

DIE
VERUNREINIGUNG DER GEWÄSSER

DEREN SCHÄDLICHE FOLGEN

SOWIE DIE

REINIGUNG VON TRINK- UND SCHMUTZWASSER

MIT DEM EHRENPREIS

SR. MAJESTÄT DES KÖNIGS ALBERT VON SACHSEN

GEKRÖNTE ARBEIT

VON

DR. J. KÖNIG

GEH. REGIERUNGSRATH, O. PROFESSOR AN DER KÖNIGL. AKADEMIE
UND VORSTEHER DER AGRIKULTURCHEMISCHEN VERSUCHSSTATION IN MÜNSTER I. W.

ZWEITE, VOLLSTÄNDIG UMGEARBEITETE UND VERMEHRTE AUFLAGE

ERSTER BAND

MIT 134 TEXTFIGUREN UND 7 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN



BERLIN.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER.

1899.

ISBN-13: 978-3-642-89966-9 e-ISBN-13: 978-3-642-91823-0
DOI: 10.1007/978-3-642-91823-0

Alle Rechte, insbesondere das der
Uebersetzung in fremde Sprachen vorbehalten.

Softcover reprint of the hardcover 2nd edition 1899

Vorrede zur zweiten Auflage.

Die nächste Veranlassung zu dieser Schrift gab die seiner Zeit (1882/83) von der ersten allgemeinen deutschen Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens mit dem Ehrenpreis **Sr. Majestät des Königs Albert von Sachsen** ausgeschriebene Preisaufgabe für die beste Lösung folgender Fragen:

- a) Nachweis der gesundheitlichen, gewerblichen, industriellen, landwirtschaftlichen und sonstigen Interessen — einschliesslich der Interessen der Fischerei —, welche infolge der theils durch Benutzung der Wasserläufe, theils durch Einführung von Abfallstoffen in dieselben, bedingten Verunreinigungen der fliessenden Wässer geschädigt werden,
- b) Genaue Darlegung der gegen die verschiedenen Arten der Beeinträchtigung wirksamsten chemischen Mittel, maschinellen Einrichtungen und baulichen Vorkehrungen, unter Nachweis der technischen und ökonomischen Ausführbarkeit der gemachten Vorschläge. Zur Erläuterung sind Zeichnungen, Modelle, Präparate erwünscht.

Das Preisgericht (bestehend aus den Herren Proff. DDr.: R. Virchow-Berlin, P. Börner-Berlin, C. Flügge-Breslau [damals Göttingen], Günther-Dresden und G. Wolffhügel-Göttingen [damals Berlin]) erkannte mit allerhöchster Genehmigung Sr. Majestät des Königs Albert von Sachsen der ersten Auflage dieses Werkes den Preis zu.

Seit der Zeit ist viel auf diesem Gebiete gearbeitet worden und konnten für manche Abfallstoffe und Abgänge die obigen Fragen nicht nur erweitert, sondern auch genauer beantwortet werden.

Die wichtige Frage der Selbstreinigung der Flüsse, welche der allgemeinen und völligen Verunreinigung derselben entgegenarbeitet, hat auf Grund der vielen neueren Untersuchungen eine eingehende Berücksichtigung in einem besonderen Abschnitt gefunden.

Auch der Reinigung von Trinkwasser habe ich einen besonderen Abschnitt zugewiesen, weil dieselbe einerseits eine grosse Bedeutung angenommen, andererseits erhebliche Fortschritte aufzuweisen hat und auch manche Beziehungen zu der Reinigung von den eigentlichen Schmutzwässern besitzt.

Diese Umstände haben eine wesentliche Vermehrung des Inhaltes der Schrift verursacht, wesshalb ich mich entschlossen habe, dieselbe in zwei Bänden herauszugeben; der I. Band behandelt die gestellte Aufgabe, die Schädlichkeit und Reinigung von verunreinigtem Wasser im allgemeinen, der II. Band dagegen legt die Zusammensetzung, Schädlichkeit und Reinigung der einzelnen Abwässer und Abfallstoffe, soweit darüber bis jetzt Untersuchungen vorliegen, im besonderen dar.

Im übrigen habe ich die ursprünglichen, in der Preisaufgabe festgelegten Gesichtspunkte der Bearbeitung genau innegehalten.

