832300 Mikrophyten in 1 Cbcm. Das gereinigte Abwasser enthielt 769650 Mikrophyten in 1 Cbcm.

Der auf der Filterpresse schwach gepreßte Schlamm, welcher bei diesem Reinigungsproceß erhalten wurde, hatte in natürlichem Zustande folgende Zusammensetzung:

Wasser	33·38	Procent
Organische Stoffe	14·61	»
Stickstoff	0·45	»
Mineralstoffe	52·01	»
Phosphorsäure	0·74	»
Kalk	21·07	»

Im trockenen Zustande enthielt derselbe:

Organische Stoffe	21·93	Procent
Stickstoff	0·68	»
Mineralstoffe	78·07	»
Phosphorsäure	1·11	»
Kalk	31·63	»

Herzfeld und Teuchert untersuchten das Nahnsen-Müllersche Fällungsmittel und fanden in demselben folgende Zusammensetzung:

Wasser	11·40—38·61	Procent
Thonerde + Eisenoxyde	9·00—12·52	»
Kalk	0·05— 1·65	»
Schwefelsäure	18·61—27·99	»
in Salzsäure unlösliche Stoffe	20·95—38·06	»

Ueber die Kosten, welche das Nahnsen-Müllersche Verfahren verursacht, liegen Mittheilungen vor von dem Stadtbaurath Lohausen.

Wie bereits erwähnt, werden nur etwa 900 Cbm. Spüljauche der Stadt Halle von einem Stadtviertel mit etwa 10000 Einwohnern nach dem Nahnsen-Müllerschen Verfahren gereinigt. Die Kosten für die Kläranlage belaufen sich auf etwa 35000 Mark, deren Verzinsung zu 5 Procent, mithin zu 1750 Mark anzunehmen ist. Zur täglichen Reinigung der 900 Cbm. Spüljauche wurden verbraucht:

43·30 Kgr. Nahnsen-Müllersche Präparate	4·33 Mark
230·50 Kgr. Kalk (à 100 Kgr. 2 Mark)	4·61 »
Für 2 Arbeiter, Gas, Filtertücher 7 Cbm. Wasser u. s. w. . . .	9·02 »
Summe . . .	18·— Mark

Es werden also circa 6570 Mark und 1750 Mark = 8320 Mark erfordert, so daß die Reinigung pro Kopf und Jahr etwa 83 Pfennig kostet.

Das Rothe-Roecknersche Klärverfahren.

Unter den combinirten chemisch-mechanischen Verfahren zur Reinigung und Unschädlichmachung von Abfallwässern nimmt das Rothe-Roeckner'sche Verfahren unbestritten eine der ersten Stellen ein.

Den meisten anderen Verfahren gegenüber hat dieses die erheblichen Vorzüge, daß die dazu erforderlichen Apparate wenig Raum beanspruchen, und daß ferner der Reinigungsproceß in geschlossenen Apparaten erfolgt. In Folge dessen entstehen keinerlei Belästigungen für die Nachbarschaft derartiger Anlagen. Diese können vielmehr unbedenklich inmitten bebauter Viertel errichtet werden, wie dies auch in Potsdam und Pankow geschehen ist. Die Erbauungskosten stellen sich verhältnißmäßig niedrig.

Des Weiteren ist die sichere Vernichtung der im Schmutzwasser enthaltenen Krankheitserreger als besonderer Vorzug dieses Systems anzuerkennen, insofern der erzielte Erfolg durch leicht auszuführende Controle jederzeit festgestellt werden kann. Es ist somit möglich, die hygienischen Anforderungen an den Reinheitsgrad der in den Flußlauf abzulassenden Abwässer voll zu erfüllen.

Das Rothe-Roecknersche Verfahren zur Reinigung gewerblicher und städtischer Abwässer ist ein combinirtes mechanisches und chemisches.

Die mechanische Reinigung ist ein abgeschlossenes Ganzes für sich, während die chemische Reinigung stets nur eine vorbereitende ist und eine nachfolgende mechanische fordert. Die gleichzeitige Anwendung beider Arten ist von der Beschaffenheit der Abwässer und dem geforderten Reinheitsgrade abhängig. Die mechanische Reinigung bezweckt die Absenkung des im Schmutzwasser mitgeführten Schlammes, die chemische Reinigung, die Ausscheidung der im Wasser gelöst enthaltenen schädlichen Substanzen durch Einleitung unlöslicher chemischer Umbildungen, welche alsdann in Form von Niederschlägen zu Boden sinken, bei ihrer Bildung die im Wasser schwebend enthaltenen Schlammtheile einhüllen und zu Boden ziehen. Somit ist die chemische Reinigung eine nicht unwesentliche Unterstützung der mechanischen.

Der Regel nach erfolgt die erstere vor der letzteren. Bei gewerblichen respective auch städtischen Abwässern kann jedoch eine andere Reihenfolge, selbst eine Wiederholung der einzelnen Processe nöthig werden, je nachdem Werth auf die Gewinnung der sich ergebenden Rückstände gelegt wird oder nicht. Wenn eine mechanische Reinigung vor der chemischen erfolgen soll, so würde nach dieser eine nochmalige mechanische Reinigung vorgenommen werden müssen.

Eine vollständige Ausscheidung aller gelösten Substanzen aus den Abwässern ist nicht zu erreichen; im Allgemeinen kann jedoch eine erhebliche Besserung erzielt werden, in einzelnen Fällen tritt aber eine Verschlechterung ein, so daß in den gereinigten Abwässern mehr organische Substanz vorhanden sein kann, als in den filtrirten Rohwässern. Es ist dies die Wirkung des angewendeten Kalkes. Aus diesem Grunde muß die Auswahl der zuzusetzenden Chemikalien in sorgfältigster Weise für jeden einzelnen Fall getroffen werden. Eventuell sind mehrere auf einander folgende Reinigungsprocesse vorzunehmen.

Das Rothe-Roecknersche Verfahren ist ein rein mechanisches Klärverfahren in Bezug auf den Klärapparat. Es hat sich nur insofern den chemi-

schen Zusätzen anzupassen, als die für die Zubereitung und Mischung der einzelnen anzuwendenden Chemikalien nothwendigen maschinellen Einrichtungen als Rührwerke, Mühlen, Zerkleinerungsapparate von der physikalischen und chemischen Beschaffenheit der einzelnen chemischen Zusätze abhängig sind.

Vom finanziellen Standpunkte aus betrachtet, ist dies aber ein wichtiges Moment, da hierdurch der Beweis erbracht ist, daß die zur Erbauung einer Reinigungsanlage nach diesem Verfahren aufgewendeten Geldmittel niemals nutzlos ausgegeben sind und die Anlage für alle Zeiten brauchbar bleibt, selbst wenn auf dem Gebiete der chemischen Zusätze noch weitere Fortschritte gemacht werden, da die aufgestellten Apparate stets brauchbar bleiben, höchstens eine Ergänzung zu erfahren haben entsprechend der Natur der neu anzuwendenden Zuschläge.

Die Reinigungsanlage nach dem System Rothe-Roeckner zerfällt im Allgemeinen in drei Hauptgruppen:

1. Die Wasserreinigungsapparate;
2. die Vorrichtungen zum Mischen und Zuführen der Chemikalien;
3. die Vorrichtungen zur Abhebung des Schlammes zur Schlammentwässerung.

Die Wasserreinigungsapparate.

Die Wasserreinigungsapparate sind eine Vereinigung zweier Klärapparate, und zwar des Heber- und des Tiefbrunnenapparates. — Die Vereinigung beider ermöglicht die vortheilhafteste und wohlfeilste Ausführung. Den Terrainverhältnissen und dem Baugrunde entsprechend wird das eine oder andere System vorwiegen, wodurch sich die Baukosten entsprechend reduciren lassen, ohne Beeinträchtigung der Reinigungswirkung.

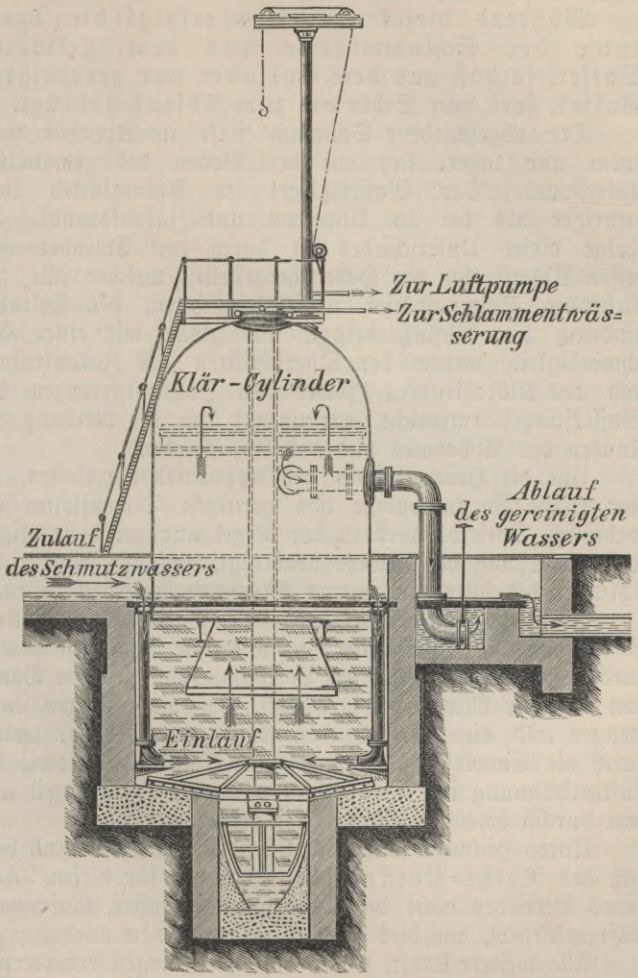
In beiden Systemen werden die Schmutzwässer in aufsteigender Stromrichtung gereinigt. Beim Heberapparat erfolgt die Bewegung des Wassers in einem oben ge-

schlossenen eisernen Cylinder unter Anwendung von Luftverdünnung, während der Aufstieg im Brunnenapparat nach dem Princip der communicirenden Röhren stattfindet.

Das Hebersystem hat dem anderen gegenüber erhebliche Vorzüge, sowohl in Bezug auf die Gleichmäßigkeit der Vertheilung der Abwässer über den ganzen Stromquerschnitt als auch betreffs der Dichtigkeit des Schlammfilters. In der Praxis hat sich jedoch die Vereinigung beider Apparate als das Günstigste herausgestellt.

Der combinirte Apparat (Fig. 63) besteht aus einem gemauerten, oben offenen Unterbau, in welchem der oben geschlossene schmiedeeiserne Hebercylinder mit seinem unteren offenen Ende eintaucht. Durch einen Zuflußcanal und die Einströmungsröhren, welche in einer Ebene tangential ausmünden, wird das Schmutzwasser in den Unterbau eingeleitet. Der Zulaufcanal dient zugleich als Gerinne, in welchem durch Stromhindernisse die innige Mischung der Chemicalien mit dem Abwasser erzielt wird. Nach dem Passiren eines unteren Stromvertheilers steigt das Wasser nach dem Princip der communicirenden Röhren im Unterbau aufwärts bis zum Wasserspiegel im Zulaufgerinne, mit dem es sich ausgleicht. Das weiter zufließende Schmutzwasser muß nun in dem Hebercylinder aufwärts steigen, da ein anderer Abfluß nicht vorhanden. Dieser Aufstieg wird durch Verdünnung der Luft im Innern des Cylinders veranlaßt und durch den Ueberdruck der äußeren Atmosphäre bewirkt. Durch fortgesetzte Verdünnung der Luft steigt das Wasser immer höher und höher, bis es oberhalb des im Inneren des Cylinders angebrachten oberen Stromvertheilers angelangt ist. Von hier fließt es durch das durch die äußere Wandung der Heberglocke hindurchreichende Abflußrohr in ein neben dem Unterbau gelegenes Ablaufbecken, in welchem das Rohr unter dem Wasserspiegel ausmündet, so daß auch hier wiederum ein Wasserverschluß gebildet ist. Aus diesem Ablaufbecken gelangt das geklärte Wasser durch eine Rohrleitung oder einen Graben in den zur Aufnahme desselben bestimmten Flußlauf. Alles Schmutz-

Fig. 63.


Zur Luftpumpe
Zur Schlammentwässerung
Klär-Cylinder
Ablauf des gereinigten Wassers
Zulauf des Schmutzwassers
Einlauf

wasser muß somit den Apparat aufwärts bis oberhalb des oberen Stromvertheilers durchströmen.

Während dieses Aufstiegs erfolgt die Trennung der Schlammtheile von dem geklärten Wasser, so daß aus dem Cylinder nur gereinigtes Wasser, frei von Schlamm zum Abfluß gelangt.

Der abgeschiedene Schlamm sinkt im Apparat nach unten und lagert sich auf dem Boden des gemauerten Unterbaues. Der Wasserspiegel im Ablaufbecken liegt niedriger als der im Unterbau und Zulaufscanal. In Folge dieses Unterschiedes ist durch den Cylinder und dessen Ablaufrohr ein Heber hergestellt, welcher alle zufließenden Schmutzwässer selbstthätig durch den Cylinder hindurch zum Abfluß bringt, und zwar mit einer Geschwindigkeit, welche den Querschnitten des Zulaufrohres und des Klärcylinders, sowie den Höhendifferenzen der Wasserspiegel entspricht, vermindert um die Reibung im Innern des Apparates und des Abflußrohres.

Um die Heberwirkung des Apparates einzuleiten, ist eine kleine Vacuumpumpe von geringen Dimensionen erforderlich. Dieselbe wird in der Regel nur zur erstmaligen Inbetriebsetzung des Hebers benöthigt, um das Wasser im Cylinder bis über den oberen Stromvertheiler zu heben.

Zur Aufrechterhaltung des ununterbrochenen Betriebes ist aber eine in längeren Zwischenräumen wiederkehrende Thätigkeit der Luftpumpe von je einer Dauer von wenigen Minuten erforderlich, um die geringen Luftmengen und die übelriechenden Gase zu entfernen, welche durch die Einwirkung der zugesetzten Chemikalien sowie die Luftverdünnung im Apparatinnern in der Zwischenzeit aus dem durchströmenden Wasser frei geworden sind.

Unter Hinweis auf Vorstehendes ist hervorzuheben, daß das Rothe-Roecknersche Verfahren für diesen Theil seines Betriebes nicht die Aufwendung großer Maschinenkraft erfordert, wie dies vielfach angenommen wird.

Alle weitere Kraft, welche in den Anlagen erforderlich ist, wird für die Zubereitung und Mischung der Chemi-

kalien und für die Beseitigung der Schlammrückstände benöthigt. Diese Kraft ist aber bei jedem Verfahren, wenn es überhaupt mit chemischen Zusätzen arbeitet, erforderlich. Zur Aufrechterhaltung des Betriebes der Klärapparate ist z. B. für eine große Anlage, wie in Essen an der Ruhr, in welcher pro Tag rund 20000 Cbm. Abwasser gereinigt werden, eine Kraft von 2 Pferdestärken erforderlich, um die Klärapparate während voller 24 Stunden in Thätigkeit zu erhalten. In Anbetracht einer Reinigungsleistung von circa 20000 Cbm. Abwasser täglich darf diese Kraftforderniß nicht als hoch bezeichnet werden.

Betrachten wir nun die Wirkung des Apparates auf das Gemisch von Schmutzwasser und Chemikalien, welches durch die Einlaufrohre in den gemauerten Unterbau gelangt und über dessen Sohle in einer horizontalen Ebene in tangentialer Richtung ausmündet. Von hier nimmt das Gemisch dem Princip der communicirenden Röhren folgend, seinen Weg aufwärts bis zur Höhe des Wasserspiegels im Zulaufcanal. Hier angelangt, ist es bereits über das untere offene Ende des Cylinders gestiegen und hat dieses verschlossen. Durch Luftverdünnung im Innern des Apparates steigt es in demselben aufwärts bis oberhalb des oberen Stromvertheilers. Beim Aufstieg wird es sowohl durch den unteren als den oberen Stromvertheiler gleichmäßig auf den ganzen Apparatquerschnitt vertheilt. In Folge der Veränderung der Stromrichtung scheiden sich beim Eintritt in den Unterbau die schwersten Theile ab und sinken zu Boden, während die leichteren durch die Geschwindigkeit der aufsteigenden Wassersäule mit gehoben werden und aufsteigen bis zu einer ihrem specifischen Gewichte entsprechenden maximalen Höhe. Auf diese Weise bilden sich im Innern des Apparates über einander gelagerte Schichten von Schlamm mit nach oben immer geringerem specifischen Gewicht und daher auch stetig geringer werdender Körnung. Die Schlammtheilchen der einzelnen Schichten fangen nach kurzer Zeit an, sich seitlich zu gruppiren und sinken dann, dadurch dichter geworden, in die tieferen Schichten, bis sie schließlich

auf gleiche Weise immer mehr verdichtet, auf der tiefsten Stelle des Apparatunterbaues angelangen. Von hier aus werden sie, je nach der Menge, continuirlich oder periodisch durch besondere Vorrichtungen entfernt.

Bei richtiger Dimensionirung des Apparates, der Menge und Qualität der zu reinigenden Schmutzwässer entsprechend, kommt über dem oberen Stromvertheiler ein von Schlamm und Beimengungen befreites, gereinigtes Wasser an, während unter demselben sich nach unten sinkende Schlammschichten befinden, die, je weiter nach unten, desto dichter und dichter werden. Das Schmutzwassergemisch muß nun aber von unten nach oben den Apparat durchströmen, hierbei die verschiedenen, über einander liegenden Schlammschichten passirend, wobei es von diesen sozusagen im Gegenstrome filtrirt wird. Das somit im Apparate vorhandene Filter ist ein geradezu systematisch aufgebautes zu nennen, indem die Schmutzwässer zuerst die gröberen und dann die feineren Schlamm-, respective Filterschichten durchsteigen, wodurch sich eine Filtration durch gröbere und darauf immer feiner werdende Körnungen vollzieht.

Eine Verstopfung dieses Filters ist ausgeschlossen, da es sich stets von Neuem durch den Schlamm selbst bildet.

Beim Rothe-Roecknerschen Verfahren haben wir es daher nicht allein mit der Wirkung der Schwere, sondern vornehmlich noch mit der der Filtration zu thun. Den Beweis hierfür haben die verschiedensten eingehenden Versuche erbracht.

Das Schlammfilter bildet zugleich einen Regulator für die volle Ausnutzung des Zusatzes an chemischen Fällungsmitteln, indem die etwa im Ueberschuß zugesetzten Chemikalien nachträglich durch das mit zu geringem Zusatz zufließende Schmutzwasser völlig ausgenutzt werden. Bei den sonstigen mechanischen Kläranlagen, wie Absatzbecken 2c. ist dies nicht der Fall. Bei diesen sinkt der Ueberschuß an chemischen Fällungsmitteln sofort in den Schlamm und, da keine weitere Berührung der nachfolgenden Schmutzwässer

mit demselben wieder stattfindet, sind die Chemikalien im Schlamm liegend verloren.

Das Verfahren ermöglicht ferner einen ununterbrochenen Betrieb, d. h. einen beständigen Zufluß der Schmutzwässer, Abfluß der gereinigten und eine gleichzeitige Entfernung des abgeschiedenen Schlammes ohne Betriebsunterbrechung. Des Weiteren erfolgt die Durchführung des Reinigungsprocesses in geschlossenem Raum. Die sich entwickelnden und durch die Vacuumpumpe abgesogenen übelriechenden Gase werden durch den hohen Schornstein abgeleitet oder durch Verbrennung unschädlich gemacht.

Die Kläranlagen nach dem Rothe-Roeckner'schen System erfordern nur geringe Grundfläche, was als ein wesentlicher Vorzug zu bezeichnen ist. Nach den Angaben des Ingenieurs Rothe genügt für eine Anlage zur Reinigung von circa 20000 Cbm. Schmutzwasser pro 24 Stunden (diese Zahl entspricht ungefähr der täglichen Gesammtabwassermenge Berlins) ein Hektar Grundfläche, einschließlich aller Apparate, Maschinengebäude und des zur Schlammentwässerung benöthigten Raumes. Gegenwärtig benutzt Berlin allein für die Pumpstationen erheblich mehr Terrain, und außerdem sind zur Zeit circa 5500 Hektar Rieselfläche im Betriebe.

Trotz dieser großen Flächen sind die Rieselfelder noch zu klein, denn nach den behördlichen Vorschriften soll pro 250 Personen ein Hektar aptirtes Rieselfeld vorhanden sein, also für eine Bevölkerung von rund 1600000 Personen (welches einer Abwassermenge von 200000 Cbm. entspricht) wären 6400 Hektar aptirtes Rieselfeld erforderlich. Es entspricht dies einschließlich des zu Wirthschaftszwecken und Wegen benöthigten Terrains einer Gesammtfläche von circa 8000 Hektar.

Die Apparate zum Zubereiten und Zusetzen der Chemikalien.

Die Apparate zum Zubereiten und Zusetzen der chemischen Fällungsmittel zerfallen in zwei Gruppen.

Die Apparate zum Zubereiten der Fällungsmittel sind in ihrer Construction von der Verwendungsart der Chemikalien abhängig, je nachdem diese in staubförmigem oder in flüssigem Zustande den Abwässern zugemischt werden sollen. Der Regel nach geschieht dies in flüssigem Zustande, wozu Rührwerke erforderlich sind. Diese sind mit verticalen, durch konischen Antrieb bewegten Rührwellen versehen, auf welchen Rührarme angebracht sind; außerdem sind am Umfange der Rührgefäße Schlagbleche angebracht, um eine stetige Wallung des Gemisches zu veranlassen. Die Zuflußregulirung bewirkt eine selbstthätige Zuleitung der Chemikalien, welche den wechselnden Zuflußmengen des Schmutzwassers entspricht.

Diese selbstthätige Zuflußvorrichtung besteht aus einer Heberleitung mit Auslaufkasten und Verschlußschwimmer sowie Ablaufschieber, welcher durch einen im Schmutzwasserzulauf angebrachten Schwimmer gehoben oder gesenkt wird, je nachdem mehr oder weniger Schmutzwasser zufließt. Während in dieser einfachen und sicheren Art der Chemikalienzusatz den wechselnden Abwassermengen entsprechend selbstthätig geregelt wird, muß für die wechselnde Zusammensetzung derselben eine entsprechende Aenderung der Zusatzmengen vorgenommen werden. Diese erfolgt durch den mit der Controle betrauten Arbeiter. Die Erfahrung giebt diesem bereits nach kurzer Betriebsdauer sicheren Anhalt. Es stellt sich bald ein ziemlich genaues, fast regelmäßig wiederkehrendes Bild der Beschaffenheit der Abwässer für die einzelnen Wochentage und Tageszeiten heraus, welches als Richtschnur für die Arbeitsweise dient. Die etwa im Ueberschuß zugesetzten Chemikalien werden in dem als Regulator dienenden Schlammfilter des Rothe-Roecknerschen Apparates aufgespeichert, um von den später zufließenden, eventuell mit zu geringem Zusatz versehenen Schmutzwässern nachträglich verbraucht zu werden. Fig. 63 führt den Vorgang, welcher sich in dem Rothe-Roecknerschen Klärthurm abspielt, vor Augen. Der Klärthurm ist im Schnitt dargestellt, und die einzelnen Zu- und Ableitungen von Wasser, Luft 2c. sind

hinreichend deutlich angegeben, um unter Zuhilfenahme der vorstehenden Beschreibung ein klares Bild von dem ganzen Gange des Verfahrens zu geben.

Der bei dem Rothe-Roecknerschen Verfahren gewonnene Klärschlamm hat in dem Zustande, in welchem er auf der Essener Kläranlage von König*) entnommen wurde, folgende Zusammensetzung:

Wasser	77·41	Procent
Organische Substanz	5·74	»
Stickstoff	0·25	»
Mineralstoffe	16·85	»
Eisenoxyd und Thonerde	2·23	»
Kalk	3·84	»
Kali	0·07	»
Phosphorsäure	0·26	»
Sand und Thon	7·31	»

Diesen direct gefundenen Zahlen entspricht folgende Zusammensetzung in der trocken gedachten Masse:

Stickstoff	1·11	Procent
Kali	0·31	»
Phosphorsäure	1·15	»

Holdefleiß untersuchte gleichfalls Essener Klärschlamm und fand folgende Zusammensetzung:

Wasser	68·25	Procent
Stickstoff	0·22	»
Kalk	8·49	»
Kali	0·21	»
Phosphorsäure	0·29	»

Diesen direct gefundenen Zahlen entspricht folgende Zusammensetzung in der trocken gedachten Masse:

Stickstoff	0·71	Procent
Kali	0·68	»
Phosphorsäure	0·91	»

*) König, a. a. O., Bd. II, S. 112.

Der Schlamm wird in Filterpressen, soweit dies möglich ist, entwässert und dann abgefahren. Leider ist die Verwendung zu landwirthschaftlichen Zwecken nur eine überaus beschränkte. Die Kuchenform der Klärrückstände hat insofern Bedenken, als die großen Stücke sich im Boden lange Zeit erhalten, ohne daß eine Zersetzung eintritt, und damit eine Ausnutzung der Pflanzennährstoffe durch die Wurzeln der Pflanzen ermöglicht wird.

In Pankow bei Berlin wurde in der Mitte der Neunzigerjahre ein Versuch gemacht, die Klärrückstände der dortigen Rothe-Roecknerschen Anlage ganz einzutrocknen, um so einen streufähigen Dünger daraus zu gewinnen. Zu dem Behufe wurde ein Trockenapparat nach dem System Venuleth und Ellenberger aufgestellt, welcher auch den an ihn gestellten Anforderungen voll und ganz gerecht wurde. Das erzielte Trockenproduct, welches unter dem Namen »Pankower Klärschlamm« in den Handel gebracht wurde, vermochte sich dagegen nicht in der gewünschten Weise einzuführen, weshalb das Unternehmen nach verhältnißmäßig kurzer Zeit wieder aufgegeben wurde.

Das Eichensche Klärverfahren.

Das Eichensche Klärverfahren*) ist seit dem Jahre 1897 Eigenthum der Allgemeinen Städte-Reinigungs-Gesellschaft m. b. H. in Wiesbaden. Es wird seitdem von dieser Gesellschaft versucht, das Verfahren in die Praxis einzuführen.

Nachdem der Erfinder, F. Eichen in Wiesbaden, seine ersten Versuche an einem kleineren Modellapparat ausgeführt hatte, gelang es demselben, die Errichtung einer Versuchskläranlage auf dem Terrain der Pankower Kläranlage (welch letztere übrigens nach dem System Rothe-Roeckner arbeitet) durchzusetzen.

*) Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen, 1898. Supplement-Heft, S. 21—42; König, Die Verunreinigung der Gewässer, I. Bd., S. 399.

Diese Versuchskläranlage ist in der Literatur wiederholt besprochen worden; namentlich gelangte im Jahre 1897 eine Druckschrift der vorgenannten Gesellschaft in weitere Kreise, welche ein Gutachten des bekannten Stadt-Baurathes a. D. Brix aus Altona und ein chemisch-bakteriologisches Gutachten enthält.

Nach den Ausführungen des Herrn Brix wird auf der Versuchsanlage in Pankow das Abwasser von dem Sammelsiebe in eine Holzkastenrinne gepumpt, in welcher es der Kläranlage zufließt. Die gröberen Schlamm- und Sinkstoffe werden durch eingesetzte Siebe zurückgehalten. Das Abwasser fließt alsdann zunächst in einen kastenförmigen Vorraum von 2 Meter Breite und 70 Cm. Länge, in welchem eine Eintauchplatte angeordnet ist. In diesem Vorraum wird die wässerige Lösung eines seiner Zusammensetzung nach unbekannten und geheim gehaltenen Klärmittels dem Abwasser zugesetzt, und zwar in der Weise, daß die Lösung durch zahlreiche kleine, sich von einer Querrinne abzweigende Röhrchen, welche über die ganze Wasserlaufbreite gleichmäßig vertheilt sind, ausfließt, um eine möglichst innige und gleichmäßige Mischung des Klärmittels mit dem Abwasser zu erzielen.

Die sich hieran anschließende Kläranlage selbst (vgl. Fig. 64), besteht im Wesentlichen aus vier brunnenförmigen, hinter einander liegenden Klärbehältern b, b_1, b_2, b_3, von je 5 Meter Tiefe, 2 Meter Breite und 2 Meter Länge. Jeder Klärbehälter hat eine in der Stromrichtung schräg gestellte Wand d, d_1, d_2, die sich nach unten mit den beiden Seitenwänden trichterförmig zu je einem zur Schlammansammlung bestimmten Raume verengt, und in diese Schlammräume reicht je ein zweizölliges Rohr e, e_1, e_2, e_3, hinab, welches zu einer gemeinsamen Schlammpumpe führt.

Zur Regulirung der Wasserströmung enthält jeder Klärbehälter eine Eintauchwand c, c_1, c_2, c_3 von 1·80 Meter. Der nutzbare Fassungsraum eines jeden Behälters beträgt etwa 20 Cbm.

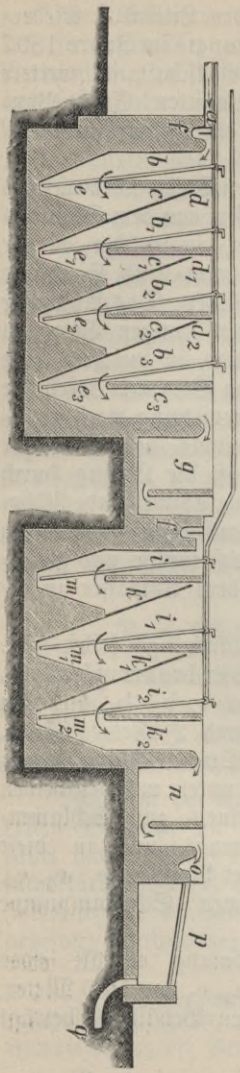


Fig. 64.

An den letzten Klärbehälter (auch Kastenbrunnen genannt), schließt sich ein Filter- oder Sickerungsbehälter g von 2 Meter Breite und 4 Meter Länge an, in welchen eine 1 Meter starke Filterschicht eingesetzt ist. Das Filtermaterial wird gleichfalls geheim gehalten. Die obere Schicht des Filters besteht aus Kies von 3—10 Mm. Korngröße. Die ganze Filterschicht ruht auf einem durchbrochenen Filterboden, von dem aus das durchsickernde Wasser wieder nach dem Ueberlauf emporsteigt.

An diese erste Abtheilung der Anlage schließt sich ein zweites, im Wesentlichen dem ersten genau gleich construirtes Klärsystem, also wieder ein Vorraum, in welchem ein zweites Klärmittel genau in vorbeschriebener Weise dem Abwasser zugesetzt wird, und den drei Kastenbrunnen mit darauf folgender Filteranlage. Dieses zweite Klärmittel ist Kalk.

Die Lösungen der beiden Klärmittel werden in zwei Bottichen hergestellt, welche mit je einer maschinell betriebenen Vorrichtung ausgestattet sind und durch geeignete Leitungen mit den erwähnten Vorräumen zur Aufnahme der zufließenden Klärmittel nach Bedarf in Verbindung gesetzt werden können. Die Reguli-

rung des Zuflusses geschieht durch Einstellung von eingeschalteten Hähnen. Für jedes Klärmittel ist ein gefüllter Bottich im Betriebe, während der zweite inzwischen zur Bereitung der Klärflüssigkeit und als Reserve dient.

Das erste Klärmittel, dessen Zusammensetzung, wie bereits erwähnt, geheim gehalten wird, soll die Gewinnung eines möglichst hochprocentigen Klärschlammes gewährleisten; das zweite Klärmittel ist Kalkmilch.*)

Die in ihrer Gesammtheit aus Holz hergestellte Anlage schien dem Verfasser sorgfältig hergestellt; über ihre Leistungsfähigkeit konnte sich derselbe selbstverständlich aus der bloßen Besichtigung der Construction kein Urtheil bilden.

Brix berichtet weiter, daß die Anlage für einen Zufluß von 20 Cbm. in der Stunde gebaut ist, und daß bei diesem Zufluß eine durchaus befriedigende Klärung erzielt worden sei. Auch als man den Zufluß bis zu reichlich 40 Cbm. steigerte, wie durch eine Zeit- und Raumbestimmung festgestellt wurde, zeigte das Abwasser schon beim Einlauf in den ersten Klärschacht eine völlige Scheidung in absetzbare unlösliche Flocken und klare Flüssigkeit in Folge der Wirkung des ersten Klärmittels.

Das auf diese Weise bereits nach dem Verlassen der ersten Klärschächte sehr schön gereinigte Abwasser wird alsdann durch einen Zusatz von Kalkmilch desinficirt und wie Brix sich ausdrückt, weiter intensiv gereinigt, um schließlich durch die letzte Filteranlage vollkommen klar und blank abzufließen.

Der sich absetzende Schlamm wird während des Klärbetriebes mit Hilfe einer Schlammpumpe ohne Störung des Betriebes aus dem unteren Raume jedes Klärschachtes abgepumpt.

Brix stellte fest, daß bei dem angegebenen Zufluß von 20 Cbm. pro Stunde das Abwasser insgesammt circa 6 Stunden in der Kläranlage verweilt, so daß der Auf-

*) Verfasser hat die Versuchskläranlage nur einmal besichtigen können, und zwar zu einer Zeit, wo dieselbe leider nicht im Betriebe war.

enthalt eines jeden Wassertheiles in einem Klärungsschacht fast eine Stunde ausmacht. Das Wasser bewegt sich demnach mit einer Geschwindigkeit von noch nicht 2 Mm. in den Klärungsräumen.

Die Anlage ist demnach für 20 Cbm. Schmutzwasser pro Stunde, oder nahezu 500 Cbm. pro Tag dimensionirt, ein Quantum, welches nach Brix bei gewöhnlicher Schwemmcanalisation einem Orte von 3000—5000 Einwohnern und bei der Canalisation nach dem Trennsystem einem Orte von 5000—7000 Einwohnern entspricht.

Brix will deshalb durch mehrfache Nebeneinanderstellung von Kläranlagen, wie die Versuchsanlage in Pankow, welche gleichsam ein Klärelement, ein Element einer Klärbatterie darstellt, die Leistungsfähigkeit ohne weiteres erhöhen, und zwar mit dem gleichen praktischen Resultat. Für eine Stadt von 50000 Einwohnern sollen beispielsweise zehn solcher Anlagen, wie die Versuchsanlage, neben einander gestellt werden, wobei bei gleicher Länge der vorhandenen Anlage (circa 27 Meter) eine Gesammtbreite von rund 25 Meter erforderlich sein würde.

Die leitenden Grundsätze, auf denen der Betrieb des Eichenschen Systems nach dem Typ der Pankower Versuchsanlage beruht, werden folgendermaßen präcisirt.

a) Einrichtung einer Vorklärung unter Anwendung eines für die Gewinnung möglichst dungwerthigen Schlammes geeigneten Klärmittels mit nachfolgender Filtrirung des hierdurch vorgereinigten Wassers.

b) Anordnung einer Nachklärung behufs Desinfection des vorgeklärten Abwassers mit nachheriger Filtrirung.

c) Abpumpen des sich bildenden Klärschlammes während des Betriebes.

d) Zusammensetzung der Klärung aus einer den zu reinigenden Abwassermengen entsprechenden Anzahl von völlig gleichen Abtheilungen, wovon eine durch die Pankower Versuchsanlage im praktischen Betriebe dargestellt ist.

Ganz besonders hervorgehoben wird von Brix und auch sonstigen Anhängern des Eichenschen Verfahrens die

Anwendung der doppelten Klärung, obwohl die doppelte Klärung an sich nichts Neues bedeutet. Gerade das spätere Zusetzen der Kalkmilch ist auch bereits von Anderen ausgeführt worden und damit eine Doppelklärung schon längst bekannt.

Es liegt auf der Hand, daß durch die in der Vorklärung erfolgende Entfernung der meisten suspendirten Stoffe die lösende Wirkung des Kalkes auf die organische Substanz derselben aufgehoben wird, und daß andererseits eine weit geringere Menge von Kalk zur endgiltigen Klärung nöthig ist, als wenn eine Vorklärung beziehungsweise Beseitigung der suspendirten Stoffe nicht vorgenommen wird. Bezüglich dieses Verfahrens der Vor- oder Doppelklärung hat das Eichensche Klärverfahren sehr verschiedene Beurtheilung gefunden. Während sich der Verfasser des zu Anfang dieses Capitels erwähnten chemisch-bakteriologischen Gutachtens sehr dafür begeistert, äußert sich Professor Dunbar, Director des hygienischen Staatsinstituts in Hamburg, wenig günstig darüber. Er spricht dem Eichenschen Verfahren jegliche Originalität ab und meint, daß es nicht verdient, vor anderen Verfahren durch Nennung ausgezeichnet zu werden. In dem Maße nämlich, wie man weniger Kalk und mehr Eisensalz beziehungsweise schwefelsaure Thonerde (denn diese werden wahrscheinlich das vielgerühmte Geheimmittel der Vorklärung sein), zur Klärung nimmt, werden zwar die durch den Kalkzusatz bewirkten Nachtheile geringer, in gleichem Verhältniß wachsen aber die Kosten, und diese werden bei völliger Weglassung des Kalkes und ausschließlicher Anwendung von Eisensalz so groß, daß sie die Durchführung des Verfahrens in dem ihm ursprünglich zugewiesenen Rahmen unmöglich machen.

Von E. Hintz und S. Frank wurden bei Prüfung des Verfahrens folgende Resultate gefunden.

Das ungereinigte Wasser enthielt im Liter:

Abdampfrückstand	1241·4 Mgr.
Glührückstand	1055·4 »

Glühverlust	186·0	Mgr.
Gesammtstickstoff	142·1	»
Sauerstoffverbrauch zur Oxydation	568·8	»
Keime im Cubikcentimeter	3760000	»

Das gereinigte Abwasser enthielt im Liter:

Abdampfrückstand	1162·2	Mgr.
Glührückstand	1071·2	»
Glühverlust	90·8	»
Gesammtstickstoff	71·3	»
Sauerstoffverbrauch zur Oxydation	389·1	»
Keime im Cubikcentimeter	316	»

In der Trockensubstanz des Schlammes, welcher sich in der ersten Abtheilung des Verfahrens absetzte, wurde folgende Zusammensetzung gefunden:

Stickstoff	3·08	Procent
Phosphorsäure	2·62	»
Kali	0·65	»
Eisenoxyd	1·31	»

C. Bischoff fand eine ähnliche Zusammensetzung, constatirte dagegen in dem in der zweiten Abtheilung des Klärverfahrens erhaltenen Kalkschlamm im lufttrockenen Zustande nur 0·315 Procent Stickstoff und 0·221 Procent Phosphorsäure.

Die Baukosten und Betriebskosten sind von Brix*) folgendermaßen berechnet:

1. Baukosten der Anlage für den Kopf der Bevölkerung (bei 50000 Einwohnern und darunter) zu 5·55 bis 7·85 Mark.

*) A. a. O., S. 21—42.

2. Betriebskosten für 1 Cbm. zu reinigendes Abwasser:

a) 400 Gr. Kalk à Kgr. zu 2 Pfg.	.	0·8 Pfg.
b) Aufsicht und Bedienung	. . . .	0·6 »
c) Kohlen, Schmieröl, Reparaturen	.	0 4 »
Summa	.	1·8 Pfg.

Bei dieser Berechnung ist das erste Klärmittel, dessen Zusammensetzung geheim gehalten wird, und dessen Kosten sich deshalb jeglicher Beurtheilung entziehen, unberücksichtigt geblieben. Außerdem ist selbstverständlich für Verzinsung und Amortisation ein entsprechender Procentsatz des Anlagecapitals in Ansatz zu bringen.

Das Abwasserreinigungsverfahren von Anton Proskowetz.

Das von Proskowetz zuerst in der Zuckerfabrik Sokolnitz in Mähren eingeführte Reinigungsverfahren bezweckt eine Reinigung durch doppelten Effect, indem zunächst eine Klärung durch Kalk vorgenommen wird, welcher alsdann Filtration oder Berieselung folgt. Eine hierbei angewandte eigenartige Drainage gestattet die Verwendung einer möglichst kleinen Fläche.

Die Abwässer werden zunächst in offene Erdgruben gebracht, welche als Klärbassins dienen, und in welchen eine vorläufige Reinigung durch einfache Sedimentirung entweder spontan oder nach Zusatz von Kalkmilch erfolgt. In diesen Gruben verlieren die Abwässer auch größtentheils ihre Alkalität.

Darnach werden die Abwässer auf ein Rieselfeld geleitet, dessen Drainröhren etwa $^1/_2$ Meter unter der Oberfläche liegen. Die Drainröhren münden sämmtlich oberirdisch in einen offenen Canal oder vielmehr Graben, so zwar daß die Luft frei in die Mündungen der sämmtlichen Rohrstränge eintreten kann.

Das Wasser kann nur durch die Stoßfugen in die Rohrstränge eintreten. Bei dichter Aneinanderreihung der einzelnen Rohre wird das Wasser nur tropfenweise in das Innere der Rohre eindringen und muß deshalb in innigste Berührung mit der Luft kommen. Hierbei wirkt der Sauerstoff der Luft oxydirend auf die organischen Bestandtheile, welche im Wasser enthalten sind. Andererseits wird durch die bereits vorhandene oder gebildete Kohlensäure der freie Kalk als Carbonat ausgefällt. Durch die Ausscheidung dieses kohlensauren Kalkes, welcher gleichzeitig mehr oder minder große Massen von organischen und unorganischen Stoffen des Schmutzwassers mit niederreißt, werden die Drainröhren allmählich verschlammt, so daß sich von Zeit zu Zeit eine Reinigung derselben nothwendig macht.

Aus diesem Grunde hat man auch in erster Linie die gesammte Drainage dieses ersten Rieselfeldes so flach gelegt, da naturgemäß das Aufreißen einer tiefer liegenden Drainage zum Zwecke der Reinigung mit erheblichen Kosten verknüpft sein würde.

Das von dem ersten Rieselfeld ablaufende Abwasser, welches nur noch schwach alkalisch reagirt, wird darnach auf ein kleineres, zweites Rieselfeld geleitet, welches nicht in der gewohnten Weise drainirt ist, sondern nach einem besonderen von Anton Proskowetz erfundenen und ihm patentirten Verfahren. Es werden nämlich statt einer Schicht von Drainröhren, deren zwei oder mehrere über einander angeordnet, so zwar daß die Drainröhren der einen Schicht senkrecht zu denen der anderen liegen. Die Tiefe, in welcher sich die Röhrenstränge befinden, beträgt etwa 1 Meter, und 1·5 bis 2 Meter.

Dieses Verfahren der doppelten Drainirung hat vor allen Dingen den großen Vorzug, daß die zu verwendenden Rieselflächen ganz erheblich kleiner sein können, als unter gewöhnlichen Verhältnissen. In der Zuckerfabrik in Sokolnitz in welcher, wie bereits erwähnt, das Proskowetzsche Verfahren zuerst eingeführt wurde, und welche täglich ein Quantum von etwa 4000 Doppelcentner Rüben verarbeitet,

erwies sich eine Gesammtrieselfläche von nur 96 Ar für eine vollständige Reinigung des Abwassers als ausreichend.

