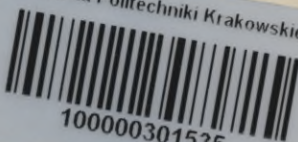




Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000301535

Die  
Reinigung städtischer Abwässer  
in Deutschland  
nach dem  
natürlichen biologischen Verfahren.

Dr. J. König,

Dr. H. Lacour,





Die  
Reinigung städtischer Abwässer  
in Deutschland

nach den  
natürlichen biologischen Verfahren.

Von

**Dr. J. König,**

Geh. Reg.-Rat, o. Professor an der  
Universität Münster i. W.

und

**Dr. H. Lacour,**

Oberassistent d. Landw. Versuchsstation  
Münster i. W.



*14/2*  
*F. N. 31026*



Mit 6 Textabbildungen.

BERLIN  
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen

SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11

1915.

Die  
Reinigung städtischer Abwässer  
in Deutschland  
nach dem  
natürlichen biologischen Verfahren

Sonderabdruck aus: „Landwirtschaftliche Jahrbücher“ Bd. 47 (1914).



III 16442

Akc. Nr. 2946 / 50

# Inhalt.

	Seite
Vorbemerkung . . . . .	1
A. Allgemeines . . . . .	1
1. Übersicht über die bestehenden Reinigungsverfahren . . . . .	1
2. Verschiedenartigkeit der städtischen Abflüsse . . . . .	3
3. Chemische Zusammensetzung des städtischen Abwassers . . . . .	5
4. Leichte Zersetzlichkeit des städtischen Abwassers . . . . .	7
5. Mengen der städtischen Abflüsse . . . . .	7
6. Einfluss des städtischen Abwassers auf den Vorfluter . . . . .	9
7. Ziele der Abwasserreinigung . . . . .	12
B. Gegenwärtiger Stand der Reinigung städtischer Abwässer in Deutschland . . . . .	18
I. Die Rieselfelder . . . . .	18
A. Die Bodenverhältnisse . . . . .	18
B. Behandlung und Veränderungen der Abwässer . . . . .	18
1. Die Zuleitung der Abwässer zum Rieselfeld . . . . .	18
2. Vorreinigung und Schlammfrage . . . . .	19
3. Die verschiedenen Arten des Rieselns . . . . .	21
4. Herrichtung der Rieselstücke . . . . .	23
5. Durchfeuchtungen in der Rieselfeldumgebung . . . . .	23
6. Die reinigende Wirkung des Rieselns auf das Abwasser . . . . .	24
7. Verhalten der einzelnen Abwasserbestandteile beim Rieseln . . . . .	38
8. Zulässige Belastung der Rieselfelder . . . . .	40
9. Nachbehandlung der Dränwässer . . . . .	42
10. Einfluss der Rieselfeldabflüsse auf den Vorfluter . . . . .	43
F. Die landwirtschaftliche Ausnutzung der Rieselfelder . . . . .	45
1. Die Menge der Abwässerungstoffe . . . . .	45
2. Veränderungen des Rieselbodens . . . . .	47
3. Die zweckmässigsten Nutzpflanzen auf Rieselfeldern . . . . .	47
4. Verhältnis von Ackerland zu Wiesen . . . . .	50
5. Ernteergebnisse . . . . .	51
6. Beschaffenheit der Rieselfrüchte . . . . .	51
7. Eingehende Untersuchungen über Rieselgras und Heu . . . . .	59
8. Geringe Wahrscheinlichkeit einer Infektion durch Rieselfrüchte . . . . .	61
9. Viehhaltung auf und in der Umgebung der Rieselfelder . . . . .	62
10. Zweckmässigkeit der Mitbewirtschaftung von Naturland . . . . .	63
11. Eigene Bewirtschaftung oder Verpachtung . . . . .	63
A. Gesundheitliche Verhältnisse auf den Rieselfeldern . . . . .	68
E. Kosten der Abwasserreinigung durch Rieselfelder . . . . .	71

II. Das Eduardsfelder Spritzverfahren . . . . .	85
III. Fischteiche . . . . .	88
IV. Intermittierende Bodenfiltration . . . . .	91
C. Wirtschaftliche Bedeutung der Reinigungsverfahren, die eine Verwertung der Abwässerungstoffe gestatten . . . . .	93
D. Quellenangabe . . . . .	94
I. Grössere Werke . . . . .	94
II. Ausführlichere Abhandlungen . . . . .	95
III. Zeitschriften und Jahresberichte . . . . .	96