Wie in der ersten Auflage, so muss ich auch jetzt wiederholt betonen, dass der Inhalt der Schrift nicht gegen die Industrie gerichtet ist; ich habe meinen Standpunkt in dieser Hinsicht genügend auf S. 49 und 94 im I. Bande dargelegt. Ich hoffe vielmehr, dass durch den Nachweis, wie die verschiedenen Abgänge schädlich wirken und bis zu welcher Grenze sie unschädlich gemacht werden können, der Industrie ein nicht minder grosser Dienst erwiesen wird, als den Anliegern und Berechtigten an den Gewässern.

Verschiedene Erfahrungen seit dem Erscheinen der ersten Auflage dieser Schrift haben nämlich gezeigt, dass dieses von der Schrift verfolgte Ziel vielfach ein friedliches Uebereinkommen zwischen Industrie und Grund- bzw. Hausbesitzern an fliessenden Gewässern herbeigeführt hat.

Vereinzelt sind auch Vorschläge bzw. Verfahren für die Reinigung von Schmutzwässern beschrieben worden, die kaum eine praktische Anwendung gefunden haben oder bereits wieder aufgegeben worden sind. Ich glaubte sie aber dennoch aufnehmen zu sollen, um nicht nur ein Gesamtbild von dem Stande der Frage zu geben, sondern auch um vor weiteren überflüssigen Arbeiten zu schützen, bzw. zu neuen Forschungen anzuregen.

Die Neubearbeitung der bereits mehrere Jahre vergriffenen ersten Auflage dieses Werkes ist leider infolge vielfacher dienstlicher Verpflichtungen des Verfassers verzögert worden.

Dass ich der neuen Auflage die vorliegende Vermehrung und Vollkommnung geben konnte, verdanke ich in erster Linie der freundlichen Unterstützung von Ingenieur H. Alfred Roechling in Leicester, und der thätigen Mitarbeit der beiden Abtheilungsvorsteher der hiesigen Versuchstation, Dr. E. Haselhoff und Dr. A. Bömer.

Herr Ingenieur Roechling lieferte mir die Zeichnungen und technischen Grundlagen für die Abschnitte „Reinigung von Trinkwasser und Reinigung von Schmutzwasser durch Berieselung“, ferner verschiedene Beiträge zu dem Abschnitt „Städtische Abwässer und Abfallstoffe“.

Herr Dr. E. Haselhoff bearbeitete selbständig den Abschnitt „Chemische Fällungsmittel“ und den grössten Theil der einzelnen Abwässer im II. Bande, während Herr Dr. A. Bömer die Bearbeitung über Selbstreinigung der Flüsse und elektrische Reinigung des Wassers neben einschlägiger Litteratur übernahm.

Ich spreche den Herren auch an dieser Stelle für die liebenswürdige und erfolgreiche Unterstützung aufrichtigen Dank aus.

Auch der Verlagsbuchhandlung gebührt mein Dank für die schöne Ausstattung des Werkes und das stets bereitwillige Eingehen auf meine Wünsche.

So gebe ich mich der Hoffnung hin, dass das Werk in der zweiten Auflage dieselbe allgemeine beifällige Aufnahme in den beteiligten Kreisen finden wird, deren sich die erste Auflage zu erfreuen gehabt hat.

Münster i. W., im August 1899.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniss.

I. Band.

Einleitung.

	Seite
I. Allgemeine, bei der Verunreinigung eines Gewässers zu berücksichtigende Verhältnisse	1
1. Was ist ein Bach und was ist ein öffentlicher Fluss?	1
2. Was ist ein reines Flusswasser?	2
3. Die schwankenden Wassermengen in den Flüssen	7
4. Abhängigkeit der Grösse der Verunreinigung eines Flusses von verschiedenen Umständen	13
5. Täuschungen bei der Beurtheilung der Verunreinigung eines Gewässers durch den äusseren Augenschein	17
6. Probenahme und Untersuchung eines Fluss- und Schmutzwassers	18
II. Gesetzliche Bestimmungen, betreffend die Reinhaltung der Flüsse	19
1. In Deutschland:	19
a) Königreich Preussen	19
b) „ Bayern	23
c) „ Sachsen	23
d) „ Württemberg	26
e) Grossherzogthum Baden	26
f) Elsass-Lothringen	27
Der augenblickliche Rechtszustand betreffend die Verunreinigung der Gewässer in Deutschland	27
2. In der Schweiz	29
3. In Frankreich	36
4. In Belgien	37
5. In England	37
6. In Russland	43
III. Die verschiedenen Arten der Verunreinigung der Gewässer	44
IV. Anforderungen an ein Wasser für verschiedene Nutzungszwecke	50
1. Anforderungen an ein Trinkwasser	50
Ist das Wasser die Ursache der Verbreitung oder der Träger von Keimen ansteckender Krankheiten?	57