In dem zweiten Rieselfelde soll das von dem ersten Rieselfelde bereits neutral oder jedenfalls nur schwach alkalisch ablaufende Wasser eine derartige Veränderung erleiden, daß hier die eigentliche Oxydation eintritt. Ein anderer Theil der in dem Abwasser enthaltenen organischen Stoffe erleidet eine unvollständige Oxydation, welche die Stoffe derartig verändert, daß sie, die vorher durch Kalk nicht ausfällbar waren, durch diesen jetzt thatsächlich in mehr oder minder hohem Maße wieder beseitigt werden können.

Deshalb wird das Abwasser nach dem Verlassen des zweiten doppeltdrainirten Rieselfeldes in Sammelbrunnen aufgefangen und aus diesen in einen Hauptbrunnen geleitet, um hier abermals mit einem gewissen Kalkzusatz in Gestalt von Kalkwasser mit einer Kalkalkalität von bis zu 0·05 Procent versetzt zu werden. Es entsteht nach diesem Zusatz ein bläulichgrauer Niederschlag, welcher in dem Sammelbrunnen hinreichend Zeit hat sich abzusetzen.

Nach dieser Ausfällung kann das Wasser dann entweder in den öffentlichen Flußlauf abgeführt, oder es kann auch, wie dies bei der Zuckerfabrik in Sokolnitz der Fall ist, direct dem Betriebe wieder zugeführt werden.

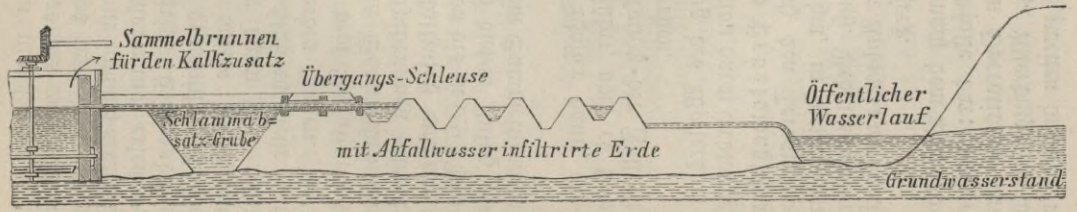
Will man noch eine bessere Lüftung des Wassers erzielen, so empfiehlt sich eine letzte Filtration durch Erdwälle.

Aus dieser kurzen Beschreibung des Proskowetzschen Verfahrens erhellt, daß dasselbe je nach den Terrainverhältnissen, mit welchen man zu rechnen hat, in dieser oder jener Beziehung Abänderungen erfahren muß. Bedingt werden diese durch das vorhandene Gefälle in der Anlage und durch die Menge des vorhandenen Vorflutwassers.

Fig. 65 stellt die Wasserreinigung nach dem Proskowetzschen Verfahren bei natürlichem Gefälle dar; mithin entspricht die Reihenfolge der einzelnen Operationen der im Vorstehenden gegebenen Beschreibung. Allerdings ist zu bemerken, daß das Abwasser auf dem zweiten drainirten

Fig. 65 a.

Fig. 65 b.



Rieselfelde längere Zeit gestaut wird. Das Ablaufdrain aus dem Hauptsammelbrunnen ist höher gelegen, so daß ein Aufstauen auf dem zweiten Ackerstücke unumgänglich erscheint.

Das Kalkwasser wirkt in dem Hauptsammelbrunnen durch ein irgendwie betriebenes Rührwerk. Darnach fließt das geklärte Abwasser in kleine Erdrinnen, um durch eine sehr dünne Erdschicht in daneben gelegene, etwas tiefer befindliche Sammelrinnen filtrirt zu werden, von denen aus die directe Zuführung nach dem öffentlichen Flußlaufe oder zurück in den Fabrikbetrieb erfolgt.

Das Verfahren wurde in der Zuckerfabrik Sokolnitz von F. Strohmer und A. Stift eingehend untersucht. Dieselben fanden folgende Resultate (Vgl. S. 332):

Nr. I ist das noch nicht mit Kalk versetzte ursprüngliche Abwasser. Dasselbe zeigte Rübengeruch. Es war trübe, hatte ziemlich starken Bodensatz und war gelblich gefärbt. Reaction schwach alkalisch.

Nr. II ist Wasser nach dem Absetzen von dem ersten Rieselfelde entnommen. Dasselbe hatte noch den Rübengeruch, roch dabei aber etwas nach Koth. Das Aussehen war weniger trübe wie bei Nr. I; auch der Bodensatz war geringer. Die Farbe war schwarzgelblich. Reaction alkalisch.

Nr. III ist Wasser von dem ersten und oberirdisch drainirten Rieselfelde. Bei stark kothähnlichem Geruch zeigte das Wasser ziemlichen Bodensatz und war ziemlich braun gefärbt. Reaction alkalisch.

Nr. IV ist Wasser vom Hauptbrunnen bei der Fabrik. Es zeigte bei schwachem Geruche nach Schwefelwasserstoff einen schwarzen, schlammig aussehenden Bodensatz. Reaction schwach alkalisch.

Nr. V ist das gereinigte Wasser. Dasselbe zeigte schwachen Rübengeruch, war klar und wasserhell. Reaction alkalisch.

Bestandtheile	I	II	III	IV	V
	Milligramm				
Schwebestoffe { anorganische	18024·0	119·8	1110·4	7·8	1·7
Schwebestoffe { organische	316·4	16·2	313·6	22·1	19·7
Gelöste Stoffe { anorganische	876·6	865·2	835·6	794·0	323·6
Gelöste Stoffe { organische	838·2	866·8	604·4	362·2	208·8
Chlor	31·7	35·2	28·2	23·3	23·3
Salpetersäure	89·7	87·0	190·2	89·7	76·1
Salpetrige Säure	nachweisbar	nachweisbar	starke Reaction	nachweisbar	Spuren
Ammoniak	40·1	12·9	3·0	1·8	23·9
Stickstoff in der Schwebe	18·1	9·1	6·1	1·5	—
Schwefelwasserstoff	schwache Reaction	stärkere Reaction	starke Reaction	starke Reaction	Spuren
In 1 Liter des filtrirten Wassers waren enthalten:					
Kalk	441·6	461·6	362·8	396·0	114·8
Kali	128·6	—	—	—	34·9
Schwefelsäure	38·3	—	—	—	78·6
Phosphorsäure	2·3	—	—	—	Spuren

Demnach hat eine Abnahme, entsprechend einer Reinigungswirkung stattgefunden, welche durch folgende Zahlen ausgedrückt wird:

In dem Wasser nach dem Rieselfelde betrug die Abnahme gegenüber dem ursprünglichen Abwasser:

Unorganische Schwebestoffe . .	38·39	Procent
Organische Schwebestoffe . .	0·88	»
Unorganische gelöste Stoffe . .	4·68	»
Organische gelöste Stoffe . .	27·89	»
Salpetersäure	112·04*)	»
Ammoniak	93·19	»
Stickstoff in der Schwebe . .	66·30	»

In dem gereinigten Wasser betrug die Abnahme gegenüber dem ursprünglichen Abwasser:

Unorganische Schwebestoffe . .	99·91	Procent
Organische Schwebestoffe . . .	93·77	»
Unorganische gelöste Stoffe . .	63·08	»
Organische gelöste Stoffe . .	71·80	»
Salpetersäure	15·16	»
Ammoniak	45·80	»
Stickstoff in der Schwebe . .	100·00	»
Kalk	74·00	»
Kali	72·86	»
Schwefelsäure	105·20*)	»
Phosphorsäure	100·00	»

E. Donath fand in dem gereinigten Abwasser von Sokolnitz folgende Zusammensetzung:

In 1 Liter sind enthalten:

Abdampfrückstand	624·8	Mgr.
Organische Stoffe		
Durch $KMnO_4$ bestimmt . .	189·8	»

*) Zunahme.

Durch Glühverlust bestimmt. .	184·8	Mgr.
Kieselsäure	3·2	»
Thonerde	1·0	»
Eisen	0 0	»
Kalk	132·2	»
Magnesia	60·9	»
Schwefelsäure	155·3	»
Chlor	14·8	»
Kali	20·6	»
Natron	39·4	»
Gesammtstickstoff	6·4	»
Ammoniakstickstoff	6·3	»

Auch Proskauer prüfte das Verfahren in Sokolnitz. Er fand, daß das während der Campagne gereinigte Abwasser nicht in den an der Fabrik vorbeifließenden Goldbach abgelassen wird, sondern daß vielmehr das gereinigte Wasser während der ganzen Campagne in dem Fabrikbetriebe selbst wieder Verwendung findet.

Die Untersuchung, welche Proskauer an den aus jeder Phase der Reinigung stammenden Abwässern vornahm, führte ihn zu folgenden Schlußfolgerungen:

Es wurden weit über 90 Procent aller organischen Bestandtheile und fast sämmtliche stickstoffhaltigen organischen Verbindungen entfernt. Das schließlich resultirende gereinigte Abwasser war nicht mehr im Stande, in stinkende Fäulniß überzugehen.

In dem Absatz- und Klärbassin erfuhren die Abwässer eine weitgehende mechanische, dagegen nur eine geringe chemische Reinigung, weil durch den Kalkzusatz die Fäulniß und Gährung unterdrückt wird.

Von den beiden Rieselfeldern wirkte besonders das doppelt drainirte stark zerstörend auf die organischen Stoffe ein, und zwar durch Fäulniß.

Das nunmehr zum Drainwasser zugefügte Kalkwasser schlug die gelöst gebliebenen, unfällbar gemachten organischen Substanzen, namentlich die stickstoffhaltigen, fast vollständig

nieder. Der im gereinigten Wasser verbliebene Rest von organischen Stoffen bestand der Hauptsache nach aus löslichen Säuren (Fettsäuren), welche zur stinkenden Fäulniß keine Veranlassung geben.

Die im gereinigten Abwasser beobachtete Zunahme an Ammoniak u. dgl. rührt in Sokolnitz von der Verwendung des Brüdenwassers zum Löschen des Kalkes her.

Das Wasser war nach der Reinigung klar und farblos, zeigte einen schwachen Rübengeruch und reagirte nur sehr schwach alkalisch.

Eine eingehende Untersuchung und Prüfung erfuhr das Proskowetzsche Verfahren des Weiteren durch die Herren v. Roßnowski und Proskauer in der Zuckerfabrik zu Sadowa in Böhmen. Nach dem Bericht über diese Besichtigung arbeitet die Zuckerfabrik in Sadowa in der Weise, daß sie den ersten Kalkmilchzusatz fortläßt und ohne einen solchen die Abwässer in Klärbassins und in einem Kühlteiche durch Sedimentation sich klären läßt.

Darnach gelangt das Wasser in das bekannte hochdrainirte Rieselfeld; von hier aus auf das tiefe und doppelt drainirte Feld, von wo aus es in einen Sammelbrunnen läuft.

In diesem erhält das Wasser einen starken Kalkzusatz, wird von da in ein Absatzbassin geleitet und schließlich auf einem kleinem Rieselfelde zum Zwecke der Entfernung der letzten Reste von Kalk der Filtration unterworfen.

Die Rieselfelder in Sadowa wurden zur Zeit der Besichtigung nicht sehr sorgfältig behandelt. Trotzdem war die Reinigung des Abwassers doch soweit gelungen, daß 96·7 Procent der stickstoffhaltigen Substanzen entfernt wurden. Die Oxydirbarkeit erwies sich gegenüber den ursprünglichen Abwässern um 92·3 Procent vermindert.

Eine intensive Reinigung der Abwässer begann bereits in den Klärbassins und in dem Kühlteiche der Anlage, da neben der Sedimentirung Fäulnißprocesse und Gährungsprocesse zum Theil in Wirksamkeit traten. Neben der an und für sich günstigen chemischen Zusammensetzung der Ab-

wässer sorgte für das Zustandekommen dieser Fäulniß- und Gährungserscheinungen die überaus günstige Temperatur von etwa 36·5 Grad C.

In dem oberen Rieselfelde, welches nach Proskowetz als Oxydationsfeld wirken soll, setzte sich die Zerstörung der organischen Stoffe nur durch Fäulniß fort. Das Gleiche geschah auf dem zweiten Rieselfelde.

Das Drainwasser, welches von dem zweiten Rieselfelde geliefert wurde, enthielt thatsächlich die organischen Stoffe in einer derartig veränderten Form, daß sie durch Kalkzusatz beseitigt werden konnten. Es wurde jedoch constatirt, daß in Sadowa viel zu große Mengen Kalk benutzt wurden. Trotzdem war das gereinigte Abwasser klar und farblos, hatte jedoch wegen des starken Kalkzusatzes und in Folge der mangelhaften Beschaffenheit des für die Entfernung des Kalkes bestimmten Rieselfeldes noch eine schwach alkalische Reaction und einen deutlichen Geruch nach Ammoniak.

Weder in unverdünntem Zustande noch in verschiedenen Verdünnungen mit Flußwasser konnte das Eintreten stinkender Fäulniß beobachtet werden, so daß ohne Bedenken das gereinigte Wasser in öffentliche Flußläufe eingeleitet werden kann.

Zur Zeit der Besichtigung wurde das Proskowetzsche Verfahren in der zweiten Campagne angewandt. Der Bistritzbach, welchem die gereinigten Abwässer schließlich zugeführt werden, zeigte während dieser Zeit keinerlei Mißstände.

Der A-B-C-Proceß.

Dieses Verfahren,*) welches in der Stadt Aylesbury in der Nähe von London im Jahre 1880 Verwendung fand, und zwar angeblich mit Vortheil, war von der Native Guano-Company-Limited eingeführt und bestand darin, daß die Spüljauche mit einer Mischung von Alaun, Blut,

*) Heinzerling, Die Abwässer, S. 15.

Kohle und Thon versetzt wurde. Zunächst wurde Blut, Holzkohle und Lehm zur Verdickung des Abwassers hinzugefügt, und alsdann die Mischung mit einer Alaunlösung versetzt. Der hierdurch ausgefällte Schlamm fand in drei auf einander folgenden Klärbassins Gelegenheit sich abzusetzen. Er wurde alsdann abgepumpt, in Pressen von der anhaftenden Flüssigkeit befreit, um in Form von Kuchen an der Sonne oder künstlich getrocknet und endlich gepulvert zu werden. Das ablaufende Wasser soll klar sein und bei seiner Einleitung in Flußläufe auf die Fischzucht keinen nachtheiligen Einfluß mehr ausüben.

Der nach diesem Verfahren erhaltene Klärschlamm soll, wenn er frisch verarbeitet wird, einen vollkommen geruchlosen Dünger liefern.

Der Name A-B-C-Proceß leitet sich von den Anfangsbuchstaben der vorstehend erwähnten Fällungsmittel ab: Alum, Blood and Charcoal oder Clay. Außerdem sind aber auch noch Magnesiumsalze, Eisensulfat, Aluminiumsulfat und andere zur Verwendung gekommen.

Der Erfinder des Verfahrens ist H. Siller, welcher seine Rechte an die vorgenannte Native Guano-Company übertrug.

Der A-B-C-Proceß ist außer in Aylesbury in verschiedenen englischen Städten eingeführt gewesen, z. B. in Leeds, Leicester, Leamington, London ꝛc., mußte aber in all diesen Städten aus besonderen Gründen, welche weiter unten erwähnt werden sollen, wieder aufgegeben werden.

Die nachstehenden Mittheilungen über die Arbeitsweise und Leistungsfähigkeit des A-B-C-Processes sind dem Bericht einer Commission der Stadt Glasgow entnommen, welche Anfang der Achtzigerjahre die in England bestehenden Klärverfahren zu prüfen hatte.

In Aylesbury sind alle Häuser mit den Canälen verbunden; das Meteorwasser wird gleichfalls den Canälen zugeführt und nicht vom Spülwasser getrennt. Bei trockenem Wetter sind im Durchschnitt ungefähr 250000—300000 Gallonen pro Tag zu reinigen, d. h. 1135—1363 Millionen

Liter. Im Durchschnitt sind im Tag 500000 Gallonen, entsprechend 2271 Millionen Liter zu reinigen.

Die Fällung des Abwassers wird in drei Bassins vorgenommen, von denen jedes 50 Fuß lang, 30 Fuß breit und durchschnittlich 5 Fuß tief ist, so daß der Inhalt eines jeden Bassins ungefähr 42000 Gallonen = 180831·2 Liter beträgt, und der Gesammtinhalt der drei Bassins sich auf 126000 Gallonen, entsprechend 572493·6 Liter stellt. Zeitweilig wird eine der vorhandenen drei Gruben ausgeschaltet und gereinigt. Sind alle drei Bassins in Benutzung, so braucht man 7—12 Stunden für die Entleerung und Reinigung einer Grube. Die Reinigung der ersten Grube wird am fünften, die der zweiten am zehnten und die der dritten am fünfzehnten Tage vorgenommen.

Für die Ausfällung von einer Million Gallonen Abwasser sind folgende Mengen von Fällungsmitteln nöthig:

20 englische Centner schwefelsaure Thonerde (alum-cake), 33 englische Centner Carbon (ein Nebenproduct von der Fabrikation des gelben Blutlaugensalzes), 43 englische Centner Thon.

Das Nebenproduct der gelben Blutlaugensalz-Fabrikation enthält 50—60 Procent Wasser und der angewandte Thon ungefähr 45 Procent Wasser.

Die von den Klärbassins abfließenden Wässer sind in Folge der Sedimentirung ohne Weiteres klar und werden nicht filtrirt. Auch die Menge der gelösten Substanz ist geringer als in der Originaljauche.

Der halbflüssige Schlamm, welcher in den Klärgruben als Rückstand des gereinigten Wassers verbleibt, wird in eiserne Cisternen gepumpt, welche das Dach eines Gebäudes bilden. Von hier aus gelangt der Klärschlamm in einen sogenannten Accumulator und von da aus in zwei Filterpressen, von welchen jede 33 Zellen von 2 Quadratfuß besitzt. Diese Filterpressen verlassen die Klärrückstände als feste Kuchen mit einem ungefähren Wassergehalt von

60 Procent. Um diesen Wassergehalt noch weiter herabzumindern, werden die Kuchen unter Anwendung künstlicher Hitze oder an freier Luft in geeigneten luftigen Stellagen getrocknet. Alsdann wird das Material gemahlen und für den Verkauf eingesackt. In diesem verkaufsfähigen Zustande enthält der Klärschlamm 14 Procent Wasser.

Von der Menge des erzielten Endproductes, des sogenannten Native-guanos, müssen 55 Procent dem Material zugeschrieben werden, welches zur Fällung verwendet wurde. Selbstverständlich ist der Umstand, daß so große Mengen von Fällungsmaterial nöthig sind, ein erheblicher Uebelstand des ganzen A-B-C-Processes. Anfang der Achtzigerjahre, wo noch die Düngerpreise gegenüber heutigen Verhältnissen recht hohe waren, verkaufte man die Tonne der Klärrückstände des A-B-C-Processes mit 3 Pfund Sterling und 10 Schilling = 70 Mark; der berechnete Werth betrug allerdings damals auch nur 33 Schilling = 33 Mark per Tonne.

Die Verwendung von Eisenschlacken zur Klärung von Schmutzwässern.

Dr. Wolf*) kam auf Grund zahlreicher im Großen und im Kleinen angestellter Versuche und praktischer Ausführungen zu der Ueberzeugung, daß Eisensalze und besonders Ferrisalze gute klärende Wirkung haben. Vielfach wurde ihm in der ersten Zeit, wo er mit dieser Ansicht zu Tage trat, entgegengehalten, daß die Verwendung der Eisensalze als Fällungsmittel zu theuer sei. Sein Bestreben war deshalb dahin gerichtet, leicht zu beschaffende und billig herzustellende eisenhaltige Fällungsmittel aufzufinden. Als zweckentsprechendes Rohmaterial erwiesen sich die durch Säuren aufschließbaren, hocheisenhaltigen, sowie die stark phosphorsäurehaltigen Schlacken der Eisen- und Stahlwerke.

*) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1887, Bd. XXXI, S. 100.

Puddelschlacke mit bis zu 54 Procent und Schweißschlacke mit bis zu 48 Procent Eisengehalt liefern durch Aufschließen mit Säuren Präparate, welche nahezu 30 Procent Eisen neben löslicher Kieselsäure und mehr oder weniger Phosphorsäure enthalten und nach den Versuchen Wolffs im aufgeschlämmten Zustande in Verbindung mit Kalk trefflich geeignet sind, die theueren Fällungsmittel zu ersetzen. Damit behandelte gewerbliche und Sielschmutzwässer verschiedensten Ursprungs ergaben rasch sich absetzende, verhältnißmäßig dichte Niederschläge und darüber stehende völlig blanke Flüssigkeiten, welche selbst bei Monate langer Aufbewahrung in offenen sowie in geschlossenen Gefäßen sich gut erhielten, ohne der Fäulniß anheim zu fallen.

Für den Fall, daß die rohen Abwässer alkalisch sind oder Erdcarbonate oder dergleichen in der Schwebe enthalten, so ist ein Kalkzusatz bei der Fällung nicht immer erforderlich. Auch solche Schmutzwässer, welche durch organische Säuren schwach sauer erscheinen, bedürfen, wenn das Präparat oder das Schmutzwasser eine nennenswerthe Menge von Phosphorsäure enthält, wegen der Unlöslichkeit des phosphorsauren Eisens in organischsauren Lösungen eines solchen Zusatzes in der Regel nicht.

In ähnlicher Weise wie Schweißschlacke ist aufschließbare Bessemerschlacke zu verwenden.

Um den entstehenden Kalkschlamm zu einem brauchbaren Düngemittel für die Landwirthschaft geeignet zu machen, bedient sich Wolff bei der Klärung der mit Säure aufgeschlossenen Thomasschlacke, sei es für sich oder, wenn der Eisengehalt derselben genügt, in Verbindung mit einer der vorerwähnten Schlackensorten. Der Phosphorsäuregehalt der aufgeschlossenen Schlacke steigert alsdann den Phosphorsäuregehalt des Kalkschlammes in einem Verhältniß, welches von der Menge des entstehenden Schlammes und von der Menge des verbrauchten Fällungsmittels abhängig ist. Ist der hohe Kalkgehalt der Thomasschlacke für den Reinigungszweck bedenklich, so kann die Schlacke mit Schwefelsäure aufgeschlossen, und der Kalk in Form von Gips möglichst

entfernt werden. Der so erhaltene, noch Phosphorsäure enthaltende Gipsschlamm kann dem abgeschiedenen Schmutzwasserschlamm später wieder beigefügt und so nutzbar gemacht werden.

Eine Beeinträchtigung der düngenden Wirkung der erzielten phosphorsäurehaltigen Schlammmasse befürchtet der Urheber des Verfahrens nicht.

Zur Beurtheilung des Preises der erwähnten Fällungsmittel beziehungsweise der Kosten einer solchen Klärung können folgende Zahlen angegeben werden: Puddelschlacke mit über 50 Procent Eisen, 10—12 Procent Kieselsäure und 3—4 Procent Phosphorsäure kostet 90—95 Pfg. per 100 Kgr. Schweißschlacke mit über 45 Procent Eisen und 25—28 Procent Kieselsäure kostet 80 Pfg. per 100 Kgr. Thomasschlacke mit 16 Procent Eisen, 20—30 Procent Phosphorsäure und 40—45 Procent Kalk kostet 150 bis 200 Pfg. per 100 Kgr. 60grädige Schwefelsäure kostet 250 Pfg. per 100 Kgr.

Zur Fällung und Klärung von 1 Cbm. schmutzigen Abwassers — z. B. von Papierfabriken — genügen wenige Gramm Eisen in Form der aufgeschlossenen Schlacken.

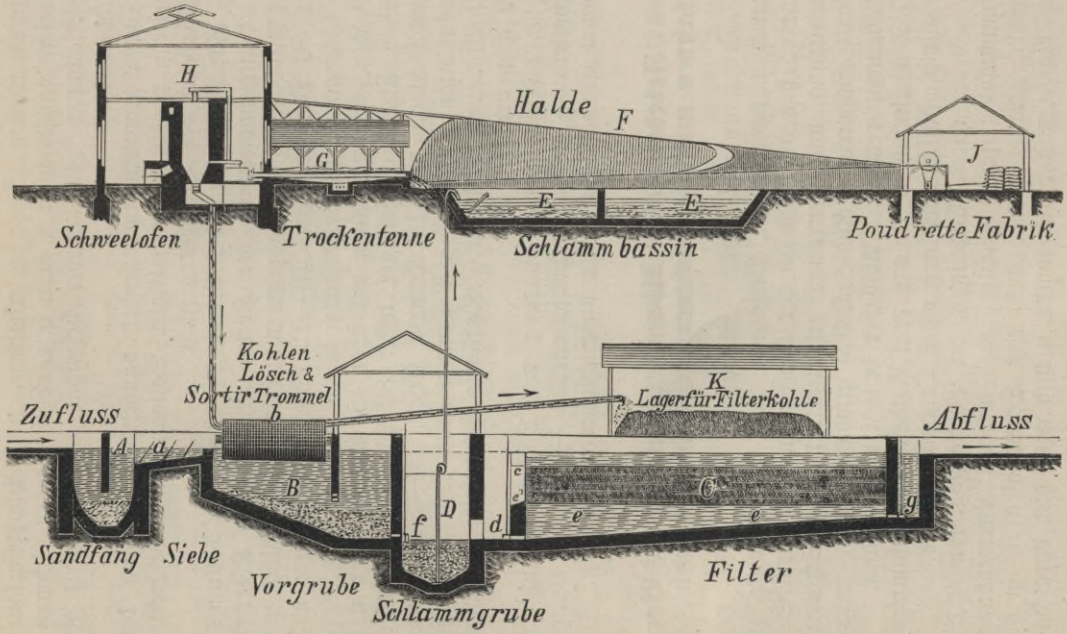
Das Friedrichsche Abwasser-Reinigungs-Verfahren mittelst geschweelter Schlammkohle.

Dem in umstehender Zeichnung (vgl. Fig. 66) schematisch dargestellten Verfahren liegt der Gedanke zu Grunde, daß aus dem bei der Wasserreinigung durch Sedimentirung und Filtration erhaltenen porösen Schlamm mittelst Schweelung Kohle (Kokes) gewonnen wird, welche zur Reinigung weiterer Abwässer benutzt werden kann.

Das Verfahren ist aus zwei Abtheilungen zusammengesetzt mit Zwischenschaltung eines Oxydationsfeldes.

In der ersten Abtheilung, der Vorklärung, kommt die Schlammkohle frisch geglüht zur directen Verwendung. Dieselbe gelangt direct aus dem Schweelofen H in die Kohlenlösch- und Sortirtrommel b und wird hier durch das

Fig. 66.


H
Halde
F
G
J
E
E
Schweelofen
Trockentenne
Schlammbassin
Poudrette Fabrik
Kohlen
Lösch &
Sortir Trommel
b
K
Lager für Filterkohle
Zufluss
Abfluss
A
a
B
c
c'
C
D
f
d
e
e
g
Sandfang
Siebe
Vorgrube
Schlammgrube
Filter

von links kommende Abwasser abgelöscht. Letzteres hat zuvor den Sandfang A passirt, eine einfache runde, nach unten zu konisch sich verjüngende Grube, welche in der Mitte eine Scheidewand hat, die nicht ganz bis unten durchgeführt ist. Durch den Ueberlauf a tritt das Wasser in die Grube B, in der die Sortirtrommel angeordnet ist. Die Kohle kommt von dem Schweelofen als Klar- und Grobkohle.

Durch das Ablöschen wird gleichzeitig eine Sortirung herbeigeführt, indem das Abwasser die Klarkohle auslöscht, welche sich mit dem Wasser innig mischt. Hierdurch werden Gase gebunden und Beimengungen sedimentirt. Die in der Sortirtrommel zurückbleibende Grobkohle wird nach dem Lager für Filterkohle K abgeführt, um weiter als Filtermaterial zu dienen.

In der zweiten Abtheilung, woselbst die Filtration des aus der ersten Abtheilung zufließenden Abwassers erfolgt, findet die zurückgehaltene grobe Schlammkohle (Kokes) zum Aufbau der intermittirenden Filteranlagen Verwendung.

Zwischen beiden Abtheilungen ist das Oxydationsfeld eingeschaltet, eine mehr oder minder umfangreiche, geraubte, schwach geneigte Fläche, über welche das aus der ersten Abtheilung zufließende vorgeklärte und angekohlte Wasser fein vertheilt rieselt zum Zweck der Durchlüftung. Auf diese Weise soll eine wesentliche Zwischenreinigung durch die Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs erreicht werden.

Der Weg, den das Abwasser nach dem Verlassen der Vorgrube B zurückzulegen hat, ist in der Figur ersichtlich. Die Schlammmassen gleiten auf der geneigten Bodenfläche der Vorgrube bis zum tiefsten Punkt derselben und gelangen alsdann in die Schlammgrube D. Von hier aus wird der sedimentirte, kokeshaltige Schlamm mit Hilfe einer Schlammpumpe in das Schlammbassin E gepumpt.

Das von dem Schlamm befreite Wasser gelangt auf das Oxydationsfeld und von da zu den intermittirenden Filteranlagen, von wo das Abwasser gereinigt abfließt.

Der bei der Reinigung gewonnene kokeshaltige Schlamm sowie der verbrauchte Filterkokes kommen auf der Halde zur schichtweisen Aufschüttung, so daß in Folge der Porosität verhältnißmäßig schnell eine mehr oder minder intensive Verdunstung des Wassers eintritt. Im Allgemeinen geht der Wassergehalt der Massen auf 30—50 Procent, bei günstiger Witterung sogar auf 20 Procent zurück.

Von dieser Halde wird der lufttrockene poröse Schlamm abgestochen und nach dem Schweelofen befördert. Man kann diese Schweelöfen als stehende Retorten wie in Braunkohlenschweelereien, oder als liegende Retorten, wie in den Gasanstalten, construiren. Aus dem Schweelofen gelangt sodann die frisch geglühte Schlammkohle in der vorstehend beschriebenen Art als Klärmittel wieder zur Verwendung, indem sie, weitere Abwässer reinigend, ihren Rundgang durch die Anlage vollendet.

Neben dem Schweelofen ist eine überdeckte Tenne angeordnet, unter welche die Ofengase geleitet werden. Hierbei wird einerseits die Tenne angewärmt, und gleichzeitig sollen die werthvollen Condensationsproducte als Theer und Ammoniakwasser gewonnen werden, während das Gas zur Heizung des Ofens zurückgeleitet wird.

In Folge der nennenswerthen Quantitäten von Fettabfall und sonstigen organischen Bestandtheilen der städtischen Abwässer, welche bei der vorbeschriebenen Ausfällung mit in den Schlamm übergehen, wird bei der Schweelung Gas und Theer reichlich erhalten, welche beide wieder zur Ofenheizung Verwendung finden können, so daß nur auf einen geringen Zuschuß an Brennmaterial zur Schweelung gerechnet wird.

Auf die Tenne soll der nicht zu Klärzwecken benöthigte, quantitativ geringe, überschüssige lufttrockene Haldenschlamm gebracht und dort nachgetrocknet werden, um alsdann zu Düngezwecken Verwendung zu finden.

Die Firma H. Friedrich & Co., Leipzig (Bureau für gesundheitstechnische Anlagen), welcher dieses System der Abwässerklärung gesetzlich geschützt ist (D. R. P.

Nr. 88504 und 92424), berechnet die gesammten Kosten für Amortisation, Unterhaltung und Betrieb einer derartigen Anlage pro Jahr und Kopf der Bevölkerung auf circa 30 Pfg.

Vergleichende chemische Untersuchungen von Abwässern, welche nach dem vorstehend geschilderten Verfahren geklärt waren, sollen nach Mittheilung der Firma H. Friedrich & Co. folgende Resultate ergeben haben:

1. Ziemlich gleichbleibende Mengen von festen Bestandtheilen,

2. eine Verminderung des Sauerstoffbedarfs von $^1/_2$—$^2/_3$ und

3. eine Verminderung des Bakteriengehaltes auf $^1/_{10}$ der ursprünglichen Menge.

Als besondere Vortheile rühmen die Erfinder diesem Verfahren nach, daß es bei genügender Reinigung der Abwässer den Bezug eines besonderen chemischen Klärmittels überflüssig macht, daß die Schlamm-Calamität gehoben, und der Betrieb gegenüber anderen Verfahren wesentlich vereinfacht und verbilligt ist.

Das Ferozone-Polariteverfahren.

Dieses Verfahren wurde Mitte der Achtzigerjahre in einigen englischen Städten eingeführt von der International Water—and Sewage Purification Co. und führt in den ersten Mittheilungen, welche in der deutschen Literatur darüber erschienen, deshalb den Namen — das »Internationale Verfahren«. H. Alfred Roechling, Civilingenieur in Leicester, Ingenieur Arthur Bowes, u. A. haben wiederholt über das Verfahren und seine Wirkungsweise berichtet.*)

Die erste Anlage, welche nach diesem Verfahren eingerichtet wurde, entstand im Jahre 1886 in Acton, einer

*) Engineering record 1894, IX., 8; Gesundheits-Ingenieur 1892, S. 586; Gesundheits-Ingenieur 1894, S. 367.

Stadt mit damals 25000 Einwohnern in der Nähe von London. Die Resultate, welche mit Hilfe dieses Verfahrens erzielt wurden, erfuhren eine sehr günstige Beurtheilung seitens namhafter Fachleute, wie Frankland, Roscoe u. A.

Das Wesentliche bei dem internationalen Verfahren sind zwei Substanzen, welche mit dem Namen Ferozone und Polarite belegt sind. Ferozone ist ein Fällungsmittel und Polarite ein Filtermaterial.

Ueber die Zusammensetzung beider Körper liegt eine Reihe von Analysen vor, welche jedoch innerhalb gewisser Grenzen mehr oder weniger von einander abweichen. Wir geben im Nachstehenden für Ferozone zwei Analysen, welche von Carter Bell in Salford (I.) und Burghardt (II.) ausgeführt sind:

	I.	II.
	Procent	Procent
Feuchtigkeit	20·00	20·80
Wasserfreies Eisensulfat . . .	21·17	24·42
Wasserfreies Aluminiumsulfat .	22·20	3·16
Kohlenstoff	7·16	0·81
Im Wasser unlösliche Stoffe .	12·70	43·09
Wasser, chemisch gebunden, und andere nicht bestimmte Stoffe	16·77	7·72

Wir sehen also, daß es sich im Wesentlichen um die Sulfate von Eisen und Thonerde handelt, über deren Wirksamkeit die verschiedensten Hypothesen aufgestellt sind.

Von dem Polarite wollen wir gleichfalls von den zahlreich ausgeführten nur folgende zwei Analysen wiedergeben:

I. Polarite, analysirt von Burghardt:

Eisensesquioxyd (Eisenoxyd) .	53·93	Procent
Magnetisches Eisenoxyd . .	19·19	»
Eisenprotoxyd (Eisenoxydul) .	7·35	»

Kalk	1·43	Procent
Kieselerde	15·16	»
Kohlenstoff	1·80	»
Wasser	1·44	»

II. Polarite, analysirt von H. Roscoe:

Magnetisches Eisenoxyd	53·85	Procent
Kieselerde	25·50	»
Kalk	2·01	»
Thonerde	5·68	»
Magnesia	7·55	»
Kohlenstoff, Wasser u. s. w.	5·41	»

Das specifische Gewicht des Polarite wird von Roscoe auf 1·262 angegeben.

Der Zusatz des Fällungsmittels Ferozone geschieht auf verschiedene Weise. Theils löst man das Fällungsmittel vor seiner Verwendung in Wasser auf und läßt auf automatische Weise durch ein Wasserrad oder ähnliche Einrichtungen dem in die Klärbecken einströmenden Abwasser ein bestimmtes Quantum von Fällungsmittel zukommen; theils hängt man Körbe, welche mit dem Präparat angefüllt sind, in die Abwässer hinein, so daß eine allmähliche Auflösung des Fällungsmittels eintritt. Das Wichtigste ist, daß dem mit Fällungsmittel versehenen Abwasser in entsprechend großen Absatzbecken hinreichend Zeit und Gelegenheit gegeben wird, den durch die Hinzufügung des Klärmittels ausgeschiedenen Schlamm abzuscheiden.

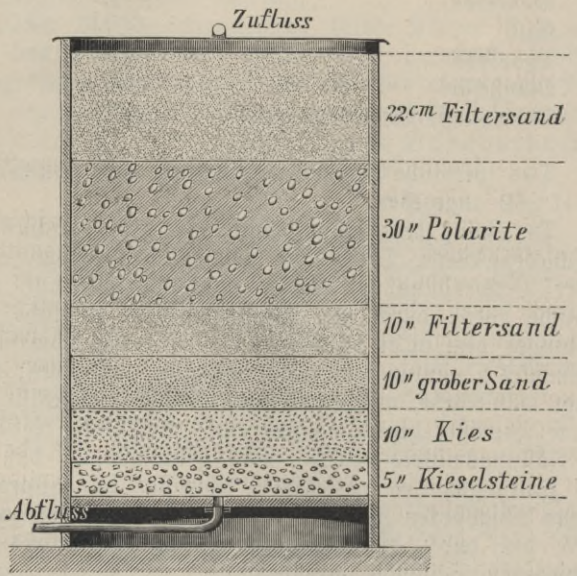
Nach dem Verlassen der Klärbecken gelangt das so vorgereinigte Abwasser auf entsprechend große Filter, welche sich in verschiedenen Schichten aus Kies, Sand und Polarite aufbauen.

In Salford war das Filter folgendermaßen hergestellt. Zu unterst lag eine 15 Cm. starke Schicht von gebrochenen Steinen, sodann kam eine Kiesschicht von 15 Cm. Stärke; sodann folgte eine 7 Cm. starke Sandschicht, auf welcher

eine 31 Cm. starke Lage eines Gemenges von Sand und Polaritestückchen aufgebaut war. Den Abschluß nach oben bildete dann wiederum eine 23 Cm. starke Sandschicht.

Für den Abfluß waren in der untersten, aus gebrochenen Steinen gebildeten Schicht in Abständen von 50 Cm. Drainröhren von 10 Cm. Weite gelegt.

Fig. 67.



Von dem eigentlichen Filtermaterial waren pro Quadratmeter Filterfläche etwa 195 Kgr. zur Verwendung gelangt.

In Royton wurden die Filter fast ebenso construirt; es folgten hierauf einander von unten nach oben:

1. Eine hinreichend starke Packlage aus Kies und Steinen;

2. 10—15 Cm. Sand;

3. 30 Cm. einer Mischung von Sand und Polarite;
4. 25—30 Cm. Sand.

In der zu unterst befindlichen Packlage wurden auch hier die 10 Cm. weiten Abflußröhren angeordnet.

Fig. 67 stellt den Querschnitt eines Polaritefilters dar.

Die Tabellen*) auf Seite 350 und 351 enthalten die Resultate von Versuchen, welche König vergleichsweise mit verschiedenem Filtermaterial angestellt hat. Wir finden da neben einander Polarite, Gartenerde, Kokes, Calciumplumbat.

Nach den Versuchsergebnissen unterscheidet sich das Polaritefilter in seinen Leistungen nicht von den übrigen; im Gegentheil, gewöhnliche Gartenerde lieferte sogar noch bessere Resultate.

Das Liesenbergsche Klärverfahren.

Das Verfahren, welches zur Zeit Eigenthum der chemischen Fabrik Goldschmieden, H. Bergius & Co., in Goldschmieden bei Deutsch-Lissa in Schlesien ist, soll nach Angabe der Patentinhaber in 40 Zuckerfabriken und mehreren Schlachthäusern eingerichtet sein und dort zur vollen Zufriedenheit arbeiten.

Als Eigenthümlichkeit wird dem Verfahren nachgerühmt, daß es keine Sulfate als Klärmittel verwendet, weil diese immer die Bildung von Schwefelwasserstoff zulassen und dadurch die Entwickelung der in den Zuckerfabrikabwässern so häufig auftretenden Beggiatoa begünstigen. Eine besonders billige Eisenverbindung, welche als wirksames Fällungsmittel in Anwendung gebracht wird, besteht in erster Linie aus Natriumferrit ($Na_2Fe_2O_4$) beziehungsweise einer Doppelverbindung desselben mit einem Aluminat.

Die Herstellung des Natriumferrits erfolgt in der Weise, daß man fein gepulverte Eisenerze mit einer entsprechenden Menge Soda innig mischt und das Gemenge

*) Technisches Gemeindeblatt, 1898, S. 251.

1. Verdünnte Abortjauche.

	Gesammte		Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff		Stickstoff in Form von			Gesamtstickstoff	Schwefelsäure	
	unorganische Stoffe (Glührückstand)	organische Stoffe (Glühverlust)	in alkalischer Lösung	in saurer Lösung	organischen Verbindungen	Ammoniak	Salpetersäure			
	Milligramm									
	Mittel aus sieben Winterversuchen:									
Schmutzwasser	377·1	201·8	50·1	43·2	9·9	88·2	5·6	103·8	61·4	103·7
Polarite-Filtrat	374·3	261·8	28·5	27·8	2·4	54·5	23·5	80·4	60·1	93·5
Gartenerde-Filtrat	521·4	340·4	35·5	33·8	1·3	55·8	36·2	93·3	65·8	98·6
Kokes-Filtrat	470·0	316·4	32·1	31·5	0·7	61·9	35·6	98·0	67·8	99·6
Calciumplumbat-Filtrat	1197·6	137·1	29·6	27·2	8·1	95·2	7·9	111·9	20·7	102·5
	Mittel aus drei Sommerversuchen:									
Schmutzwasser	608·3	697·5	195·2	199·1	25·3	192·2	14·0	231·5	179·0	188·8
Polarite-Filtrat	998·3	773·3	45·1	46·9	10·3	12·0	116·5	138·8	189·8	162·8
Gartenerde-Filtrat	877·3	660·0	36·1	38·1	8·9	23·9	96·7	129·5	173·2	162·8
Kokes-Filtrat	683·3	559·2	40·3	42·5	9·9	41·0	61·9	112·8	185·5	160·5
Calciumplumbat-Filtrat	1000·8	296·7	33·1	34·1	13·3	118·9	24·8	157·0	90·9	161·7

	Gesammte		Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff		Stickstoff in Form von			Gesammtstickstoff	Schwefelsäure	Chlor
	unorganische Stoffe (Glührückstand)	organische Stoffe (Glühverlust)	in alkalischer Lösung	in saurer Lösung	organischen Verbindungen	Ammoniak	Salpetersäure			
	Milligramm									
	2. Städtisches Canalwasser (Mittel aus zwei Versuchen).									
Schmutzwasser	632·8	612·5	115·2	120·8	15·4	56·5	6·7	78·6	47·7	159·3
Polarite-Filtrat	811·3	407·5	35·2	32·8	3·1	20·0	26·7	49·8	111·5	177·0
Gartenerde-Filtrat	756·3	264·5	40·8	36·4	9 7	17·4	31.3	58·4	100·2	194·7
Kokes-Filtrat	699·5	496·3	37·6	35·2	5·6	21·0	44·6	71·2	108·9	177·0
Calciumplumbat-Filtrat	1124·8	288·3	34·4	30·4	6·7	80·5	16·9	104·1	90·6	21·24
	3. Schlachthausabwasser (ein Versuch).									
Schmutzwasser	515·0	272·5	51·5	56·5	10·3	42·0	2·1	54·4	70·3	123·9
Polarite-Filtrat	770·0	415·0	25·7	20·2	2·3	4·1	23·6	30·0	86·3	120·4
Gartenerde-Filtrat	560·0	320·0	29·0	25·9	3·1	3·1	20·5	26·7	85·8	120·4
Kokes-Filtrat	552·5	215·0	28·2	26·1	6·4	21·5	10·3	38·2	67·7	127·4
Calciumplumbat-Filtrat	750·0	245·0	24·8	22·4	1·0	50·2	7·2	58·4	85·1	134·5

in einem Flammofen zersetzt. Dabei findet folgende Umsetzung statt:

$$Fe_2O_3 + Na_2CO_3 = Na_2Fe_2O_4 + CO_2.$$

Wird statt des Eisenerzes Bauxit, Thoneisenstein oder ein anderes eisenhaltiges Mineral verwendet, so entsteht bei dem Glühen der Mischung neben dem Natriumferrit noch Natriumaluminat, und zwar bilden beide eine Doppelverbindung. Im Gegensatz zu dem Natriumaluminat des Handels, für welches Freisein von Eisen in erster Linie gefordert wird, soll das hier verwendete Präparat in der Hauptsache Eisen enthalten, da eben der Eisengehalt die Bindung von Schwefelwasserstoff hervorruft.