## Vorbemerkung.

---

Veranlassung zu nachstehender Arbeit gaben drei verschiedene, in der Nähe von Münster i. W. gelegene Reinigungsanlagen für städtisches Abwasser, nämlich: die Rieselfelder in Münster i. W., die biologischen Schalentropfkörper nach DUNBAR in Unna und die Kläranlage nach dem Kohlebreiverfahren von ROTHE-DEGENER in Soest, von denen also jede der drei Hauptgruppen der zur Zeit üblichen Reinigungsverfahren: 1. Die natürliche biologische, 2. die künstliche biologische und 3. die mechanische und chemische Reinigung, durch eine grössere Anlage vertreten war. Da die Kohlebreianlage infolge von Überlastung keine genügende Reinigung des Abwassers erzielen konnte, wurde auch die selbstreinigende Kraft des Vorfluters verfolgt. Ferner fanden über die chemische Zusammensetzung der auf dem Rieselfelde in Münster i. W. geernteten Rieselfeldfrüchte ausführliche Untersuchungen statt. Um über die Betriebsverhältnisse und Kosten der deutschen Reinigungsanlagen überhaupt gründlichen Aufschluss zu erlangen, wurden umfangreiche statistische Erhebungen angestellt.

Bei der Besprechung der Ergebnisse sind des besseren Zusammenhanges wegen die wichtigsten sonstigen Erfahrungen und bekannten Tatsachen mit hinzugezogen worden.

### A. Allgemeines.

#### 1. Übersicht über die bestehenden Reinigungsverfahren.

Unter den Abwässern, welche die oft beklagten Flussverunreinigungen bewirken, nehmen diejenigen mit vielen organischen Stoffen den grössten Umfang ein; denn es gehören hierzu nicht allein die häuslichen Abwässer aus Städten und Ortschaften, sondern auch die aus Schlachthäusern, Sammelmolkereien, Brauereien, Gerbereien, Zellulose-, Zuckerfabriken u. a. mehr. Alle diese Schmutzwässer können einerseits pathogene Keime enthalten,

die direkt gefährlich für Menschen und Tiere sind, andererseits gehen sie leicht in Fäulnis über und wirken alsdann ebenfalls gesundheitsschädlich, abgesehen davon, dass sich auch in der Industrie ein steigendes Bedürfnis nach reinem Wasser geltend macht, z. B. zum Speisen von Kesseln, für Brau- und Gärungsgewerbe, Stärke- und Zuckerfabriken, Bleichereien, Färbereien usw. Diese können sämtlich ein an organischen Stoffen reiches Wasser nicht verwenden. Da die genannten gewerblichen Betriebe in naher Beziehung zur Höhe der Bevölkerung stehen, diese aber in den letzten Jahrzehnten erheblich zugenommen hat, so ist es leicht zu erklären, dass die Verunreinigung der Flüsse, die mit ihrer Wassermenge und selbstreinigenden Kraft gleichgeblieben sind, mehr und mehr bedenklich geworden ist. Daher sind auch alle Bestrebungen, die Flussverunreinigungen tunlichst einzuschränken, gerade auf die Reinigung und Unschädlichmachung der städtischen und der mit vielen organischen Stoffen beladenen gewerblichen Abwässer von jeher gerichtet gewesen und noch gerichtet.

Man kann diese Reinigungsverfahren wie folgt unterscheiden:

I. Natürliche biologische Reinigung.

1. Mit Ausnutzung der Abwässerungstoffe.

a) Landberieselung.

α) Rieselfelder.

β) Eduardsfelder Spritzverfahren.

b) Fischteiche.

2. Ohne Ausnutzung der Abwässerungstoffe.

Intermittierende Bodenfiltration.

II. Künstliche biologische Reinigung.

1. Füllkörper.

2. Tropfkörper.

III. Mechanische und chemische Reinigung.

1. Absiebungsanlagen. (Rechen, Gitter, Siebe).

2. Sedimentierungsanlagen.

a) Sandfänge.

b) Absitzverfahren.

c) Faulverfahren.

d) Chemische Fällung. (Kohlebreiverfahren).

e) Fettfänge.