	Seite
a) Verbreitung von thierischen Parasiten durch das Wasser	57
b) Verbreitung von Infektionskrankheiten durch das Wasser	58
a) Cholera	60
β) Typhus	65
γ) Sonstige durch pathogene Bakterien erzeugte Krankheiten	67
δ) Milzbrand	69
ε) Infektionskeime für Fische	70
ζ) Fäulnisbakterien	74
2. Anforderungen an ein Wasser für Viehtränke	81
3. Anforderungen an ein Fischereiwasser	81
Wirkungen von trübem Wasser (Braunsteintrübe) auf die Fischzucht	82
4. Anforderungen an ein Wasser für landwirtschaftliche Nutzungszwecke	95
5. Anforderungen an ein Wasser für industrielle Zwecke	95
a) Wasser zum Speisen von Kesseln	95
b) Wasser für Brauereien und Gärungsgewerbe	96
c) Wasser für die Stärkefabrikation	98
d) Wasser für die Zuckerfabrikation	98
e) Wasser für die Gerbereien und Leimfabriken	99
f) Wasser für Bleichereien und Färbereien	100
g) Wasser für sonstige gewerbliche Zwecke	101

Reinigung des Wassers.

Verfahren im Allgemeinen	102
------------------------------------	-----

Reinigung des Trinkwassers.

Vorbemerkungen	102
--------------------------	-----

I. Reinigung des Trinkwassers im Grossen 104

1. Reinigung des Trinkwassers in Absatzbehältern	105
a) Klärbecken für unterbrochenen Betrieb	106
b) Klärbecken für ununterbrochenen Betrieb	109
2. Reinigung des Trinkwassers durch Sandfiltration	110
a) Anlage der künstlichen Sandfilter	111
α) Die völlige Selbständigkeit jedes einzelnen Filters	111
β) Die Korngrösse des Filtersandes	112
γ) Die stützende Kiesschicht und der Aufbau des Filters	115
δ) Die Reinwasserkanäle	116
ε) Form und Grösse der Filter	118
ζ) Der Reinwasserbehälter und der Wasserstand auf den Filtern	121
η) Der Einlauf des Wassers auf die Filter	123
θ) Der Austritt des Wassers aus den Filtern	124
ι) Die Entlüftung der Filter	126
κ) Die Ueberdeckung und Form der Filter	126
λ) Die Anordnung und Kosten der Filter	128
b) Der Betrieb der Sandfilter	128
Grundsätze für die Reinigung von Oberflächenwasser durch Sandfiltration zu Zeiten der Choleraepidemie	129

	Seite
c) Die Wirkung und das allmähliche Unbrauchbarwerden der Filter . . .	133
d) Das Reinigen der Filter	138
a) Entfernung der Schleimschicht	139
β) Das Waschen des Sandes	139
3. Reinigung des Trinkwassers durch Sandsteinplatten (nach Fischer-Peters)	141
4. Reinigung des Trinkwassers durch Schnellfilter und Filtrationsmaschinen . .	144
a) Der Andersen'sche Revolving-Purifier	144
b) Das Riddell-Filter	147
c) Das Howatsen-Filter	150
d) Das Warren-Filter	152
e) Das Torrent-Filter	155
f) Das Kröhnke-Filter	156
g) Das Gerson-Filter	157
5. Verhalten des Trinkwassers in Leitungsröhren	159
II. Reinigung des Trinkwassers im Kleinen durch Hausfilter	162
1. Die Kohlenfilter	162
2. Das Eisenschwammfilter von Bischoff	164
3. Spencer's Magnetic-Carbide- und das Polarite-Filter	164
4. Das Kieselguhr-Filter von Nordtmeyer-Berkefeld	165
5. Die Porcellanfilter	168
a) Von Pasteur-Chamberland	168
b) Von der Sanitäts-Porcellan-Manufaktur in Charlottenburg	172
c) Von Möller-Hesse	172
d) Von J. Stavemann in Berlin	173
e) Von H. Olschewsky (Karl Maass & Cohnfeld) in Berlin	173
f) Von Wilh. Schuler in Isny (Württ.)	174
g) Filter aus Asbestporcellan	176
6. Asbestfilter	176
a) Von C. Piefke-Berlin	176
b) Von Friedr. Breyer in Wien	179
c) Von Julius Trenkler in Wien	181
d) Von Sellenscheidt in Berlin	182
e) Von Sonnenschein	183
f) Von Frhr. v. Kuhn in Wien	183
g) Von H. Jensen & Co. in Hamburg	184
7. Papier-Cellulose-Filter	185
Schlussbemerkungen zu den Kleinfiltren	186
III. Reinigung des Trinkwassers durch Kochen	188
1. Kochapparat von Fr. Siemens in Berlin	188
2. Kochapparat von Grove in Berlin	189
3. Gewinnung von Trinkwasser durch Destillation	191
IV. Reinigung des Trinkwassers durch Chemikalien	191
V. Reinigung des Trinkwassers durch Elektrizität	194
VI. Lüftung und Enteisung von Trinkwasser	195
1. Das Oesten'sche Verfahren (durch freien Regenfall)	197
2. Das Piefke'sche Verfahren (Rieselung durch Koks)	198
3. Das Thiem'sche Verfahren	200
4. Das Kurth'sche Verfahren	200
5. Enteisung durch chemische Fällungsmittel und durch das Kröhnke-Filter	202