Für den Reinigungsproceß der Abwässer erfordert das Liesenbergsche Verfahren neben dem erwähnten Natriumferrit beziehungsweise Natriumferritaluminat die Gegenwart des Hydrates oder Chlorides einer alkalischen Erde.

Als gegebenes Mittel eignet sich für diesen Zweck Kalkmilch, welche zunächst dem Wasser zugesetzt wird, und zwar in solchen Mengen, daß das Abwasser schwach alkalisch reagirt. Dadurch werden die freien Säuren neutralisirt, und die in dem Abwasser suspendirten Stoffe niedergeschlagen. Darauf erfolgt der Zusatz des Natriumferritaluminates, welches sich im Wasser nach folgender Gleichung zersetzt:

$$Na_2Fe_2O_4 + 4\,H_2O = Fe_2(OH)_6 + 2\,NaOH.$$

Es bildet sich mithin Natriumhydrat und Eisenoxydhydrat. Bei Verwendung eines Chlorides wird das Natriumhydrat noch in Chlornatrium umgesetzt im Sinne folgender Gleichung:

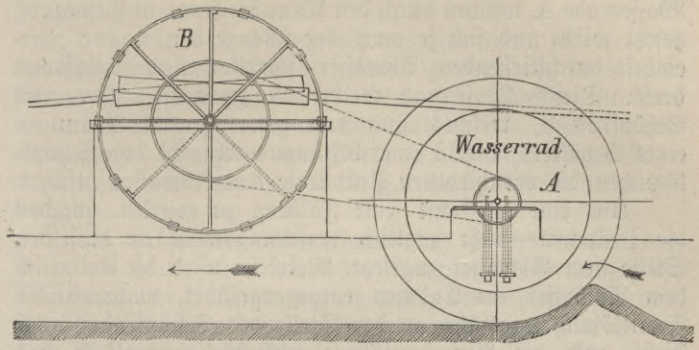
$$Na_2Fe_2O_4 + MgCl_2 + 4\,H_2O = Fe_2(OH)_6 + Mg(OH)_2 + 2\,NaCl.$$

Das Eisenoxydhydrat wirkt ganz besonders gut reinigend, weil es im status nascendi zur Wirkung kommt. Es fällt eine große Reihe der in Lösung befindlichen organischen und unorganischen Verbindungen und verhütet die Bildung von Schwefelwasserstoff oder anderen nicht oxydirten Schwefel-

verbindungen oder aber, sind solche bereits vorhanden, so werden sie dadurch beseitigt.

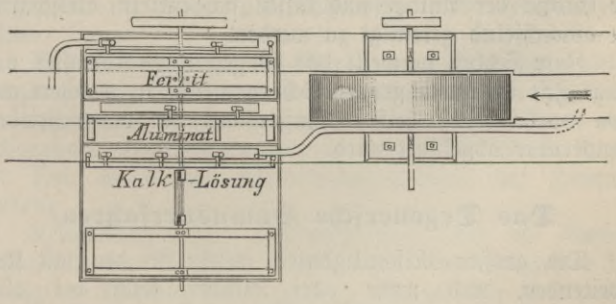
Endlich hat das Eisen den Vorzug, daß es die sich

Fig. 68.



bildenden Niederschläge beschwert, dadurch ein schnelles Zubodensinken der ausgefällten Substanzen herbeiführt und

Fig. 69.



die Klärung beschleunigt. Aus diesem Grunde sind die für das Liesenbergsche Verfahren nothwendigen Klärbecken verhältnißmäßig klein gegenüber den sonst verwendeten.

Zur Ausführung des Verfahrens ist von dem Erfinder eine zweckmäßige Apparatur vorgeschlagen, welche gestattet, die Fällungsmittel dem Abwasser automatisch zuzuführen. Diese maschinelle Einrichtung, welche in Fig. 68 und 69 im Aufriß und Grundriß abgebildet ist, besteht aus einem Wasserrade A, welches durch den Abwasserstrom in Bewegung gesetzt wird und sich je nach der Menge der in der Zeiteinheit durchfließenden Abwässer schneller und langsamer dreht. Dieses Wasserrad treibt ein zweites, sogenanntes Schöpfrad B, welches aus drei getrennten Abtheilungen eines Behälters mittelst einer bestimmten Anzahl von Schöpfkännchen die verschiedenen Präparate dem Abwasser zuführt.

Um eine möglichst gute Fällung zu erzielen, werden die Präparate nicht zugleich beziehungsweise an derselben Stelle dem Abwasser zugesetzt. Vielmehr wird die Kalkmilch dem Abwasser ein Endchen entgegengeführt, während die Ferritlösung ungefähr an der Stelle des Schöpfrades ausfließt, und die Aluminatlösung schließlich unterhalb des Schöpfrades zugeführt wird. Die Anzahl der Schöpfkännchen wird so gewählt, daß das Abwasser beim Eintritt in die Klärbassins eine Alkalität von 0·015 Procent CaO zeigt. Die Absatzbassins richten sich in ihrer Anzahl nach der Größe der Anlage und lassen sich einzeln ausschalten, um abwechselnd gereinigt zu werden.

Zum Schluß verweilt das so gereinigte Abwasser noch einige Zeit in einem großen Schlammteich, in welchem auch etwa vorhandenes heißes Wasser auf die vorgeschriebene Temperatur abgekühlt wird.

Das Degenersche Humusverfahren.

Die großen Mißhelligkeiten, welche bei den mit Kalk arbeitenden, und mehr oder minder auch bei allen übrigen chemisch-mechanischen Klärverfahren zu Tage getreten sind bezüglich der Schlammbeseitigung, waren wohl die erste Ursache, welche den Ingenieur Wilhelm Rothe, den Inhaber der Firma Rothe & Co. in Güsten,

veranlaßte, nach neuen Fällungsmitteln Ausschau zu halten, um diese Calamitäten zu beseitigen. In dieselbe Zeit dieser seiner Bestrebungen fielen die Arbeiten des Privat-Docenten Dr. Paul Degener in Braunschweig, der sich bereits auf dem Gebiete der Abwässerklärung eine schätzenswerthe Erfahrung gesammelt hatte.

Degener hat es mehrfach ausgesprochen, daß er stets ein Anhänger des Rieselverfahrens gewesen ist, d. h. nur solchen Abwässern gegenüber, welche keine Stoffe enthalten, die dem Pflanzenleben fremd und schädlich sind, wie Kochsalz, übermäßige Mengen von Stickstoff, giftige Metallsalze, aromatische oder übel duftende Fäcalbestandtheile in unzuträglicher Menge ꝛc.

Die Erkenntniß, daß thatsächlich durch die bei dem Rieselverfahren sich abspielenden Vorgänge eine vorzügliche Reinigung der Abwässer erzielt wird, veranlaßte Degener, sich diese Vorgänge bei der Ausarbeitung seines Verfahrens nach Möglichkeit als Vorbild dienen zu lassen. In einem am 5. November 1898 in Leipzig gehaltenen Vortrage präcisirt Degener die Wirkung des Rieselbodens dahin, daß derselbe als Grob- und Feinfilter, sowie als Absorptionsmittel dient. Darnach und zum Theil auch räumlich gleichzeitig wirkt der Boden als Nährboden und wiederum als Filter.

Das Kohlebrei-(Humus-)Verfahren sucht analog diesen Vorgängen die Zersetzung der organischen Stoffe thunlichst zu verhindern, filtrirt sie vielmehr zum Theil durch eine nachgeahmte Bodenschicht ab und entfernt sie, soweit sie gelöst sind durch das Absorptionsvermögen der Humussubstanz.

Gelegentlich seiner Untersuchungen über die Bodenverhältnisse der Danziger Rieselfelder lernte Degener die vorzügliche Wirkung fein vertheilter Braunkohle kennen und aus den Erfahrungen, welche auf dem Berliner Rieselterrain gesammelt wurden, den Einfluß der Humussubstanz schätzen. Er bemühte sich deshalb, den Humus in concentrirter Form anzuwenden, und kam so auf Braunkohle oder ältere Torf-

moorerde, welche auf nassem Wege aufs feinste geschliffen nicht etwa als Filter bei der Reinigung verwendet werden, sondern als Fällungsmittel dem Abwasser continuirlich zugesetzt und darnach in eigenartiger Weise dennoch als Filter gebraucht werden.

Bevor Degener und Rothe mit ihrer Sache in die Oeffentlichkeit traten, haben sie Jahre lang eingehend die ihnen gestellte Aufgabe studirt und intensiv an der Lösung derselben gearbeitet. Die erste Anlage, in welcher die Früchte dieser Thätigkeit der Praxis übergeben wurden, ist die Potsdamer Kläranlage in der neuen Luisenstraße.

Als von dem Ingenieur Rothe die Erlaubniß nachgesucht wurde, das Kohlebrei-Verfahren auf der Potsdamer Anlage einzuführen, wurde seitens der zuständigen staatlichen Behörde die Bedingung gestellt, daß das Verfahren von hygienischen Sachverständigen überwacht werde. Diese Controle übernahm auf Veranlassung der genannten staatlichen Behörde und im Auftrage der Stadt Potsdam Professor Proskauer von dem königlichen Institut für Infections-Krankheiten in Berlin.

Proskauer hat in Gemeinschaft mit Dr. Elsner die von beiden ausgeführten Untersuchungen der Oeffentlichkeit übergeben und aus diesen erhellt zur Genüge, daß mit dem Kohlebrei-Verfahren ein auf dem Gebiete der Abwässerklärung bis dahin ungeahnter Fortschritt zu verzeichnen ist.

Wie bereits erwähnt, werden für die Reinigung der Abwässer geeignete Braunkohle oder ältere Torfmoorerde, welche auf nassem Wege feinst vermahlen sind, den Abwässern beigemischt, und, nachdem sich eine innige Vermischung beider vollzogen hat, wird dieser Mischung ein geeignetes Fällungsmittel (in Potsdam Eisenoxydsalzlösung) zugesetzt. Der wirksame Bestandtheil der verwendeten Kohlearten ist offenbar deren Humusgehalt, welcher zunächst auf die Spüljauche derart einwirkt, daß er gewisse Stoffe derselben absorbirt. Bekanntermaßen sondert sich aber in einer Flüssigkeit beziehungsweise im Wasser fein vertheilte Braunkohle nur sehr schwer wieder ab; es ist nur nöthig an die

Braunkohlentrübe zu erinnern. Aus diesem Grunde ist für den Absatz der in dem Wasser enthaltenen suspendirten Stoffe der Zusatz von Metallsalzen nothwendig, welche eine entsprechende Klärung des Abwassers herbeizuführen haben. Diese Metallsalze bilden bekanntlich mit den Humusstoffen (Humussäuren u. dgl.) unlösliche, großflockige Niederschläge. Letztere umhüllen die feinen Partikelchen, welche in der Spüljauche schweben, und reißen sie zu Boden. So bewirkt also der Eisenoxydsalz-Niederschlag die Klärung der durch den Kohlebreizusatz bereits vorbereiteten und entsprechend veränderten Spüljauche.

Die Verwendung von Eisenoxydsalz (Sulfat) mag wahrscheinlich durch Billigkeitsgründe veranlaßt sein, da dieses Salz bei gewissen Industrien aus Abfällen gewonnen wird.

Die mit den nöthigen Fällungsmitteln, Kohlebrei und Eisenoxydsalzlösung, versehene Spüljauche gelangt nach dem Passiren eines zweckmäßig eingerichteten Mischgerinnes, in welchem die eigentliche Ausfällung der fällbaren Substanzen erfolgt, in den weiter oben eingehend beschriebenen Rothe-Roecknerschen Klärapparat. (Vgl. S. 309 und folgende.) Die Erfahrung hat gelehrt, daß nur diese mit Luftleere arbeitenden Apparate für eine hinreichende Absonderung der nach dem Humusverfahren ausgefällten Substanzen brauchbar sind.

Nicht die gesammten Abwässer der Stadt Potsdam, sondern nur diejenigen der Brandenburger Vorstadt werden nach dem Kohlebrei- oder Humusverfahren gereinigt. Diese Vorstadt wird entwässert durch Schwemmcanalisation, d. h. es werden die gesammten Hausabwässer zusammen mit den Meteorwässern abgeführt. Bei einer Einwohnerzahl von etwa 40000 Seelen gelangen durchschnittlich täglich etwa 4000 Cbm. Spüljauche zur Reinigung.

In der Kläranlage, wo das Sammelsiel der gesammten Vorstadt mündet, fließen die Abwässer zunächst in einen Brunnen, aus welchem sie in eine Rinne gepumpt werden. Hier wird dem Abwasser der Kohlebrei zugesetzt, zu dessen

Herstellung »Fürstenwalder Abfallkohle« verwendet wird. Diese Abfallkohle hat in lufttrockenem Zustande einen Wassergehalt von noch nicht 50 Procent.

Die zur Klärung benöthigte Braunkohle gelangt zuerst in einen Vorbrecher. Bei grobstückiger Form passirt sie alsdann nochmals eine Vormühle, gelangt dann so vorbereitet in ein Becherwerk, welches sie aufwärts und in den Fülltrichter der Naßmühle befördert. In diesem Mahlgang wird nun unter Zusatz von Wasser die Kohle auf das feinste vermahlen, so daß ein sämiger, farbartiger, mittelflüssiger Brei zum Abfluß gelangt. Dieser fließt zunächst in die Mischmaschine, wo sich in der einen Abtheilung derselben etwaige körnige Theile, wie Sand u. s. w. absetzen, während das fein vermahlene und flüssige Material in die Nebenabtheilung eintritt. Hier ist eine besondere Mischvorrichtung in Thätigkeit, welche den Brei ununterbrochen in gleichmäßiger Consistenz erhält und ein Absetzen der Kohlenmassen verhindert.

Aus diesem Mischapparat wird der Kohlebrei durch eine besondere Pumpe nach dem Kohlebrei-Rührwerk gedrückt, wo noch eine weitere Verdünnung durch Wasserzusatz erfolgt, und zwar solange, bis der beabsichtigte Verdünnungsgrad des Kohlebreies erreicht ist. Die Controle wird durch Spindelung ausgeübt.

Die Menge Kohlebrei, welche dem Abwasser zuzusetzen ist, richtet sich nach der Beschaffenheit des letzteren. In den ersten Monaten des Betriebes wurden auf der Potsdamer Anlage $1^1/_2$ Kgr. Kohle in Breiform für die Reinigung eines Cubikmeters Abwasser verwendet. Im weiteren Verlauf der Arbeiten konnte man sich jedoch davon überzeugen, daß sich die nothwendige Menge Kohle auf 1 Kgr. per Cubikmeter und unter Umständen noch weiter vermindern ließ, ohne daß dadurch der Reinigungseffect verringert wurde.

In einzelnen Fällen, namentlich wenn durch Meteorwässer eine besonders starke Verdünnung der Spüljauche veranlaßt war, konnte ohne üble Folgen die Menge der

verwendeten Kohle auf 0·8 Kgr. per Cubikmeter herabgesetzt werden.

Naturgemäß muß, um eine möglichst intensive Wirkung des Kohlebreies auf das Abwasser herbeizuführen, eine innige Vermischung beider Theile bewerkstelligt werden. Dies wird dadurch erreicht, daß das Gemenge ein 10 Meter langes sogenanntes Mischgefluder durchläuft. Am Schlusse desselben wird die Lösung von schwefelsaurem Eisenoxyd zugesetzt. Von diesem Augenblick an tritt die für eine gute Abwasserklärung typische große Flockenbildung ein, und zwar erfährt dieselbe noch eine große Begünstigung dadurch, daß das Gemisch wiederum eine mehrere Meter lange Rinne durchläuft, um dann erst in die tiefen Brunnen einzutreten, über welchen sich die Rothe-Roecknerschen Klärthürme befinden.

Bezüglich der aufzuwendenden Eisensalzmenge ist zu bemerken, daß auf 1 Kgr. Kohle 170 Gr. Eisensalz per Cubikmeter zur Verwendung gelangen.

In den Rothe-Roecknerschen Klärthürmen verweilt die Flüssigkeit $1^1/_2$—2 Stunden. Bezüglich der Vorgänge, welche sich in diesen Sedimentircylindern abspielen, sei auf die auf Seite 309 und folgenden gegebene eingehende Beschreibung des Rothe-Roecknerschen Systems verwiesen.

Der sich am Boden der Klärthürme absetzende Schlamm wird durch besondere Schlammpumpen in die Entwässerungsapparate (Filterpressen) befördert und hier nach Möglichkeit von seinem Wasser befreit. Das gereinigte Abwasser gelangt durch das Ueberlaufrohr in eine Rinne, welche es den Desinfectionsvorrichtungen zuführt.

Unter normalen Verhältnissen ist das Wasser nach der Klärung in dem Klärthurm ein durchaus klares. Es ist in physikalischer Beziehung gegen dasselbe durchaus nichts einzuwenden. Nur für den Fall, daß eine Ueberlastung der Klärthürme eintritt, zeigt sich eine schwache Trübung, welche auf mitgerissene feinste Kohlebreipartikelchen zurückzuführen ist. Zeitweilig kann eine solche Trübung auch dadurch eintreten, daß durch überschüssig zugesetzte Eisenlösung das Ab-

wasser einen nicht gewollten Gehalt an Eisenoxydsalzen hat. Um derartige, unter Umständen auftretende Trübungen zu vermeiden, welche das gereinigte Abwasser unansehnlich machen würden, werden neuerdings besondere Schönungsfilter von kleinen Dimensionen, aus Kokes oder frischer Braunkohle hergestellt, eingeschaltet. Das Wasser passirt diese Filter sehr schnell und erscheint schließlich als sehr schwach gelblich gefärbte, ganz wenig opalisirende Flüssigkeit, welche durchweg ein besseres Aussehen besitzt als das Wasser der Havel, der es zugeführt wird.

Bei Verwendung von $1^1/_2$ Kgr. Kohle und 210 Gr. Eisen nahm bei den Versuchen von Proskauer und Elsner die Oxydirbarkeit um 70—85 Procent nach der Klärung ab. Zieht man hierbei die Wirknng der gelöst gebliebenen Humusstoffe in Betracht, so ergiebt sich ein Effect von weit über 90 Procent. Die Abnahme an organischen stickstoffhaltigen Stoffen betrug zwischen 60 und 70 Procent.

Bei geringeren Mengen von Kohle und Eisensalzen (1 Kgr. Kohle und 170 Gr. Eisensalz per Cubikmeter) ergab sich eine Abnahme der Oxydirbarkeit von zwischen 65 und 80 Procent. Bei Anbringung der in Folge der gelöst verbliebenen Humusstoffe nothwendigen Correcturen ergiebt sich auch hier ein Effect von über 90 Procent. Die Abnahme an organischen stickstoffhaltigen Substanzen liegt in diesem Falle zwischen 60 und 80 Procent und nur ganz vereinzelt zwischen 50 und 60 Procent.

Der mit dem Humus- oder Kohlebreiverfahren erzielte Reinigungseffect in chemischer Beziehung ist nach diesen Zahlen ein äußerst günstiger.

Nach den Beobachtungen von Proskauer und Elsner fallen die Reinigungseffecte in chemischer Beziehung um so niedriger aus, je verdünnter die zu reinigende Spüljauche ist.

Daraus ergiebt sich der Schluß, daß bei gleichbleibender Menge und Verdünnung der Spüljauche das Verfahren gleichmäßig gute Wirkungen erzielt. Dies dürfte also überall da der Fall sein, wo ein Trennsystem streng durchge-

führt wird, und demnach die zu reinigenden Abwässer nur aus Closet- und Hausabwässern bestehen.

Die nach dem Kohlebreiverfahren gereinigten Abwässer gehen nicht mehr in stinkende Fäulniß über. Ebenso wenig tritt dieselbe ein, wenn das gereinigte Abwasser eine Verdünnung mit Flußwasser im Verhältniß von 1:1 oder 1:5 oder 1:10 erfahren hat. Eine stinkende Fäulniß würde demnach auch dann nicht eintreten, wenn die gereinigten Abwässer ohne Weiteres den Flußläufen zugeführt werden.

In Potsdam hat man sich jedoch mit dieser Beschaffenheit der gereinigten Abwässer noch nicht begnügt. Man hat noch behördlicherseits eine Desinfection vorgeschrieben und gefordert, daß nur solche gereinigte Abwässer der Havel zugeführt werden, welche frei sind von etwaigen Infectionserregern. Ursprünglich wurde zur Desinfection des gereinigten Abwassers Kalk in Gestalt von Kalkmilch verwendet. Proskauer hatte bereits früher den Nachweis geliefert, daß die nach dem Kohlebreiverfahren geklärten Abwässer eine bedeutend geringere Menge von Desinfectionsmitteln, wie Kalkmilch und Säuren, beanspruchen, und daß der Desinfectionseffect in weit kürzerer Zeit erzielt wird als bei der Behandlung der rohen Spüljauche mit Desinficientien.

Nachdem das Kohlebreiverfahren in Potsdam in die Praxis übertragen war, wurden diese Versuche von Proskauer und Elsner im Großen fortgesetzt, und neben Kalkmilch und Säuren wurde auch noch Chlorkalk in den Rahmen der Untersuchungen gezogen. Die Verwendung der ursprünglich in Aussicht genommenen Kalkmilch machte noch die Beschaffung besonderer Absatzbassins nothwendig zur Zurückhaltung des von neuem erzeugten Niederschlages. Es wurde deshalb der von Bassenge als in relativ kleinen Mengen schon sehr wirksam befundene Chlorkalk dem Kalk vorgezogen. Zu berücksichtigen war bei der Verwendung des Chlorkalkes der Umstand, daß ein etwaiger Ueberschuß desselben unbedingt wieder entfernt werden muß, da Chlorkalk ein äußerst starkes Gift für die Fische darstellt. (Vgl. S. 150.) Der Nachweis überschüssigen Chlorkalkes läßt sich

leicht erbringen durch die bekannte Jodkaliumstärkereaction (Blaufärbung bei Gegenwart von unzersetztem Chlorkalk nach dem Ansäuern mit Essigsäure).

Die Versuche ergaben, daß durch 0·012—0·015 pro Mille Zusatz von Chlorkalk, der durchschnittlich 27 Procent Hypochlorit enthielt, eine vollständige Sterilisirung der gereinigten Jauche innerhalb 10 Minuten herbeigeführt werden konnte. Sobald die Flüssigkeit in dem letzten Drittel des Mischgefluders angelangt war, war einerseits kein gelöster Chlorkalk mehr nachzuweisen; andererseits war aber auch die Flüssigkeit völlig steril. Bei Verwendung von großen Mengen von Chlorkalk war bereits nach 5 Minuten die Desinfection vollständig beendet.

Diese Resultate veranlaßten Proskauer und Elsner an eine directe Desinfection der Rohjauche mit Chlorkalk zu denken. Es ergab sich jedoch, daß in dem Falle so große Mengen von Chlorkalk aufgewendet werden müßten, daß eine wesentliche Vertheuerung des Betriebes dadurch herbeigeführt werden würde.

Bezüglich der etwa im Ueberschuß dem gereinigten Abwasser zugesetzten Chlorkalkmengen ist zu bemerken, daß irgend welche Gefahren gerade bei den nach dem Kohlebreiverfahren gereinigten Abwässern insofern ausgeschlossen sind, als das eventuell in Lösung befindliche unterchlorigsaure Calcium durch die Einwirkung der in dem gereinigten Abwasser gelösten Humusbestandtheile und Eisenoxydulsalze sehr schnell zerstört wird. Ferner ist durch die bereits im Vorstehenden erwähnte Reaction jeder Laie in der Lage, zu jeder beliebigen Zeit schnell festzustellen, ob noch ein Ueberschuß von unterchlorigsaurem Calcium vorhanden ist oder nicht.

Der Chlorkalk hat bekanntlich die Eigenschaft, beim Vermengen mit Wasser kleine Klümpchen zu bilden, die noch hypochlorithaltig sind. Es war deshalb nothwendig, noch eine Einrichtung zu treffen, welche geeignet ist, diese eventuell vorhandenen Klümpchen zurückzuhalten. Als zweckmäßig erwiesen sich hiefür die bereits erwähnten Schönungsfilter.

Selbst die noch in Lösung befindlichen Spuren von Chlorkalk, welche bei den Versuchen von Proskauer und Elsner nachzuweisen waren, wurden nach dem Passiren dieser kleinen Filter nicht mehr vorgefunden. Vielmehr besitzt die Flüssigkeit, welche von diesen Filtern abfließt, nur noch einen schwachen Geruch von Chlorphenolen, welche durch die Einwirkung des Chlorkalkes auf die noch in Lösung befindlichen phenolartigen Verbindungen der ursprünglichen Spüljauche entstanden sind.

Diese in nur geringen Mengen vorhandenen Stoffe sind an und für sich ungefährlich für die Fische; sie erfahren aber außerdem bei der Mischung mit Flußwasser eine so kolossale Verdünnung, daß sie chemisch nicht mehr nachweisbar sind.

Der aus den Klärthürmen entnommene Kohlenschlamm stellt zunächst eine dünne, breiige Masse dar. Zum Zweck seiner Entwässerung gelangt der Schlamm in Vacuum-Entwässerungsapparate, in welchen die Beseitigung des größten Theiles des Wassers erfolgt. Das abgepreßte Wasser fließt in die Klärcylinder zurück, der Schlamm dagegen kann mit einem Wassergehalt von 60—65 Procent direct in die geeignete Form gestochen werden, um alsdann an der Luft getrocknet zu werden.

Von Wichtigkeit ist, daß dieser Klärschlamm, welcher bei dem Kohlebreiverfahren erhalten wird, nicht mehr in stinkende Fäulniß übergeht. Verfasser konnte sich gelegentlich seiner wiederholten Besuche der Potsdamer Anlage davon überzeugen, daß in keiner Schicht der zum Theil zu großen Haufen aufgefahrenen Schlammmassen irgend welche Fäulnißerscheinungen eingetreten waren; selbst nicht in der heißen Jahreszeit. Ueberall zeigte sich nur ein schwach erdiger Geruch.

König fand in einer ihm von Degener übersandten Schlammprobe folgende Zusammensetzung:

Wasser	10·70 Procent
Organische Stoffe	69·58 »

Stickstoff	3·44	Procent
Mineralstoffe	19·72	»
Phosphorsäure	1·82	»
Kali	1·07	»
Kalk	2·88	»

Die Verwerthbarkeit dieses Schlammes bildet eines der wichtigsten Momente des ganzen Rothe-Degener'schen Klärverfahrens.

In Potsdam hat man unter Zusatz von ungebrauchtem Braunkohlenstaub den Schlamm in Briquettes umgewandelt, welche in der Sonne getrocknet, zur Beheizung der Anlage Verwendung finden. Um auch die Trocknung in der ungünstigen Jahreszeit ununterbrochen bewirken zu können, ist eine eigene Trocknungsanlage gebaut worden.

Der Heizwerth dieser Rückstandsbriquettes ist in Folge des dem Schlamme innewohnenden Fettgehaltes ein sehr befriedigender. Er stellt sich nach den gemachten Heizwerthbestimmungen in allen Fällen höher, als derjenige der zur Klärung verwendeten Rohkohle.

Unter allen Umständen ist der Schlamm also durch Verbrennen zu beseitigen. Die unangenehmen Schlammcalamitäten, welche die Existenz durchweg aller chemischen Klärverfahren in Frage stellen, fallen bei dem Humusverfahren weg.

Des Ferneren ist dieser Schlamm als Düngemittel zu verwerthen. Dadurch daß, wie bereits weiter oben erwähnt wurde, nach Möglichkeit eine Erhaltung der organischen Stoffe angestrebt, und die Zersetzung bekämpft wird, hat der nach dem Kohlebreiverfahren erhaltene Klärschlamm einen relativ hohen Düngewerth.

Das Quantum des gewonnenen Schlammes beträgt etwa das Dreifache des Quantums der dem Abwasser zugesetzten Kohle.

Versuche haben ergeben, daß sich der Schlamm sehr gut zur Vergasung eignet und gestattet, einen großen Theil

seines hohen Stickstoffgehaltes in höchstwerthiger Form zu gewinnen.

Ferner ist zu berücksichtigen, daß die in dem Schlamm enthaltenen Fettstoffe durch Extraction wiedergewonnen werden können.

Die Urheber des Verfahrens sind dauernd bemüht, die Verwerthung des Kohlenschlammes weiter zu bearbeiten. Sie sind dabei den weiteren Aufgaben der Städte nähergetreten und haben auch die Müllbeseitigung in ihre Bestrebungen hineingezogen. Man hofft, die Abfälle der Städte für dieselben nutzbar zu machen zur Erzeugung von Licht, Kraft, Elektricität unter gleichzeitiger Erfüllung der Wünsche der Landwirthschaft. Inwieweit sich diese Hoffnungen erfüllen werden, bleibt abzuwarten. Indessen ist nicht zu verkennen, daß angesichts dessen, was bereits von den Herren Rothe und Degener erreicht worden ist, dem Gelingen ihrer Bestrebungen ein günstiges Prognostikon gestellt werden kann.

Es soll endlich noch erwähnt werden, daß von Proskauer und Elsner der Versuch gemacht worden ist, die Klärrückstände nach Vermischen mit frischem Kohlebrei nochmals für die Klärung des Abwassers zu verwenden. Die Resultate sind durchaus zufriedenstellende gewesen. Es liegt auf der Hand, daß dadurch nicht nur der Verbrauch an Kohlebrei, sondern auch die Masse der gesammten Rückstände verringert wird. Der Schlamm des doppelt benutzten Kohlebreies wird selbstverständlich reicher an verwerthbaren Stoffen sein.

Was die Kosten des Betriebes einer nach dem Rothe-Degenerschen Humusverfahren arbeitenden Kläranlage anlangt, so liegen bezüglich Potsdam folgende Zahlen und Mittheilungen des Herrn Rothe vor.

Erfahrungsgemäß sind per Cubikmeter Potsdamer Jauche durchschnittlich 1 Kgr. Kohle, 170 Gr. Eisensalz und 12—13 Gr. Chlorkalk zu verwenden. Bei diesen Mengen stellt sich der tägliche Betrieb insgesammt auf circa 90 Mark Unkosten; hierbei ist zu bemerken, daß die

Potsdamer Kläranlage mit einem besonders theueren mechanischen Betriebe zu rechnen hat, da alle zufließenden Schmutzwässer in Folge der örtlichen Lage Potsdams um $4^1/_2$ Meter gehoben werden müssen.

Die Stadt Potsdam zahlt für den Betrieb 50000 Mark pro Jahr bei einer Zahl von 350000 Seelen, welche angeschlossen sind. Daraus ergiebt sich pro Kopf und Jahr ein Kostenaufwand von 1·40 Mark. Da, wo die örtlichen Verhältnisse günstiger sind, wo beispielsweise eine künstliche Hebung des Schmutzwassers nicht erforderlich ist, werden sich die jährlichen Unkosten je nach der Größe der betreffenden Stadt und je nach der Beschaffenheit des zu verarbeitenden Schmutzwassers auf 0·90—1·20 Mark pro Kopf und Jahr stellen, ohne Berücksichtigung der durch die Verwerthung der Rückstände zu erzielenden Einnahmen.

Rothe nimmt an, daß durch die Verwerthung der Rückstände sich die Betriebsunkosten um 25—40 Procent werden vermindern lassen.

Verfasser kann sich dem von Proskauer und Elsner über das in Potsdam angewendete Kohlebreiverfahren in hygienischer Beziehung gefällten Urtheil voll und ganz anschließen.

Dasselbe geht dahin:

1. Daß durch das Kohlebreiverfahren eine durchaus zufriedenstellende Klärung der Abwässer erzielt wird.

2. Daß der Reinigungseffect in chemischer Beziehung ein sehr hoher ist.

3. Daß die gereinigten Abwässer nicht mehr im Stande sind, in stinkende Fäulniß überzugehen.

4. Daß die Desinfection derselben wegen ihrer Reinheit mit geringen Mengen von Kalk (0·25 pro Mille in 16 Minuten) oder Chlorkalk (0·012—0·015 pro Mille in 10 Minuten) ausgeführt werden kann. Der letztere ist dem ersteren vorzuziehen, weil er keine Niederschläge mehr hervorruft, auch wegen der sonstigen chemischen Beschaffenheit des gereinigten Abwassers (Gehalt desselben an Humussäuren und Eisenoxydulsalzen, von den Zusätzen herrührend),

leicht zerstört wird, nachdem er seine desinficirende Wirkung ausgeübt hat, und schließlich weil er in der angewandten Menge keine wesentliche Vertheuerung des Betriebes bedeutet. Der Rest des nicht zersetzten Chlorkalkes läßt sich sicher durch vorgelegte Schnellfilter aus Koks oder Braunkohle (ebenso würden sich Kiesfilter dazu eignen) entfernen. Die Controle, ob der Chlorkalk vor dem Eintritt in den Fluß beseitigt ist, ist von den Betriebsbeamten ohne Schwierigkeiten auszuführen.

5. Die restirenden Rückstände gehen nicht in stinkende Fäulniß über; sie besitzen nur einen schwach erdigen Geruch, lassen sich leicht trocknen und in transportable Form bringen, unterscheiden sich also vortheilhaft von Rückständen, welche bei anderen Klärverfahren erhalten werden. Ihre commercielle Verwerthung berechtigt zu den besten Hoffnungen.

6. Zur Controle der erzielten Desinfectionswirkung halten Proskauer und Elsner die Zählung der auf gewöhnlicher Nährgelatine gewachsenen Keime für ungeeignet und schlagen vor, die Desinfection als genügend anzusehen, wenn auf Jodkalium-Kartoffel-Gelatine bei 20—30 Grad innerhalb 24 Stunden keine Coli-Colonien zur Entwickelung gelangt sind.

Gelegentlich wurde in Potsdam die Anwendbarkeit des Kohlebreiverfahrens zur Reinigung von Schlachthausabwässern geprüft, und zwar weil diese eine directe Uebertragung der bei gewöhnlicher Spüljauche wirkenden Methoden nicht zulassen.

Bei dem am 15. März 1898 auf der Potsdamer Kläranlage ausgeführten Versuch, wurden auf ein Liter Schlachthausabwasser 0·4 Gr. reines Eisenoxydsulfat und 1·0 Gr. Kohle gebraucht.

Die Klärung war vorzüglich.

Der Versuch, das Abwasser mit Kohle und Kalk zu reinigen, mißlang vollkommen. Ebensowenig war mit Eisensalzlösung allein die Reinigung zu erzielen. Mit Eisen und Kalk wurde zwar eine Klärung des Abwassers erhalten. Das gereinigte Abwasser war jedoch gelb gefärbt.

Die Zusammensetzung des Schlachthausabwassers vor der Klärung war folgende:

Im Liter waren enthalten:

Abdampfrückstand	3·2400	Gr.
Glühverlust	1·6000	»
Stickstoff	0·21280	»
Organische Substanz	3·3180	»

Nach der Klärung enthielt das Wasser im Liter:

Abdampfrückstand	1·6200	Gr.
Glühverlust	0·1300	»
Stickstoff	0·0854	»
Organische Substanz	0·2212	»

Ein am 16. März 1898 mit Schlachthausabwasser angestellter Versuch, bei welchem auf ein Liter 0·5 Gr. schwefelsaures Eisenoxyd und 1 Gr. Kohle verwendet wurden, hatte dieselben durchaus befriedigenden Resultate.

Das rohe Abwasser enthielt im Liter:

Abdampfrückstand	3·0000	Gr.
Glühverlust	1·4400	»
Stickstoff	0·1960	»
Organische Substanz	3·1600	»

Das gereinigte Abwasser enthielt im Liter:

Abdampfrückstand	2·0000	Gr.
Glühverlust	0·1410	»
Stickstoff	0·0784	»
Organische Substanz	0·1990	»

Das Securin-Verfahren zur Reinigung städtischer Abwässer.

Der Urheber dieses Verfahrens, L. Tralls, bezweckt auf dem von ihm eingeschlagenen Wege gleichzeitig eine unschädliche Beseitigung des Hausmülls und die Gewinnung

eines bei dieser Manipulation sich ergebenden Fällungsmittels für städtische Abwässer. Tralls will den Straßen- und Hausmüll durch Absieben von seinen Sperrstoffen befreien und den so gewonnenen feinen Müll mit Schwefelsäure behandeln, und zwar mit solchen Mengen, daß das resultirende Product eine Trockenmasse bildet. Dieses Trockenproduct soll entweder als solches als Fällungsmittel benutzt werden, oder aber eine wässerige Lösung desselben von 2·5 Grad Bé. Die Mengen, welche er zur Reinigung der Abwässer vorschlägt, sind 0·5—3·5 Gr. Trockensubstanz für ein Liter Spüljauche.

König untersuchte zwei Proben dieses sogenannten »Securins«, von denen die erste hergestellt war aus Berliner und die andere aus Dortmunder Hausmüll.

Die Untersuchungen ergaben folgende Resultate:

1. Securin aus Berliner Hausmüll:

Wasser		15·25	Procent
Stickstoff		0·18	»
In Wasser löslich	Schwefelsäure	13·25	»
	Eisenoxyd	1·98	»
	Eisenoxydul	1·60	»
	Kalk	3·68	»
	Magnesia	0·11	»

2. Securin aus Dortmunder Hausmüll:

Wasser		8·26	Procent
Stickstoff		0·33	»
In Wasser löslich	Schwefelsäure	4·94	»
	Eisenoxyd	2·33	»
	Eisenoxydul	0·48	»
	Kalk	1·63	»
	Magnesia	0·61	»

Selbstverständlich ist die Zusammensetzung dieses Fällungsmittels ausschließlich abhängig von der Beschaffenheit

des Hausmülls, aus welchem es dargestellt wird. Außerdem spielt naturgemäß die Menge der verwendeten Schwefelsäure eine ganz hervorragende Rolle. Die wirksamen Stoffe sind neben der Schwefelsäure, die Eisen- und Thonerde-Sulfate, welche sich bei der Behandlung des Hausmülls mit der Schwefelsäure bilden, so daß im Allgemeinen irgendwelcher Anspruch auf Originalität von dem Urheber dieses Verfahrens nicht erhoben werden kann. Eisen- und Thonerde-Sulfate sind von vielen anderen schon als Fällungsmittel für Abwässer benutzt worden, und daß die freie Schwefelsäure eine energische keimtödtende Wirkung ausübt, ist gleichfalls nichts Neues. Es verlohnt deshalb nicht der Mühe, auf die vereinzelten Versuche, welche der Vollständigkeit halber von einzelnen Forschern mit diesem Mittel angestellt worden sind, weiter einzugehen. Von irgendwelchen Versuchen im Großen beziehungsweise einer Uebertragung in die Praxis ist bisher bei diesem Verfahren nichts bekannt geworden.

Die Beseitigung beziehungsweise Verwerthung des bei den chemisch-mechanischen Klärverfahren gewonnenen Schlammes.

Die bei den chemisch-mechanischen Klärverfahren anfallenden Massen von Klärschlamm sind in den seltensten Fällen nutzbringend zu verwerthen. Die dem Schlamme anhaftenden großen Wassermengen sind ihm schwer zu entziehen, und mit dem ganzen Ueberschuß an Wasser ist natürlich der Transport furchtbar erschwert, wenn nicht unmöglich.

Es verdienen also alle die Vorschläge, welche eine rationelle Schlammentwässerung anstreben, vollste Beachtung:

Nach Brix kostet per Kopf und Jahr:

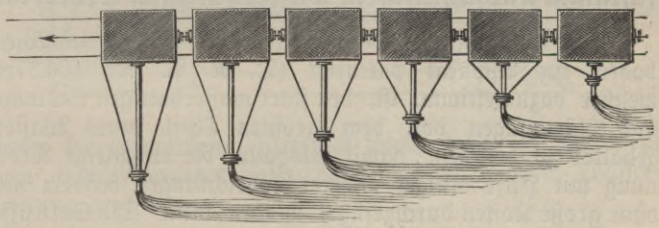
1. Das Lagern des frischen Schlammes in drainirten Gruben, Abfuhr des eingetrockneten Schlammes und Unterpflügen oder Bedecken mit Boden auf Feldern in nächster Nähe der Kläranlage, 12—15 Pfennige.

2. Das Abfahren des Schlammes in Wagen nach 4—5 Km. entfernten Feldern, Unterbringen desselben daselbst in Schlamm-Reservoiren, 40—45 Pfennige.

3. Das Fortpumpen des Schlammes und Abgabe an die Landwirthe auf 5—7 Km. Entfernung, einschließlich Anlegen von Schlammgruben und Feldbahngeleisen zur Verarbeitung, 25 Pfennige.

4. Das Verarbeiten des Schlammes in Filterpressen auf etwa $66^2/_3$ Procent Wassergehalt, einschließlich des Anlage-Antheiles, 10—12 Pfennige.

Fig. 70.



5. Das Entwässern des Schlammes in Filterpressen und Abfuhr des Filterschlammes auf das Feld, 45 Pfennige.

6. Eins und drei der vorstehenden Aufstellung vereint, 35 Pfennige.

7. Entwässern des Schlammes in Filterpressen, Formen zu Backsteingröße, Trocknen in ventilirten Schuppen und nachherige Zerkleinerung, 40 Pfennige.

8. Verbrennung des durch Filterpressen entwässerten Schlammes im vorhandenen Kehricht-Brennofen und gemeinsame weitere Verarbeitung mit dem Kehricht, 20 Pfennige.

9. Verbrennen beziehungsweise Brennen des nach Position 7, jedoch ohne Zerkleinerung, zu behandelnden Schlammes in eigenen Ring- oder Schachtöfen mit Zerkleinerung des Brenngutes, 60 Pfennige.

10. Herstellung von Dungpulver aus dem nach Position 4 vorbehandelten Schlamme mit den Trockenapparaten der Actien-Maschinenbau-Anstalt, vormals Venuleth & Ellenberger, Darmstadt, 60 Pfennige.

11. Entwässern des Schlammes nach Position 4 und Herstellung von Dungpulver nach Position 10 in gemeinsam construirten Anlagen, 70 Pfennige.

Fig. 70 stellt einen Zug von Feldbahnwagen dar, welche durch verschieden lange seitliche Auslaufrohre den Schlamm auf die Felder bringen.