Während die mechanischen Verfahren im wesentlichen nur die Schwebstoffe entfernen, beseitigt die biologische Reinigung mehr oder weniger auch die gelösten organischen Stoffe; im ersten Falle ist das Abwasser also noch fäulnisfähig, im zweiten Falle bei richtiger Handhabung nicht mehr. Eine Mittelstellung nehmen ein das Faulverfahren, bei dem sich neben der Sedimentierung biologische Vorgänge abspielen, die eine teilweise Zerstörung organischer Stoffe bedingen und das Kohlebreiverfahren, das unter Umständen auch fäulnisunfähige Abflüsse liefern kann.

## 2. Verschiedenartigkeit der städtischen Abflüsse.

a) Die *Zusammensetzung* auch der durch Regen und gewerbliche Abwässer *nicht verdünnten städtischen Abflüsse* ist grossen Schwankungen unterworfen. Da fast durchweg darin sämtliche Fäkalien mit Klosettpapier (Schwemmkanalisation), sowie Spül-, Wasch-, Badewässer, Küchenabfälle und ähnliche Stoffe, soweit die Spülaborte ihnen Durchgang gestatten (häusliche Brauchwässer), enthalten sind, so üben die Lebensgewohnheiten, namentlich der Reinwasserverbrauch der Bevölkerung, einen grossen Einfluss auf die Konzentration aus. In den häuslichen Brauchwässern sind, abgesehen von den sonstigen organischen Stoffen, vor allem enthalten: Fett, Seife, Faserstoffe, Russ, Asche (Kalk, Kali, Phosphorsäure) und Chloride (Kochsalz). Die Trockensubstanz der Unratmenge beträgt nach BAUMEISTER (14) durchschnittlich 100 g für den Tag und Kopf; mit den Fäkalien kommen noch ca. 80 g hinzu, wovon nach RUBNER (2) ungefähr die Hälfte wasserlöslich ist, und die nach KÖNIG (1) etwa 14 g Stickstoff, 3,4 g Phosphorsäure und 2,9 g Kali enthalten.

Während in den menschlichen Auswürfen also auf 1 Stickstoff etwa  $\frac{1}{4}$  Phosphorsäure und  $\frac{1}{5}$  Kali kommen, verschiebt sich dieses Verhältnis bei den städtischen Abwässern insofern, als auf 1 Stickstoff zwar auch noch ungefähr  $\frac{1}{4}$  Phosphorsäure, aber bis zu  $\frac{3}{4}$  Kali entfallen. Diese Erhöhung wird hauptsächlich durch die Küchenabfälle, sowie die Spül- und Waschwässer bewirkt.

DUNBAR (3) glaubt, dass die relative Schmutzmenge bei höherem Reinwasserverbrauch infolge des vermehrten Seifenverbrauches steigt. SCHREIBER (33) gibt auf Grund ausführlicher Untersuchungen den *Fettgehalt* der Berliner Abwässer auf 178 mg für 1 l oder auf etwa 14 % der Trockensubstanz an; für den Tag und Kopf ergab sich eine Fettmenge von etwa 20 g. Ungefähr ein Drittel davon besteht aus Seifen, 7 % aus freien Fettsäuren.

b) Die *Beschaffenheit* des *Abwassers* wird ferner durch die verschiedene Anlage der Kanalisation bedingt, die entweder nach dem *Trenn- oder Mischsystem* durchgeführt ist, je nachdem das Regenwasser für sich allein in besonderen Kanälen oder zusammen mit den häuslichen Abwässern abgeführt wird. Mit dem Regenwasser gelangen je nach der Reinigung und Belebtheit der Strassen, sowie nach der Güte der Sinkkästen beträchtliche Mengen Sand und fäulnisfähige Stoffe, namentlich Pferdekot, in die Kanäle, so dass unter Umständen beim Mischsystem die Abwässer ebenso konzentriert sein können als beim Trennsystem. Nach SCHREIBER (33) besteht der *Strassenschmutz* in Berlin etwa zu einem Drittel aus *Pferdekot*; mit ihm gelangen an Regentagen fast 22 g *Fett* für den Tag und Kopf in die Kanäle. Hieraus erklärt sich, dass der Zufluss von Niederschlagswässern im allgemeinen den Fettgehalt des Abwassers nicht herabsetzt. Die Verdünnung durch Grundwasser, das in die Kanäle eintritt, ist manchmal sehr erheblich (DUNBAR) (3).<sup>1)</sup> In Gross-Strehlitz führen oberirdisch ablaufende