	Seite
6. Das Dunbar'sche Pressfilter	203
7. Das Dunbar'sche Tauchfilter	203
VII. Das Weichmachen des Wassers	205
1. Allgemeine Fällungsmittel	205
2. Vorrichtungen zum Weichmachen von Kesselspeisewasser	209
a) Von A. L. G. Dehne in Halle a/S.	209
b) Von P. Kyll in Köln a. Rh.	211
3. Das Weichmachen von Trinkwasser in (Southampton)	213
Reinigung der Schmutzwässer.	
A. Die Reinigung in den Gewässern selbst, die Selbstreinigung der Flüsse	217
I. Selbstreinigung durch Verdünnung	231
II. Selbstreinigung durch mechanisch-chemische Vorgänge	233
1. Durch die Sedimentation	233
2. Durch rein chemische Umsetzungen	234
3. Durch direkte Oxydation	235
4. Durch Verdunstung	245
III. Selbstreinigung durch biologisch-chemische Vorgänge	247
1. Die oxydirende Wirkung der Bakterien und Wasserfadenpilze	247
2. Die Thätigkeit der Algen und sonstiger Wasserpflanzen	252
IV. Die Selbstreinigung der Flüsse von Bakterien	258
1. Sedimentation der Bakterien	259
2. Absterben durch Veränderung der Wachstumsbedingungen	262
3. Wirkungen des Lichtes auf Bakterien	263
Schlussergebnisse	265
B. Reinigung der Schmutzwässer durch Berieselung	266
I. Vorbemerkungen über die Grundsätze der Berieselung	266
1. Die Vorgänge der Zersetzung und Unschädlichmachung der organischen Stoffe im Boden	267
2. Einfluss der Bodenart und der Art des Rieselns auf die Reinigung der Schmutzwässer	273
a) Einfluss der Art des Rieselns	273
b) Einfluss des Bodens	274
c) Einfluss des zu häufigen Rieselns	275
3. Einfluss der Kulturpflanzen	276
4. Einfluss der verschiedenen Kulturpflanzen und des Nährstoffbedürfnisses derselben	281
5. Einfluss der Jahreszeit	281
Zusammenfassung der Grundregeln der Berieselung	285
II. Vorprüfungen bei der Anlage von Rieselfeldern	287
1. Die Beschaffenheit des Bodens	287
2. Die Vorfluth und Entwässerungsverhältnisse des Rieselfeldes	288
3. Die Oberflächengestaltungen des Rieselfeldes	289
4. Besitz- und Wohnungsverhältnisse auf und bei den Rieselfeldern	289
5. Bestimmung der Grösse eines Rieselfeldes	290
a) Je nach der Beschaffenheit des zu rieselnden Wassers	291