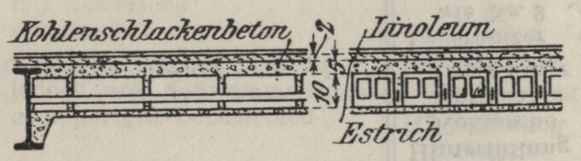
W. Bruchs Apparat zum Entwässern von Klärschlamm und ähnlichem wasserhaltigen Material.

Am 5. November 1895 wurde W. Bruch in Wiesbaden ein Apparat patentirt (D. R. P. Nr. 104378), welcher dazu bestimmt ist, den stark wasserhaltigen Schlamm aus Kläranlagen von dem größten Theil seines Wassergehaltes zu befreien, damit alsdann die endgiltige Trocknung mit Hilfe billiger anderer Vorrichtungen bequem und ohne große Kosten durchgeführt werden kann. Die Entwässerung erfolgt auf einem endlosen Filtertuch, welches über die Oeffnung eines evacuirten feststehenden Behälters hinweggeführt wird. Ein ähnlicher Gedanke liegt den deutschen Patenten Nr. 85943 und 90104 zu Grunde. Jedoch wird bei diesen Apparaten beziehungsweise Constructionen das Filtertuch über eine rotirende Trommel hinweggeführt, aus deren Innern die Luft abgesaugt wird. Die Wandungen der Trommel sind perforirt, so daß der luftverdünnte Raum mit dem Filtertuch communicirt.

Der Bruch'sche Apparat hat an der oberen Wandung des zu evacuirenden Behälters, welche die Saugöffnung enthält, eine Einsattelung. Das Filtertuch wird durch Rollen dieser Wandung angeschmiegt, so daß ein trichterförmiger Raum gebildet wird, in welchen man den Schlamm einfüllt. Es soll dadurch jedes seitliche Abfließen und Abspülen von Schlamm verhindert werden. Die auf dem

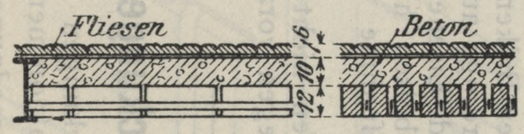
Nr.	Benennung	Einzelteile	kg	kg
18a	Bei Ueberfüllung mit Sand statt mit Koksasche	250 + 90 =		340
19*)	Ebene Ziegeldecke mit Eiseneinlagen wie vor, jedoch aus porigen Hohlsteinen, bei Auflagerung der Platte auf Betonkonsolen, einschl. Ueberfüllung mit Kohlenschlackenbeton und Linoleumbelag auf Estrich (die Träger sind hierbei mit Kiesbeton zu ummanteln)	Deckenplatte 10 cm stark, aus porigen Hohlsteinen in Zementmörtel einschliefsl. der 1/35 mm st. Bandeiseneinlagen u. der konsolartigen Auflager . . .	115	
		Ueberfüllung mit Kohlenschlackenbeton 5 cm st. .	50	
		Estrich 2 cm st. .	44	
		Linoleum 4 mm st.	5	
		Deckenputz . . .	20	
		zusammen	234	230

zu Nr. 19.



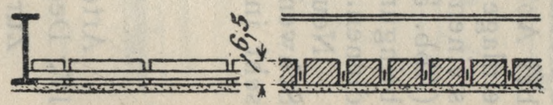
19a*)	Für jedes cm Mehrstärke der Platte	Mehrgewicht . . .		10
20*)	Ebene Ziegeldecke mit Eiseneinlagen aus vollen Hartbrandsteinen 1/2 Stein st. mit Ueberfüllung aus magerem Beton und Fliesenbelag (für Durchfahrten und befahrbare Hofkeller)	Platte aus Hartbrandsteinen in Zementmörtel einschl. der 1/35 mm st. Eiseneinlagen. . . .	220	
		Magerer Beton 10 cm stark . . .	190	
		Fliesen in Zementmörtelbettung 6 cm stark . .	126	
		zusammen	536	540

zu Nr. 20.



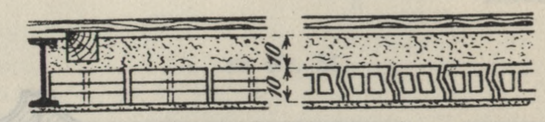
21*)	Ebene Ziegeldecke wie vor, jedoch 1/4 Stein st. (als unbelastete Decke ohne Ueberfüllung und Fufsboden)	Platte aus Hintermauerungssteinen in Zementmörtel einschl. der 1/25 mm st. Eiseneinlagen	106	
		Deckenputz . . .	20	
		zusammen	126	130

zu Nr. 21.



Nr.	Benennung	Einzelteile	kg	kg
22*)	Ebene Ziegeldecke ohne Eiseneinlagen (Bauart Förster und ähnliche) aus porigen Hohlsteinen mit quer zur Trägerrichtung verlegten, einander stützenden Ziegelreihen, 10 cm stark, einschl. Ueberfüllung mit Koksasche und Holzfufsboden	Platte aus porigen Hohlsteinen in Kalkzementmörtel 10 cm stark . .	100	
		Ueberfüllung mit Koksasche 10 cm stark	70	
		Lagerhölzer 10/10 cm stark . . .	8	
		Dielen 3,5 cm st. .	23	
		Deckenputz . . .	20	
		zusammen	221	220

zu Nr. 22.

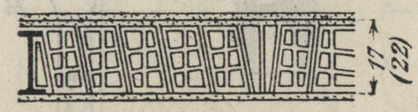


22a*)	Für jedes cm Mehrstärke der Platte	Mehrgewicht . . .		10
22b*)	Bei Ueberfüllung mit Sand statt mit Koksasche	220 + 90 =		310
23*)	Ebene Ziegeldecke ohne Eiseneinlagen (Securadecke und ähnliche) aus porigen Hohlsteinen und schrägem, parallelem oder zentralem Fugenschnitt, gewölbartig wirkend, 13 cm st., bei Abgleichung mit Koksasche und Holzfufsboden	Platte aus porigen Hohlsteinen in Zementmörtel 13 cm stark . . .	142	
		Ueberfüllung mit Koksasche 10 cm stark	70	
		Lagerhölzer 10/10 cm stark . . .	8	
		Dielen 3,5 cm st. .	23	
		Deckenputz . . .	20	
		zusammen	263	260

zu Nr. 23.

23a*)	Bei Ueberfüllung mit Sand statt mit Koksasche	260 + 90 =		350
24*)	Ebene Ziegeldecke wie vor, jedoch 17 cm st., mit Fliesenbelag in Zementmörtel oder Terrazzofufsboden	Deckenplatte aus porigen Hohlsteinen in Zementmörtel 17 cm stark	179	
		Fliesenbelag oder Terrazzofufsboden	60	
		Deckenputz . . .	20	
		zusammen	259	260

zu Nr. 24.

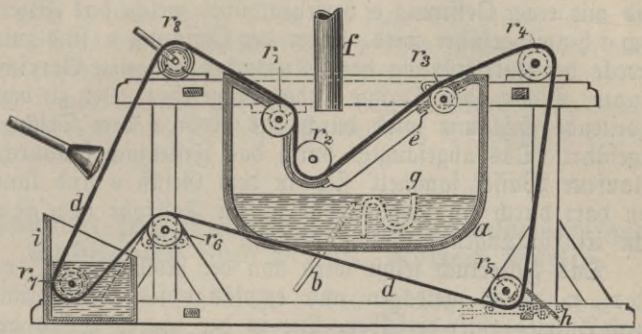


24a*)	Dieselbe bei 22 cm starker Platte	260 + 40 =		300

*) Nach preufsischer Verfügung vom 14. Januar 1913 sind 140 statt 115 kg, also etwa 20 % mehr anzusetzen, wenn Vollaufen der Hohlräume mit Mörtel nicht sicher vermieden wird.

Filtertuch verbleibenden Schlammtheilchen werden beim weiteren Vorrücken des Tuches derjenigen Stelle zugeführt, wo sie in eine entsprechende Abfuhrvorrichtung fallen. Das

Fig. 71.



dann frei gewordene Filtertuch wird, bevor es wieder zu dem trichterförmigen Filtrirraum gelangt, durch Wasserspülung gereinigt.

Fig. 72.

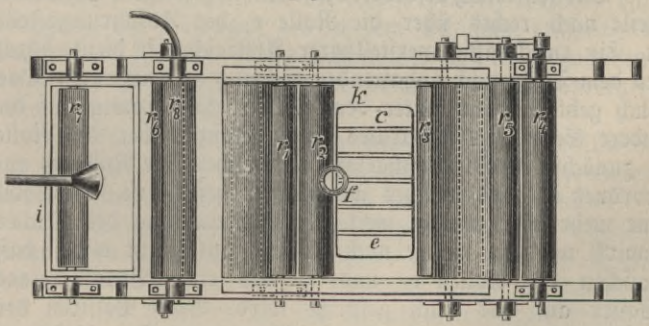


Fig. 71 stellt eine Ausführungsform im Längsschnitt und Fig. 72 eine solche im Grundriß mit abgenommenem Filtertuch dar.

Das Filtrirgefäß a steht durch ein Rohr b mit einer Luftpumpe oder einer sonstigen billigen Absaugevorrichtung in Verbindung, welche dauernd die Luft aus dem Gefäß entfernt. Die obere Wand des Gefäßes ist in der bereits im Vorstehenden beschriebenen Weise trichterförmig gestaltet und mit einer Oeffnung e versehen, über welche das Filtertuch d hinweggeführt wird. Unter der Oeffnung e sind zum Zwecke der Unterstützung des Filtertuches geeignete Vorrichtungen, Stäbe oder Drähte u. dgl. vorgesehen. Der zu verarbeitende Schlamm wird durch das Rohr f dem Trichter zugeführt. Das abgesaugte, durch das Filtertuch hindurchgelaufene Wasser sammelt sich in dem Gefäß a und kann von dort durch ein Syphonrohr g, ein Fallrohr oder ähnliche Einrichtungen beständig beseitigt werden.

Das Filtertuch selbst wird von den Rollen r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6, r_7, r_8 getragen und empfängt seine Bewegung durch Antrieb einer derselben. Die in der oberen Wand des Filtrirgefäßes liegenden Rollen r_1 und r_3 sind mit Filz oder ähnlichem Material überzogen, um eine entsprechende Abdichtung zu erzielen.

Die Rolle r_8 kann mit Dampf beheizt werden.

Das Filtertuch befördert die festen, abgesaugten Schlammtheile nach rechts über die Rolle r_1 der Abführungsstelle zu. Ein zweckmäßig verstellbarer Abstreicher h dient dazu, den dem Tuche noch anhaftenden Schmutz zu entfernen. Das Tuch geht alsdann unter dem Filtrirgefäß hinweg auf die andere Seite des Apparates und gelangt über die Rolle r_6 zunächst in ein Waschgefäß, in welchem die Rolle r_7 angeordnet ist, und welches mit Wasser gefüllt ist. Hier soll eine mehr oder minder weit gehende Reinigung des Tuches bewirkt werden, welche noch dadurch unterstützt wird, daß zwischen den Rollen r_7 und r_8 aus einer Brause reines Wasser auf das Tuch gespritzt wird. Beim Passiren der Rolle r_8, welche, wie bereits erwähnt, durch Dampf beheizt werden kann, wird das Tuch wieder getrocknet.

Eine praktische Ausführung des im Vorstehenden skizzirten Apparates ist dem Verfasser bis dahin nicht bekannt

geworden. Es ist zu befürchten, daß die Wahl des Stoffes, aus dem das Filtertuch hergestellt werden soll, nicht leicht sein wird. Die feinen Theilchen des Klärschlammes verstopfen bekanntlich die Poren der Gewebe in kürzester Zeit, so daß ein weiteres Filtriren sehr erschwert beziehungsweise unmöglich gemacht wird. Man hat diese Erfahrung schon bei den verschiedensten Klärverfahren machen können, wenn man den erhaltenen Klärschlamm in Filterpressen trocknen wollte. Es ist abzuwarten, wie sich bei einer eventuellen praktischen Ausführung diese Verhältnisse bei dem Bruchschen Apparat gestalten werden.

Apparat zum Entwässern von schlammförmigen Substanzen von M. M. Rotten, Berlin.

Die durch D. R. P. 35719 geschützte Erfindung soll namentlich dienen zum Entwässern solcher schlammförmigen Substanzen, welche bei der Reinigung von Abwässern aller Art (sowohl Fabrik- als auch städtischen Abwässern) entstehen.

Die Entwässerung dieser Massen, welche aus ökonomischen Gründen absolut erforderlich ist, soll nach dem Rottenschen Verfahren in der Weise bewirkt werden, daß gleichzeitig ein Absaugen des in dem Schlamm enthaltenen Wassers, ein Filtriren dieses Schlammes und ein Zusammenpressen bei der Fortbewegung desselben in einem continuirlichen Betriebe erfolgt.

Der für die Durchführung des Verfahrens nothwendige Apparat ist in Fig. 73 schematisch in seiner gesammten Zusammenstellung und in Fig. 74 im Detail gezeichnet.

Im Wesentlichen besteht der Apparat aus zwei Theilen, einem festen und einem beweglichen. Der feste Theil ist der Kasten A, welcher mit seinem Untersatz B auf Säulen oder sonst wie fest gelagert ist. Der eigentlich wirkende Apparat ist ein zweiter beweglicher und zweitheiliger Kasten C, welcher in dem ersten enthalten ist. Der Kasten C ist mit einem in den feststehenden Kasten A beziehungsweise den Untersatz B desselben hineinpassenden Rohr F verbunden,

welches durch irgend eine Antriebsvorrichtung in entsprechende Rotation versetzt wird und die gleiche Bewegung dem eigentlich wirkenden Apparat mittheilt.

Fig. 73.

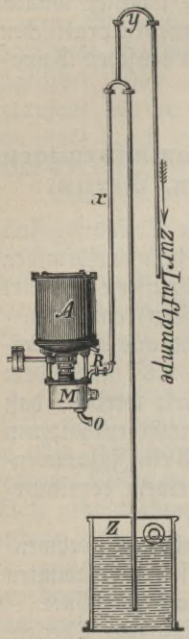
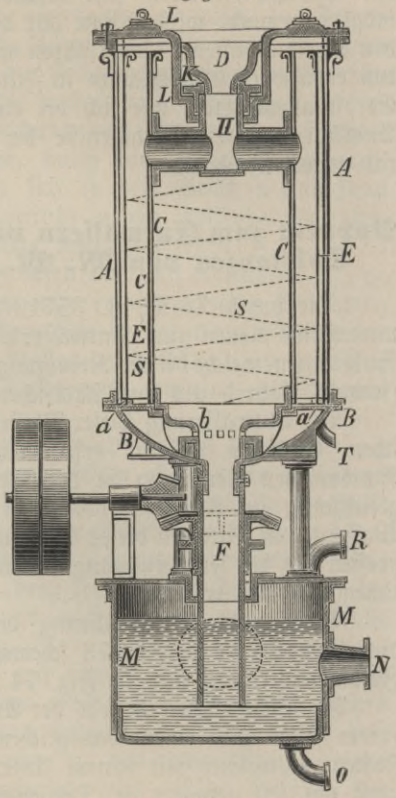


Fig. 74.



Der doppelwandige Kasten C wird in seinem unteren Theil aus doppelten Siebflächen gebildet, die eventuell noch mit entsprechender Filtrirvorrichtung (Gaze oder dergl.)

je nach der Natur des zu verarbeitenden Materials belegt werden können.

Der zu verarbeitende Schlamm wird bei D in den Apparat eingeführt, von wo er durch das mit dem rotirenden Kasten C fest verbundene T-Stück H in den um den Kasten C gebildeten Raum gelangt. Die obere Führung erhält das Einströmungsrohr und dadurch zugleich der rotirende Kasten C durch eine Stopfbüchse K, welche in dem nach innen hineinreichenden Deckel L des äußersten Mantels A des Apparates angebracht ist. Zwischen dem feststehenden äußeren Mantel A und dem beweglichen Kasten C befindet sich ein zweiter in seinem unteren Theil mehrfach siebförmig gestalteter, unbeweglicher Mantel E. Außerdem sind zwischen diesem Mantel E und dem Mantel C schneckenförmig gestaltete Flächen S zur Weiterbewegung des Schlammes vorgesehen.

Der rotirende Kasten C besteht aus den zwei Siebflächen und ist derartig eingerichtet, daß der äußere Siebmantel mit dem Antriebsrohr F fest verbunden ist, während der innere, nur an seinem oberen Theil mit dem zweiten Mantel in irgend einer Weise zusammenhängende Mantel behufs Reinigung an den aus der Zeichnung ersichtlichen Hacken sich leicht herausziehen läßt. Die gleiche Einrichtung ist bei dem sich nicht bewegenden Mantel E vorgesehen, welcher gleichfalls in dem unteren Fußstück B nur lose aufsitzt und zum Zweck der Reinigung leicht auswechselbar ist.

Das Antriebsrohr F mündet in ein Gefäß M, in welchem sich ein Abflußstutzen N für das Wasser befindet. Je nach Bedarf kann derselbe beständig oder zeitweilig geöffnet werden. An dem unteren Boden ist für die Entleerung des ganzen Kastens ein zweiter Stutzen O angebracht. Ein dritter Stutzen R an dem Deckel des Kastens stellt die Verbindung mit der Luftpumpe her.

Der von der Schnecke S nach unten beförderte Schlamm tritt durch das tangential angeordnete Ablaßrohr T in dem erstrebten, entwässerten Zustande aus dem Apparat aus. Hierbei muß die Geschwindigkeit des Apparates entsprechend

dem zu verarbeitenden Schlamm gewählt werden. Das Ablaßrohr T kann eventuell, wenn eine noch größere Trocknung erforderlich ist, dadurch erwärmt werden, daß man dasselbe mit einem Mantel versieht und in diesen Dampf einführt.

Die Arbeitsweise des beschriebenen Apparates ist folgende:

Der bei D in den Apparat eingeführte Schlamm vertheilt sich durch das T-Stück H in dem Raum zwischen dem rotirenden Kasten C und dem feststehenden Kasten E, welche an ihren unteren Theilen beide mit Siebflächen versehen sind. Der Raum innerhalb des Kastens C steht durch das Führungsröhr F und den Stutzen R mit einer Luftpumpe in Verbindung. In gleicher Weise ist durch die Löcher a und b der Raum zwischen dem feststehenden Kasten E und dem äußeren Mantel A mit dem Führungsrohr und dadurch mit der Luftpumpe in Verbindung gesetzt. Sobald die Luftpumpe in Bewegung gesetzt wird, wird aus dem Schlamm, welcher sich zwischen dem Kasten C und dem Kasten E befindet, das Wasser abgesaugt, und gleichzeitig das Wasser durch die in den beiden Kästen C und E vorhandenen Siebflächen filtrirt. Der Schlamm wird allmählich entwässert, durch die Schnecke S fortbewegt und endlich im entwässerten Zustande durch das Ablaßrohr T aus dem Apparat abgeführt. Das Wasser gelangt durch das Führungsrohr F in den unteren Behälter M und wird durch die Wirkung der Luftpumpe mit der abgesaugten Luft durch den Stutzen R in das heberartige Leitungsrohr x mitgerissen. Von hier strömt das Wasser in ein Ablaufbassin Z ab. Der höchste Punkt dieses Heberrohres steht durch die Leitung y mit einer Luftpumpe in Verbindung. Die Höhe desselben ist derart zu bemessen, daß das Wasser durch die Luftpumpe nicht angesogen werden kann.

Für körnigen Schlamm ist ein geringeres Vacuum und eine geringere Höhe des Heberrohres erforderlich. Bei schleimiger Beschaffenheit des Schlammes muß kräftiger evacuirt werden, und dementsprechend auch ein hohes Heberrohr

Verwendung finden, um eine rationelle Entwässerung zu erreichen.

Das Gleiche ist hinsichtlich der Geschwindigkeit der Fall, mit welcher der innere Mantel C mit der Schnecke S bewegt wird. Je körniger das zu entwässernde Material, desto größer die Geschwindigkeit, je schleimiger dagegen der Schlamm, desto geringer die Geschwindigkeit.

Auch von diesem Verfahren ist bisher nicht bekanntgeworden, daß es im Großen in der Praxis Anwendung gefunden hätte.

Der sternförmige Schlammführungsapparat von Fölsche.

Um die lästigen Eigenschaften von großen Absatzteichen, welche zur Ablagerung der Sinkstoffe verwendet werden, zu umgehen, construirte Fölsche*) eine Wasserabsatzanlage, welche in einer Reihe von Zuckerfabriken mit Erfolg eingeführt wurde. Bei dieser Anlage sind die Absatzbehälter mit schrägem, dem Gleitwinkel des Schlammes entsprechenden Boden ausgeführt. Die Wand an der tiefsten Seite der Behälter liegt frei und ist am tiefsten Punkt mit mehreren durch einfache Schieber geschlossenen Oeffnungen versehen. Durch Oeffnen dieser Schieber wird der in den Behältern abgesetzte Schlamm selbstthätig aus diesen entfernt.

Da der entleerte Schlamm wegen der Bodengestaltung gewöhnlich nach einem durch Erddämme hergestellten Behälter zu heben ist, so sind die Absatzbehälter mit ihrer tiefsten Seite kreisförmig um eine brunnenartige Vertiefung angeordnet, in welche der Schlamm ausgeschlossen wird. Aus dieser wird er dann mittelst Baggers gehoben und in einer geneigt angelegten Rinne nach dem genannten Behälter oder nach Gefäßen, welche zum Transport auf der Achse oder zu Wasser dienen, geführt. Eine gegen die umgebende Bodenfläche erhöhte Lage des Schlammbehälters

*) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1885, Bd. 29, S. 36.

bringt den Vortheil mit sich, daß man das durch den Schlammbagger mitgehobene Wasser wieder zu der Absatzanlage zurücklaufen lassen kann. In Folge dessen wird der Schlamm sehr gut entwässert, erhält eine große Festigkeit und läßt sich deshalb in der trockenen Jahreszeit leicht abfahren, um auf den Aeckern als Dünger nutzbar gemacht zu werden. Werthvoll bei dieser Anlage ist, daß der Raumanspruch im Verhältniß zur Leistung außerordentlich gering ist, und daß der Betrieb ein ununterbrochener sein kann, jahraus, jahrein. Der Betrieb des Schlammbaggers kann gewöhnlich Nachts ausgesetzt und auf den Tag beschränkt werden, so daß auch die Wartung der Anlage keine übermäßigen Unkosten verursacht.

Betriebsstörungen sollen so gut wie ausgeschlossen sein, da höchstens an der Baggerkette und den Bechern Reparaturen vorkommen können. Die Kraft, welche der Bagger in Anspruch nimmt, ist eine sehr geringe.

Ausnutzung des Luftsauerstoffes zur Reinigung von Abwässern.

Die bekannte Thatsache, daß die Fähigkeit eines Wasserlaufes, mehr oder minder große Mengen von Schmutzwasser ohne dauernd verunreinigt zu werden, aufnehmen zu können, von dem Gehalt an gelöstem Sauerstoff abhängig ist, hat dazu geführt, Verfahren ausfindig zu machen, bei denen die Abwässer durch Zuführung von Luft gereinigt werden sollen.

Der Storersche Aërator.

Einer von den für diesen Zweck construirten Apparaten ist der Storersche Aërator, welcher in Fig. 75 und 76 dargestellt ist.

Der Storersche Apparat*) besteht im Wesentlichen aus einem Eisencylinder von ungefähr $6^1/_2$ Fuß Durchmesser und ungefähr 5 Fuß Tiefe, ferner aus einem Cylinder von 2 Fuß Durchmesser, der in der Mitte dieses Kessels befestigt ist. Oben und unten ist derselbe offen, und im Innern bewegt sich mit großer Geschwindigkeit eine Spindel, welche mit Schraubenflügeln versehen werden kann, ähnlich denjenigen, welche bei Schiffsschrauben Verwendung finden.

Ein so construirter Apparat war Anfang der Achtzigerjahre in einer in Glasgow errichteten Versuchsstation im Betriebe. In denselben wurden 406—460 Gallonen**) Abwasser gefüllt und die Schraubenspindel in rasche Bewegung versetzt, so zwar daß die ganze Wassermasse bis auf den Boden des Gefäßes in eine wirbelnde Rotation versetzt wurde, und alle Theile der Flüssigkeit mit der in dieselbe hineingesaugten Luft in Berührung kamen. Die für die Bewegung der Schraubenspindel erforderliche Kraft richtet sich naturgemäß nach der Anzahl der Schraubenflügel, mit denen die Spindel versehen ist. Für die Behandlung von einer Million Gallonen Abwasser (= 4543600 Liter) erfordert der Aërator, je nachdem die Einrichtung der Schrauben ist, einen Kraftaufwand von 188—312 Pferdekräften.

Es liegt auf der Hand, daß der Zweck, alle Theile des Abwassers in eine möglichst innige Berührung mit der atmosphärischen Luft zu bringen, in dem Storerschen Aërator sehr gut erreicht wird. Welchen Effect man durch eine derartige Behandlung des Abwassers erreicht, zeigen die Ergebnisse von Versuchen, welche Wallace seiner Zeit mit dem Aërator angestellt hat, und welche in der Tabelle auf S. 383 wiedergegeben sind.

F und G enthielt Abwässer einer Pot-Ale Brauerei, N war frei von solchen Abwässern. Der verdünnte Harn wurde hergestellt durch Vermischen von einem Theil Harn

*) Englisches Patent Nr. 2323 vom 9. Juni 1880; Heinzerling, Die Abwässer, S. 23.

**) 1 Gallone = 4·5436 Liter.

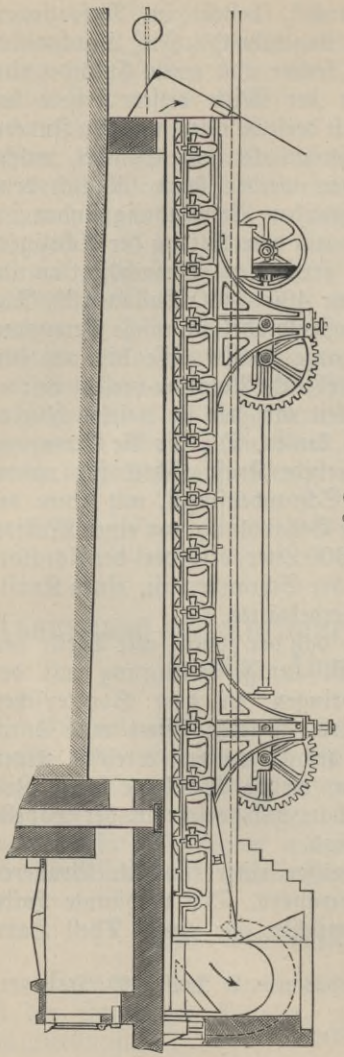


Fig. 76.

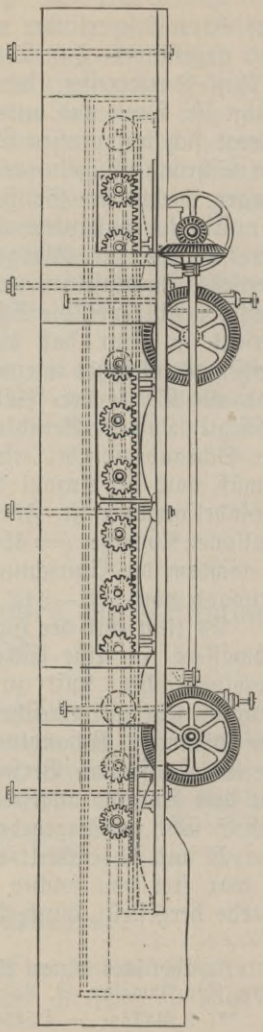


Fig. 75.

Buchstabe	Ungereinigte Spülwässer												Verdünnter Urin				
	F_1	F_2	F_3	F_4	G_1	G_2	G_3	G_4	N_1	N_2	N_3	N_4	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
Dauer der Behandlung mit Luft	—	15	30	60	—	15	30	60	—	15	30	60	—	30	60	90	120
	Minuten												Minuten				
Fester Rückstand . . .	233·24	—	—	—	64·26	—	—	—	26·88	—	—	—	113·82	—	—	—	—
Verlust beim Glühen . .	116·76	—	—	—	11·06	—	—	—	8·40	—	—	—	21·42	—	—	—	—
Chlor	6·64	—	—	—	6·29	—	—	—	5·74	—	—	—	42·88	—	—	—	—
Chlorgehalt in Kochsalz umgerechnet	10·96	—	—	—	10·38	—	—	—	9·47	—	—	—	70·75	—	—	—	—
Sauerstofferforderlich, um die organische Substanz zu oxydiren . .	7·66	7·82	7·26	7·35	3·02	3·15	3·19	3·19	1·06	0·99	1·10	1·12	2·95	3·45	3·48	3·37	3·48
Ammoniak frei	2·59	2 52	1·54	1·40	3·99	3·99	3·99	3·92	4·20	4·41	4·41	4·76	59·50	60·20	58·80	58·10	54·60
Ammoniak gebunden .	2·34	2·31	2·45	2·41	1·26	1·19	1·19	1·19	0·91	0·66	0·66	0·66	1·08	0·73	0·73	0·73	0·73
Ammoniak, Gesammtgehalt . . .	4·93	4·83	3·99	3·81	5·25	5·18	5·18	5·11	5·11	5·07	5 07	5·42	60·58	60·93	59·53	58·83	55·33
Suspendirte Materien .	86·63	—	—	—	51·87	—	—	—	15·46	—	—	—	—	—	—	—	—

aus öffentlichen Pissoirs mit 4 Theilen Wasser, enthielt deshalb 20 Procent Harn.

Bei der Behandlung von ungereinigten Abwässern in dem Aërator fand Wallace, daß dieselben nur noch ganz schwach ammoniakalisch rochen. Wurde die Behandlung mit Luft fortgesetzt, so änderten sich der Geruch und das Aussehen nur sehr wenig. Ließ man die mit Luft genügend lange behandelten Abwässer längere Zeit stehen, so stellte sich ein mehr oder minder starker Geruch wieder ein. Die 30 Minuten lang behandelten Abwässer zeigten etwas weniger Geruch als die nur 10 Minuten lang behandelten. Nach 10 Tagen aber war weder im Geruch noch im Aussehen ein Unterschied zwischen den ungereinigten und den mit Luft gereinigten Abwässern zu bemerken.

Man kann also angesichts dieser Resultate von einer reinigenden Wirkung durch Oxydation kaum sprechen, vielmehr scheint lediglich durch das Peitschen der Abwässer eine Entbindung der gelösten Gase, Ammoniak u. s. w. bewirkt zu werden. Läßt man alsdann das Abwasser die nöthige Zeit lang stehen, so tritt eine weitere Zersetzung des organischen Stickstoffes ein; es entwickelt sich von Neuem Ammoniak, welches dem Wasser genau denselben Geruch giebt, wie vor der Behandlung. Der Reinigungseffect ist also gleich Null beziehungsweise ein ganz verschwindend kleiner.

Aus diesen Gründen ist das Storersche Verfahren für die Reinigung von ungeklärten Abwässern durchaus ungeeignet. Würde wirklich durch dasselbe eine anscheinend vollständige Desodorisirung der Abwässer erreicht, so würde nach Einführung derselben in einen Flußlauf durch die suspendirten Stoffe organischer Natur eine Verschlammung des Flußbettes, und durch diese die Entwickelung übelriechender Gase veranlaßt werden.

Anders stellten sich die Versuche, welche in einem Storerschen Apparate mit vorher abgeklärten Abwässern angestellt wurden. Es trat bereits nach kurzer Zeit eine vollständige Desodorisirung ein, und selbst nach fünfwöchentlichem Stehen zeigte sich in den mit dem Apparate behandelten

Abwässern keinerlei Geruch, noch bildete sich eine Absonderung von organischen Substanzen.

Wie wenig man bei dem Storerschen Aërator von einer oxydirenden Wirkung der atmosphärischen Luft sprechen kann, und wie sehr wir Recht hatten, wenn wir im Vorstehenden die desodorisirende Wirkung des Apparates darauf zurückführten, daß die in dem Abwasser gebundenen Gase durch Peitschen entbunden werden, beweisen die Zahlen in der Tabelle auf S. 383. Bei zweistündiger Behandlung des verdünnten Urins, welcher pro Gallone 59·5 Grains*) freies Ammoniak enthielt, wurde der Ammoniakgehalt auf 54·6 Grains pro Gallone reducirt. Bei Weitem der größte Theil der die Differenz zwischen diesen beiden Zahlen bildenden Ammoniakmenge ist ohne Zweifel mit der Luft weggerissen worden. Wenn überhaupt, so ist jedenfalls nur eine ganz geringe Menge oxydirt worden. Leider sind in der Tabelle die Zahlen für salpetrige Säure und Salpetersäure nicht aufgeführt, man würde sonst sicherlich nur Unterschiede von kleinsten Bruchtheilen gefunden haben.

Die Ueberführung des Ammoniak in Nitrite und Nitrate erfordert nicht allein die Gegenwart des Sauerstoffs, sondern sie ist zurückzuführen auf die Lebensthätigkeit von Mikroorganismen, deren Vitalprocesse die Oxydation des Ammoniaks mit sich bringen.

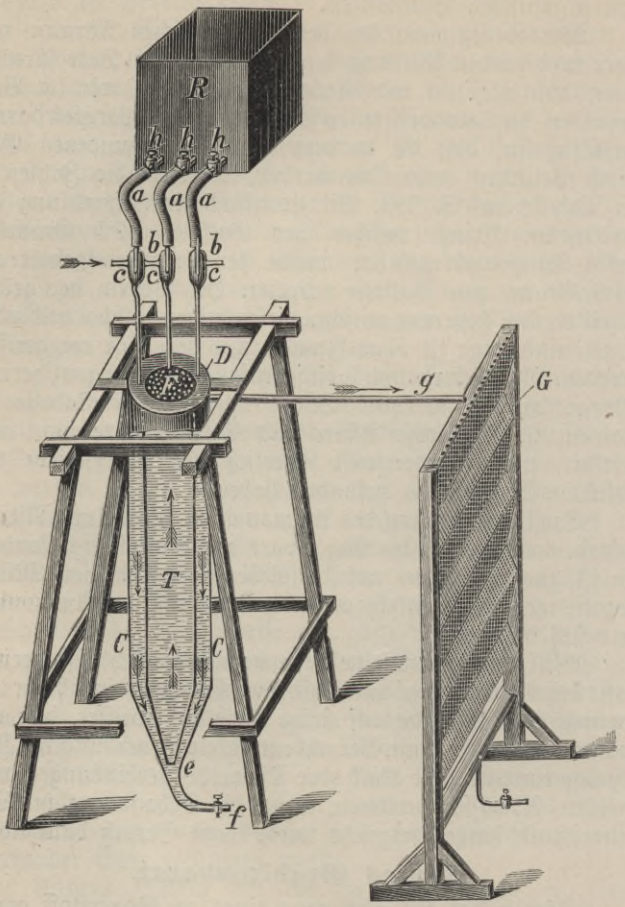
Wallace schließt seine Versuche mit der Schlußfolgerung, daß die Behandlung mit Luft die Abwässer in ihrem ursprünglichen Zustande auf einige Tage desodorisirt, daß aber später wieder eine mit Geruchsentwickelung verbundene Zersetzung eintritt. Mit Kalk oder Thonerde-Verbindungen vorgeklärte Abwässer verlieren, wenn die Behandlung mit Luft hinreichend lange fortgesetzt wird, ihren Geruch dauernd.

Königs Gradirapparat.

König hat zur Sättigung eines an Sauerstoff armen Wassers mit Luftsauerstoff den in Fig. 77 abgebildeten Modellapparat construirt.

*) 1 Grain = 0·064 Gr.

Fig. 77.



Das mit chemischen Fällungsmitteln unter gleichzeitiger Anwendung von Kalk im Ueberschuß versetzte Wasser verfolgt den durch die Pfeile angedeuteten Weg, um endlich

über das gewellte Drahtnetz in feiner Schicht herabzurieseln.

Mit diesem Apparat kann nicht nur eine Sättigung des Abwassers mit Sauerstoff, sondern auch bei geeigneter Anordnung eine solche mit Schornsteingasen erzielt werden.

Die biologischen Reinigungsverfahren.

Die sogenannten biologischen Verfahren zur Behandlung von Abwässern beruhen auf der reinigenden Wirkung, welche durch die Lebensthätigkeit gewisser in den Abwässern enthaltenen Mikroorganismen hervorgerufen wird.

Alexander Müller war der erste, welcher auf die Möglichkeit der Ausnutzung dieser bakteriellen Thätigkeit aufmerksam machte und ihre Anwendung in der Praxis empfahl. Im Jahre 1879 wurde Müller bereits ein Verfahren patentirt, welchem dieses Princip zu Grunde lag. An organischen Stoffen reiche Abwässer sollten durch geeignete Erreger zur Fäulniß gebracht und darnach durch Sand, Torf, Kohle ꝛc filtrirt werden. Leider hatte ein Versuch, nach diesem Verfahren Zuckerfabriksabwässer, auf welche Alexander Müller es offenbar in erster Linie abgesehen hatte, zu reinigen, nicht den gewünschten Erfolg. Immerhin hat dieser Forscher vor allen anderen zuerst die Wege vorgezeichnet, auf denen später brauchbare Resultate erzielt wurden. Das Dibdin-Schwedersche Verfahren, welches wir weiter unten eingehend beschreiben werden, lehnt sich im Wesentlichen an Alexander Müllers »celluläre« Reinigung an.

Nicht minder bedeutungsvoll sind die Vorarbeiten, welche Frankland bereits vor etwa dreißig Jahren in England durch seine »intermittirende Filtration« für das biologische Reinigungsverfahren ausgeführt hat. Für die weiter unten zu erwähnenden Versuche des Prof. Dunbar in Hamburg sind Franklands Arbeiten entschieden vorbildlich gewesen.

Man unterscheidet neuerdings die verschiedenen in Vorschlag gebrachten biologischen Reinigungsverfahren darnach,

ob der Behandlung der Abwässer in den Filtern (Oxydationsräumen) eine Vorbehandlung durch Fäulniß oder in anderer Weise vorangeht oder nicht. Als Typus der ersten Art wollen wir nachstehend das Dibdin-Schwedersche Verfahren und als Typus der zweiten Gattung die Dunbarsche Methode eingehender erörtern.

Die Dibdin-Schwedersche Versuchsanlage für städtische Spüljauche in Groß-Lichterfelde.

Die Anlage ist unter Benutzung der von Dibdin in Exeter und Sutton in England auf ähnlichen Versuchsanlagen gesammelten Erfahrungen von V. Schweder eingerichtet. Sie ist infolgedessen in ihrer Ausführung vollkommener als jene. Fig. 78 zeigt die Anlage im Grundriß und Fig. 79 im Aufriß.

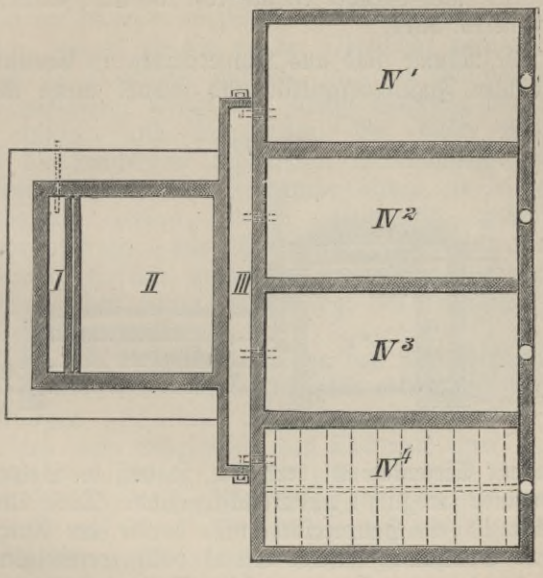
Die mit I und II bezeichneten Räume sind luft- und lichtdicht überdeckt. Der Raum I führt den Namen »Schlammfang« und dient dazu, den größten Theil der von der Spüljauche mitgeführten Schwimm- und Sinkstoffe auszusondern. Der Raum II ist der sogenannte »Faulraum«. Diese Bezeichnung wurde gewählt in Anlehnung an die sogenannte faulige Gährung, wie wir die mit der Zeit eintretende Veränderung der Spüljauche in Folge der dabei auftretenden widerlichen Gerüche für gewöhnlich bezeichnen.

Der Raum III nimmt die aus dem Faulraum kommende Spüljauche auf, und zwar fließt dieselbe durch Knieröhren über, deren wagerechter Schenkel im Höchstniveau der Jauche liegt, deren senkrechter Schenkel dagegen 1 Meter tief in die Spüljauche eintaucht. Durch die Einschaltung dieser Knieröhren wird bewirkt, daß das Niveau der Jauche in dem Raum I und II stets gleichbleibt. Andererseits verhindern die Knieröhren das Uebertreten von nicht geklärter Spüljauche nach dem Raum III. Naturgemäß setzen sich die Sinkstoffe an dem Boden ab, während die Schwimmstoffe an die Oberfläche steigen, so daß in der Mitte, wo der

senkrechte Schenkel der Knieröhren mündet, die klarste Spüljauche vorhanden ist.

Der Raum III ist einem Gradirwerk ähnlich hergestellt. Durch wagerecht eingelegte Roste ist er in mehrere Etagen zerlegt, und auf die Roste ist Schotter und grober Sand geschüttet. Eine eigenartige Ventilationsvorrichtung

Fig. 78.



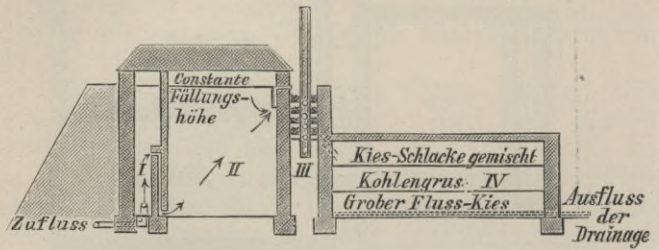
gestattet der Luft reichlich Zutritt zu der von oben nach unten in vielen Einzelsträhnen das Füllmaterial dieses Durchlüftungsraumes durchfließenden Spüljauche, so daß der Sauerstoff seine oxydirende Wirkung auf dieselbe ausüben kann.

Die mit IV bezeichneten vier Abtheile machen zusammen den sogenannten Oxydationsraum aus. Alle vier Abtheile sind am Boden mit gewöhnlicher, aber enger

Ackerdrainirung versehen, deren Sammelstrang die Wandungen des Oxydationsraumes durchsetzt. Jeder Sammelstrang kann durch ein eingeschaltetes Ventil zeitweilig außer Thätigkeit gesetzt werden, und mit ihm naturgemäß die sich daran anschließende Drainage. Auf den Dainröhren lagert zunächst eine Schicht von grobem Kies in Höhe von 30 Cm., dann folgt eine 60 Cm. starke Schicht von Kokesgrus, und darüber endlich eine 30 Cm. starke Schicht von feinerem Kies.

Alle Räume sind aus Mauersteinen in Cementmörtel mit dichten Fugen hergestellt und sowohl innen als auch

Fig. 79.



außen mit Cementmörtel verkleidet, so daß die Sohlen und Steinwände möglichst undurchlässig sind. Diese Undurchlässigkeit ist ein Haupterforderniß, da die der Anlage zugeführte Spüljauche dieselbe erst in völlig gereinigtem Zustande durch die das Mauerwerk des Oxydationsraumes (IV) durchsetzenden Röhren verlassen soll. Etwaige Undichtigkeiten in den Wandungen der einzelnen Räume würden ein Versickern der Jauche zulassen und damit uncontrolirbare Mißstände in der Umgebung der Anlage herbeiführen.