<sup>1)</sup> Siehe auch Tabelle 2, S. 8.

artesische Brunnen der Kanalisation täglich ca. 4500 *cbm*, ungefähr das 10fache des Trockenwetterabflusses jener Stadt, zu.

c) Da bei *Mischsystem* zuzeiten heftiger *Regengüsse* die Unterbringung der plötzlich stark anwachsenden Wassermengen unmöglich ist, wenn der Kanalquerschnitt und die Reinigungsanlage nicht so gross bemessen werden soll, dass die Kosten unverhältnismässig hohe sind, so muss durch *Notauslässe* eine Entlastung vorgesehen werden. Die hierzu erforderliche Verdünnung des Trockenwetterabflusses ist durch die örtlichen Verhältnisse bedingt: Konzentration des Abwassers, Strassenreinigung, Grösse der Vorflut usw. Es ist daher nicht angängig, diese Verdünnung, wie in England, allgemein auf eine 6fache festzusetzen; bei grossen Vorflutern kann eine 2fache Verdünnung genügen, während bei kleineren unter Umständen eine 7—10fache verlangt werden muss. Unter ganz ungünstigen Verhältnissen muss man noch weiter gehen. In Darmstadt z. B. ist kein Vorfluter vorhanden, in den man ungereinigtes Wasser leiten könnte. Deshalb müssen sämtliche Abwässer, einschliesslich der mittleren Regengängen, auf den Rieselfeldern untergebracht werden; die Notauslässe leiten das Abwasser zum Aufstau in einen Kiefernwald. Bei welcher Verdünnung und wie oft die Notauslässe in den Städten mit Rieselfeldern in Tätigkeit treten, ist aus Tabelle 32, S. 76 u. 77 zu ersehen. Das Zurückhalten von gröberen Stoffen (Kotballen, Papier, Kork usw.) an den Enden der Notauslässe durch Überfälle, Tauchwände, Rechen, Siebe ist meist schwierig.

Auf eine diesbezügliche Anfrage bei den Städten mit Rieselfeldern und Mischkanalisation teilten Berlin und Brandenburg mit, dass sich solche Vorkehrungen dort nicht bewährt haben, während man mit ihrer Wirkungsweise in Breslau, Charlottenburg, Salzwedel, Schöneberg, Quedlinburg zufrieden ist; in den übrigen Städten fehlen derartige Anlagen.

d) Die *Beschaffenheit* der *städtischen Abwässer* ist schliesslich noch abhängig von der Menge der *gewerblichen Abwässer*, die in die Kanäle geleitet werden. Bedingung für ihre Aufnahme ist gewöhnlich eine mässige Temperatur (nicht über 37° [RUBNER, 2]), eine ziemlich neutrale Reaktion und eine gleichmässige Verteilung des Abflusses während des ganzen Tages. Unter diesen Umständen hat sich die Aufnahme gewerblicher Abwässer in die städtischen Kanäle fast durchweg als unschädlich erwiesen, wie aus den Berichten der Städte übereinstimmend hervorgeht. Zu bemerken ist, dass in Dortmund grundsätzlich die Aufnahme von Zechenabwässern ausgeschlossen ist; in Cottbus, wo die gewerblichen Abwässer 60% der Gesamtmenge ausmachen, sind die Zementkanäle in Sohle und Seitenwandungen durch säurefeste Schalen und Platten geschützt; in Königsberg sind durch die Aufnahme von Zellstoffabrikabwässern in den Pumpstationen und Kanälen verschiedentlich Schäden dadurch aufgetreten, dass alle schmiedeeisernen Teile, die mit den Wässern in Berührung kamen, trotz grösstmöglicher Neutralisation auf 0,2 vom Tausend weggefressen wurden und in den Pumpen durch Teile von Phosphorbronze ersetzt werden mussten. Gusseisen hat sich gehalten, soweit es nicht bearbeitet war. Zementbeton,