	Seite
b) Je nach der Menge des Abwassers	291
c) Je nach dem nothwendigen Grade der Reinigung	294
6. Pacht- oder Grunderwerb der Rieselfelder? Kostenanschlag	294
III. Die Herstellung der Rieselanlagen	296
1. Die Aptirung der Rieselfelder	296
a) Zum Rieseln	297
b) Für die Staufiltration	299
c) Für die Beetfiltration	302
2. Die Entwässerung der Rieselfelder	305
a) Art und Lage der Drainrohre	305
b) Grössendurchmesser der Drainrohre	305
c) Vertheilung der Drainrohre	305
3. Die Vertheilung des Abwassers auf den Rieselfeldern	307
4. Beispiele einiger Rieselanlagen	313
a) Die Rieselfelder von Berlin	313
b) Das Rieselfeld von Freiburg i. Br.	314
c) Das Rieselfeld von Breslau	315
d) Das Rieselfeld von Paris	317
IV. Der Betrieb von Rieselfeldern	318
1. Die Bewässerung der Flächen — der Rieselbetrieb	318
Dienstanweisung für die Rieselmeister und Rieselwärter auf den der Stadtgemeinde Berlin gehörigen Rieselgütern	320
2. Die Arbeit auf den Rieselfeldern und die Bearbeitung der Bodenoberfläche	325
3. Die Bebauung der Rieselfelder	327
4. Die Viehwirthschaft auf den Rieselfeldern	336
5. Die Teich-(Fisch-)Wirthschaft auf den Rieselfeldern	337
C. Reinigung der Schmutzwässer durch Filtration	339
Versuche über die Reinigung durch verschiedene Filter	340
D. Reinigung der Schmutzwässer auf biologischem Wege	346
Das Dibdin-Schweder'sche Verfahren	346
E. Reinigung der Schmutzwässer auf chemisch-mechanischem Wege	353
I. Die chemischen Fällungsmittel und ihre Wirkung	353
1. Die chemischen Fällungsmittel	353
2. Die Wirkung der chemischen Fällungsmittel	360
3. Die Beseitigung des Schlammes von der chemischen Fällung	368
II. Mechanische Hilfsmittel behufs Klärung der Schmutzwässer	370
1. Klärung durch einfache flache Klärbecken mit vorwiegend wagerechter Bewegung des Wassers	375
a) Klärvorrichtung nach E. Reichardt	375
b) " mit durchsetzten Wänden	376
c) " für das Verfahren von Fr. Hulwa	376
α) Einrichtung für eine Zuckerfabrik in Strehlen	376
β) Einrichtung für eine Färberei in Ernsdorf	378
d) Kläranlage auf der Arbeiter-Kolonie Kronenberg bei Essen a. d. Ruhr	830
e) Kläranlage in Frankfurt a. M.	383
f) " in Wiesbaden	389

	Seite
2. Klärung durch Tiefbrunnen und ähnliche Vorrichtungen mit vorwiegend aufsteigender Bewegung des Wassers	393
a) Klärvorrichtung von F. A. Robert Müller & Co. in Schönebeck a. d. Elbe	393
b) Klärvorrichtungen von M. Friedrich & Co. in Leipzig	396
a) Tiefbrunnen	396
β) Flachbrunnen	397
c) Klärvorrichtung von F. Eichen in Wiesbaden	399
d) Klärvorrichtung von Rothe-Roeckner	401
e) Heberglocken-Anlage von M. Friedrich & Co. in Leipzig	404
f) Klärvorrichtung von A. Dervaux, verbessert von Hans Reisert	405
3. Zusammengesetzte und sonstige Klärvorrichtungen	408
a) Klärvorrichtung von H. Riensch in Uerdingen a. Rh.	408
b) Reinigungsverfahren von A. Proskowetz	414
c) Reinigungsverfahren von H. Gerson	417
d) Reinigung durch Filterpressen und Klärung von A. L. G. Dehne in Halle a. d. S.	420
a) Die Reinigung durch Filterpressen	420
β) Die Reinigung durch Schwemmfilter	420
γ) Die Reinigung unter Zusatz von Chemikalien durch Klärbecken und Filterpresse	421
4. Hilfsvorrichtungen für die chemisch-mechanische Reinigung der Schmutzwässer	422
a) Vorrichtungen für die Bereitung von Kalkmilch behufs Zusatzes zu Schmutzwasser	422
a) Von der Aktien-Gesellschaft für Bergbau, Blei- und Zinkfabrikation, Abtheilung Ramsbeck i. W.	422
β) Von den Schwefelkiesgruben in Meggen i. W.	423
b) Selbstthätige Schöpfvorrichtung für die Zugabe der chemischen Zusätze nach C. Liesenberg	424
c) Messvorrichtung für die zur Reinigung von Abwässern bestimmten Fällreagentien	425
d) Vorrichtung zum Vertheilen von Fällreagentien	427
e) Vorrichtung zum Entwässern von schlammförmigen Stoffen von M. M. Rotten	427
f) Vorrichtungen für die Zuführung von Gasen (Luft, Kohlensäure oder schwefeliger Säure)	430
a) Die Lüftung	430
β) Zuführung von Kohlensäure, schwefeliger Säure oder anderen Gasen	431
F. Reinigung der Schmutzwässer durch Elektrizität	433
1. Das Webster'sche Verfahren zur Reinigung von Schmutzwässern	433
2. Das Hermite'sche Verfahren zur Sterilisation der Spüljauche	438
3. Versuche über das Webster'sche Reinigungsverfahren	440
Sachregister	445