Die Groß-Lichterfelder Anlage erhält die zu reinigende Spüljauche aus dem Druckrohr Berlin-Sputendorf. Ihre Größe ist auf einen täglichen Zufluß von 100 Cbm. Spüljauche bemessen, welche Menge bei Ausschluß des Meteor-

wassers annähernd der Production einer Bevölkerung von 200 Personen pro Tag entspricht.

In den Räumen I und II, welche 100 Cbm. Spüljauche aufnehmen, soll dieselbe 24 Stunden verweilen, ehe sie zum Abfließen gelangt.

Bei dieser langsamen Bewegung der Spüljauche findet eine mechanische Klärung derselben in dem Sinne statt, daß die Schwimmstoffe an die Oberfläche treten, während die schweren Sinkstoffe zu Boden streben. Beide Schichten, sowohl die sich an der Oberfläche ansammelnde, als auch die zu Boden sinkende, sind die Brutstätten der Mikroorganismen, welche die faulige Gährung der Spüljauche einleiten und unterhalten. Bei dieser Gährung werden die complexen organischen Verbindungen, welche die Verunreinigung der Spüljauche bilden, in einfachere Verbindungen zerlegt, indem gleichzeitig gasförmige Spaltungsproducte, wie Ammoniak, Schwefelwasserstoff und weniger einfache organische Verbindungen entweichen. Die Gesammtheit dieser Gase bringt den fauligen Geruch des Vorganges hervor.

Ueber die verschiedenen Arten von Mikroorganismen, welche im Faulraum ihre Thätigkeit entwickeln, ist noch keine Klarheit geschaffen. Man kennt ihre Wirkung und sucht ihnen nach Möglichkeit das Optimum ihrer Lebensbedingungen zu bieten, welches man empirisch festgestellt hat. Dazu gehört vor allen Dingen ein dichter Abschluß gegen Luft und Licht; nicht minder aber möglichster Schutz gegen die Wärmeschwankungen der Außenluft. Im Interesse des Letzteren ist der Faulraum mit kräftigen Erdwällen umgeben. Die Decke wird gebildet durch ein engmaschiges Drahtnetz, welches mit Torfmull beschüttet ist. Letztere Vorrichtung hat neben dem Abschluß der Außentemperatur noch den Vortheil, daß üble Gerüche zurückgehalten beziehungsweise beseitigt werden.

Aus dem Faulraum gelangt die gefaulte Jauche in den bereits im Vorstehenden beschriebenen, nach Art eines Gradirwerkes hergerichteten Raum III; derselbe hat neben

der Durchlüftung der im Faulraum vorbereiteten Spüljauche den Zweck, dieselbe dem einen oder anderen Abtheile des Oxydationsraumes zuzuführen. Während nämlich in den Räumen I, II und III der Betrieb ein continuirlicher ist, wird derselbe in dem Oxydationsraum IV ein intermittirender.

Man läßt, nachdem die Drainage des in Benutzung zu nehmenden Abtheils des Oxydationsraumes abgesperrt ist, die Jauche auf den die oberste Schicht bildenden feinen Kies fließen. Allmählich versickert dieselbe, so zwar daß sich in ungefähr $1^1/_2$ Stunden das ganze Abtheil mit Jauche gefüllt hat. Bei diesem Versickerungsproceß verdrängt die Flüssigkeit allmählich die in den Hohlräumen des Kieses und des Kokesgruses aufgespeicherte Luft, so daß dieselbe in zahllosen Blasen und Bläschen an die Oberfläche steigt. Der Sauerstoff der Luft, welcher in diesen Blasen enthalten ist, theilt sich der Spüljauche mit, seine oxydirende Wirkung auf dieselbe ausübend. Die Nitrifikation des Ammoniaks bewirken Bakterien, denen reichliche Sauerstoffzufuhr Vorbedingung für ihre Lebens- und Arbeitsenergie ist. Mit dem Aufhören des Blasenaufsteigens ist auch die Oxydation der Spüljauche vollendet, so daß nunmehr das Abflußventil des betreffenden Abtheils geöffnet werden kann, um die gereinigte, von Ammoniak und Schwefelwasserstoff befreite Spüljauche aus der Anlage zu entlassen.

Zur völligen Entleerung eines solchen Abtheils bedarf es etwa einer halben Stunde, so daß bei der Anordnung von vier Abtheilen des Oxydationsraumes jeder kaum 4 Stunden hinter einander in Anspruch genommen und erst nach zweistündiger Ruhe wieder benutzt wird. Bei Annahme der täglichen Betriebszeit auf 12 Stunden wird jedes Abtheil in ihr 2×4 Stunden arbeiten, während es bei Tag 4 Stunden ruht. Dazu kommt außerdem noch die für gewöhnlich betriebsfreie Nachtzeit mit 12 Stunden, so daß für jedes Abtheil sich in 24 Stunden eine Arbeitszeit von 8 Stunden und eine Ruhepause von 16 Stunden ergiebt. Die Erfahrung hat gelehrt, daß diese Zeit ausreicht, um

die Hohlräume und Poren von Kies und Kokesgrus wieder von Neuem mit Luft anzufüllen und damit die Arbeitsfähigkeit der Filter wieder herzustellen.

Die meisten Arten von Mikroorganismen vertragen die Einwirkung des Lichtes, besonders des directen Sonnenlichtes nicht. Sie werden unter dem Einfluß desselben in ihrer Entwickelung und Arbeitsenergie geschädigt, ja sie können sogar dadurch zum Absterben gebracht werden. Aus diesem Grunde ist der Oxydationsraum mit Schilfmatten überdeckt, die auf einfachen Holzgestellen ruhen. Wenn auch ein absoluter Ausschluß des Lichtes damit nicht erreicht wird, so ist doch das Zutreten desselben beschränkt, während andererseits die für die Entwickelung der die Oxydation bewirkenden Mikroorganismen unbedingt nothwendige Luftzutritt in keiner Weise beschränkt wird. Des Ferneren haben die Matten die Aufgabe, ein Einfrieren der Spüljauche in dem Oxydationsraume zu verhüten.

Die Dunbarschen Versuche.

Professor Dr. Dunbar*) machte gelegentlich der 23. Versammlung des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege zu Köln im Jahre 1898 Mittheilung von Versuchen, welche in Hamburg zur Prüfung des Reinigungsverfahrens der städtischen Abwässer durch Oxydation angestellt worden sind.

Dunbar erklärt von vornherein die Bezeichnung »biologisches Verfahren« für nicht ganz richtig, und schlägt statt dessen die Bezeichnung »Oxydationsverfahren« vor. Die Filter, in denen das Abwasser mehr oder minder lange Zeit sich aufhält, bezeichnet Dunbar gemeinhin als »Oxydationskörper«.

Zur Füllung des Oxydationskörpers wurden in der Hamburger Klärversuchsanstalt Rückstände aus der Müll-

*) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, 1899, S. 146.

verbrennungsanstalt benutzt, und zwar ohne einen triftigen Grund; lediglich aus äußeren Rücksichten.

Die Klärversuchsanlage in Hamburg erhält hauptsächlich die Abwässer des großen Eppendorfer Krankenhauses, die, wie mehrjährige Versuche gezeigt haben, der Reinigung häufig größere Schwierigkeiten bieten, als eine normale städtische Spüljauche.

Die Hamburger Versuche, welche sich zur Zeit der Berichterstattung Dunbars über ein Jahr ausgedehnt hatten, gaben Gelegenheit, specielle Fragen der verschiedensten Art zu studiren. So wurde festgestellt, ob die Zersetzung der organischen Stoffe besser vor sich geht, wenn die Abwässer in frischem Zustande zur Behandlung kommen, oder ob es sich empfiehlt, die Abwässer vorher in stinkende Fäulniß überzuführen. Des Weiteren wurden Versuche mit Ausschluß der atmosphärischen Luft angestellt. Außerdem wurde versucht, ob eventuell mit einer Sauerstoffübertragung durch Eisenhydroxyd als einem Hauptfactor bei den Oxydationsvorgängen zu rechnen sei. Schließlich wurden Versuche darüber angestellt, ob thatsächlich der Bakterienwirkung eine so große Bedeutung beizumessen ist, wie man allgemein annimmt. Alle diese Einzelheiten zeigen, wie wichtig und nothwendig es ist, das in Frage stehende Verfahren eingehend nach allen Seiten hin zu prüfen, um mit den Faktoren rechnen zu können, welche eine möglichst günstige Ausnutzung desselben gewährleisten.

Die einmalige Füllung des Oxydationskörpers entsprach der Menge und Wirkung nach annähernd der Behandlung der Abwässer von etwa 10000 Personen pro Hektar. Für gewöhnlich wurde der Oxydationskörper täglich einmal gefüllt. Darnach steigerte man die Inanspruchnahme desselben; man füllte den Apparat täglich zweimal und schließlich täglich dreimal. Die dadurch erzielte Abnahme der gelösten organischen Substanzen belief sich bei diesen Versuchen auf 80—90 Procent, die Abnahme des Gesammtstickstoffs stieg bis auf 96 Procent. Sämmtliche Abwässer waren nach der Behandlung geruchlos, blieben es auch

bei längerem Aufbewahren und gingen nicht in stinkende Fäulniß über.

Ein Versuch, die Leistung des Oxydationskörpers noch mehr zu steigern, wurde in der Weise ausgeführt, daß der Apparat täglich sechsmal gefüllt wurde, d. h. es wurden pro Hektar die Abwässer von 60000 Personen behandelt. Trotzdem der Reinigungseffect hierbei nicht wesentlich zurückging, schien sich doch eine Ueberanstrengung des Oxydationskörpers bemerkbar zu machen.

Das Porenvolumen der verwendeten Müllschlacke betrug anfangs etwa 50 Procent, nach dem ersten Benetzen nur noch 40 Procent. Von dieser Schlacke waren 90 Cbm. verwendet, woraus sich ein Fassungsvermögen von 36 Cbm. ergiebt. Von diesen gingen durch Sackungen der Schlacke 3 Cbm. verloren.

Nach Beendigung der gesammten Versuchsreihe faßte der Oxydationskörper nur noch 11 Cbm. Abwasser, und als zur Erklärung dieser Erscheinung die gebrauchte Schlacke einer genauen Untersuchung unterzogen wurde, ergab sich, daß dieselbe pro Cubikmeter etwa 300 Liter Schlamm lieferte. Auf diese Weise erklärte sich der Rückgang der Aufnahmefähigkeit des Oxydationskörpers um etwa zwei Drittel seiner ursprünglichen Größe.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß es sich, abgesehen von zahlreichen bräunlichen Flocken (offenbar Eisenoxydhydrat), fast ausschließlich um Lebewesen handelte, unter denen in erster Linie Bakterien, crenothrixartige Fäden, Schimmelmycel, Infusorien, Anguillulae in sehr bedeutender Zahl, verschiedenartige Larven u. s. w. vorhanden waren.

Bei der chemischen Untersuchung wurde ein Wassergehalt von 90 Procent constatirt, und dementsprechend ein Trockenrückstand von nur 10 Procent. Letzterer bestand zu 50 Procent aus Sand, zu 20 Procent aus Eisen und zu 10 Procent aus anderen unorganischen Substanzen, unter denen größere Mengen von Phosphorsäure gefunden

wurden, und zu 20 Procent aus organischen verbrennbaren Stoffen.

Zieht man in Betracht, daß trotz der reichlich vorhandenen Lebewesen nur 2 Procent des Gesammtschlammes aus organischer Substanz bestanden, so ist die Annahme berechtigt, daß diese letztere fast ausschließlich auf die erwähnten Mikroorganismen entfällt. Der größere Sandgehalt beweist, daß die häufig aufgestellte Behauptung, man könne dem Oxydationskörper unbesorgt die in keinerlei Weise vorbehandelten Abwässer zuführen, ohne eine Verstopfung durch Sand oder andere Materien befürchten zu müssen, eine irrige ist.

Bei den Hamburger Versuchen erklärt sich annähernd die Hälfte der gefundenen Schlammmenge durch den festgestellten Eisengehalt, welcher auf die in reichlicher Menge in der verwendeten Schlacke vorhandenen Eisenpartikelchen zurückzuführen ist. Mit der Zeit wurden diese in Eisenhydroxyd verwandelt, zum Theil auch durch den großen Gehalt an freier Kohlensäure, den die Abwässer durch den Oxydationsproceß erreichen, in Lösung übergeführt und damit über den ganzen Inhalt des Oxydationskörpers verbreitet.

Man muß demnach, das ergeben diese Versuche zur Evidenz, die zu reinigenden Abwässer möglichst weitgehend von den anorganischen Sinkstoffen beziehungsweise von den ungelösten Bestandtheilen befreien, bevor sie auf den Oxydationskörper gebracht werden. Andererseits beweist die Umwandlung der verwendeten Schlacke, daß dem Füllmaterial des Oxydationskörpers größte Aufmerksamkeit zu schenken ist, und die Verwendung eines möglichst widerstandsfähigen Materials gerathen erscheint. Werden beide Forderungen erfüllt, so ist eine Verstopfung des Oxydationskörpers durch unorganische Substanzen nicht zu befürchten.

Doch auch die organischen Absonderungen werden mit der Zeit ein Verstopfen der Füllmasse beziehungsweise des Oxydationskörpers herbeiführen. Es wird allmählich die quantitative Leistung des Apparates zurückgehen. Wann

dies eintritt, hängt ab von der Construction sowie der Inanspruchnahme des Oxydationskörpers.

In keinem Falle aber kann hierdurch dem Oxydationsverfahren dieselbe Calamität erwachsen, unter der fast alle Reinigungsverfahren zu leiden haben, daß nämlich mit der Zeit übergroße Mengen von Schlamm angehäuft werden. Man braucht nur, wie dies in Hamburg geschah, das Filtermaterial in einen Strom von Sielwasser zu werfen, um den leicht ablösbaren, nur locker anhaftenden Schlamm abzuspülen. Das Material zeigt nach dieser Operation die gleiche Brauchbarkeit in dem Oxydationskörper, und die ursprüngliche Aufnahmefähigkeit wird wieder völlig erreicht.

Die Reinigung der Abwässer durch Elektricität.

Wie auf allen anderen Gebieten, so hat sich auch auf dem Gebiete der Abwässerreinigung das Bestreben bemerkbar gemacht, die Elektricität nutzbar zu machen. Leider sind die Erfolge, welche diese Bestrebungen aufzuweisen haben, nicht befriedigend. Trotzdem erscheint es angezeigt, die verschiedenen Methoden, welche in Vorschlag gebracht wurden, an dieser Stelle zu erwähnen.

Die beiden Verfahren, welche zur elektrischen Reinigung von Abwässern bekannt gegeben sind, beruhen auf sehr verschiedenen Grundsätzen. Das eine derselben bezweckt lediglich eine Sterilisation, während das andere gleichzeitig eine Reinigung des Schmutzwassers herbeiführen will. Die Urheber dieser beiden Verfahren sind Webster und Hermite.

Das Webstersche Verfahren.

Eine Vorbedingung für dieses Verfahren ist, daß das zu behandelnde Abwasser in hinreichender Menge Chloride enthält. Fehlen solche, so muß dem Abwasser eine ent-

sprechende Menge von Kochsalz zugesetzt werden. Als Elektroden werden Eisenplatten verwendet.

Der chemische Vorgang*), welcher sich hierbei abspielt, ist etwa der folgende:

An der negativen Eisenplatte scheidet sich Wasserstoff ab, während an der positiven Eisenplatte Chlorverbindungen gebildet werden, welche einerseits auf die organischen Bestandtheile des Abwassers und andererseits auf das Eisen einwirken. Man nimmt an, daß sich wahrscheinlich Eisenhypochlorid bildet, besonders, wenn kohlenstoffhaltige Gußeisenplatten verwendet werden. Vielleicht wird auch Eisenchlorid gebildet. Jedenfalls tritt eine Oxydation der organischen Stoffe ein. Wird thatsächlich Eisenhypochlorid gebildet, so verwandelt sich dieses in Chlorid, welches durch freies Ammoniak, Natronhydrat u. s. w., die sich am negativen Pol bilden, niedergeschlagen wird. Zur Erzielung dieser Wirkung ist es nothwendig, die zu reinigenden Abwässer in ständiger Bewegung zu erhalten.

Das ausgefällte Eisenoxydulhydrat ist anfangs weiß, nimmt aber durch die Einwirkung des aufgenommenen Sauerstoffs allmählich eine grüne Farbe an, um schließlich in rothbraunes Eisenoxydhydrat überzugehen. Dieser Niederschlag hüllt die in dem Abwasser enthaltenen Schwebestoffe ein und ist außerdem darnach angethan, die gelösten, nicht oxydirten organischen Stoffe mit niederzureißen.

Das abfließende gereinigte Wasser enthält noch Spuren von Eisenoxydulhydraten und Carbonaten in Lösung, welche ihrerseits Sauerstoff aus der Luft aufnehmen und dadurch weiter reinigend wirken. Es können auch die gesammten Eisenverbindungen durch Hinzufügung einer kleinen Menge elektrolytischer unterchlorigsaurer Lösung als flockiges Eisenoxydul niedergeschlagen werden.

Nach den Versuchen, welche H. Roscoe in Croßneß mit Londoner Spüljauche angestellt hat, und über welche

*) Chemiker-Zeitung, Repertorium 1894, S. 80. Chemisches Centralblatt, 1891, Bd. I, S. 337. König, a. a. O. Bd. I, S. 434.

H. A. Roechling berichtet, wurden nach dem Webster'schen Verfahren ohne Filtration durchschnittlich 64·5 Procent des organisch gebundenen Ammoniaks und 70 Procent der organischen Stoffe (gemessen durch den zur Oxydation erforderlichen Sauerstoff) entfernt. Das gereinigte Abwasser zeigte selbst nach wochenlangem Aufbewahren keine Fäulnißerscheinungen und keinen Geruch nach Schwefelwasserstoff.

Auch in Salford*) wurde das Webster'sche Verfahren eingeführt und geprüft. Hier wurde ein durch einen Dynamo erzeugter elektrischer Strom von 50 Ampère und 50 Volt durch Kupferstreifen nach den Enden eines gemauerten Canals geleitet und hier mit den gußeisernen Platten, welche als Elektroden dienten, verbunden. Der Canal war 27·43 Meter lang, 1·45 Meter tief und hatte bei einer lichten Weite von 0·39 Meter ein absolutes Gefälle von 0·91 Meter. In der Querrichtung war der Canal in 28 Zellen getheilt, von denen jede 13 Eisenplatten (1·22 Meter lang, 0·81 Meter breit und 12·7 Mm. dick) enthielt. Diese Eisenplatten waren parallel mit den Seitenwänden des Canals in einem Abstand von 15·87 Mm. aufgehängt. Der Strom durchlief jede einzelne der reihenweise verbundenen Zellen; von drei Platten waren die positiven und negativen abwechselnd verbunden und, um Kurzschluß zu verhüten, durch hölzerne Einlagen getrennt. Das zu reinigende Abwasser durchfloß zunächst diesen »elektrolytischen« Canal und gelangte darnach in mehrere Klärbecken, um endlich direct in den Flußlauf abgelassen zu werden oder noch ein Sandfilter zu passiren.

Die Resultate der in Salford geübten Wasserreinigung sind in folgender Tabelle (S. 400) wiedergegeben.

In bakteriologischer Beziehung hat man in Paris festgestellt, daß durch die Anwendung des Webster'schen Verfahrens eine ganz wesentliche Herabminderung der Bakterienzahl zu erzielen ist. Während in der ungereinigten Spül-

*) A. Wilke, Die Elektricität, 1895, S. 403. König, a. a. O., Bd. I, S. 435.

Art der Spüljauche	Mittelwerthe aus Analysen	Schwebestoffe		Gelöste Stoffe		Ammoniak	Organisch gebundenes Ammoniak	Sauerstoffverbrauch nach 3 Stunden
		Glühverlust	Glührückstand	Glühverlust	Glührückstand			
	Milligramm							
Ungereinigte Spüljauche . .	7	368·3	143·7	308·6	1102·7	14·6	6·6	53·1
Elektrisch gereinigte Spüljauche vor der Filtration	10	77·4	44·0	199·5	935·1	14·8	3·6	23·4
Desgleichen nach der Filtration	8	7·0	3·0	160·0	1044·0	10·4	2·6	14·0
Hiernach sind durch die Reinigung entfernt in Procenten der ungereinigten Spüljauche:								
Elektrisch gereinigte Spüljauche vor der Filtration	—	78·98	69·38	35·35	15·19	1·37	45·45	55·93
Desgleichen nach der Filtration	—	98·09	97·91	48·15	5·30	28·77	60·61	73·64
Mithin Arbeitsleistung des Filters	—	90·96	93·18	19·80	10·58	29·72	27·78	40·17

jauche 5000000 Keime constatirt wurden, fanden sich in dem gereinigten Abwasser nur noch 600 Keime pro Cubikcentimeter.

Von Wichtigkeit sind die Angaben, welche Roechling über die Kosten des Webster'schen Verfahrens nach den in Salford angestellten Versuchen macht.

Es wurden in Salford in 132·32 Stunden 1382776 Liter Spüljauche oder in einer Stunde 10450 Liter Spüljauche elektrolytisch gereinigt. Dazu waren im Mittel erforderlich eine Stromstärke von 33·54 Ampère und eine Spannung von 41·03 Volt. Diese Leistung entspricht 1·87 Pferdekräften. Darnach würde eine Menge von 5000 Cbm. Abwasser pro Tag (entsprechend einer Einwohnerzahl von 50000) ungefähr 37 Pferdekräfte erfordern. Webster hält allerdings einen geringeren Kraftaufwand für ausreichend.

An Eisen wurden in Salford verbraucht 72·4 Kgr., was bei einer Abwassermenge von 4000 Cbm. pro Tag 78·3 Tonnen im Jahre oder 42·9 Kgr. Eisen für 1000 Cbm. Spüljauche entspricht.

Webster schlägt vor, gußeiserne Platten gewöhnlicher Art beim Beginn des Betriebes in solchen Abmessungen zu wählen, daß sie 5—10 Jahre lang ausreichen.

Zu beachten ist noch, daß die Fortschaffung des gebildeten Schlammes sicherlich noch bemerkenswerthe Kosten verursacht.

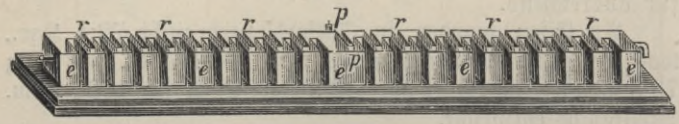
Claudio Fermi, welcher, durch die Webster'schen Versuche veranlaßt, die Einwirkung der Elektricität auf die Schmutzwässer eingehend studirt hat, erklärt die Wirkung der Elektrolyse des Abwassers ihrem Wesen nach als physikalischen und chemischen Vorgang folgendermaßen:

Durch die Fällung des Eisenoxydulhydrates und durch die Gasentwickelung werden die Schwebestoffe theils niedergeschlagen, theils an der Oberfläche der Flüssigkeit angesammelt, und es entstehen durch die Wirkung des elektrischen Stromes selbst mannigfaltige Zersetzungen, bei welchen Ammoniak, Sauerstoff und Chlor gebildet werden.

Durch den Sauerstoff und das Chlor können leicht oxydirbare organische Stoffe oxydirt werden. Die Keime werden durch die Einwirkung des elektrischen Stromes, wie alle anderen Schwebestoffe, blos niedergeschlagen. Jedoch könnte bei Gegenwart von freiem Chlor auch eine Zerstörung derselben zu Stande kommen.

König und Remelé bedienten sich für ihre Versuche über das Wesen des Webster'schen Verfahrens eines Apparates, welcher dem Webster'schen nachgebildet ist (vgl. Fig. 80). Zwei starke Eisenblechstreifen ee von 3 Meter Länge wurden rechtwinklig im Zickzack hin- und hergebogen und in einem Abstand von 15 Cm. so in einander geschachtelt, daß zwischen denselben eine gleichmäßige schmale Rinne rr für

Fig. 80.



das durchfließende Wasser blieb. Die Eisenblechstreifen hatten eine Höhe von 8 Cm., und die Gesammtlänge des Canals betrug in Folge der zickzackartigen Anordnung 120 Cm. Die Seitenwände waren durch Gummiplatten isolirt, indem sie auf einer Gummiplatte in einer Holzrinne ruhten und sowohl auf dieser wie an den Endpunkten mittelst Schrauben durch eiserne Stangen, unter welchen sich ebenfalls Gummistreifen beziehungsweise Gummiplatten befanden, fest angezogen wurden. Die vollständige Dichtung auf der Unterlage wurde durch Eingießen von Gips erreicht. In Folge der völligen Isolirung der Seitenwände mußte der elektrische Strom durch die durchfließende Flüssigkeit gehen. Der elektrische Strom wurde bei pp in die Seitenwände eingeleitet; als Stromquelle diente eine Gülcher'sche Thermosäule von 66 Elementen für eine Leistung von 4 Volt und circa 3 Ampère. Bei a wurde das Wasser zugeleitet, bei b floß es ab.

Dem zu elektrolysirenden Abwasser wurde, wenn nicht genügend Kochsalz vorhanden war, 0·5—1·0 Gr. Kochsalz für 1 Liter zugesetzt, und der Zufluß in den Canal durchweg so bemessen, daß die Elektrolyse für 10 Liter Abwasser in einer Stunde beendet war. In dieser Zeit war meistens eine den beiden Versuchen in Salford und Croßneß gefundene gleiche Menge Ferrohydroxyd gebildet und niedergeschlagen.

Sobald in dem Wasser, welches der Elektrolyse unterworfen wird, Chloride (Chlornatrium, Chlorcalcium oder Chlormagnesium) enthalten sind und nach dem Webster'schen Verfahren Eisenplatten als Elektroden verwendet werden, so wird beispielsweise bei der Anwendung von Chlornatrium folgender Vorgang sich abspielen:

An der Anode sammelt sich Chlor und wirkt lösend auf das Eisen unter Bildung von Eisenchlorür. Das Natrium seinerseits zersetzt das Wasser unter Entwickelung von Wasserstoff und Bildung von Natriumhydroxyd, welches seinerseits das Eisenchlorür sofort wieder zersetzt unter Bildung von Ferrohydroxyd und Chlornatrium. Die Umsetzung erfolgt in folgendem Sinne:

Aus $2\,NaCl$ entsteht z. B.:

— Pol	+ Pol
$2\,Na$	$2\,Cl$
Diese zersetzen	Diese verbinden sich mit Fe zu
$2\,H_2O$	$FeCl_2$ (Eisenchlorür)

zu $2\,NaOH + H_2$, die frei werden,

während $2\,NaOH + FeCl_2$ bilden: $2\,NaCl + FeO_2H_2$, welches letztere flockig ausgeschieden wird.

Enthält das Wasser freien Sauerstoff, oder kann letzterer aus der Luft frei zutreten, so bildet sich aus dem Ferrohydroxyd zum Theil Ferrihydroxyd.

In derselben Weise wie Chlornatrium verhalten sich die anderen Chloride, indem bei ihrer Zersetzung kein Chlor, kein Oxychlorid und kein freier Sauerstoff entstehen.

Als Beweis dafür, daß sich der Vorgang thatsächlich in dieser Weise abspielt, ist anzuführen, daß die Anode genau um soviel an Eisen abnimmt, als sich unter Berücksichtigung der etwaigen Versuchsfehler Eisen aus dem entwickelten Wasserstoff berechnet.

Bei der Verwendung anderer Salze, die, wie neutrales und saures chromsaures oder übermangansaures Kali, leicht Sauerstoff abspalten aber nicht lösend auf Eisen wirken, tritt Wasserstoff und Sauerstoff auf, indem sich Eisenhydroxyd oder nur wenig Ferrihydroxyd abscheidet. Bei Anwendung von chromsaurem Kali verläuft der Vorgang folgendermaßen:

— Pol	+ Pol
K_2	CrO_4

Diese beiden Spaltungsstoffe zersetzen Wasser

$2H_2O$	H_2O

und bilden

$H_2 + 2KOH$	$H_2CrO_4 + O$
werden frei)	(wird frei)

und daraus entsteht wieder $K_2CrO_4 + 2H_2O$.

Aehnlich wie chromsaures Kali verhalten sich kohlensaure Salze, deren negative Jonen gleichfalls eine weniger stark saure Beschaffenheit haben und deshalb gar nicht oder nur wenig Eisen an der Anode lösen können. Es entwickelt sich an der Anode Sauerstoff, der theils gasförmig entweicht, theils die positive Eisenplatte oxydirt, wobei sich von letzterer etwas Ferrihydroxyd abscheidet.

Bei Zusatz von Chlornatrium zu den Salzlösungen zersetzt sich das Kochsalz unter Entwickelung von Wasserstoff. Es bildet sich dann eine dem frei werdenden Wasserstoff äquivalente Menge Ferrohydroxyd. Nur bei gleichzeitiger Gegenwart stark oxydierender Salze scheidet sich Ferri-

hydroxyd ab, indem das gebildete Eisenchlorür in Eisenchlorid umgewandelt wird. Zugleich kann dann auch an der Anode in geringer Menge freier Sauerstoff und Ferrihydroxyd auftreten.

Durch freie Säuren, wie Salpetersäure und Kohlensäure, werden entsprechende Mengen des ausgeschiedenen Eisenoxyduls oder auch Oxyds aufgelöst, wodurch die Ausfällung verzögert wird.

Salpetersaure Salze werden zu Nitrit und Ammoniak reducirt.

Die durch Webster nachgewiesene Entfärbung von Indigo- und Lackmuslösung beruht auf der reducirenden Wirkung des Wasserstoffes. Keinesfalls ist, und das ist durch die Versuche von König und Remelé zur Genüge nachgewiesen, das Webstersche Verfahren ein Oxydationsvorgang, sondern lediglich ein Vorgang, der auf Jonentrennung beruht. Mit anderen Worten, es handelt sich bei diesem Verfahren um ein gewöhnliches chemisches Reinigungsverfahren, bei welchem die fällenden chemischen Verbindungen erst durch den elektrischen Strom erzeugt werden. Die Umsetzung verläuft dabei stöchiometrisch und die Flüssigkeit bleibt, wenn sie ursprünglich neutral war, auch neutral.

Das Hermitesche Verfahren.

Das Hermitesche Verfahren, welches den Herren C. Hermite, C. F. Cooper & E. J. Patterson patentirt worden ist, bezweckt im Gegensatz zu dem Webster'schen Verfahren lediglich eine Desinfection des Abwassers, nicht aber eine Reinigung von den nicht organisirten Verunreinigungen.

Seewasser oder, wo solches nicht vorhanden ist, ein mit 40 Kgr. Kochsalz und 5 Kgr. Chlorammonium auf 1000 Liter versetztes gewöhnliches Wasser wird elektrolysirt, bis es einen Gehalt von etwa 3 Gr. freiem Chlor im Liter hat, und wird darauf mit der sechs- bis siebenfachen Menge Wasser vermischt.

Diese Flüssigkeit soll von einer Centralstelle in die Abtritte und ähnliche Räume geleitet und hier als Spülwasser benutzt werden. Die geringen Mengen Chlor belästigen nicht, zerstören aber sehr wirksam die schädlichen und unangenehmen Ausdünstungen der Abwässer.

In Havre, Lorient, Brest, Nizza und anderen Städten hat man das Hermitesche Verfahren im Großen versucht.

In Worthing wurden im Jahre 1894 gleichfalls Versuche im Großen angestellt, über welche Roechling nach König*) Folgendes berichtet:

Die Anlage in Worthing war für die Sterilisirung der auf etwa 30—40 Menschen zu rechnenden Spüljauche eingerichtet. Das nothwendige Meerwasser wurde in einem Zersetzungsapparate mit einem Strom von 300 Ampère und 6 Volt behandelt. Die Anoden bestanden aus 4 Reihen mit je 11 senkrechten Messingstäben, die in ihrem unteren Theile mit Platingewebe umhüllt waren. Die Kathoden bestanden aus runden Zinkscheiben, welche zwischen den Anoden kreisten. Das Meerwasser, welches solange in dem Zersetzungsapparat verweilte, bis es reichlich freies Chlor enthielt, wurde alsdann in einen Hochbehälter aus galvanisirtem Schmiedeeisen gehoben, aus dem es zu den einzelnen Verwendungsstellen abfloß.

In den einzelnen Abtritten wurde die Sterilisation der Spüljauche in der Weise gehandhabt, daß beim Ziehen des Spülhebers die desinficirende Flüssigkeit sich in den Abortsitz ergoß und die Fäcalien in die Canäle spülte. Zwischen dem Hauscanal und dem Straßencanal hatte man einen durchlöcherten Eimer in einem umgekehrten Syphon so angebracht, daß er mit seiner Oberfläche immer unter der Oberfläche der Flüssigkeit stand und so alle festen Stoffe zurückhielt. Auf diese Weise wurden diese Stoffe der Hermiteschen Flüssigkeit längere Zeit ausgesetzt. Diese Einrichtung gestattete gleichzeitig, nach Belieben die Eimer zum Zweck der Untersuchung ihres Inhaltes herauszuheben.

*) König, a. a. O. Bd. I, S. 438.

Die Ergebnisse, welche vom »British Institute of Preventive Medicine« in Worthing bei der Prüfung des Hermiteschen Verfahrens gewonnen wurden, sind Folgende:

1. Ein Dynamo, welcher einen Strom von 250 Ampère Stärke unter 6 Volt Spannung giebt, muß $2^1/_2$ Stunden arbeiten, um in 1000 Liter Meerwasser einen Gehalt von 0·5 Gr., und 5 Stunden, um einen solchen von 0·75 Gr. wirksamen Chlors zu erzeugen.

2. Das von Hermite zur Desinfection vorgeschlagene elektrolysirte Meerwasser mit 0·5 Gr. wirksamem Chlor im Liter ist so unbeständig, daß es bereits in 24 Stunden 90 Procent seines Gehalts verliert und dann als Desinfectionsmittel völlig unwirksam ist. Dagegen sind Lösungen von 0·75 oder 1·0 Gr. Chlor im Liter viel beständiger, da diese in 24 Stunden nur 34 Procent beziehungsweise 10 Procent ihrer Stärke verlieren.

3. Bezüglich der Wirkung der Hermiteschen Lösung wurde festgestellt, daß selbst eine 1 pro Mille Lösung nicht im Stande ist, eine Fleischbrühecultur von Bacillus subtilis mit reifen Sporen in $2^1/_2$ Stunden zu sterilisiren, selbst dann nicht, wenn der Raumtheil der Flüssigkeit 10 mal so groß ist, als der der Cultur.

Auf Culturen von Bacterium coli cummune wirkte eine Lösung von 0·25 pro Mille wirksamen Chlors nur dann, wenn sie innerhalb $^1/_2$ Stunde nach ihrer Bereitung und in zehnfacher Menge angewendet wurde; eine 0·5 pro Mille Lösung wirkte zwar stärker und in geringerer Menge (nach $^1/_2$ Stunde in doppelter, nach 6 Stunden erst in fünffacher Menge), sie war aber nach 24 Stunden gleichfalls wirkungslos; dagegen wirkte eine Lösung von 0·75 pro Mille, in doppelter Menge angewendet, noch nach 24 Stunden vernichtend auf diesen Bacillus.

4. Die Hermitesche Flüssigkeit kann Kothballen weder zerstören noch auflösen und vermag das Innere harter Stühle auch nach langer Einwirkung nicht zu sterilisiren.

5. Dagegen wirkte die Flüssigkeit selbst in 0·25 pro Mille vorzüglich desodorisirend.

Kritik der vorgeschlagenen Reinigungsverfahren.

Das beste Reinigungsverfahren ist ohne Zweifel — das wird heute wohl allgemein anerkannt — das Rieselverfahren, vorausgesetzt, daß die Rieselfelder auf günstigem Boden zweckmäßig angelegt und zweckmäßig bewirthschaftet werden. Vor allen Dingen ist aber für eine hinreichende Reinigung nöthig, daß den auf die Rieselfelder zu bringenden Abwassermengen auch das Areal entsprechend ausreichend bemessen wird. Sind diese Vorbedingungen erfüllt, so kann das abfließende gereinigte Abwasser unter allen Umständen ohne Bedenken in einen Flußlauf abgeleitet werden. Das Rieselverfahren ist vom hygienischen Standpunkt aus fast einwandfrei, leider aber nicht vom wirthschaftlichen Standpunkt. Mehr als alle anderen Reinigungsverfahren ist es abhängig von örtlichen Verhältnissen. Ganz abgesehen davon, daß die Summen, welche Erwerb und Aptirung des nöthigen Areals erfordern, unter allen Umständen sehr beträchtliche sind, sind nicht zu unterschätzende Aufwendungen für Pumpwerke, Druckrohrleitungen 2c., deren Amortisation, Verzinsung und Betriebskosten in Rechnung zu stellen. Man pflegt sich zwar meist damit zu trösten, daß die zu erwerbenden Grundstücke ihren Werth nicht verlieren, sondern sogar meistens mit der Zeit im Werthe steigen, daß ein nennenswerther Theil des Anlagecapitals nicht amortisirt zu werden braucht u. s. w. Man wird aber trotz alledem bei gewissenhafter Berechnung finden, daß die Reinigungskosten für die städtische Spüljauche durch Berieselung sich wesentlich höher stellen, als man meistens angegeben findet.

Kommt nun hinzu, daß geeignetes Rieselterrain bei der Stadt oder in der in Betracht kommenden Nachbarschaft überhaupt nicht vorhanden ist, so müssen naturgemäß die Anlagecapitalien so gewaltig anwachsen, daß an die Verwendung des Rieselverfahrens überall nicht gedacht werden kann. Es ist demnach trotz der hervorragenden Stelle, welche die Berieselung unter allen Reinigungsverfahren einnimmt, den übrigen Verfahren, soweit sie brauchbar sind und Zufriedenstellendes leisten, ihre Bedeutung nicht abzusprechen.

An Vorschlägen für die künstliche Reinigung von Abwässern hat es, wie wir gesehen haben, nicht gefehlt. Allein wirklich Befriedigendes haben bisher nur sehr wenige der in Vorschlag gebrachten Verfahren geleistet. Immer wieder erscheinen die alten, schon oft empfohlenen Fällungs- und Reinigungsmittel, deren Wirkungsweise zwar längst bekannt ist, aber bei Combination mit anderen Fällungsmitteln von den Urhebern der betreffenden Verfahren immer wieder ins beste Licht gestellt wird.

Eine Hauptrolle spielt nach dieser Richtung der Kalk, von dessen Verwendung man im Allgemeinen in der Praxis mehr und mehr zurückkommt in Folge der anerkannt lösenden Wirkung, welche er auf die suspendirten organischen Stoffe ausübt. Dazu kommen die alkalische Reaction der gereinigten Abwässer, deren übler Geruch und die nachtheilige Einwirkung auf die Fische.

Neuerdings wird die lösende Wirkung des Kalkes auf die organische Substanz mehrfach in Abrede gestellt. So hat Kohlmann*) gefunden, daß die durch den Kalk gefällten organischen Stoffe durch einen Kalküberschuß nicht wieder gelöst werden. Er stützt sich dabei auf folgende Versuche: Das betreffende Abwasser enthielt im Liter

Gelöste unorganische Substanzen . . .	900 Mgr.
Gelöste organische Substanzen	200 »
Ungelöste (schwebende) unorganische Substanzen	130 »

*) Zeitschrift für angewandte Chemie, 1899, S. 676.

Ungelöste (schwebende) organische Substanzen . . . . . 290 Mgr.

Da nach Kohlmanns Ansicht bei der Verwendung von Kalkmilch, welche auf 1 Theil Kalk 15—20 Theile Wasser enthält, 97 Procent des verwendeten Kalkes verloren gehen, so benutzte er nicht Kalkmilch, sondern Kalkwasser. Dabei wurden folgende Resultate erzielt:

Von den in dem Abwasser gelösten 900 Mgr. unorganischen und 200 Mgr. organischen Stoffen sind gefällt	Auf 1 Liter Abwasser wurden verwendet:			
	147 Mgr. CaO	298 Mgr. CaO	447 Mgr. CaO	596 Mgr. CaO
Unorganische Proc.	12·36	45·10	72·20	96·15
Organische . »	33·50	62·00	67·00	75·70
Zusammen . Mgr.	179	530	784	1016

Verfasser kennt leider die Arbeit Kohlmanns nicht im Original. Das ihm vorliegende knappe Referat schließt mit der Angabe, daß für eine Stadt von 100.000 Einwohnern, welche täglich 10000 Cbm. Abwasser liefert, 3500 Cbm. Kalkwasser erforderlich sind; immerhin ein stattliches Quantum! — Inwieweit die Schlußfolgerungen bezüglich der lösenden oder nicht lösenden Wirkung des Kalkes richtig und unanfechtbar sind, bedarf jedenfalls eingehender Nachprüfung. Doch sei dem, wie ihm wolle; fällt wirklich diese eine mit der Kalkklärung verbundene Calamität weg, die unangenehmste von allen wird damit nicht aus der Welt geschafft, das ist die Unbrauchbarkeit und Werthlosigkeit des erzielten Klärschlammes, welche von allen mit Kalk klärenden Städten als eine im höchsten Grade unangenehme Last empfunden wird. Sehr wahrscheinlich ist sogar, daß der bei der Verwendung von Kalkwasser erzielte Schlamm

nicht so wie der mit Kalkmilch erhaltene durch Filterpressen von einem Theil seines Wassers befreit werden kann.

Die Schlammfrage besiegelt das Schicksal der meisten chemisch-mechanischen Klärverfahren.

Von allen in neuerer Zeit vorgeschlagenen Reinigungsverfahren stehen zur Zeit besonders zwei im Vordergrund des Interesses. Es sind dies das biologische Verfahren und das Kohlebreiverfahren, welche beide auf dem Gebiete der Abwässerreinigung einen bemerkenswerthen Fortschritt bedeuten und berufen sein dürften, mehr und mehr Eingang zu finden.

Ueber das biologische Verfahren ist man in den Sachverständigenkreisen mehr oder weniger allgemein der Ansicht, daß es aus dem Versuchsstadium noch nicht heraus ist. Daß eine energische Nitrifikation des Ammoniakstickstoffes und eine Herabminderung des Sauerstoffverbrauches sowie des organisch gebundenen Stickstoffes erzielt werden, gilt als erwiesen; ebenso daß das gereinigte Abwasser nicht mehr in stinkende Fäulniß übergeht. Weniger aufgeklärt ist dem gegenüber die Schlammfrage, denn Schweders Mittheilung, daß in der Versuchsanlage in Lichterfelde nach dem Durchfluß von etwa 40000 Cbm. Spüljauche nur 1 Cbm. Rückstände im Ganzen in der Anlage zurückgeblieben sei, ist doch allseitig auf heftigen Widerstand gestoßen. Außerdem ist mit Recht in dieser Beziehung geltend gemacht, daß die in Lichterfelde verarbeitete Spüljauche keine genuine war, daß dieselbe vielmehr in den Canälen und Röhren bereits einen wirksamen Sedimentirungs- und Faulproceß durchgemacht hatte, bevor sie in die Anlage eintrat. Eine dementsprechende Vorbehandlung wird bei der biologischen Reinigung schwerlich zu umgehen sein, wie ja auch Dunbars Versuche bewiesen haben.

Aus dem bislang allerdings in nicht sehr umfangreichem Maße vorliegenden Analysenmaterial geht hervor, daß der Gehalt an gelösten unorganischen und organischen Stoffen in dem gereinigten Abwasser in der Regel nicht nur ebenso hoch ist wie in dem ursprünglichen Abwasser, sondern sogar meist noch höher ausfällt. Es ist demnach eine Be-

seitigung von Schmutzstoffen nicht erfolgt, sondern lediglich eine Umwandlung.

Auf eine Nutzung der in der Jauche enthaltenen werthvollen Stoffe wird bei dem biologischen Verfahren gänzlich verzichtet, es sei denn, daß man Dibdin und Schweders Vorschlag annimmt, nach welchem das gereinigte Abwasser nachträglich verrieselt werden soll. Dadurch würde aber eine ganz erhebliche Steigerung der Kosten verursacht werden.

Nicht minder umstritten als das biologische Reinigungsverfahren ist das Degenersche Humus- oder Kohlebreiverfahren, indessen sind die von den Gegnern des Verfahrens vorgebrachten Einwände weniger stichhaltig wie die dem biologischen Verfahren gegenüber erhobenen. Thatsache ist, daß die Klärung beziehungsweise Reinigung der Abwässer nach den Vorschriften Degeners eine ganz vorzügliche ist. Davon kann sich auf den nach diesem Verfahren arbeitenden Anlagen jeder Sachverständige überzeugen, und das ist auch von competentester Seite anerkannt worden. Dem Humusverfahren das Verdienst streitig machen zu wollen, daß es die so bedeutungsvolle Schlammfrage in befriedigender Weise gelöst hat, ist einfach unverständlich, und dennoch ist auch das versucht worden.

Man beanstandet von verschiedenen Seiten dem Erfinder des Verfahrens und dem vom Staate mit der Ueberwachung der ersten nach dem Humusverfahren in Potsdam arbeitenden Anlage betrauten Sachverständigen die Richtigkeit der Erklärung, welche beide für die Wirkungsweise der angewendeten Fällungsmittel geben, und sucht namentlich die Benutzung des Kohlebreies als vollständig nebensächlich und irrelevant hinzustellen. Einem Gegner des Verfahrens ist die bequemste Erklärung, »daß es sich lediglich um eine Fällung mit Eisensalzen handele«, während ein anderer die erzielte gute Reinigung des Abwassers auf biologische Processe zurückführt, welche sich während der Schlammaussonderung in dem Roth-Röckner'schen Thurm abspielen sollen.

So wichtig es für den hygienischen Chemiker und Bakteriologen ohne Zweifel vom rein wissenschaftlichen

Standpunkt ist, Grund und Ursache der durch ein bestimmtes Mittel erzielten Wirkungen zu erfahren, so wenig erscheint es angebracht, durch ungeeignete Behandlung derartiger Fragen in der Oeffentlichkeit ein notorisch gutes Verfahren zu discreditiren. Ebenso gleichgiltig, wie es der Gemeinde, welche vor die Nothwendigkeit einer Reinigung ihrer Schmutzwässer gestellt wird, ist, welcher Mikrobenspecies beim biologischen Verfahren die reinigende Wirkung in erster Linie zu danken ist, ebenso wenig interessirt es dieselbe, ob für die Wirkung eines als brauchbar erkannten Fällungsmittels die richtige wissenschaftliche Erklärung bereits gefunden ist. Wenn nur thatsächlich die Leistungen des in Betracht kommenden Verfahrens gute sind und den gestellten Anforderungen genügen.

Mögen deshalb alle diejenigen, welche sich mit mehr oder weniger Recht berufen fühlen, in dieser Richtung aufklärend zu wirken, doch stets bewußt sein, daß sie, solange sie ihre Zweifel und Aufklärungen an die falsche Adresse richten, der Entwickelung der Abwässerreinigung einen sehr schlechten Dienst erweisen. Denselben Vorwurf verdienen diejenigen, welche selbst anerkannten Fortschritten gegenüber immer und immer wieder zur »Vorsicht« mahnen und zum »Abwarten« rathen. Es wäre sicherlich vermessen, wollte man von einem Reinigungsverfahren behaupten, daß es so vollkommen sei, daß nicht früher oder später eine Verbesserung möglich wäre. Wo aber müssen und werden sich solche Verbesserungen am ehesten und besten ergeben? Doch einzig und allein im praktischen Großbetriebe. Im Laboratorium ist noch kein Klärverfahren vervollkommnet und den Bedürfnissen der Praxis angepaßt. Ist deshalb nach eingehender und gewissenhafter Prüfung eines Reinigungsverfahrens festgestellt, daß seine Leistungen die Uebertragung in die Praxis rechtfertigen, dann soll man im Interesse der Entwickelung und des Ausbaues dieses Verfahrens und der gesammten Abwässerreinigung seine Einführung fördern. Das schließt ja keineswegs aus, daß man außerdem das Verfahren nach allen Seiten einer gründlichen wissenschaft-

lichen Bearbeitung unterzieht. Wohin wollen wir aber kommen, wenn wir immer und immer wieder abwarten wollen, bis noch etwas Besseres gefunden wird? — Wie schädlich das ewige Hinhalten und Zögern, und wie förderlich ein energisches Vorgehen ist, vorausgesetzt, daß in der That brauchbare Verfahren vorliegen, das hat sich auf anderen Gebieten der hygienischen Chemie zur Genüge bewiesen.

Ueber die elektrischen Reinigungsverfahren sind zur Zeit wohl die Acten geschlossen. Man überzeugt sich mehr und mehr allgemein davon, daß es sich bei diesen nur um eine chemische Klärung handelt, für welche durch den elektrischen Strom erst das klärend wirkende Agens erzeugt wird.

Ein für alle Fälle bestes Reinigungsverfahren giebt es nicht. Man kann vielmehr in jedem einzelnen Falle erst nach eingehender Prüfung der localen Verhältnisse und der sich aus diesen ergebenden Forderungen entscheiden, welches Reinigungsverfahren angebracht ist.

Fabrikabwässer.

Die Abwässer aus industriellen Betrieben sind überaus zahlreich, so daß es zu weit führen würde, an dieser Stelle alle diese Abwässer zu berücksichtigen. Verfasser will sich darauf beschränken, die wichtigsten derjenigen Fabrikabwässer zu charakterisiren, welche mit organischen Verunreinigungen behaftet sind und deshalb mit dem einen oder dem anderen der im Vorstehenden erläuterten Reinigungsverfahren von ihren Schmutzstoffen befreit werden können.

Die Fabrikabwässer mit vorwiegend unorganischen Bestandtheilen gestatten eine derartige summarische Beurtheilung nicht, weshalb von ihrer Beschreibung im Einzelnen abgesehen werden soll.

Abwässer aus Schlachthäusern.

Die Spülwässer aus Schlachthäusern sind vorwiegend verunreinigt durch den Inhalt der Eingeweide und das Blut der Schlachtthiere. Mit Ausnahme des Schweineblutes wird bekanntlich das Blut nicht oder selten als Nahrungsmittel verwendet. Man ist deshalb mit dem Auffangen desselben nicht gerade sehr vorsichtig, so daß ein großer Theil, wenn nicht alles Blut der übrigen Schlachtthiere in die Canäle abfließt. Die Menge des Schlachthofabwassers richtet sich naturgemäß nach der Anzahl der Schlachtungen.

Die Zusammensetzung des Schlachthofabwassers ist aus der auf Seite 416 wiedergegebenen Tabelle*) ersichtlich.

*) König, Verunreinigung der Gewässer, Bd. II, S. 182.

In einem Liter Schlachthausabwasser aus	Schwebestoffe			Gelöste Stoffe									Gesammt-Phosphorsäure
	unorganische	organische	mit Stickstoff	unorganische (Glührückstand)	organische (Glühverlust)	mit Stickstoff	zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff: in alkalischer Lösung	zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff: in saurer Lösung	Kalk	Kali	Chlor	Schwefelsäure	
	Milligramm												
1. Erfurt . .	152·5	1 101·5	87·5	600·0	1320·0	171·7	547·2	—	110·0	117·7	—	—	32·0
2. Leipzig a) .	278·0	11040·0	485·0	880·0	2560·0	427·5	1136·0	—	435·0	—	—	—	155·0
Leipzig b) .	1142·0	5448·5	450·0	992·0	1962·0	281·0	664·0	—	368·0	165·1	126·8	30·1	120·0
3. Waldenburg	475·0	697·5	75·5	577·5	757·5	135·3	179·2	204·8	105·0	—	106·5	271·4	—
4. Münster i. W.													
a) geklärt aber von Blut roth, trübe . . .	—	—	—	482·5	1531·0	275·9	408·0	320·0	—	—	—	—	—
b) Nachspülwasser ohne Blut und Schwebestoffe . . .	—	—	—	574·0	297·2	47·9	74 4	—	145·6	—	74·4	—	—
5. Hof*), Mittel von drei Proben	1004·7		—	900·7	504·0	—	615·0		—	—	188·7	—	—

*) K. B. Lehmann: Die Verunreinigungen der Saale bei und in der Stadt Hof 1895, 162.

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß in der Zusammensetzung des Abwassers erhebliche Schwankungen vorkommen, wie dies ja auch leicht erklärlich ist.

Es braucht nicht hervorgehoben zu werden, daß in Folge ihres Gehaltes an fäulnißfähigen Stoffen die Schlachthofabwässer hygienisch sehr bedenklich sind und deshalb eine entsprechende Reinigung erfordern, bevor sie öffentlichen Flußläufen zugeführt werden. Man hat deshalb sogar in denjenigen Städten, welche schwemmcanalisirt sind, theilweise auf den Schlachthöfen selbst Einrichtungen getroffen zur Reinigung des Abwassers beziehungsweise zur Zurückhaltung der gröbsten Verunreinigungen.

In der Praxis angewendet sind zur Reinigung von Schlachthofabwässern die Verfahren von F. A. Robert Müller und Comp. in Schönebeck an der Elbe, und zwar in Erfurt, und von M. Friedrich & Co. in Leipzig, und zwar auf dem Schlachthof in Leipzig. Auf Seite 368 wurden Versuche mitgetheilt, welche nach dem Rothe-Degenerschen Humus-Verfahren mit Schlachthausabwässern angestellt wurden. Aus diesen geht hervor, daß genanntes Verfahren für die Reinigung dieser Abwässer hervorragend geeignet ist.

Auf größeren Schlachthöfen, wo große Mengen von Blut anfallen, hat man besondere Einrichtungen zur Trocknung von Blut getroffen. Das hierbei gewonnene Blutmehl dient als Düngemittel und hat folgende Zusammensetzung:

Wasser	9·0—12·0	Procent
Stickstoff	11·5—14·5	»
Phosphorsäure . . .	1·0— 2·0	»
Kali	0·5— 1·0	»

Abwässer aus Molkereien und Margarine-Fabriken.

Die Abwässer aus der Molkerei sind bei der mit jedem Jahr wachsenden Anzahl von Genossenschafts-Molkereien zur

Ein Liter Abwasser enthält Gramm:

Nr.	Art des Abwassers	Organische Stoffe							
		im Ganzen		Stickstoff		Fett	Milchzucker	zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff in	
		suspendirt	gelöst	suspendirt	gelöst			saurer Lösung	alkalischer Lösung
	Abwässer aus der Molkerei D.								
1	Aus dem Milchablieferungsraum	2·681	1·719	0·143	0·089	—	0·056	0·592	0·336
2	Desgleichen	0·490	0·155	0·043	0·025	—	—	0·088	0·088
3	Aus dem Separatorenraum	7·534	0·922	0·033	0·067	5·665	0·353	0·160	0·152
4	Desgleichen	3·986	2·707	0·047	0·209	3·098	—	1·384	0·976
5	Aus der Käserei	14·622		0·070	0·440	—	10·052	6·240	5·240
6	Desgleichen	3·224	8·469	0·536	0·475	—	—	3·968	3·323
	Abwässer aus dem Sammelcanal der								
7	Molkerei D.	2·733		0·041	0·077	—	0·316	1·032	0·776
8	Desgleichen	0·369	0·123	0·018	0·040	—	—	0·156	0·116
9	Molkerei B.	0·908	1·517	0·092	0·074	—	0·731	0·672	0·396
10	Molkerei E.*)	0·030	0·223	0·007		—	Spur	0·032	0·024

*) Dieses Abwasser ist sehr stark durch Spülwasser verdünnt.

Ein Liter Abwasser enthält Gramm:

Nr.	Art des Abwassers	Mineralstoffe									
		im Ganzen			Kalk, CaO	Magnesia, MgO	Kali, K_2O	Natron, NO_2	Schwefelsäure, SO_3	Phosphorsäure, P_2O_5	Chlor, Cl
		suspendirt	in Salzsäure unlöslich	gelöst							
	Abwässer aus der Molkerei D.										
1	Aus dem Milchablieferungsraum	1·339	1·141	0·723	0·250	0·037	0·107	0·074	0·063	0·111	0·071
2	Desgleichen	0·555	0·390	0 388	0·278	0·066	0·014	0·057	0·098	0·020	0·035
3	Aus dem Separatorenraum	0·350	0·197	1·609	0·245	0 030	0·102	0·596	0·453	0·052	0·047
4	Desgleichen	0·035	0·011	1·662	0·157	0·050	0·093	0·719	0·106	0·108	0·157
5	Aus der Käserei	0·316	0·085	2·475	0·330	0·063	0·588	0·281	0·098	0·352	0·489
6	Desgleichen	1·348	0·730	22·313	0 435	0·145	0·797	9·512	0·411	0·540	11·892
	Abwässer aus dem Sammelcanal der										
7	Molkerei D.	0·058	—	0·889	0·270	0·046	0·141	0·135	0·142	0·083	0·121
8	Desgleichen	0·196	0·101	0·712	0·183	0 045	0·068	0·188	0·133	0·017	0·157
9	Molkerei B.	0·032	—	0·355	0·078	Spur	0·038	0·044	0·043	0·057	0·046
10	Molkerei E.*)	0·052	0·049	0·567	0·275	0·039	0·024	0·102	0 055	0·005	0·123

*) Dieses Abwasser ist sehr stark durch Spülwasser verdünnt.

Zeit von größerer Wichtigkeit, als man früher annehmen konnte. Sie setzen sich zusammen aus den Abflüssen folgender Räumlichkeiten:

a) desjenigen Raumes, in welchem die Milch angeliefert wird;

b) desjenigen Raumes, in welchem die Separatoren aufgestellt sind;

c) der Käserei.

Diese Räume werden jedes Mal, wenn der Betrieb der Molkerei beendigt ist, einer gründlichen Reinigung unterzogen, welche unter Anwendung reichlicher Mengen Spülwassers erfolgt. In der auf Seite 418 u. 419 wiedergegebenen Tabelle*) ist die Zusammensetzung der Abwässer wiedergegeben, welche aus den vorstehend aufgeführten Räumlichkeiten abfließen. Außerdem finden sich in derselben die Untersuchungsresultate der Abwässer verschiedener Molkereien. Die entsprechenden Abwasserproben sind den Sammelcanälen der Molkereien direct entnommen. Die Abwässer aus Margarinefariken sind diesen vorerwähnten Abwässern nicht unähnlich. Beide können namentlich in der heißen Jahreszeit arge Belästigungen durch Fäulniß und Gährungserscheinungen hervorrufen.

Eine Desinfection der Abwässer innerhalb der Molkereien ist recht schwierig, da alle stark riechenden und giftigen Desinficientien den Molkereiproducten gefährlich werden können, insofern der Geruch auf die Producte übergeht beziehungsweise von diesen angenommen wird. Auch die Verwendung von Kalkmilch ist nicht zu empfehlen, da die bei der Einwirkung derselben auf die fauligen Molkereiabwässer entstehenden Stickstoffbasen gleichfalls einen üblen Geruch an sich haben. Es ist dabei in erster Linie das Trimethylamin zu erwähnen, wie solches in der Häringslake bekanntlich vorkommt. A. Müller schlägt die Verwendung der bei der Chlorkalkfabrikation abfallenden Manganlaugen zur Reinigung der Molkereiabwässer vor. Noch besser ist es,

*) Zeitschrift für angewandte Chemie 1895, S. 195.

das rohe schwefelsaure Eisenoxyd zu verwenden von etwa folgender Zusammensetzung:

Löslich schwefelsaures Eisenoxyd	63 Procent
Unlösliches Eisenoxyd	17 »
Gebundenes Wasser	20 »

Abwässer aus Stärkefabriken.

Die Natur der Stärkefabrikabwässer ist bis zum gewissen Grade abhängig von dem jeweiligen Material, welches als Rohstoff für die Herstellung der Stärke benutzt wird. In das Abwasser gehen alle diejenigen Stoffe über, welche bei der Absonderung der Stärkekörner von dem Wasser theils in gelöstem, theils auch in nicht gelöstem, suspendirtem Zustande aufgenommen werden. Dahin gehören: Gummi, Zucker und lösliche Stickstoffverbindungen (Eiweißstoffe), an mineralischen Bestandtheilen in erster Linie Phosphorsäure und Kali. Dazu kommen die beim Einweichen benutzten Säuren oder Alkalilaugen.

König*) untersuchte das Abwasser einer Weizenstärkefabrik und fand folgende Zusammensetzung:

In 1 Liter des Abwassers waren enthalten:

Stickstoff	1120·0 Mgr.
Kali	520·0 »
Phosphorsäure . .	910·0 »
Kalk	471·5 »

In einer anderen, einer Weizenstärkefabrik entstammenden Abwasserprobe fand König:

In 1 Liter waren enthalten:

Organische Substanz . .	3775·0 Mgr.
Darin Stickstoff . . .	1465·0 »

*) König, a. a. O., Bd. II, S. 213.

Mineralstoffe	2168·0 Mgr.
Kali	948·0 »
Phosphorsäure	804·0 »

In einem Abwasser von einer Reisstärkefabrik stellte König*) folgende Zusammensetzung fest:

In 1 Liter waren enthalten:

Stickstoff	280·0 Mgr.
Kali	205·4 »
Phosphorsäure . .	120·0 »

M. Märker**) fand in dem Abwasser einer Kartoffelstärkefabrik folgende Zusammensetzung:

In 1 Liter waren enthalten:

Organische Substanz . .	1134·2 Mgr.
Darin Stickstoff . . .	140·67 »
Mineralstoffe	723·8 »
Kali	212·5 »
Phosphorsäure	56·6 »
Ammoniak	37·4 »
Salpetersäure	3·8 »

Die Schädlichkeit der Abwässer aus Stärkefabriken unterscheidet sich von derjenigen der sonstigen fäulnißfähigen Abwässer nicht. Nach H. Eulenburg***) befördern diese Abwässer außerordentlich die Entwickelung und Verbreitung von Leptomitus lacteus. Wenigstens theilt er einen Fall mit, in welchem die Ufer eines Mühlenbaches, in den die fraglichen Abwässer geleitet wurden, sich mit Vegetationen dieser Alge bedeckten.

*) König, a. a. O.
**) Zeitschrift des Landwirthschaftlichen Centralvereins für die Provinz Sachsen, 1876, S. 171.
***) H. Eulenburg, Handbuch der Gewerbehygiene.

Als ein sehr zweckmäßiges und geeignetes Reinigungsmittel für die Abwässer der Stärkefabriken hat sich die Berieselung erwiesen. Ein königlich preußischer Ministerialerlaß vom 15. Mai 1895 empfiehlt deshalb auch dieses Reinigungsverfahren für den gedachten Zweck in erster Linie.

Ganz besonders reich an fäulnißfähigen Stoffen sind die bei dem sogenannten »Sauerverfahren« abfallenden Abwässer. Zur Lockerung der Stärkekörnchen wird in diesem Falle das gequollene und zerquetschte Rohmaterial in geeigneten Gefäßen einer Gährung beziehungsweise Säuerung unterworfen. Bei diesem Processe geht ein großer Theil der Proteïnstoffe in das »Sauerwasser« über.

R. Schütze*) fand in solchen Sauerwässern in 100 Cbcm.:

I.	5·22	Gr. Abdampfrückstand
II.	3·11	» »
III.	1·33	» »
IV.	1·14	» »

Daß mit diesen Abwässern den öffentlichen Flußläufen unter Umständen ganz kolossale Mengen von organischen fäulnißfähigen Stoffen zugeführt werden, geht aus den von Schütze für die Hallenser Stärkefabriken gemachten Angaben hervor.

Nach diesen verarbeiten genannte Fabriken 90000 bis 100000 Doppelcentner Weizen und liefern dabei nach oberflächlicher Schätzung circa 33000 Cbm. Sauerwasser. Wenn die oben aufgeführten Ziffern für Abdampfrückstand eingesetzt werden, so liefern diese 33000 Cbm. für das Abwasser:

I.	1722·6	Doppelcentner
III.	1026·0	»
IV.	438·9	»
V.	376·2	»

trockene organische und mineralische Stoffe.

*) Landwirthschaftliche Versuchsstationen: 1887, S. 197; 1888, S. 29; König, a. a. O., Bd. II, S. 213, 214 und 223.

R. Schütze schlägt vor, zur Reinigung diese Sauerwässer bei einer Temperatur von 55—70 Grad mit Kalk zu fällen. Mit Hilfe des Abdampfes der Dampfmaschine wird das Sauerwasser in einem bedeckten Bottich auf 60 bis 70 Grad erhitzt und dann solange mit dicker Kalkmilch unter ständigem Umrühren versetzt, bis ein Tropfen der Flüssigkeit eine Phenolphthaleïnlösung eben röthet. Dann wird noch soviel Wasser hinzugesetzt, bis die alkalische Reaction verschwindet.

Nach einer Stunde hat sich der Niederschlag soweit abgesetzt, daß die überstehende Flüssigkeit abgelassen werden kann.

In Probe I hatte diese Flüssigkeit folgende Zusammensetzung:

Abdampfrückstand	2·0085	Procent
Darin Mineralstoffe. . . .	0·4265	»
» organische Stoffe . .	1·5820	»

In Probe V wurde folgende Zusammensetzung der abgelassenen Flüssigkeit constatirt:

Abdampfrückstand . . .	3·1805	Procent
Mineralstoffe	0·5136	»
Organische Stoffe . . .	2·6369	»
Roh-Proteïn	1·1675	»
Entsprechend Stickstoff .	0·1868	»

Das Wasser zeigte einen deutlichen Geruch nach frisch gebackenem Brot, war aber im Uebrigen klar und etwas gelblich gefärbt.

Die Zusammenstellung der erhaltenen Niederschläge zeigt die beifolgende Tabelle:

	Von Probe I	II	V
	Gramm		
Gesammtmenge des aus 1 Liter gefällten Niederschlages . .	8·5	—	7·25
Procentische Zusammensetzung desselben:		Procent	
Wasser	—	9·88	6·96
Kalkphosphat	26·61	35·09	34·28
Oder Phosphorsäure .	12·09	15·95	15·58
Rohprotein	18·50	8·69	33·85
Oder Stickstoff . . .	2·96	1·39	5·42
Stickstofffreie organische Stoffe	—	38·08	5·87
Asche nach Abzug des Kalkphosphats . . .	—	8·56	19·04

Nach Schützes Vorschlägen sollen diese Kalkniederschläge sich sehr gut eignen zur Verfütterung an Schweine, und zwar als Beifutter zu solchen Futtermitteln, die an und für sich arm an Mineralstoffen sind. Nach dem von Schütze vorgeschlagenen Fällungsverfahren werden aus 1 Cbm. Sauerwasser etwa 6 Kgr. Niederschläge erhalten. Es ist dies nicht gerade viel, denn aus den nahezu 33000 Cbm. Sauerwasser der sämmtlichen Halleschen Stärkefabriken würde man demnach ungefähr 2000 Doppelcentner Niederschlag erhalten.

Es wurde bereits erwähnt, daß das gereinigte, über dem Niederschlag befindliche klare Wasser gelblich gefärbt sei. Daraus geht zur Genüge hervor, daß in demselben noch eine erhebliche Menge organischer Substanz gelöst ist, wie dies bei der Verwendung des Kalkes als Fällungsmittel auch nicht anders zu erwarten war. Es wäre zu einer genügenden Reinigung deshalb noch eine weitere Behandlung des Wassers, vielleicht durch Berieselung, erforderlich.

Abwässer von Zuckerfabriken.

Die Zuckerfabriken liefern Abfallwässer in großen Massen. Dieselben setzen sich zusammen aus den Waschwässern der Rüben, dem Diffusions- und Schnitzelpreßwasser, den Condensationswässern aus den Verdampfungsapparaten, den Kohlewaschwässern und dem Osmosewasser.

Die Waschwässer der Rüben enthalten Schmutz, Erde, Rübenbestandtheile u. s. w. Die Kohlewaschwässer, die Diffusionswässer und Osmosewässer enthalten in großen Mengen organische Substanzen, welche fäulniß- und gährungsfähig sind und den Abwässern einen unangenehmen, widerlichen Geruch verleihen. Die aus den Verdampfungsapparaten entstammenden Condensationswässer wirken in Folge ihrer hohen Temperatur auf den Zersetzungsproceß der organischen Substanzen begünstigend ein.

W. Demel*) fand für die verschiedenen Abwässer von Zuckerfabriken folgende Zusammensetzung:

In 1 Liter sind enthalten:

	Glühverlust	Glührückstand	Summa beider	Ammoniak	Zur Oxydation erforderliches Kaliumpermanganat	Reaction
	Milligramm					
1. Rübenwaschwasser:						
Suspendirt . . .	34·55	504·01	538·53			
Gelöst	16 04	12·02	28·06	2·43	20·01	Neutral
Summa	50 56	516·03	566·59			
2. Knochenkohlewaschwasser, gelöst . .	380·09	2736·00	3116·09	1·82	196·62	Sauer
3. Osmosewasser, gelöst	1130·07	427·50	1557·57	0·44	3706·15	Basisch
4. Gesammt-Abflußwasser:						
Suspendirt . . .	8·62	58·22	66·84			
Gelöst	20·91	16·32	37·23	1·50	24·57	Neutral
Summa	29·53	24·54	104·07			

Ueber die Massen der Zuckerfabrikabwässer giebt folgende Betrachtung von A. Bodenbender ein anschauliches Bild. Nach diesem liefert eine Zuckerfabrik, welche täglich 4000 Centner Rüben verarbeitet, ebensoviel Abwässer wie eine Stadt von 20000 Einwohnern. Die Fabrik führt mit diesem Wasser jedoch ebensoviel organische Substanzen ab wie eine Stadt von 50000 Einwohnern.

Die Schädlichkeit der Zuckerfabrikabwässer beruht auf dem hohen Gehalt an Schlammstoffen und auf den in ihnen vorhandenen großen Mengen gelöster, in Fäulniß begriffener oder doch fäulnißfähiger Stoffe. Der Einfluß dieser Abwässer auf das Wasser der Flußläufe äußert sich in ähnlichen Erscheinungen, wie sie durch Brauereiabwässer hervorgerufen werden. Sind die für die Ableitung benutzten Flüsse wasserreich, so treten die unangenehmen Erscheinungen nicht so schnell und auch nicht so stark auf, als wenn die Wasserläufe kleiner sind. Das Wasser trübt sich, bekommt eine Schaumdecke und verbreitet einen unangenehmen Geruch. Mit der Zeit entwickeln sich mehr oder weniger umfangreiche Vegetationen von Leptomitus lacteus und Beggiato alba. Beide verwesen, faulen und verpesten die Luft, wobei namentlich Beggiatoa große Mengen Schwefelwasserstoff entwickelt. Im Regierungsbezirk Merseburg wurde ein Bach, an dem eine Mühle lag, durch die Abwässer einer Zuckerfabrik inficirt. Professor Stohmann, der ein Gutachten über die Sachlage abzugeben hatte, äußerte sich in demselben folgendermaßen:

»Geradezu unerträglich war der Geruch in der Mühle. Das Aussehen der Müllerin war ein trauriges. Sie klagte über beständige Kopfschmerzen. Alles Silber-, Metall- und Messinggeschirr war geschwärzt, das Mehl roch widrig. Das Wasser des Teiches zeigte starke Reaction auf Schwefelwasserstoff.

Das Mühlengerinne und das Mühlrad waren mit ausgeschiedenem, durch theilweise Oxydation des Schwefelwasserstoffs frei gewordenem fein zertheiltem Schwefel bedeckt.«

Es lag also in diesem Falle eine überaus weitgehende Verunreinigung des Bachwassers durch Zuckerfabrikabwässer vor, in deren Folge Beggiatoa-Wucherungen in großen Massen aufgetreten waren und beim Verwesen massenhaft Schwefelwasserstoff entwickelten.

Bei dem großen Aufschwung, den die deutsche Rübenzuckerindustrie im Laufe der letzten Jahre genommen hat, trat die Frage der Reinigung der Zuckerfabrikabwässer ganz besonders in den Vordergrund. Man hat sich vielfach ursprünglich damit begnügt (und das ist auch heute mitunter noch der Fall), durch eine einfache mechanische Abklärung in Klärbecken die vereinigten Schmutzwässer der Fabriken zu reinigen.

In einem Liter des so geklärten Abwassers fand J. Breitenlohner*) folgende Zusammensetzung:

Organische Substanz	531·8
Darin Stickstoff	101·5
Schwefel	74·5
Schwefelsäure (SO_3)	19·2
Phosphorsäure (P_2O_5)	8·0
Kali	53·5
Natron	55·9
Kalk	269·9
Magnesia	43·0
Eisenoxyd | Thonerde	136·8
Chlor	112·9
Kieselsäure	27·2

Für die Absätze aus solchen Klärgruben fand Breitenlohner die in der nachfolgenden Tabelle unter 1 aufgeführten Werthe, die unter 2 und 3 gegebenen Zahlen

*) Centralblatt für die gesammte Landescultur in Böhmen, 1869, S. 294; König a. a. O. Bd. II, S. 226.

stammen von J. Th. Becker.*) Die Analyse 4 stammt von R. Hoffmann.**)

Bestandtheile	1.	2.	3.	4.
	Procent			
Wasser	Trocken	2·767	3·540	4·05
Organische Substanz	0·35	7·959	9·384	6·60
Darin Stickstoff	0·373	0·311	0·379	0·44
Schwefelsäure	0·33	0·044	0·213	1·32
Phosphorsäure	0·34	0·429	0·683	3·09
Kali	0·79	0·091	0·058	1·001
Natron	0·14	0·061	0·089	0·530
Kalk	7·30	1·049	1·399	1·001
Magnesia	1·28	0·300	0·156	—
Eisenoxyd und Thonerde	9·73	2·590	2·333	7·24
Chlor	—	0·007	0·023	0·031
Kieselsäure	1·04	0·010	0·007	—
Kohlensäure	3·65	0·546	0·166	1·28

Eine genügende Reinigung wird selbstverständlich durch diese einfachen Manipulationen nicht erzielt. Es sind deshalb mit mehr oder weniger Erfolg eine ganze Reihe von Reinigungsverfahren angewandt worden. Dieselben haben zum Theil zu befriedigenden Resultaten geführt, zum Theil aber auch nicht. Wir verweisen an dieser Stelle besonders auf das Verfahren von Proskowetz, welches auf S. 327 eingehend beschrieben worden ist.

Abwässer aus Brauereien und Brennereien.

Die Gesammtheit der Abwässer aus Brauereien setzt sich zusammen aus folgenden Wässern:

1. Einweichwasser der Gerste,
2. Spül- und Schwankwässer der Bierfässer,
3. Spül- und Schwankwässer der Gährbottiche,
4. Spül- und Schwankwässer der Lagerfässer ꝛc.

*) Zeitschrift für Rübenzucker-Industrie, 1868, S. 282.
**) Die Deutsche Industrie, 1882, S. 871; König a. a. O. Bd. II, S. 226.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Zusammensetzung einiger dieser Abwässer, welche aus Dortmunder Brauereien entnommen waren:

1 Liter enthält	1. Hefenwasser	2. Gerstenweichwasser	3. Spülwasser	4. Spülwasser	5. Schwankwasser
	Milligramm				
Gesammt-Abdampfrückstand	1432·0	2200·0	2535·0	1378·4	1847·0
Glührückstand (Mineralstoffe)	661·0	1392·0	1354·6	768·0	833·4
Glühverlust (organ. Substanz 2c.)	771·0	808·0	1180·4	610·4	1013·6
Stickstoff in Form von Ammoniak	—	—	20·6	12·2	—
Stickstoff in organischer Verbindung	17·0	13·0	19·0	22·6	33·3
Chlor	81·0	143·0	36·8	29·6	19·3
Phosphorsäure	14·0	43·0	19·8	35·8	20·2
Schwefelsäure	92·0	199·0	110·5	30·9	77·6
Kalk	226·0	200·0	421·0	64·0	258·0
Magnesia	30·0	83·0	81·0	98·6	59·4
Kali	25·0	439·0	79·3	83·4	66·4
In Säure unlöslicher Rückstand	16·0	34·0	446·0	321·0	281·0

Nr. 1 und 2 wurden von Alexander Müller*) analysirt; Nr. 3, 4 und 5 wurden von J. König**) untersucht. Analyse Nr. 2 stellt den Durchschnitt von 3 Analysen dar.

Die gefundenen Zahlen beweisen, daß die Brauereiabwässer verhältnißmäßig reich an leicht löslichen Stickstoffverbindungen

*) Preußische Landwirthschaftliche Jahrbücher: 1885, S. 300; König a. a. O. Bd. II, S. 202.

**) König. a. a. O, Bd. II, S. 202.

sind. Ihre große Neigung zur Fäulniß ist deshalb leicht erklärlich. Man ist darum in den Brauereien auch gewöhnt, mit dem reinen Spülwasser zur Reinhaltung der Räume nicht zu sparen, und lediglich diesem Umstande ist es zu danken, daß die an sich recht bedenklichen Abwässer nur da zu Beschwerden Veranlassung geben, wo die betreffenden Wasserläufe, in welche die Abwässer abgeleitet werden, nur relativ geringe Wassermengen mit sich führen.

K. B. Lehmann*) stellte in den Abwässern von 17 verschiedenen Brauereien folgende Zusammensetzung fest:

In 1 Liter waren enthalten:

Abdampfrückstand	164·0—3250·0	Mgr.
Glühverlust	87·6—2940·0	»
Glührückstand	76·4— 337·0	»
Verbrauch an $KMnO_4$ . .	47·1— 333·0	»
Stickstoff	37·2 und 39·0	»
Phosphorsäure	12·8	«
	(in einem Fall).	

Der äußere Augenschein zeigte, daß die Abwässer sämmtlich einen starken Bodensatz von schleimiger Beschaffenheit mit viel eingelagerter Hefe hatten. Schon nach wenigen Tagen machte sich beim Oeffnen der Flaschen ein mehr oder minder intensiver fauliger Geruch, entweder nach fauler Hefe und Bier oder nach Schwefelwasserstoff bemerkbar.

Ein treffendes Beispiel für einen durch Brauereiabwässer verunreinigten Wasserlauf bildet der Sunderholzbach bei Dortmund, welcher die Abwässer sämmtlicher 45 Dortmunder Brauereien aufnimmt.

Caspari**) stellte fest, daß durch das Einleiten des Weichwassers in die Flüsse, Bäche und Teiche in hervorragender Weise die Bildung und Fortpflanzung von Lep-

*) K. B. Lehmann, Die Verunreinigung der Saale bei und in der Stadt Hof, S. 152—155; König a. a. O. Bd. II, S. 203.

**) Caspari, Programm der technischen Staatslehranstalten in Chemnitz, 1884, S. 36.

tomitus lacteus, einer sehr unangenehmen störenden Alge, befördert wird. So berichtet Caspari von der Bernsbach, daß deren Wasser früher sich einer vortrefflichen Reinheit rühmen konnte. Als man aber die Abwässer einer Brauerei hineinleitete, nahm das Wasser einen widrigen Geruch an, schmeckte eckelhaft, und die darin befindlichen Steine und Pflanzen wurden von einer weißlichen, wie Baumwolle aussehenden Substanz überzogen. Losgerissen schwamm diese im Bache weiter und trat derartig massenhaft auf, daß sie die Rohre verstopfte, durch welche der Stadt das Wasser zugeführt wurde. Bei genauerer Untersuchung entpuppte sich die Substanz, welche unter Entwickelung entsetzlichen Geruches in Fäulniß überging, als das erwähnte Wasserhaar (Leptomitus lacteus).

Die Weichwässer enthalten neben Gummi und Zucker stickstoffhaltige Substanzen in Form von löslichem Legumin und Pflanzenfibrin; von den Alkalien am meisten Kali, außerdem Kalk, Magnesia neben Kieselsäure, Schwefelsäure und vorwiegend Phosphorsäure.

König*) untersuchte den Schlamm eines Grabens, welcher Brauereiabwässer aufgenommen hatte, und fand darin folgende Stoffe.

1 Liter Schlamm enthielt:

Schwebestoffe	Unorganische	3·580 Gr.
	Organische	39·810 »
	Stickstoff	2·764 »
Gelöste Stoffe	Unorganische	3·820 »
	Organische	15·185 »
	Stickstoff	1·945 »

Der Schlamm bestand zum größten Theil aus Hefe.

Die Abwässer der Brauereien und Hefefabriken haben hinsichtlich ihrer Zusammensetzung viel Aehnlichkeit mit den vorerwähnten Abwässern der Brauereien. Indessen stehen

*) König, a. a. O. Bd. II, S. 210.

sie durchweg quantitativ hinter diesen zurück, übertreffen sie aber an Gehalt.

König*) fand für die einzelnen Abwasserarten einer Spiritusbrennerei und Hefefabrik folgende Zusammensetzung (siehe Tabelle auf S. 434).

Besonders die Würze- und Hefewässer sind demnach sehr reich an fäulniß- und zersetzungsfähigen Stoffen. Die Zersetzung tritt umso leichter ein, als ja die stets in verhältnißmäßig großer Menge vorhandene Hefe dieselbe nach Kräften fördert.

Caspari**) untersuchte die Abwässer einer Spiritusrectificationsanlage in der Nähe von Chemnitz und fand in denselben 328 Mgr. Trockensubstanz im Liter. Beim Verdampfen entwickelte das Abwasser einen betäubenden Geruch und reagirte sauer. Es fanden sich Amylalkohol, Essigsäure, und Valeriansäure.

Als besonders lästiges Abwasser ist die sogenannte Schlempe der Spiritusbrennereien zu bezeichnen. Dieselbe enthält neben unzersetztem Stärkemehl und Dextrin Peptone, Proteïnsubstanzen, Fett, Maltose, Dextrose, Salze, Hefenbestandtheile, Glycerin ꝛc. Vielfach verwendet man die Schlempe als Futtermittel. Einerseits ist man sich aber über den Werth dieses Futtermittels nicht ganz einig, andererseits sind die Schlempemassen in vielen Brennereien zu groß, als daß man sie in ihrer Gesammtheit für diesen Zweck verwenden könnte. So kommt es denn häufig genug vor, das Schlempe direct in die Flußläufe eingeleitet wird, wodurch dann unausbleibliche Schädigungen herbeigeführt werden.

Abwässer aus Färbereien, Druckereien und Farbenfabriken.

Diese Abwässer sind in der Regel sehr massenhaft. Sie enthalten Verunreinigungen mannigfachster Art, was bei der

*) König, a. a. O., Bd. II, S. 210.

**) Caspari, Programm der technischen Staatslehranstalten in Chemnitz 1884, S. 37.

In einem Liter wurden gefunden:

Art des Abwassers	Unorganische Stoffe	Organische Stoffe	Stickstoff	Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff in saur. Lösung	Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff in alkal. Lösung	Aussehen
	Milligramm					
a) Lutterwasser von der Maische . .	99·0	122·0	Spur	127·2	100·8	Schwach weißlich trübe.
b) Hefenwasser vom Waschen der Hefe	853·0	5919·0	296·0	2888·0	2304·0	Stark desgleichen.
c) Lutterwasser von der Destillation des Hefewassers	60·0	63·0	Spur	67·2	49·6	Hell und klar.
d) Würzewasser nach der Destillation (Neues Verfahren)	1090·0	15698·0	478·0	5560·0	4000·0	Stark weißlich trübe.
e) Lutterwasser vom Würzewasser nach dem neuen Verfahren . .	81·0	55·0	0	108·8	118·4	Hell und klar.
f) Rückstand nach der Rectification .	100·0	140·0	0	128·0	96·4	Schwach weißlich trübe.
g) Gesammt-Abwasser	353·0	338·5	21·3	142·0	122·8	

großen Zahl der verwendeten Farbstoffe nicht zu verwundern ist. In den Flüssigkeiten sind aber neben den eigentlichen Farbstoffen oft große Mengen organischer Stoffe gelöst und suspendirt vorhanden.

Die suspendirten organischen Körper setzen sich in erster Linie zusammen aus erschöpften Farbholztheilchen, Ueberresten von Pflanzen, Kuhkoth, Gewebsfasern u. s. w.

Von einschneidender Bedeutung sind in den Abwässern die Reste von Beizen, Pigmenten und gewissen Metalloxyden. Dahin gehören die Oxyde von Zink, Zinn, Blei, Kupfer, Chrom beziehungsweise Chromsäure und vor allen Dingen arsenige Säure und Arsensäure.

Die Tabelle auf Seite 436 enthält eine Reihe von Abwasser-Analysen, welche dem Bericht der englischen Commission*) entnommen sind. Die angegebenen Zahlen beziehen sich auf Gehalt in 1 Liter Abwasser.

Nach einer Untersuchung von König und Flock kann durch die Einleitung von Färbereiabwässer in ein mit städtischer Spüljauche bereits beladenes Flußwasser unter Umständen eine reinigende Wirkung erzielt werden, insofern die von den Beizflüssigkeiten herrührenden Eisen-, Kupfer-, Zinn- und Zinksalze das von den fauligen städtischen Abgängen herrührende Schwefelammonium des Flußwassers zersetzen, wobei die betreffenden Metalle als Schwefelverbindungen sich schlammförmig absetzen.

Dieser Schlamm behält natürlich eine schädigende Wirkung, wenn er von Thieren aufgewühlt, oder auf Aecker und Ländereien gespült wird.

Daß durch die Einleitung der in Frage stehenden Abwässer in die Flußläufe das Wasser für häusliche und gewerbliche Zwecke unbrauchbar gemacht wird, nnd daß ferner die Benutzung eines derartig verunreinigten Flußwassers zum Tränken von Thieren oder für die Fischzucht ausgeschlossen ist, liegt auf der Hand. Wir verweisen auch an dieser Stelle auf die Weigelt'schen Fischversuche, welche

*) König, a. a. O., Bd. II, S. 331 und 332.

Abwasser	Schwebestoffe		Gelöste Stoffe								Bemerkungen
	Organische Stoffe	Unorganische Stoffe	Gesamnt	Organischer Kohlenstoff	Organischer Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff in Nitraten und Nitriten	Gesamnt-Stickstoff	Chlor	Arsen	
	Milligramm										
1. Aus Farbeküpen zum Wollefärben . . .	779·2	240·8	1076	489·7	33·21	4·52	0	37·26	—	—	
2. Aus einer Färberei und Bleicherei . .	354.2	146·2	434	48·22	2·38	0·40	0	2·71	45·0	0 50	
3. Aus einer Färberei, Druckerei, Bleicherei (Durchschnitt aus 5 Fabriken)	189·7	70·2	505	42·26	2·99	1·25	0	3·99	48·6	—	
4. Canalwasser einer Druckerei	113·0	34·2	369	27·11	2·81	0·35	0	3·10	—	0·20	
5. Canalwasser einer anderen Druckerei . .	9·7	9·2	397	10·51	1·19	0·21	0	1·36	42·8	1·60	Nach 16tägigem Absitzen.
6. Aus einer Färberei nach dem Absitzenlassen	36·4	36·4	705	42·83	3·44	2·83	0·58	6·35	66·0	0	
7. Purpurflüssigkeit einer Anilinfabrik . . .	—	—	3489	23·30	9·69	34·30	—	41·63	—	0·40	
8. Aus einer Zeugfärberei	352·2	179·4	2365·0	96·19	5·99	—	—	—	428·0	—	

noch neuerdings durch E. Haselhoff und B. Hünnemeier wesentlich erweitert worden sind.

Von hervorragender Bedeutung ist natürlich der Gehalt an Arsenverbindungen, deren Schädlichkeit bezüglich der arsenigen Säure auch für die Pflanzen von Nobbe, Baeßler und Will*) nachgewiesen ist.

Diese Versuche wurden nach dem Verfahren der Wassercultur ausgeführt, und zwar mit Erbsen, Pferdezahnmais, Erlen und Ahorn. Die Ergebnisse dieser Versuche sind von den Versuchsanstellern in folgende Sätze zusammengefaßt:

1. »Das Arsen ist ein äußerst heftig wirkendes Gift für die Pflanze; schon eine Beigabe von $^1/_{1000000}$ zur Nährstofflösung bringt meßbare Wachsthumsstörungen hervor.

2. Das Element tritt nur in sehr geringen Mengen in die Pflanze ein; es ist nicht möglich, in die letztere irgend erhebliche Mengen einzuführen.

3. Die Wirkung des Arsens geht von den Wurzeln aus, deren Protoplasma desorganisirt und in seinen osmotischen Actionen gehindert wird; die Wurzel stirbt schließlich ohne Zuwachs ab.

4. Die oberirdischen Organe erfahren die Wirkung des Arsens zunächst durch intensives, von Erholungsperioden unterbrochenes Welken, dem das völlige Absterben folgt.

5. Durch Verhinderung der Transpiration (Verdunkelung, Einstellung in feuchte Räume ꝛc.) wird es möglich, Pflanzen in Arsenlösung eine Zeit lang turgescent zu erhalten, ohne daß hierdurch die spätere Giftwirkung aufgehoben würde.

6. Wird die Pflanze nur kurze Zeit (länger als 10 Minuten) der Einwirkung des Arsens auf die Wurzeln ausgesetzt und hierauf in normale Ernährungsverhältnisse zurückgeführt, so läßt sich die Wirkung des Giftes etwas verzögern; späterhin tritt gleichwohl Wachsthumsverzögerung oder gänzliches Absterben ein.«

*) Landwirthschaftliche Versuchsstationen, 1884, S. 382.

Neuerdings hat auch J. Stoklasa diese Frage eingehend studirt, und zwar gleichfalls mit dem Resultat, daß die Giftigkeit der Arsenverbindungen für die Pflanzen eine sehr ausgiebige ist.

Im Allgemeinen wird die Reinigung der Färbereiabwässer durch Ausfällen mit Kalkmilch bewirkt. Ist in ihnen Arsen enthalten, so wird gleichzeitig Eisenvitriol angewendet. Der entstehende Klärschlamm wird in geeignete Klärbassins zum Absetzen gebracht und kann, soweit der nicht arsenhaltige Schlamm in Betracht kommt, zu Düngezwecken Verwendung finden.

König*) fand für Färbereiabfallkalk folgende Zusammensetzung:

Kohlensaurer Kalk	28·30 Procent
Ungebundener Kalk	6·51 »
Schwefelsaurer Kalk (Gips) . .	21·38 »
Eisenoxyd (mit Oxydul) . . .	10·70 »
Stickstoff	Spuren

Abwässer aus Woll- und Tuchfabriken, Wollwäschereien u. s. w.

Die Abfälle der Woll- und Tuchfabriken bedingen große Mengen von Schmutzwässern, welche bei dem Wasch- und Walkproceß entstehen.

Zum Zweck der Reinigung wird die Wolle entweder auf dem Körper der Schafe vor der Schur gewaschen, oder die Reinigung erfolgt nach dem Abziehen des Fließes.

E. Schulze und M. Märker*) stellten fest, daß in der Schafwolle enthalten sind:

Wasser	10·83	bis 23·48	Procent
Wollfett	7·17	» 14·66	»
Schmutz	2·93	» 23·44	»
Wollschweiß . . .	20·50	» 22·98	»
Reine Wollfaser . .	20·83	» 50·08	»

*) König, a. a. O., Bd. II, S. 343.

Für den im Wasser löslichen Antheil der Wolle wurde folgende Zusammensetzung gefunden:

Wasser	Schwebestoffe		Gelöste Stoffe					
	Organische	Unorganische	Gesammt	Organischer Kohlenstoff	Organischer Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff als Nitrate und Nitrite	Gesammt-Stickstoff
	Milligramm							
Wie es zur Schafwäsche fließt .	—	Spur	307	3·3	1·17	0·65	3·9	5·62
Dasselbe nach der Schafwäsche .	519	645	1810	258·2	39·42	19·14	0	55·18

In Procenten der rohen Wolle wurden ferner gefunden: 0·01—0·11 Procent Ammoniak und 0·35—1·30 Procent Kohlensäure. Die kohlensäurefreie Asche enthielt zwischen 58·94 und 84·99 Procent Kali.

Der sogenannte Wollschweiß, welcher in kaltem Wasser löslich ist, besteht vorzugsweise aus den Kaliseifen der Oel- und Stearinsäure mit etwas Essigsäure und Baldriansäure, ferner aus Schwefelsäure, Phosphorsäure, Chlorkalium, Ammoniumsalzen u. s. w.

Bei der Wäsche der Schafwolle auf dem Körper der Thiere ist die dadurch herbeigeführte Flußverunreinigung auf wenige Tage beschränkt und deshalb nicht gerade sehr bedenklich. Wichtiger sind dagegen die bei dem Waschen der Wolle, beim Walken und beim Ausfärben der Wolle und der betreffenden Gewebe entstehenden Schmutzwässer der Woll- und Tuchfabriken.

*) Journal für praktische Chemie, 108, S. 193. König, a. a. O., Bd. II, S. 318.

Die englische Commission hat festgestellt, daß zur Herstellung von 500 Stück Tuch folgende Ingredienzien in den angegebenen Mengen nothwendig sind:

1600 Kgr. Soda, 60 Cbm. Harn, 3000 Kgr. Seife, 2000 Kgr. Oel, 1000 Kgr. Leim, 2300 Kgr. Schweineblut und Schweinekoth, 2000 Kgr. Walkerde, 20000 Kgr. Farbwaaren und 2000 Kgr. Alaun oder Weinstein. Dazu kommen endlich noch 8000 Kgr. Wollfett und Schmutz.

Es handelt sich also um ganz beträchtliche Mengen von Verunreinigungen.

In den Wollwaschwässern sind neben der Seife die löslichen Stoffe enthalten, welche die Tuche bei der Weberei und Färberei aufnehmen. Die beim Ausfärben der Wolle abfallenden Abwässer enthalten die zum Färben benutzten Farbstoffe.

In der Tabelle auf S. 441 sind neben den Abwässern aus Wollfabriken auch noch solche aus Baumwoll- und Seidefabriken berücksichtigt. Die angeführten Zahlen beweisen jedoch, daß die in den letzteren enthaltenen Schmutzstoffe bei Weitem nicht so belangreich sind, wie in den Abwässern der Wollfabriken.

Die sämmtlichen Analysen entstammen dem Bericht der englischen Commission.

Eine schädliche Wirkung der vorstehend charakterisirten Abwässer läßt sich nicht in Abrede stellen. Sie sind wegen ihres mehr oder weniger hohen Gehaltes an fäulnißfähigen Stoffen beziehungsweise ihrer schädigenden Wirkung den bisher besprochenen Abwässern an die Seite zu stellen.

Bezüglich des schädlichen Einflusses, welchen Soda und Seife auf die Fischzucht ausüben, sei auf die Weigeltschen Versuche (vgl. S. 160 u. 161) verwiesen.

Beim Waschen der Wolle gehen, wie nachgewiesen ist, in größeren Mengen werthvolle Stoffe in die Waschwässer über, deren Wiedergewinnung sich verlohnt und gleichzeitig für die Umgehung einer Flußverunreinigung von größter Bedeutung ist.

Abwasser	Schwebestoffe		Gelöste Stoffe							
	Organische	Unorganische	Gesammt	Organischer Kohlenstoff	Organischer Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff als Nitrate und Nitrite	Gesammt-Stickstoff	Chlor	Arsen
	Milligramm									
1. Aus einer Wollwäscherei	26116	8710	10994	1324·8	98·80	546·1	0	548·5	—	Spur
2 Aus einer Flanellwäsche	17334	3460	12480	4463 5	911·80	800·1	0	1570·7	1600	0
3. Aus einer Wolldeckenfabrik	3142	604	6780	1207·1	195·1	9 40	0	202·8	356·0	0·04
4. Aus einer Teppichfabrik	—	—	1031	149·2	9·3	11·4	—	18·7	—	0·12
5. Aus 15 Wollfabriken, durchschnittlich	3724	1024	3370	647·8	103·8	116·47	0·4	200·1	219·4	0·11
6. Aus fünf Baumwollenfabriken, durchschnittlich	190	70	502	42·4	2·99	1·25	0	4·0	48·6	0·34
7. Aus einer Seidefabrik .	—	—	265	14·9	1·53	0·26	—	1·7	—	0·12
8. Canalwasser, welches die Abflüsse einiger Wollfabriken aufgenommen hatte	355	77	2272	379·7	173·3	257·2	0	349·2	400·0	0

Im Laufe der Jahre sind für diesen Zweck Verfahren in größerer Anzahl vorgeschlagen.

Das beste und gründlichste Verfahren, die Wollwaschwässer von den Flüssen fern zu halten und gleichzeitig in rationeller Weise die in dem Abwasser gelösten Stoffe wieder zu gewinnen, besteht darin, die gesammten Abwässer in geeigneten Abdampfpfannen einzudampfen und den dann verbleibenden Rückstand zu calciniren. Der dann verbleibende Rest besteht im Wesentlichen aus kohlensaurem Kali.

Nach Caspari*) befindet sich in der Nähe von Zwickau eine Wollwäscherei, welche jährlich 6000 Cbm. Wollwaschwasser auf diese Weise verarbeitet und daraus 150000 Kgr. Rohpottasche gewinnt.

Die beim Auslaugen noch verbleibende Asche besitzt noch einen geringen Dungwerth. Die gewaschene Wolle wird gespült, wobei noch verdünnte, durch Wollfasern getrübte Laugen entstehen. Diese werden in der betreffenden Fabrik vor der Einleitung in den benachbarten Bach durch Klärteiche geführt, wo sich der größte Theil der suspendirten Stoffe absetzt; den so erhaltenen Schlamm verwendet der Besitzer mit Erfolg als Wiesendünger.

An anderen Stellen werden die Waschwässer nicht vollständig zur Trockne verdampft, sondern nur bis zur Syrupconsistenz eingedickt, um alsdann in diesem Zustande in Retorten vergast zu werden. Hierbei wird neben dem zurückbleibenden kohlensauren Kali eine beachtenswerthe Ausbeute an Leuchtgas, Ammoniak und Theer erzielt; mit anderen Worten, es werden auch die organischen Stoffe, welche bei dem einfachen Calciniren verloren gehen, ausgenutzt.

In vielen Fabriken werden die fetthaltigen Ablaugen in hölzernen Fässern oder sonstigen Behältern mit Schwefelsäure zersetzt. Hierbei resultirt eine dickflüssige, ölige, schwarze bis braune Masse, welche von der Flüssigkeit durch De-

*) Programm der technischen Staatslehranstalten Chemnitz 1884, S. 21.

kantiren getrennt und entweder direct als Wagenschmiere oder an Stearinfabriken zur weiteren Verarbeitung verkauft wird.

Eine Reinigung der Abwässer wird auf diese Weise jedoch nicht erzielt, denn die zurückbleibende stark schmutzige Flüssigkeit, welche in die Flüsse abgelassen wird, ist sauer und führt neben nennenswerthen Mengen von Salzen auch nicht unerhebliche Quantitäten von freien Fettsäuren mit sich, welche in den Unterlaugen mit Schmutz vermengt blieben.

Bei Einleitung dieses Wassers in die Flußläufe entsteht Schaumbildung, als unverkennbarer Beweis für die erfolgte starke Verunreinigung.

Außer diesen Verfahren ist noch eine Reihe von anderen in Gebrauch, von denen wir folgende namhaft machen wollen:

Reinigung durch Versetzen mit Kalk in der Wärme, Reinigung durch Zusatz von Chlorcalcium oder Chlormagnesium oder Bittersalz.

Verarbeitung der Abwässer zu Asphaltmastix nach Lortzing.

Verfahren zur Abscheidung und Reinigung von Wollfett in Form einer »Lanolin« genannten Verbindung desselben mit Wasser u. a. m.

Abwässer aus Papierfabriken.

Da die für die Papierfabrikation verwendeten Rohstoffe sehr verschiedenartiger Natur, und auch die angewendeten Fabrikationsverfahren sehr unterschiedliche sind, so sind naturgemäß sehr mannigfache, ihrer Zusammensetzung nach durchaus von einander verschiedene Abwässer aus der Papierfabrikation zu berücksichtigen.

Diese Abwässer setzen sich in ihrer Gesammtheit aus folgenden Componenten zusammen:

1. Laugen aus den Hadern-, Stroh-, ꝛc. Kochern;
2. Abwässer der Wasch-, Halbstoff-, Bleichstoff- und Bleichholländer;

3. Abwässer der Papiermaschinen;
4. Spül- und Tropfwässer;
5. Rückstände des Chlorkalkes und der Garbleiche.

Caspari untersuchte Laugen aus den Kochern, und zwar eine Lauge aus einem Hadernkocher, welche sehr trübe war, alkalisch reagirte und nach längerem Stehen Schwefelwasserstoff entwickelte, und eine Lauge aus einem Strohkocher. Letztere war fast klar, von dunkelbrauner Farbe und schwach alkalischer Reaction.

In 1 Liter wurden gefunden:

	Hadernkocher	Strohkocher
Feste Theile . .	3·180 Gr.	8·220 Gr.
Verbrennliches . .	1·820 »	4·800 »
Asche	1·360 »	3·420 »
Natron	0·803 »	1·650 »
Kalk	Spuren	0·500 »
Gesammtstickstoff .	0·0474 Gr.	0·429 »
Ammoniakstickstoff .	0·0254 »	0·254 »
Chlor	0·126 »	0·140 »
Schwefelsäure (SO_3)	0·126 »	0·135 »
Phosphorsäure . .	Spuren	0·012 »

Namentlich in England wird als Rohstoff für die Papierfabrikation seit einigen Jahren das Espartogras verwendet, welches zu diesem Behufe aus Spanien und Algerien in großen Mengen importirt wird. Alle größeren Tageblätter Englands, darunter auch die »Times«, werden auf solchem Papier gedruckt. Im Jahre 1871 wurden etwa 3 Millionen Centner Espartogras von Algerien nach England importirt.

Die englische Commission stellte fest, daß die beim Kochen des Espartograses mit Kalilauge entstehende Flüssigkeit große Mengen von löslichen Stoffen mit hohem Stickstoffgehalt enthält.

In 100000 Theilen dieser Flüssigkeit wurden gefunden:

Lösliche Stoffe	4038	Theile,
Darin organischer Kohlenstoff . .	938·845	Theile
» » Stickstoff . . .	77·042	»

Die übrigen Abwässer enthielten nicht annähernd so große Mengen von organischen fäulnißfähigen Stoffen in Lösung wie die Kocherlaugen; dagegen enthielten die von den Papiermaschinen und Waschholländern, den Halbstoffholländern, den Holzstoffkästen u. s. w. entstammenden Abwässer große Mengen von Fasern, deren Beseitigung beziehungsweise Zurückhaltung unbedingt erforderlich ist.

Zum Auffangen dieser Fasern sind verschiedene Vorschläge gemacht. In den sächsischen Papierfabriken bedient man sich nach Caspari fast überall des Stofffängers von Emil Schuhricht (D. R. P. Nr. 5427 vom 21. September 1878).

Sehr verschiedenartig sind die unorganischen Verunreinigungen, welche die Papierfabrikabwässer je nach der Art ihres Fabrikationsverfahrens enthalten können. Neben freien Säuren (Salzsäure, schweflige Säure u. s. w.) finden sich Chlor, die Salze der genannten Säuren, Alkalilaugen, Kalklaugen u. s. w.

In der auf Seite 446 wiedergegebenen Tabelle befindet sich eine Reihe von Analysen der Gesammtabwässer verschiedener Papierfabriken, welche nach den in Vorstehendem näher erläuterten Verfahren arbeiten.

Die Schädlichkeit der Abwässer von Papierfabriken beruht in erster Linie auf dem Gehalt an organischen Bestandtheilen, deren Verhalten beim directen Einleiten der Abwässer in Flußläufe bereits hinreichend charakterisirt ist. Hinsichtlich der Schädlichkeit der unorganischen Stoffe, welche in dem Abwasser der Papierfabriken enthalten sind, sei auf die Versuche von Weigelt (vgl. S. 150 und folgende) hingewiesen.

Art des Abwassers	Schwebestoffe		Gelöste Stoffe									
	organische	unorganische	organische	unorganische	Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff in saurer Lösung	Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff in alkalischer Lösung	Stickstoff	Schwefelsäure	Chlor	Kalk	Kali
	Milligramm										
1. Strohpapierfabrik	668·0	189·5	4671·5	3175·2	—	—	89·7	—	—	—	—
2. »	446·0	4·4	2267·2	—	—	—	79·3	—	—	972·8	—
3. »	515·0	232·4	170·0	310·0	—	—	12·6	—	—	155·0	—
4. »	587·5	1368·3	894·0	1346·3	529·6	664·4	27·8	—	—	529·5	—
5. »	249·3	280·8	310·0	244·0	1212		36·6	—	—	—	—
6. » (jedoch neben Stroh etwas Lumpen)	312·5	15·0	1975·0	1715.0	1222·4	1388·8	49·9	34·2	—	714·0	154·0
7. »	287·5	12·5	1935·0	1494·5	1203·2	1318·4	48·9	41·5	—	688·9	145·0
8. »	97·5	572·5	1015·0	812·0	451·2	432·0	72·9	34·4	—	360·0	87·0
9. Holzpapierfabrik	192·4	200·8	257·5	430·4	—	—	—	169·0	15·9	160·4	—
10. »	251·6	265·4	112·2	508·2	—	—	—	—	—	—	—
11. Strohpappenfabrik	322·0	781·0	258·0	463·2	84·0		35·7	—	—	—	—
12. »	307·5	441·0	908·5	531·0	296·0		24·4	—	—	—	—
13. »	2454·4	254·0	5848·0	6806·0	1904·0	1800·0	138·1	255·8	1047·0	2180·9	1353·8
			Kohlenst.	ges. gelöste Stoffe							
14. Espartopapierfabr.	—	—	9388·4	40380·0		—	770·4	—	—	—	—

Abwässer aus Federnfabriken.

Die Ueberschrift müßte richtiger heißen »Abwässer aus Federnreinigungsanstalten«, denn es handelt sich thatsächlich in diesen Fabriken nicht um die Herstellung der Federn, sondern nur um die Reinigung der Daunen und Federn von dem Schmutz, welcher ihnen von dem thierischen Körper her noch anhaftet.

Zum Behufe der Reinigung werden die Federn zunächst 12 Stunden lang in einem mehr oder minder großen Bottich in Wasser geweicht und darauf in einen entsprechend großen Waschcylinder gebracht, welcher im Innern mit einer Rührvorrichtung ausgestattet ist. In diesen Waschcylinder fließt andauernd reines Wasser, während gleichzeitig das Schmutzwasser abfließt. Der eigentliche Waschproceß wird so lange fortgesetzt, bis das Wasser klar abfließt und keinerlei Spuren von Verunreinigung mehr zeigt. In der Regel vergehen darüber $^3/_4$—1 Stunde.

Benedict hat über die Zusammensetzung des Abwassers von Federnwäschereien sowie dessen Reinigung eingehende Versuche angestellt.

Er entnahm während der Verarbeitung ein und derselben Federnmenge vier verschiedene Proben und unterwarf dieselben einer Analyse.

1. Eine Probe aus dem Waschbottich, nachdem die Federn 12 Stunden lang mit dem Wasser in Berührung gewesen waren.

2. Eine Probe aus der Waschtrommel, nachdem die Federn 5 Minuten lang in derselben behandelt waren.

3. Eine weitere Probe aus der Waschtrommel, nachdem die Federn 20 Minuten lang darin behandelt waren.

4. Eine weitere Probe aus der Waschtrommel, nachdem die Federn 45 Minuten lang darin behandelt waren.

Es wurden absichtlich für den Versuch Federn verwendet, welchen erfahrungsgemäß der meiste Schmutz an-

haftete, welcher überhaupt in einer solchen Anlage vorkommt, so daß die erhaltenen Wässer dem höchsten Verunreinigungsgrade entsprachen. Es wurden die Abwässer von zwei Federnarten untersucht. Die Resultate dieser Untersuchungen sind in der Tabelle auf Seite 449 wiedergegeben.

Die sämmtlichen Wasserproben 1, 2, 3 und 4 enthielten suspendirte Stoffe, die aus Federntheilen bestanden, bei 1 und 2 aber auch zum Theil von Dung- und Strohtheilen herrühren.

Die Proben 1, 2 und 3 waren stark braungelb gefärbt, und zwar Nr. 1 am stärksten, 2 weniger und 3 am wenigsten stark.

Bestimmte Zersetzungsgase, wie Ammoniak, Schwefelwasserstoff u. dgl. waren nicht zu erkennen. Die sämmtlichen Wasserproben hatten einen an Vogeldung erinnernden, unangenehmen Geruch. Probe 4 war nahezu geruchlos, wie denn auch die Farbe und Klarheit bei dieser Probe am besten war.

Wegen der in den sämmtlichen Wässern enthaltenen suspendirten Stoffe wurden die Proben vor der Analyse im Laboratorium filtrirt und alsdann einzeln in filtrirtem und unfiltrirtem Zustande untersucht.

Die gesammten Analysenergebnisse sind auf 1 : 100000 berechnet.

Die Analysenresultate zeigen, daß der Gesammtrückstand und der Glühverlust eine erkleckliche Menge von organischer, d. h. verbrennlicher und leicht zersetzbarer Substanz ergaben.

Der Gesammtrückstand des unfiltrirten Abwassers geht von 515 auf 87 zurück, bei dem filtrirten von 220 auf 62, und die suspendirten Stoffe sinken demnach von 295 auf 25.

Der Gehalt an mineralischen Bestandtheilen schwankt erheblich in den einzelnen Proben. Der Kalkgehalt hat während der Dauer des Waschens kaum eine Aenderung

	Erstes Abwasser		Zweites Abwasser		Drittes Abwasser		Viertes Abwasser		Mittel	
	Unfiltrirt	Filtrirt	Unfiltrirt	Filtrirt	Unfiltrirt	Filtrirt	Unfiltrirt	Filtrirt	Unfiltrirt	Filtrirt
Gesammtrückstand .	515	220	229	117	161	93	87	62	273	123
Glührückstand . .	226	129	115	76	94	63	52	44	121·75	78
Glühverlust . . .	289	91	114	41	67	30	35	18	126·25	45
Thonerde und Eisenoxyd	23	9	11	3	6	2	4	2	11	4
Kalk	21	17	18	18	21	20	20	19	20	18·5
Magnesia . . .	15·1	10·09	8·28	6·12	7·5	5·40	4·3	3·51	8·79	6·28
Verbrauch an übermangansaurem Kali	188	168·8	78·00	39·96	73·36	57·2	7·82	2·64	86·79	67·08
Chlor	95	95	30·90	30·30	22·1	22·0	6 0	6·0	38·62	38·32
Ammoniak	24·65	23·5	11·64	10·2	8·16	6·8	1·61	1·60	11·51	10·52
Schwefelsäure (SO_3)	28·5	28·1	20·6	20	20·9	19·2	14·4	14·1	14·1	20·70
Salpetersäure (N_2O_5)	1·080	1·060	0·468	0·396	0·360	0·324	0·11	0·11	0·50	0·47
Organischer Stickstoff	—	—	11·43	5·95	—	—	2·85	1·48	7·14	3·71

erfahren, dagegen nimmt der Gehalt an Magnesia mit der längeren Waschdauer wesentlich ab.

Läßt man eine Probe des Abwassers in einer nahezu gefüllten Flasche bei Zimmertemperatur stehen, so tritt bereits am zweiten Tage ein kräftiger Geruch nach Schwefelwasserstoff und Ammoniak auf, wodurch der Beginn des Fäulnißprocesses documentirt wird. Der widerliche Geruch steigert sich darnach in einer gewissen Zeit immer mehr.

Zur Feststellung, wie groß der Einfluß des Abwassers dieser Federnwäschereien auf die Zusammensetzung des Wassers eines mittleren Flusses ist, untersuchte Benedict das Wasser des Neckars, dem die Abwässer der fraglichen Anlage zugeführt werden, an vier verschiedenen Stellen:

1. 100 Schritte oberhalb des Einflusses des Abwassers über einem Wehr;

Bestandtheile	1. Neckarwasser		2. Neckarwasser		3. Neckarwasser		4. Neckarwasser	
	Unfiltrirt	Filtrirt	Unfiltrirt	Filtrirt	Unfiltrirt	Filtrirt	Unfiltrirt	Filtrirt
Gesammtrückstand .	52	48	52·5	50·5	49·5	47·5	47·5	47·0
Glührückstand . .	39	35	40	40	37	37	35·5	35·5
Glühverlust . . .	13	3	12·5	10·5	12·5	10·5	12	11·5
Thonerde und Eisenoxyd	2	0	0·5	0	0·5	0	0·5	0
Kalk	16	12	16	16	15	14	15	15
Magnesia	3·24	2·88	3·24	3·24	3·06	3·06	4·86	4·68
Verbrauch an übermangansaurem Kali	1·80	1·80	2·0	1·96	2·18	2·12	2·0	1·80
Chlor	2·8	2·6	3·0	2·6	2·9	2·04	2·8	2·8
Ammoniak . . .	0·085	0	0·085	0	0·85	0·255	0·34	0
Schwefelsäure (SO_3)	10·9	10·9	9·95	9·95	9·26	9·26	9·61	9·6
Salpetersäure (N_2O_5)	0·324	0·288	0·324	0·324	0·400	0·360	0·324	0·324
Organischer Stickstoff	0·185	0·140	0·326	0·233	0·233	0·233	0·380	0·186

2. 90 Schritte oberhalb des Einflusses des Abwassers unter dem Wehr;

3. 100 Schritte unterhalb des Einflusses des Abwassers;

4. 200 Schritte unterhalb des Einflusses des Abwassers.

Die Resultate der chemischen Untersuchungen sind in der Tabelle S. 450 wiedergegeben. Aus derselben geht hervor, daß durch den Zufluß des fraglichen Abwassers eine merkliche Zunahme des Neckarwassers an festen Stoffen nicht stattgefunden hatte, wie denn überhaupt eine wesentliche Aenderung in der Zusammensetzung des Neckarwassers durch den Eintritt des Abwassers der Federnfabrik nicht constatirt werden konnte.

Die Proben wurden dem Neckar entnommen zu einer Zeit, in welcher sehr schmutzige Federn in der Fabrik ge-

Bestandtheile	1.		2.		3.		4.	
	Unfiltrirt	Filtrirt	Unfiltrirt	Filtrirt	Unfiltrirt	Filtrirt	Unfiltrirt	
Gesammtrückstand .	206·5	57·5	59	50	50·5	48	44·5	—
Glührückstand . .	138·5	41	40	37·5	35·5	33·5	30	—
Glühverlust . . .	68·0	16·5	19	12·5	15	14·5	14·5	—
Thonerde und Eisenoxyd	12·5	2	2	1·5	Spuren		0	—
Kalk	19	15	16·5	16	17·5	17·0	16·5	—
Magnesia	3	2·8	2·8	2·8	2·8	2·8	2·8	—
Verbrauch an übermangansaurem Kali	57·2	18	18	16	3·20	3·04	0·38	—
Chlor	6	5·2	3	2·8	0·8	1·8	1·4	—
Ammoniak	2·97	1·78	1·36	1·19	0·51	0·25	0	—
Schwefelsäure (SO_3)	11·6	9·9	10 6	9·9	10·9	10·2	9·6	—
Salpetersäure (N_2O_5)	0·720	0·504	0·324	0·252	0·576	0·540	0·216	—
Organischer Stickstoff . . .	6·03	2·03	1·74	1·54	0·05	0	—	—

waschen wurden. Es handelte sich im täglichen Betriebe um rund 1300 Cbm. Abwasser, welche dem Neckar zugeführt wurden.

In einer anderen Federnfabrik war für die Reinigung des Abwassers eine Naturfilteranlage eingerichtet, welche das Abwasser passiren mußte vor seinem Eintritt in den Neckar.

Benedict prüfte an drei Tagen, am 26. Juni 1890, am 30. Juli 1890 und am 10. September 1890, die Leistungsfähigkeit dieser Filteranlage durch Untersuchung von Abwasserproben in den verschiedensten Stadien der Reinigung. Es gelangten zur Untersuchung:

A. Am 26. Juni 1890.

1. Schmutziges Wasser vor der Klärung, wie es aus der Fabrik kommt.
2. Geklärtes Wasser nach zwölfstündigem Stehen.
3. Filtrirtes Wasser, nachdem es verschiedene Schichten von Geröll und Sand durchwandert hatte.
4. Reines Brunnenwasser, wie es in der Wäscherei verwendet wird.

Die Resultate dieser Untersuchungen sind in der Tabelle Seite 451 zusammengestellt.

B. Am 30. Juli 1890.

1. Schmutziges Wasser vor der Klärung, wie es aus der Wäscherei kommt.
2. Geklärtes Wasser nach zwölfstündigem Stehen.
3. Filtrirtes Wasser, nachdem es verschiedene Schichten von Geröll und Sand durchwandert hatte.
4. Wasser aus einem Senkloch, nachdem es die Filteranlage und eine Erdschicht von etwa 15 Metern durchwandert hatte.
5. Neckarwasser, etwa 100 Schritte oberhalb des Einflusses des Abwassers.
6. Neckarwasser, etwa 100 Schritte unterhalb des Einflusses des Abwassers.

		Gesammt-rückstand	Glührückstand	Glühverlust	Thonerde und Eisenoxyd	Kalk	Magnesia	Verbrauch an übermangan-saurem Kali	Chlor	Ammoniak	Schwefelsäure (SO_3)	Salpetersäure (N_2O_5)	Organischer Stickstoff
1.	Unfiltrirt	216·5	115	101	5	19	4·14	41·20	12	4·42	9·6	1·08	8·54
	Filtrirt .	74·5	54	20·5	3	16	3·75	17·20	9·6	3·14	7·2	0·52	3·67
2.	Unfiltrirt	80	50·5	29·5	5	18	3·60	21·60	6	2·72	12·6	0·64	1·33
	Filtrirt .	64·5	50	14·5	2	17·5	3·40	6·80	5	2·04	12·3	0·48	0·28
3.	Unfiltrirt	67·5	51	16·5	2	21	3·60	3·60	3·6	1·70	12·6	0·36	0·63
	Filtrirt .	62·5	47	15·5	1	16	3·60	3·04	3·2	1·36	11·6	0·28	0·41
4.	Unfiltrirt	57·5	38	19·5	2	17·5	3·05	3·35	2·6	1·02	9·9	0·32	0·70
	Filtrirt .	50	37	13	1	17	3·05	2·15	2·2	0·51	9·6	0·24	0·14
5.	Unfiltrirt	44	32	12	0·5	14·5	3·2	1·12	1·6	0	9·2	0·20	0·21
	Filtrirt .	43	30	13	Spuren	14·5	3·2	0·94	1·6	0	8·9	0·20	0·07
6.	Unfiltrirt	44·5	32	12·5	Spuren	14	3·4	0·94	2·0	0	8·5	0·24	0·42
	Filtrirt .	42	31	11	Spuren	13·5	3·4	0·76	1·4	0	8·5	0·20	0·21

		Gesammtrückstand	Glührückstand	Glühverlust	Thonerde und Eisenoxyd	Kalk	Magnesia	Verbrauch an übermangansaurem Kali	Chlor	Ammoniak	Schwefelsäure (SO_3)	Salpetersäure (N_2O_5)	Organischer Stickstoff
1.	Unfiltrirt	121	67	54	13·5	13·5	2·70	42·0	4·4	2·64	6·17	1·88	3·01
	Filtrirt	82	54	28	10·5	12·5	2·52	30·0	3·0	2·13	6·05	1·48	0
2.	Unfiltrirt	60	38·5	21·5	3·00	17·0	2·88	6·08	3·2	4·25	4·29	1·12	0·07
	Filtrirt	52	33·0	19	2·00	14·5	2·88	5·04	2·8	3·57	3·77	0·72	0
3.	Unfiltrirt	38·5	27·0	11·5	1·00	14·5	2·16	2·98	1·6	0·68	6·17	3·36	0
	Filtrirt	38·5	27·0	11·5	0	14·5	2·16	1·92	1·4	0·25	5·48	3·00	0
4.	Unfiltrirt	37·0	27·0	10·0	0	14·0	2·34	1·26	1·2	0·25	5·14	1·48	0·14
	Filtrirt	36·0	26·0	10·0	0	1·35	2·34	1·08	1·2	0·17	5·14	1·48	0
5.	Unfiltrirt	37·5	25·0	12·5	0·5	13·0	2·16	0·90	1·2	0	5·15	1·88	0
	Filtrirt	37·0	25·0	12·0	0	9·0	1·98	0·72	1·2	0	5·15	1·88	0
6.	Unfiltrirt	40·00	28·0	12·0	1	12·00	2·16	0·72	1·2	0	5·15	1·88	0·28
	Filtrirt	34·00	25·0	9·0	0	10·00	2·16	0·44	1·2	0	5·15	1·48	0

Die Resultate dieser Untersuchungen sind in der Tabelle Seite 453 zusammengestellt.

C. Am 10. September 1890.

1. Schmutziges Wasser vor der Klärung, wie es aus der Wäscherei kommt.
2. Geklärtes Wasser nach zwölfstündigem Stehen.
3. Filtrirtes Wasser, nachdem es verschiedene Schichten von Geröll und Sand durchwandert hatte.
4. Wasser aus einem Senkloch, nachdem dasselbe die Filteranlage und eine Erdschicht von etwa 15 Meter durchwandert hatte.
5. Neckarwasser, etwa 100 Schritte oberhalb des Einflusses des Abwassers.
6. Neckarwasser, etwa 200 Schritte unterhalb des Einflusses des Abwassers.

Die Resultate dieser Untersuchungen sind in der Tabelle Seite 454 zusammengestellt.

Die Analysenresultate zeigen an allen drei Tagen, daß die Abwässer eine successive Reinigung in der erwähnten Anlage erfahren. Eine derartige Filterung der Abwässer durch geeignete Bodenschichten genügt also vollkommen und dürfte bei ähnlichen Fällen als empfehlenswerth angezeigt sein.

Abwässer von Leuchtgasfabriken.

Zur Reinigung des Leuchtgases von Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und verschiedenen Ammonium-Verbindungen, wie kohlensaurem Ammonium, Cyanammonium, Schwefelammonium u. s. w. verwendete man früher ausschließlich gebrannten Kalk. Nach einer gewissen Zeit mußte der Kalk erneuert werden, da das verbrauchte Material mit denjenigen Körpern angereichert war, von denen es das Gas befreien sollte. Der Kalk enthielt alsdann: Schwefelcalcium, schwefligsaures Calcium, schwefelsaures Calcium, kohlensaures Calcium, Rhodancalcium, Theer und sonstige Destillations-Producte der Kohle.

E. Peters*) fand in einem solchen Gaskalk folgende Zusammensetzung:

Wasser	3·36	Procent
Organ. Stoffe (Theer, Cyan ꝛc.)	1·32	»
Eisenoxyd und Thonerde	1·22	»
Schwefelsaures Calcium	16·24	»
Schwefligsaures Calcium	4·96	»
Schwefelcalcium	3·23	»
Kohlensaures Calcium	20·20	»
Aetzkalk	48·71	»
Magnesia	0·52	»
Alkalien	0·24	»

Pipson**) fand in Gaskalkrückständen folgende Zusammensetzung:

Wasser	14·00	Procent
Schwefel	60·00	»
Organ. Stoffe in Alkohol unlöslich	3·00	»
Organ. Stoffe in Alkohol löslich (Schwefelcyancalcium, Salmiak Kohlenwasserstoff ꝛc.)	1·50	»
Sand und Thon	8·00	»
Kohlensaures Calcium, Eisenoxyd u. s. w.	13·50	»

Adolf Mayer***) analysirte einen Gaskalk und fand darin folgende Zusammensetzung:

Wasser	30·1	Procent
Gelöschter Kalk	32·6	»
Kohlensaures Calcium	17·5	»
Gips und schwefligsaures Calcium	20·2	»
Schwefelcalcium	Spuren	
Rhodancalcium	Spuren	

*) Jahresbericht über die Fortschritte der Agricultur-Chemie, Bd. VIII, S. 254.

**) Jahresberichte über die Fortschritte der Agricultur-Chemie, Bd. VII, S. 242.

***) Tijdskrift voor Landbouwkunde, 1881, S. 201.

Von der ausschließlichen Verwendung von Kalk zum Zweck der Reinigung des Leuchtgases ist man mit der Zeit abgekommen und verwendet jetzt in den meisten Gasfabriken sogenannte »Gasmasse«. Besonders bekannt ist die sogenannte Lahmingsche Masse, welche im Jahre 1847 in die Gasbeleuchtungs-Technik eingeführt wurde. Das gegenwärtig vorwiegend angewendete Reinigungsmittel besteht in einer Mischung von Ferrosulfat und Aetzkalk, welche, um die Masse lockerer zu machen, mit Sägespänen versetzt werden. Das Ferrosulfat zerlegt sich mit dem Kalk zu Eisenoxydul und Calciumsulfat; die zuerst schwarzgrüne Farbe der Mischung wird beim fleißigen Umschaufeln durch Oxydation an der Luft allmählich in Roth übergeführt. Es liegt alsdann ein Gemisch von Eisenoxydhydrat und Gips vor.

Ist die Masse nach längerem Gebrauch erschöpft beziehungsweise mit den aus dem Gase auszuscheidenden Stoffen gesättigt, so wird sie an Fabriken verkauft, welche sie zur Darstellung von Cyan-, Ferrocyan-, u. s. w. Verbindungen benutzen.

Die Gefahr, welche der Gaskalk beziehungsweise die Gasmassen hinsichtlich der Abwasserfrage mit sich bringen, beruht darauf, daß im Falle andauernder Regengüsse eine Auslaugung der Rückstände stattfindet, und die ausgelaugten Lösungen in nahegelegene Brunnen beziehungsweise Bach- und Flußläufe gelangen können.

Nebenbei bemerkt sei hier, daß man versucht hat den Gaskalk als Düngemittel zu benutzen. Nach den vielfachen Erfahrungen, welche Julius König in Westphalen gemacht hat, ist jedoch diese Verwendung des Gaskalkes durchaus zu verwerfen. Wie zu erwarten stand, erwiesen sich die Schwefelverbindungen, wie Schwefelcalcium, unterschwefligsaures- und schwefligsaures Calcium, ferner Rhodancalcium ꝛc. als äußerst starke Pflanzengifte.

Unter den weiteren Abgängen der Leuchtgasfabriken ist das Gaswasser zu nennen; dasselbe enthält: kohlensaures Ammonium, schwefelsaures Ammonium, Chlorammonium, Schwefelammonium, unterschwefligsaures Ammonium und

verschiedene Cyanverbindungen des Ammoniums, darunter besonders Rhodanammonium. Es handelt sich also im Wesentlichen um Stoffe, welche den Kalkverbindungen des Gaskalkes entsprechen.

Gerlach*) fand in drei verschiedenen Gaswassern folgende Zusammensetzung:

	1.	2.	3.
		Gramm	
Unterschwefligsaures Natrium .	0·1036	—	—
» Ammonium	—	0·1628	0·5032
Schwefelammonium	0·0340	0·0646	0·6222
Doppeltkohlensaures Ammonium	0·1050	0·1470	0·2450
Kohlensaures Ammonium . .	0·4560	0·7680	0·3120
Schwefelsaures Ammonium . .	0·0462	0·0858	0·1320
Chlorammonium	3·0495	0·7120	0·3745

Wegen seines hohen Ammoniakgehaltes ist das Gaswasser seit lange ein beliebtes Rohmaterial für die Gewinnung von schwefelsaurem Ammoniak. Daß indessen die Menge des im Gaswasser enthaltenen Ammoniaks innerhalb gewisser Grenzen schwankt, zeigen folgende Zahlen von J. Neßler und R. Hoffmann.

J. Neßler**) fand in 4 verschiedenen Proben folgende Gehalte an Ammoniak:

1. Probe	0·28	Procent
2. Probe	0·78	»
3. Probe	1·42	»
4. Probe	2·00	»

R. Hoffmann***) fand in 4 Proben folgende Gehalte an Ammoniak:

1. Probe	1·50	Procent
2. Probe	1·13	»

*) Jahresbericht über die Fortschritte der Agricultur-Chemie, Bd. XIII, S. 233.

**) Jahresbericht über die Fortschritte der Agricultur-Chemie, Bd. 11, S. 400.

***) Jahresbericht über die Fortschritte der Agricultur-Chemie, Bd. 3, S. 186.

3. Probe . . . . . 1·31 Procent
4. Probe . . . . . 1·39 »

Zur Gewinnung des Ammoniaks aus dem Gaswasser versetzt man das letztere mit Kalkmilch und unterwirft es der Destillation. Das übergehende Ammoniak wird in Schwefelsäure aufgefangen. Der verbleibende Rückstand enthält Rhodancalcium, Schwefelcalcium, unterschwefligsaures Calcium u. s. w., sowie eine Reihe von theerartigen Stoffen.

Für ein derartig mit Kalkmilch abgekochtes Gaswasser fand J. König folgende Zusammensetzung:

In 1 Liter waren enthalten:

Abdampfrückstand (trocken) . . .	20·4230 Gr.
Darin enthalten:	
Rhodancalcium	2·3282 Gr.
Schwefelcalcium	2·5633 »
Unterschwefligsaures Calcium . .	1·0913 »
Schwefelsaures Calcium	0·5785 »
Durch Aether ausziehbare, phenolartige Stoffe	0·6080 »
Kalk	6·4481 »
Sonstige Stoffe, Hydratwasser, Phenol ꝛc., zum Theil in Verbindung mit Kalk	6·8056 »

Neben den Schwefel- und Rhodanverbindungen sind in diesem Abwasser als schädlich für Thiere und Pflanzen das Phenol und die Carbolsäure zu bezeichnen. Bezüglich der Schädlichkeit der Carbolsäure für Fische, verweisen wir auf die Untersuchungen von Weigelt (vgl. S. 150 u. folg.).

Ueber die schädliche Wirkung der Carbolsäure für Pflanzen sind eingehende Versuche angestellt von Vogel, W. Detmer, J. Reßler, O. Kellner u. A., welche übereinstimmend fanden, daß schon verhältnißmäßig schwache Carbolsäurelösungen genügen, um die Keimung der Pflanzen

aufzuheben und die bereits entwickelten Pflanzen zum Absterben zu bringen. Als ganz besonders giftig für den Pflanzenwuchs ist durch eine große Reihe von exacten Versuchen das Rhodanammonium erkannt worden.

Das Wasser, welches zum Absperren der Gasometer dient, enthält nach längerem Gebrauch gleichfalls die in dem Gaskalk und Gaswasser nachgewiesenen und als schädlich erkannten Stoffe.

Als eines Tages beim Ablassen eines Gasometers der Nürnberger Gaswerke von dem Sperrwasser größere Mengen in die Pegnitz gelangten, trat ein so massenhaftes Fischsterben ein, daß man Tausende von Fischleichen bis Bamberg und sogar bis Würzburg schwimmen sah. Noch bei 20facher Verdünnung mit Flußwasser wirkte das Gassperrwasser auf Fische tödtlich.*) Für ein direct von einer Gasanstalt abfließendes Wasser fand König**) folgende Zusammensetzung:

In einem Liter waren enthalten:

Abdampfrückstand	722·8	Mgr.
Glühverlust	258·0	»
Ammoniakstickstoff	30 1	»
Organischer Stickstoff	20·6	»
Chlor	123·9	»
Schwefelsäure	84·1	»
Phosphorsäure	14·4	»
Kalk	284·0	»
Magnesia	54·0	»
Kali	100·4	»
In Säure unlöslicher Rückstand .	22·8	»

*) Benedict, a. a. O., S. 374.
**) König, a. a. O., S. 353.

Sach-Register.

A.

A-B-C-Proceß 283, 336.
Abendroth 24.
Abfallkalk 287.
Abfangcanäle 77.
Abfangsystem 77, 81, 83.
Abfuhrsysteme 34.
Abfuhrtonne 43.
Abgänge der Hausthiere 22.
Abpressen des Schlammes 302.
Abtrittdünger 38.
Abwässer aus Badeanstalten 22, 26.
— aus Brauereien und Brennereien 429.
— aus Färbereien, Druckereien und Farbenfabriken 433.
— aus Federnfabriken 447.
— aus Küche und Haus 22, 26.
— aus Molkereien und Margarine-Fabriken 417.
— aus Papierfabriken 443.
Abwässer aus Schlachthäusern 415.
— aus Stärkefabriken 421.
— aus Woll- und Tuchfabriken, Wollwäschereien u. s. w. 438.
— von Leuchtgasfabriken 455.
— von Zuckerfabriken 426.
Abzugs- oder Sammelgraben 214.
Accumulator 338.
Acton 345.
Aethylalkohol 181.
Agrippa 75.
Air 6.
Alaun 288, 293, 295.
Alkaliferrit 288.
Alkaliferritaluminat 288, 289.
Alkalischmelzen 296.
Alum 337.
Aluminiumchlorid 295.
Aluminiumsulfat 289, 292.
Ammoniakdestillation 54.
Ammoniakgewinnung 49.
Ammoniakwasser 52, 344.
Ammoniumalaun 165.
Ammoniumcarbonat 183.
Ammoniumsulfat 52, 183.
Amsterdam 115.
Amylalkohol 181.
Anilinfabrik 436.
Anordnung des Canalnetzes 76.
Aptirung 408.
Arsenverbindungen 437.
Arsenige Säure 172.
Arsenigsaures Natron 173.
Arsensaures Natron 175.
Asbest 294.
Asche 42.
Asnières 10, 11, 241.
Asphaltmastix 443.
Aufnehmer 119.
Ausnutzung des Luftsauerstoffs zur Reinigung von Abwässern 380.
Ausgußbecken 109.
Auswurfstoffe 22.

B.

Babylon 75.
Bamberg 460.
Bassenge 361.
Baumeister 136.
Baumwollfabriken 440
Bauschutt 4.

Bauxit 292.
Beckurts 195.
Beetfiltration 217, 226.
Beetz 87.
Beggiatoa alba 349, 427.
Beizflüssigkeiten 435.
Benedict 450.
Bergius & Co. 349.
Berieselung 203, 205, 408.
Berlin 83, 204.
Berliner Gewerbeausstellung 107.
Berliner Rieselfelder 234.
Bernsbach 432.
Bertillon 241.
Beseitigung des Klärschlammes 286.
Biologisches Reinigungsverfahren 387, 411.
Bistritzbach 336.
Blankenburg 234.
Bleichereien 3, 436.
Bleichholländer 443.
Bleichstoffholländer 443.
Bleinitrat 295.
Blood 337.
Blut 288, 415.
Bode 2.
Bodenbender 427.
Bodenfiltration 209.
Borax 295.
Borfluorverbindungen 294.
Bosc 10.
Boston 89.
Bradford 6.
Brauereiabwässer 427, 430.
Braunkohle 208, 297, 355.
Braunschweig 204.
Braunstein 291.
Breitenlohner J. 428.
Breslau 80, 204.
Brise 10.
Brix 321, 370.
Brom 296.
Bronchitis acut. 242.
Bruchs Apparat zum Entwässern von Klärschlamm 372.
v. Bruyn-Kops 115.
Buhl und Keller 49.
Bürknersfelde 234.
Bunzlau 203.
Büsing F. W. 117.
Butzke & Co. 98.

C.

Calciummonophosphat 288.
Calciumplumbat 349.
Calder 7.
Canalgase 87.
Canalinhalt 123.
Canaljauche 123.
Canalsysteme 34, 73.
Carbolsäure 39, 41, 180, 288, 292.
Carbolsäurepulver 39.
Carthago 75.
Caspari 431, 432, 442.
Celluläre Reinigung 387.
Cellulose 296.
Centralsammelstation 111.
Charcoal 337.
Charlottenburg 204.
Chemische Fabriken 6.
Chemische Klärung 414.
Chemisch-mechanische Verfahren 287.
Chlor 150, 288, 296.
Chlorammonium 183.
Chlorcalcium 168.
Chlorkalk 40, 361.
Chlormagnesium 288.
Chlornatrium 167.
Chlorphenole 363.
Chlorsilicium 294.
Cholera 237.
Cholerabacillus 201.
Choleraepidemien 4.
Chromalaun 166.
Circularbürste 269.
Claudio Fermi 401.
Clay 337.
Clichy 12.
Cloaca maxima 75.
Closetofen 70.
Closettrichter 110.
Closetwässer 126.
Colombes 241.
Concentrator 60.
Condensationswässer 426.
Craigentinny-Wiesen 203.
Croßnes 398.
Crustaceen 244.
Crustaceenteich 246.
Cyankalium 177.

D.

Danzig 78, 204.
Danziger Rieselfelder 355.
Degener 207, 297, 355, 412.
Degener'sches Humusverfahren 354.
Dehne, A. L. G. 250.
Demel 426.
Denison 5.
Desinfection 41, 45, 362.
Desinfection des Grubeninhaltes 39.
Desinfectionsmittel 41, 193.
Desinfectionspulver 293.
Desinfectionstafeln 39.
Desodorisirung 384.
Diagonal-Drainage 215.
Dibdin-Schwedersche Versuchsanlage Groß-Lichterfelde 388.
Dietrich 65.

Dietzell 60, 67.
Dieudonné 195
Diffussionswässer 426.
Diphtherie 242.
Doerisch 203.
Dolomit 293.
Donath 333.
Doppeltchromsaures-Kali 167.
Doppelklärung 325.
Doppelröhrensystem 108.
Dornig 72.
Dortmund 80.
Dortmunder Brauereien 430.
Dortrecht 116.
Drainage 392.
Drainirung der Rieselfelder 212.
Drainwässer 227.
Druckerei 436.
Druckluft 102.
Druckrohrleitung 82.
Dunbar 325, 411.
Dunbar'sche Versuche 393.
Duncan 184.
Durchlüftungsraum 389.

E.

Eduardsfelde 248.
Eichensches Klärverfahren 320.
Eingeweide 415.
Eintauchplatte 280.
Einwanderung von Milzbrandsporen in keimende Samen 238.
Einweichwasser der Gerste 429.
Eiprofil 84.
Eisenalaun 164.
Eisenchlorid 164, 288, 291, 292.
Eisenchlorürchlorid 288.
Eisenerze 349.
Eisenoxydsalz 367.
Eisenplatten 398.
Eisensalze 297, 339.
Eisenschlacke 295, 339.
Eisenvitriol 40, 41, 162, 287, 292, 294.
Ejector 103.
Elektrische Reinigungsverfahren 414.
Elektricität 397.
Elektroden 399.
Elektrolyse des Abwassers 401.
Elsner 356.
Ems 77.
Engler 56.
Entlastungscanal 85.
Entleerer 119.
Entleerung der Gruben 42.
Entwässern von schlammförmigen Substanzen nach M. M. Rotten 375.
Entwässern durch Drainröhren 212.
Eriesee 196.
Erismann 41, 88.
Espartogras 444.
Espartopapierfabrik 446.
Essener Kläranlage 319.
Eulenburg 422.
Evacuateur 119.
Excremente 38.

F.

Fabrikabwässer 22, 415.
Fäcalextractfabrikation von A. v. Podewils 59.
Fäcalflüssigkeit 52.
Fäcalien 35, 44, 59, 65, 72, 246.
Fäcalkessel 59, 60.
Fäcalmassen 63.
Fäcalsteine 69.
Fächersystem 79, 81, 83.
Falk 205.
Falkenberg 234.
Fallrohr 44, 45, 70, 113.
Färbereien 3, 7, 436, 440.
Färbereiabfallkalk 438.
Färbereiabwässer 438.
Farbhölzer 4, 435.
Farbküpen 436.
Faulraum 391, 392.
Federnreinigungsanstalten 447.
Ferozone 292, 346.
Ferozone-Polariteverfahren 345.
Ferrisalze 339.
Ferrisulfat 291, 297.
Ferrochlorür 292.
Ferrosulfat 288.
Festungsgräben 90.
Fettextractionsfabriken 6.
Filterkokes 344.
Filterpressen 251, 302, 304, 371.
Fischer 124.
Fischsterben 86, 149.
Fischteich 246.
Fischversuche 435.
Fischzucht 2.
Flachbeckenanlage 284.
Flanellwäsche 441.
Flecke 145.
Fleischabfälle 4.
Fluorsilicium 294.
Flußverunreinigung 1, 101.
Flußverunreinigungscommission 136.
Flutwasser 90.
Form der Canäle 83.
Frank 325.
Frankfurt am Main 81, 141, 279.
Frankland 5, 185, 193, 346, 387.

Freiburg 49.
Friederikenhof 234.
Friedrichsches Abwasserreinigungsverfahren mittelst geschweelter Schlammkohle 341.
Friedrichs Patent-Flachsichter 257.
Fuchssand 208.
Fürstenwalder Abfallkohle 358.

G.

Garbleiche 444.
Gartenerde 41, 349.
Gasfabrikation 71.
Gaskalk 291, 456.
Gasmasse 457.
Gaswasser 457.
Gaultier de Glaubry 88.
Gebrauchswässer 28.
Gefälle der Canäle 83, 85.
Gelatinefabriken 6.
Gelbes Blutlaugensalz 178, 338.
Gennevilliers 240.
Gerbereien 3, 6.
Gerbsäure 157, 158.
Gerlach 458.
GeschweelteSchlammkohle 297.
Gestaltung der Oberfläche der Rieselfelder 216.
Gips 291, 295.
Girardin 38.
Glaubersalz 287.
Glycerin 181.
Goldschmieden 349.
Gradirwerk 389.
Grenzwerthe 7.
Grobrechen 261.
Groß- u. Kleinbeeren 234.
Grubeninhalt 42, 54.
Grubensystem 34.
Gülchersche Thermosäule 402.

H.

Hadernkocher 444.
Halbstoffholländer 443.
Halbtorf 296.
Halle 77, 308.
Harnstoff 206.
Haselhoff 182.
Hauptcanäle 77.
Hauptsammler 80, 83, 84.
Hausanschlüsse 102, 111.
Haus- u. Küchenabwässer 99, 109.
Hausleitungen 90.
Hausmüll 4, 368.
Havel 361.
Heberapparat 311.
Hebercylinder 312.
Heberglocke 312.
Hefe 431.
Hefefabrik 433.
Heidelberg 44, 140, 143.
Heidelberger Tonnensystem 44.
Heiden 22.
Heider 199.
Heinersdorf 234.
Heringslake 288.
Hermitesche Lösung 407.
Hermitesches Verfahren 405.
Heintz 325.
Hoffmann R. 458.
Hohenschönhausen 234.
Holdefleiß 60, 125, 319.
Holzfaser 2-8.
Holzkohle 288, 291, 294.
Holzpapierfabrik 446.
Hoppe-Seyler 184, 206.
Hulwa 187, 295.
Humus- oder Kohlebreiverfahren 412.
Humussäuren 357.
Humusstoffe 360.

J (J).

Jaeger G. 148.
Jerusalem 75.
Infectionskrankheiten 201, 237.
Inkrustirungen 99.
Intermittirende Filteranlagen 343, 387.
Intermittirende Spülung 91.
Jonen 404.
Irwell 5, 198.
Isländisches Moos 294.

K.

Kalialaun 165.
Kaliumpermanganat 296.
Kalkboden 209.
Kalkhydrat 158.
Kalkmilch 41, 287, 418, 65.
Kalkpoudrette 68.
Kalkfättiger 278.
Kalkschlamm 340.
Kalkwasser 293.
Karlsruhe 80.
Kartoffelstärkefabrik 422.
Käserei 418.
Kasparek 238.
Kastenbrunnen 322.
Kattunfabriken 6.
Kehricht 37.
Kehricht-Brennofen 371.
Kellner 26.
Keuchhusten 242.
Kieselfluorwasserstofffäuree 291, 296.
Kinderdiarrhöe 242.
Kissingen 148.
Kläranlage 83, 91.

Klärapparat mit Stromtheilung (Patent Dervaux) 274.
Klärbassin 337.
Klärbecken 301.
Klärbeckenanlage 279,284.
Klärelement 324.
Klärkammern 277.
Klärschächte 323.
Klärschirme 279.
Klärschlamm 319.
Klärthurm 318.
Klopsch 125.
Knochenkohlepulver 294.
Koch, Robert 206.
Kocher 444.
Kocherlaugen 445.
Kochwässer 28.
Kohle 41, 288, 297, 387.
Kohlebrei-(Humus-)Verfahren 355.
Kohlensäure 154, 183.
Kohlens. Ammon. 160.
Kohlenstaub 287.
Kohlewaschwässer 426.
Kohlmann 409.
Kokes 295, 349.
Kolbenluftpumpe 43.
König 182, 208, 319, 369, 405, 421, 430, 432.
König's Gradirapparat 385.
Koregonen 244.
Kornauth 238.
Körting 43.
Kothverschluß 113.
Kübelinhalt 48.
Kübelsystem 34, 46.
Küchenabfälle 29, 37, 42.
Kuhkoth 435.
Kupferschlacke 295.
Kupfervitriol 177.

L.

Lahming'sche Masse 457.
Landwirthschaftlicher Werth der Spüljauche 230.
Längs- oder Parallel-Drainage 214.
Lanolin 43.
Latrinendünger 38.
Lavoisier 10.
Leamington 337.
Lebensschwäche 242.
Leeds 337.
Lehm 287, 288, 296.
Lehmann 23.
Lehmboden 209.
Leicester 337.
Lenk 292.
Lepsius 141.
Leptomitus lacteus 422, 427, 432.
Letheby 89.
Leuchtgas 71, 455.
Leuchtgasfabriken 457.
Leuchtgasgewinnung 72.
Liernur 38, 122.
Liernurs Differenzirsystem 107.
Liernurs Küchenausguß 109.
Liesenberg C. 289.
Liesenbergsches Klärverfahren 349.
London 78, 337.
Londoner Canalinhalt 186.
Lönholdts Patentfeuercloset 69.
Lösliche Kieselsäure 295, 340.
Lübeck 77.
Luft in Abtrittgruben 87.
Luftpumpmaschinen 114.
Luftverdünnung 314.
Lüftung der Canäle 87.
Lungentuberculose 242.
Luppe 2.

M.

Maercker 61, 422.
Magdeburg 204.
Magistralleitungen 114.
Magnesiakohle 293.
Magnesiasalze 288, 296.
Magnesiumchlorid 289.
Magnesiumphosphat 293.
Mainz 81.
Maison Lafitte 14.
Malchow 234.
Manganchlorid 295.
Manganchlorür 51, 162, 288.
Manganerze 295.
Mangansaures Natrium 290.
Mangansuperoxyd 292.
Manganverbindungen 295.
Marburg in Hessen 273.
Marggraff 234.
Marly 14.
Marzahn 234
Masern 242.
Mayer 38.
Menschliche Auswurfstoffe 22, 34.
Mersey 198.
Meteorische Niederschläge 22.
Meteorwässer 99, 98, 123.
Methylalkohol 181.
Meulan 14.
Milchablieferungsraum 419.
Mineralisirung 205.
Mischapparat 358.
Mist 296.
Mittelzone 81.
Molkerei 417.
Molkereiabwässer 418.
Moorboden 209.
Mori 26.

Müller, Alexander 24, 37, 46, 71, 186, 387, 430.
Münchener Siele 89.

N.

Nachklärung 324.
Nahnsen-Müller 295.
Nahnsen-Müller'sches Verfahren 302.
Native-Guano-Company-Limited 293, 295, 336.
Natriumaluminat 289, 352.
Natriumferrit 289, 349, 352.
Natriummanganat 290.
Natriumnitrat 290.
Natronhydrat 398.
Natur der städtischen Spüljauche 123.
Nebencanäle 77.
Neckar 450.
Neßler J. 38, 51, 458.
Niagarafälle 196.
Nietleben 201.
Noebel 248.
Nothausläſſe 85, 100.
Nuisance Removal Act. 9.
Nürnberg 460.

O.

Oder 187.
Oel 181.
Oelcomposition 94.
Oelgeruchsverschluß 98.
Oelpissoir System Beetz 94.
Oelsyphon 95.
Oelverschlüsse 98.
Oesten G. 243.
Olivenöl 181.
Oppermann H. 293.
Orla 2.
Osdorf 234.
Osmosewasser 426.
Otto 205.
Oxalsäure 157.
Oxydationsfeld 336, 341.
Oxydationskörper 393.
Oxydationsraum 389.
Oxydationsvorgänge 194, 211.
Ozonine 292.
Ozonisirte Magnesia 294.

P.

Pankow 309, 320.
Pankower Klärschlamm 320.
Papierabfälle 296.
Papierbrei 296, 298.
Papierfabrikation 443.
Papierfabriken 341.
Papiermaschinen 444.
Papinscher Topf 72.
Parallel- oder Zonensystem 81.
Parent Duchâtelet 88.
Paris 10, 81.
Pariser Rieselfelder 235, 241.
Perpendicularsystem 77.
Petri's Verfahren zur Herstellung von Fäcalsteinen 68.
Petroleum 180.
Pettenkofer 195.
Pflanzenfaser 296.
Phosphorsaures Calcium 287.
Phosphorsaures Natrium 288.
Pilâtre de Rosier 10.
Pissoire 91.
Pneumatische Bezirke 111.
Pneumatisches System 38.
Pneumonie 242.
Pocken 242.
Podewilsche Fäcalextract-Fabriken 62.
Polarite 292, 346, 349.
Polaritefilter 349.
Posen 248.
Potsdam 309.
Poudrette 59, 63, 64, 65.
Poudrette-Ammoniak-Superphosphat 57.
Poudrette-Fabrik 64.
Poudrette-Kali-Ammoniak-Superphosphat 57.
Poudrette-Kali-Superphosphat 57.
Poudrette-Superphosphat 57.
Poudrettirverfahren von Dietzell 67.
Poudrettirverfahren von Mosselmann 68.
Poudrettirverfahren von H. Schwarz 65.
Poudrettirverfahren von Teuthorn 67.
Poudrettirverfahren von Thon 64.
Poudrettirverfahren von H. Tiede 67.
Poudrettirverfahren von Venuleth und Ellenberger 62.
Pouvrez'sche Rinnfilter 301.
Prag 77.
Prager Reinigungsverfahren 292.
Präparirte Zellfaser 295, 298.
Praußnitz 195, 198.
Precht 199.
Profil 84.
Proskauer 334, 356.
Proskowetz 328, 429.
Puddelschlacke 290, 340.

Pumpstation 81, 82, 83, 123.
Pumpwerke 99, 408.

Q.

Quecksilberchlorid 176.
Querdrainage 215.
Quesnoy-sur Deule 38.

R.

Radialgebiete 82.
Radialsystem 82.
Recepteur 119.
Regenauslaß 81.
Regen- oder Nothauslässe 85.
Reinigung der Abwässer durch Elektricität 397.
Reinigung der städtischen Abwässer auf chemisch-mechanischem Wege 287.
Reinigung der städtischen Abwässer auf vorwiegend mechanischem Wege 250.
Reinigungsverfahren von Fr. Hulwa 297.
Reinigungsverfahren von F. A. Robert Müller & Co. 302.
Reifertsche Klärschirme 270.
Reiferts Verfahren für Abwässerklärung 274.
Reisstärkefabrik 422.
Remelé 405.
Renk 87.
Rentabilität der Rieselfelder 230.
Retorte 71.
Retortenrückstand 72.
Rhodanammonium 178.
Rienscher Verfahren 259.
Rieselfelder 83, 91, 237, 327, 317, 333.
Rieselterrain 409.
Rieselverfahren 408.
Rinnen 73.
Rinnsteine 74.
River Pollution Commission 5.
— Prevention Act 9.
Röchling 204, 345, 399.
Rom 75.
Roscoe 346, 398.
Roßnowski v. 335.
Rothe & Co. in Güsten 354.
Rothe-Degenersches Humusverfahren 417.
Rothe-Roecknersche Klärthürme 359.
Rothe-Roecknersches Klärverfahren 309, 412.
Rothes Spülvorrichtung 92.
Rührgefäße 318.
Rührvorrichtungen 301.
Rundprofil 84.
Russell 89.

S.

Sadowa 335.
Sägemehl 295.
Saint Germain 14.
Salford 399.
Salicylsäure 295.
Salkowski 227.
Salpetersäure 157.
Salzbach 284.
Salzsäure 155.
Sand 387.
Sandboden 207, 209.
Sandfang 280.
Sauerverfahren 423.
Sauerwasser 423.
Saugdrains 214.
Saugkraft 108.
Schachtofen 371.
Schädlichkeit städtischer und industrieller Abwässer für die Fischzucht 148.
Schafwolle 439.
Scharlach 242.
Scheidemittel 51.
Scheidingsche Abdampfpfannen 71.
Scheidings Verfahren zur Verarbeitung von menschlichen Fäcalien 69.
Schenkendorf 234.
Schieferthon 292.
Schlachthausabwässer 368.
Schlachthäuser 349.
Schlachthofabwasser 415.
Schlacken 4.
Schlagbleche 319.
Schlammbeseitigung und -verwerthung 370.
Schlammcalamitäten 364.
Schlammentwässerung 311, 317.
Schlammfilter 312.
Schlammfrage 411, 412.
Schlammgruben 371.
Schlammreservoire 371.
Schlempe 433.
Schmetzer 91.
Schnitzelpreßwasser 426.
Schöpfräder 301.
Schuhricht, Emil 445.
Schütze 423.
Schwarz 65, 67.
Schwebestoffe 141.
Schweder 411.
Schweelofen 343.
Schwefeleisen 292.
Schwefelkohlenstoff 179.
Schwefelnatrium 179.
Schwefelsäure 41, 155.

Schwefelsaures Ammoniak 111.
— Natron 167.
Schwefelwasserstoff 178, 183.
Schweflige Säure 153, 289.
Schweineblut 415.
Schweißschlacke 290, 340.
Schwemmcanalisation 76, 98.
Schwemmfilter 253.
Schwimmtiefe 85.
Securin 297.
— aus Berliner Hausmüll 369.
— aus Dortmunder Hausmüll 369.
Securin-Verfahren 368.
Sedimentirung 194.
Seewasser 405.
Seidefabriken 440, 441.
Seife 161.
Seine 10.
Selbstreinigung der Flüsse 185.
Separatoren 418.
Separatorenraum 419.
Sewage 186.
Shone-Mertens System 102.
Sindermannsches Verfahren zur Gewinnung von Leuchtgas aus Fäcalien 71.
Sinkstoffe 74.
Sitztrichter 44, 111.
Soda 160, 292, 293, 349.
Sokolnitz in Mähren 327.
Soyka 205, 211.
Sperrstoffe 369.
Sperrwasser 460.
Spielberg 99.
Spiritusbrennerei 433.
Spiritusrectificationsanlage 433.
Spree 86.
Spülbassin 101.
Spüljauche 102, 123, 200.
Spül- und Schwankwässer der Bierfässer 429.
— — der Gährbottiche 429.
Spülung der Canäle 90.
Spülwässer 28, 90.
Spülwasserverbrauch 101.
Sputendorf 234.
Städtereinigung 76.
Städtische Abwässer, Art, Menge und Zusammensetzung derselben 22.
Stärkefabrikabwässer 421.
Staudinger F. 289.
Staufiltration 217, 221.
Staurieselgräben 222, 224.
St. Denis 12.
Sternförmiger Schlammführungsapparat von Fölsche 379.
Steuernagel 199.
Stinkgase 10.
Stofffänger 445.
Stohmann 427.
Storerscher Aërator 380.
Straßenabwässer 33.
Straßenkehricht 4, 22, 33.
Straßenmüll 297.
Straßenreservoire 114.
Strohkocher 444.
Strohpapierfabrik 446.
Stromgeschwindigkeit 146.
Stromtheilungssystem 277.
Stromvertheiler 314.
Stuttgart 140, 143.
Sublimat 41.
Sulfatasche 297.
Sulfone 295.
Sulfonsäure 295.
Sunderholzbach 431.
Superphosphat 289.
Syphon 96, 113.
System Berlier 118.
System Shone-Merten 103.

T.

Teiche 90.
Teppichfabrik 441.
Terrassenbau 222.
Terrassenbau-Beetfiltrationen 226.
Terpentinöl 294.
Theer 181.
Thierkohle 293.
Thiesing H. 246.
Thomasschlacke 295, 340.
Thon 65, 288, 291, 296.
Thonböden 207.
Thonemulsion 295.
Thonerdesalze 288.
Tiefbrunnen 311.
— 304.
Tiefe der Canäle 83.
Tiefpunkte 102.
Tonne 42, 44.
Tonneninhalt 48.
Tonnensystem 34, 43.
Tonnenwagen 45.
Torf 296, 387.
Torfbrei 297.
Torfmull 67, 68.
Tralls 297, 368.
Tränkewasser 2.
Transportschnecke 63.
Trennsysteme 98, 360.
Trennsystem Waring 101.
Trimethylamin 288, 418.
Trinkwasser 3.
Trockenkammer 67.
Trocken-Pissoirs 94.
Trockenwalzen 63.
Tuchfabriken 6.
Typhus abdominalis 237, 242.
Typhusbacillus 201.

U.
Ulm 77.
Umflutungscanal 302.
Unrath 143.
Unterchlorige Säure 296.
Unterchlorigsaures Calcium 362.
Untergebiete 102.
Unterirdische Ableitungscanäle 75.
Unterzone 81.
Urin 38.
Urinol 94, 97.

V.
Vacuumpumpe 317.
Van t'Hoff 199.
Venuleth und Ellenberger 320, 372.
Verbrennungsapparate 70.
Verstopfungen 116.
Verunreinigungscoëfficient 146.
Virchow 244.
Vogeldung 448.
Vorfluth 82.
Vorklärung 324.

W.
Wakefield 6.
Walkproceß 438.
Wallace 384.
Waring 101.
Wartenberg 234.
Waschanstalten 33.
Waschen 439.
Wäschereien 3.
Waschgefäß 73.
Waschholländer 443.
Waschwässer der Rüben 426.
Wassercloſets 92, 137.
Wasserfäcalien 248, 250.
Wasserglas 294.
Wasserpiſſoir 97.
Wasserrad 301, 354.
Wasserreinigungsapparate 311.
Waſſerſtrahl- oder Dampfſtrahlpumpe 43.
Waſſerſtoffſuperoxyd 296.
Waſſerverſchlüſſe 102.
Weberei 440.
Webſter'ſches Verfahren 397.
Weichwaſſer 431.
Weigelt 28, 149, 183, 435.
Weizenſtärkefabrik 421.
Werra 2.
Wien 77.
Wiesbaden 80, 284.
Winter 284.
Wirthſchaftsabwäſſer 298.
Wolf 23, 339.
Wolldeckenfabrik 441.
Wolle 439.
Wollfabriken 6, 440.
Wollfett 443.
Wollſchweiß 439.
Woll- und Tuchfabriken 438.
Wollwäſcherei 441.
Wollwaſchwäſſer 440.
Wupper 2.
Würzburg 77, 460.
Würze- und Hefewäſſer 433.

Z.
Zeolith 295.
Zerſetzungsapparat 406.
Zeugfärberei 436.
Zimmeraufziehwaſſer 31.
Zinkchlorid 292, 294.
Zinkſalze 435.
Zinkſulfat 51, 291, 294.
Zuckerfabrikabwäſſer 349, 427.
Zuckerfabriken 299, 306, 349.
Zuckerfabrik in Sokolnitz 328.
Zuflußgerinne 302.
Zuſammenſetzung der Drainwäſſer 227.
— der Spülſauche 126.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Abwasser-Reinigungs-Verfahren

D. R. P. 116.623

für städtische und Fabrik-Abwässer.

Reinigungseffect nicht unter 90%

der eingeführten organischen Bestandtheile.

Proben der gereinigten Abwässer,

in Mengen von einem Liter entnommen, können bei Zimmer-Temperatur zwei Tage lang in offener Schale stehen, ohne in stinkende Fäulniß überzugehen.

Chemisch-mechanisches Verfahren.

Denkbar geringste Bodenfläche nothwendig!

Maschinen- u. Werkzeugfabr.-Act.-Ges.
vorm. Aug. Paschen.

Cöthen-Bahnhof in Anhalt.

Gegründet 1875. Gegründet 1875.

Betonbau-Unternehmung

N. Rella & Neffe

Wien

IV/2., Wiedner Hauptstraße 77.

Filialen in Hustig und M.-Ostrau.

Städte-Canalisirung, Klär-Anlagen, Brücken, Wasser-Reservoirs, Gasbehälter-Basins, Maschinen-Fundamente, Fundirungen, Wasserbauten, Ausführungen System Monier, Beton-Eisenconstructionen, Pflasterungen etc. etc.

Projectirung und Kostenberechnung.

Prima-Referenzen. — Telephon Nr. 2323.

A. L. G. Dehne, Halle a/S.

Reinigung der Abwässer

von

Städten und Fabriken

mit Benutzung von Filterpressen zum Abpressen des flüssigen Schlammes zu fester Düngererde.

D. R. Patente.

Dieses vielfach erprobte Verfahren sichert durch die immerwährende Beseitigung des entstehenden Schlammes den

guten Erfolg der Reinigung.

In vielen Färbereien und in Fabriken der Textil- und Lederbranche als billigstes und wirksamstes Reinigungsverfahren anerkannt. Für städtische Abwässer bietet mein Verfahren erwiesenermaßen die billigste und zweckmäßigste Beseitigung der Rückstände.

A. L. G. Dehne, Halle a/S.

Maschinenfabrik u. Eisengießerei.

Specialität: **Reinigung des Wassers.**

Große Wasserschieber, Hydranten und sonstige Wasserleitungs-Armaturen, Dampfmaschinen und Pumpen.

D. R. P. 117272

Verfahren zur biologischen Wasserreinigung

V. Schweder-Großlichterfelde

Schutzmarke Nr. 39847

für Entwürfe, Ausführungen und Baugegenstände von Abwässer-Reinigungs-Anlagen nach dem

Schweder'schen

biologischen Faulkammerverfahren

Alleinige Inhaber dieser Schutzmarke

Schweder & Cie.

Gesellschaft f. Culturtechnik und Kleinbahnen

Groß-Lichterfelde

Ringstraße 106.

Vertreter werden gesucht.

Abwässer-Reinigungs-Anlagen

und Entsäuerungs-Anlagen

Ausgeführte Bauten:

Versuchsanlage Groß-Lichterfelde (100 Cbm. tägl.), Militär-Curhäuser, Bad Landeck i. Schl. (25 Cbm. tägl.), Rotherstift Gr.-Lichterfelde (12 Cbm. tägl.), Zuckerfabr. Marienwerder, Westpr. (6000 Cbm. tägl.), Lampenfabr. Ehrich & Grätz, Treptow bei Berlin (30 Cbm. tägl.), Curhaus Bad Flinsberg i. Schl. (100 Cbm. tägl.), Genesungsheim der Invaliditäts- u. Altersversicherungs-Gesellsch. f. d. Provinz Schlesien i. Schmiedeberg i. Riesengebirge (25 Cbm. tägl.), Schießstände des II. Garde-Regimentes z. F. in Berlin (3 Cbm. tägl.), Schießstände des IV. Garde-Regimentes z. F. i. Berlin (3 Cbm. tägl.), Militär-Schwimmanstalt Plötzensee-Berlin (4 Cbm. tägl.), Touristenheim, Bad Flinsberg i. Schl. (5 Cbm. tägl.), Dr. Siebelt's Logirhaus, Bad Flinsb. i. Schl. (3 Cbm. tägl.), Villa Mossiers-Bad Flinsberg i. Schl. (5 Cbm. tägl.), Fabriketabl. der Berliner Maschinenbau-Act.-Ges. vorm. L. Schwartzkopff i. Wildau bei Königswusterhausen (400 Cbm. tgl.), Heilstätte d. Ver. z. Begr. v. Volksheilstätten f. Lungenkranke i. Königr. Sachs. in Carolagrün i. Erzg. (20 Cbm. tägl.), Kasernement d. Luftschifferabtheilung i. Berlin, Jungfernhaide (60 Cbm. tägl.), Militär-Versuchsamt daselbst (3 Cbm. tägl.), Militär-Versuchsamt daselbst für Säurewasser (37 Cbm. tägl.), Kasernement der Artillerie-Schießschule in Jüterbogk (270 Cbm. tägl.), Beamtenwohnhäuser i. Botanischen Garten i. Dahlem b. Berlin (3 Cbm. tägl.), Kreiskrankenhaus in Bartenstein, Ostpreußen (12 Cbm. tägl.).

Die technische Verwerthung
von
thierischen Cadavern,
Cadavertheilen, Schlachtabfällen u. s. w.

Von
Dr. H. Haefcke, Agriculturchemiker.

Mit 27 Abbildungen.

20 Bogen. Octav. Geh. 4 *K* 40 *h* = 4 M. Eleg. gebdn. 5 *K* 30 *h* = 4 M. 80 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Hydor

Allgemeine Bau-Gesellschaft für Wasserversorgung und Kanalisierung

Gesellschaft mit beschränkter Haftung

Berlin N. 24. Oranienburgerstr. 44 u. 57.

Kanalisierung, Wasserversorgung, Tiefbohrungen.
Entwürfe, Kostenanschläge, Bauausführung, Betrieb.

Specialität:

Abwässer-Reinigungs-Anlagen.

Die

Cementwaaren-Fabrik Oderthal

des

Ad. Schittenhelm,

Ingenieur in **Zauchtel** (Mähren)

empfiehlt sich zur Lieferung von Cementröhren, rund und eiförmig, in jeder Weite, zur Ausführung von Canalisirungen für Private und Gemeinden.

Großes Lager aller gangbaren Cementröhren.

Kürzeste Lieferzeit jeder Sorte.

Außerordentlich billige Preise.

Betonschlägelschotter härtester Gattung, sowie Straßenschotter aus eigenen Steinbrüchen.

Die moderne Chemie.

Eine Schilderung der chemischen Großindustrie.

Von

Dr. Wilhelm Bersch.

Mit 34 Vollbildern und 696 Text-Abbildungen. 60 Bogen. Groß-Octav. Elegant gebunden in Originalband 21 *K* = 17 M. 50 Pf.

Chemie.

Eine gemeinverständliche Darstellung der chemischen Erscheinungen und ihrer Beziehungen zum praktischen Leben.

Von

Dr. S. Zeisel.

Mit 261 Abbildungen. 51 Bogen. Groß-Octav. In Original-Leinwandband 13 *K* = 11 M. 50 Pf.

Chemie für Gewerbetreibende.

Eine Darstellung der Grundlehren der chemischen Wissenschaft und deren Anwendung in den Gewerben.

Von

Dr. Friedrich Rottner.

Mit 70 Abbildungen. 34 Bogen. Octav. 6 *K* 60 *h* = 6 M. Eleg. gebdn. 7 *K* 50 *h* = 6 M. 80 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Technologisches Lexikon.

Handbuch für alle Industrien und Gewerbe.
Uebersicht der gesammten Technologie der Jetztzeit, zum Gebrauche für Techniker, Chemiker, Gewerbetreibende, Kaufleute u. s. w.

Unter Mitwirkung von Fachgenossen redigirt von

Louis Edgar Andés.

Mit 337 Abbildungen.

Elegant gebunden in Halbfranzband. 15 *K* = 12 M. 50 Pf.

Chemisch-technisches Lexikon.

Eine Sammlung
von mehr als 17.000 Vorschriften für alle Gewerbe und technischen Künste.

Herausgegeben von den Mitarbeitern der »Chemisch-technischen Bibliothek«.

Redigirt von

Dr. Josef Bersch.

Mit 144 Abbildungen.

Elegant gebunden in Halbfranzband 15 *K* = 12 M. 50 Pf.

Pharmaceutisches Lexikon.

Ein Hilfs- und Nachschlagebuch für Apotheker, Aerzte, Chemiker und Naturkenner.

Von

Dr. et Mag. pharm. **Max v. Waldheim.**

Elegant gebunden in Halbfranzband 15 *K* = 12 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Allgemeine Waarenkunde.

(Waaren-Lexikon.)

Handbuch für Industrielle u. Gewerbetreibende.

Unter Mitwirkung von Fachgenossen redigirt

von

Dr. Josef Bersch.

Eleg. gebdn. in Halbfranzband 15 *K* = 12 M. 50 Pf.

Neueste Erfindungen und Erfahrungen

auf den

Gebieten der prakt. Technik, Elektrotechnik, der Gewerbe, Industrie, Chemie, der Land- u. Hauswirthschaft.

Unter Mitwirkung von hervorragenden Fachmännern herausgegeben und redigirt von

Dr. Theodor Koller.

Bisher 28 Jahrgänge à 40 Bogen Inhalt. Groß-Octav.
Preis des Jahrganges 9 *K* = 7 M. 50 Pf. — Eleg. gebdn. jeder Jahrgang 11 *K* = 9 M. 25 Pf.

Die Elektricität

im Dienste der Menschheit.

Eine populäre Darstellung der magnetischen und elektrischen Naturkräfte und deren praktischen Anwendungen.

Zweite, nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft gänzlich umgearbeitete Auflage von

Dr. Alfred Ritt. v. Urbanitzky.

Mit 1000 Illustrationen. 80 Bogen. Groß-Octav. — In Original-Prachtband gebdn. 18 *K* = 16 M. 20 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Animalische Fette und Oele,

ihre praktische Darstellung,

Reinigung, Verwendung zu den verschiedensten Zwecken, ihre Eigenschaften, Verfälschungen und Untersuchung.

Von

Louis Edgar Andés.

Mit 62 Abbildungen. 18 Bogen Octav. Geh. 4 *K* 40 *h* = 4 M. Eleg. gebdn. 5 *K* 30 *h* = 4 M. 80 Pf.

Handbuch der rationellen Verwerthung, Wiedergewinnung und Verarbeitung

von

Abfallstoffen aller Art.

Von

Dr. Theodor Koller.

Mit 22 Abbildungen. Zweite, vollständig umgearbeitete und verbesserte Auflage. 22 Bogen Octav. Geh. 4 *K* 40 *h* = 4 M. Eleg. gebdn. 5 *K* 30 *h* = 4 M. 80 Pf.

Die künstlichen Düngemittel.

Darstellung

der Fabrikation des Knochen-, Horn-, Blut-, Fleisch-Mehls, der Kalidünger, des schwefelsauren Ammoniaks, der verschiedenen Arten Superphosphate, der Thomasschlacke, Poudrette u. s. f., sowie Beschreibung des natürlichen Vorkommens der concentrirten Düngemittel.

Von

Dr. H. Vick,

Fabriksdirector.

Mit 34 Abbildungen. Dritte, verbesserte und wesentlich vermehrte Auflage. 18 Bogen. Geh. 3 *K* 60 *h* = 3 M. 25 Pf. Eleg. gebdn. 4 *K* 50 *h* = 4 M. 5 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Vegetabilische

Fette und Oele

ihre praktische Darstellung, Reinigung, Verwerthung zu den verschiedensten Zwecken, ihre Eigenschaften, Verfälschungen und Untersuchung.

Von **Louis Edgar Andés.**

Mit 94 Abbildungen.

24 Bogen. Octav. Geh. 5 *K* 50 *h* = 5 M. Eleg. geb. 6 *K* 40 *h* = 5 M. 80 Pf.

Lehrbuch
der

Heiz- und Lüftungs-Technik

nach
leichtfaßlichen Theorien und mit besonderer Berücksichtigung der Bedürfnisse der Praxis.

Von

Friedrich Paul, Baurath des Wiener Stadtbauamtes.

50 Bogen. Gr.-Octav. Mit über 300 Abbildungen. Elegant geb. 22 *K* = 20 M.

Ueber

Lüftung und Heizung

durch Niederdruckdampf-Luftheizung.

Von

Ingenieur Hermann Beraneck,
Heiz- und Ventilations-Inspector der Stadt Wien.

Mit zwei Tafeln und mehreren Figuren.

5 Bogen. Gr.-Octav. Geh. 2 *K* = 1 M. 80 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Die

Praxis des Baumeisters.

Ein Hilfsbuch bei allen Bauführungen von Wohnhäusern.

Von **Lothar Abel**, Architekt.

Mit 106 Abbildungen.

15 Bogen. Gr.-Octav. Geh. 4 *K* 40 *h* = 4 M. Eleg. geb. 6 *K* = 5 M. 40 Pf.

Allgemeiner

Baurathgeber.

Ein Hand- und Hilfsbuch

für Bauherren, Architekten, Bauunternehmer, Baumeister, Bautechniker, Bauhandwerker, Landwirthe und Rechnungsbeamte.

Von **Lothar Abel**, Architekt.

Mit 8 Tafeln und mehreren Hundert in den Text gedruckten Abbildungen.

66 Bogen. Gr.-Octav. Halzfranzband 20 *K* = 18 M.

Handbuch

der

Baustofflehre.

Für Architekten, Ingenieure und Gewerbetreibende sowie für Schüler technischer Lehranstalten.

Bearbeitet von **Richard Krüger.**

In zwei Bänden mit 443 Abbildungen.

Zusammen 60 Bogen. Gr.-Octav. In Halbfranzband 36 *K* = 30 M.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

96-S

2p

S. 61

15.01

Biblioteka Politechniki Krakowskiej
I-301571
Biblioteka Politechniki Krakowskiej
100000296084