der mit den Abwässern in Berührung kam, wurde zerstört, die Fugen des Mauerwerkes wurden ausgewaschen. Nach der Vermischung der Zellstofffabrikabwässer mit dem gesamten übrigen städtischen Abwasser sind Schädigungen an den Kanalanlagen nicht mehr aufgetreten. Eine Erhöhung der Konzentration des städtischen Abwassers durch ihre grosse Menge von ungelösten und fäulnisfähigen Stoffen bewirken namentlich die Abwässer der Brauereien, Molkereien, Gerbereien, der Zucker-, Zellstoff- und Wollverarbeitungsfabriken, sowie der Schlachthäuser. In Königsberg steigt der Kaliumpermanganat- ( $\text{KMnO}_4$ ) Verbrauch durch die Aufnahme der gewerblichen Abwässer (hauptsächlich aus einer Zellstofffabrik) auf das 22 fache, nämlich von etwa 750 auf 16500 mg im Liter. Im allgemeinen ist der Einfluss der Industrieabwässer nicht ein derartiger, dass die Reinigung der städtischen Abwässer dadurch erheblich erschwert würde (DUNBAR 3).

### 3. Chemische Zusammensetzung des städtischen Abwassers.

Zur Erweiterung des Analysenmaterials über die Zusammensetzung der städtischen Abwässer (s. KÖNIG I, Bd. 2, S. 8 und DUNBAR 3, S. 56—60) mögen die Angaben in den Tabellen 4 und 8—11 auf S. 14, 25, 26, 28 u. 29, sowie S. 32 beitragen. Nach THUMM (2) ist die mittlere Zusammensetzung städtischer Abwässer, wenn sie durch gewerbliche Abgänge nicht zu sehr beeinflusst ist, folgende (Milligramm im Liter):

Tabelle 1.

Konzentration der Abwässer	Gesamt-Schwebstoffe	Im filtrierten Wasser			
		Gesamt-Abdampfrückstand	Ammon.-Stickstoff	Organ. Stickstoff	Kaliumpermanganat-Verbrauch
Gering . . .	bis 500	bis 500	bis 30	bis 10	bis 200
Mittel . . .	" 1000	" 1000	" 50	" 30	" 300
Hoch . . . .	üb. 1000	üb. 1000	über 50	über 30	über 300

Allgemeine Angaben über die Konzentration der Abwässer in den Städten mit Rieselfeldern befinden sich in Tabelle 2, S. 8.

Gemäss seiner Herkunft sind die *Schwankungen in der Zusammensetzung* des städtischen Abwassers nicht nur für verschiedene Orte, sondern auch für verschiedene Jahreszeiten, Wochentage und Tagesstunden beträchtlich.<sup>1)</sup> Das Charlottenburger Abwasser weist, wie die meisten städtischen Abwässer, vormittags von 8—11 die höchste Konzentration auf, dann allmählich abnehmend, von 2—5 nachmittags die geringste. Diese Unterschiede treten besonders deutlich an Sonntagen hervor, an denen die industriellen Abwässer fehlen. Sonst machen sich für die einzelnen Wochentage keine grossen Unterschiede bemerkbar. Von Mai—August trat die Fäulnis meist am 3., sonst am 5. Tage ein; sie war beendet im filtrierten Rohwasser am 8.—9., im unfiltrierten später als am 10. Tage (50).

<sup>1)</sup> Siehe auch KÖNIG (1), Bd. II, S. 12; ferner (86), S. 62.

Über die Schwankungen in der Zusammensetzung des Abwassers ein und derselben Stadt liegen ausführliche Analysen aus Breslau (von 20 Jahren) und Braun-

schweig (von 10 Jahren) vor; in beiden Städten fand durchschnittlich jeden Monat eine Untersuchung statt.<sup>1)</sup> Für Braunschweig sind ferner die täglichen Abwassermengen im Monatsdurchschnitt (von denselben 10 Jahren) angegeben.

Während in Breslau, ähnlich wie in Münster i. W.<sup>2)</sup> die Konzentration im Winter grösser ist als im Sommer, liegen die Verhältnisse in Braunschweig umgekehrt. In beiden Städten geht der Chlorgehalt im allgemeinen dem Gehalt an unorganischen Stoffen ziemlich parallel; noch augenscheinlicher ist das bei dem Kaliumpermanganat-Verbrauch und den organischen Stoffen.<sup>3)</sup>

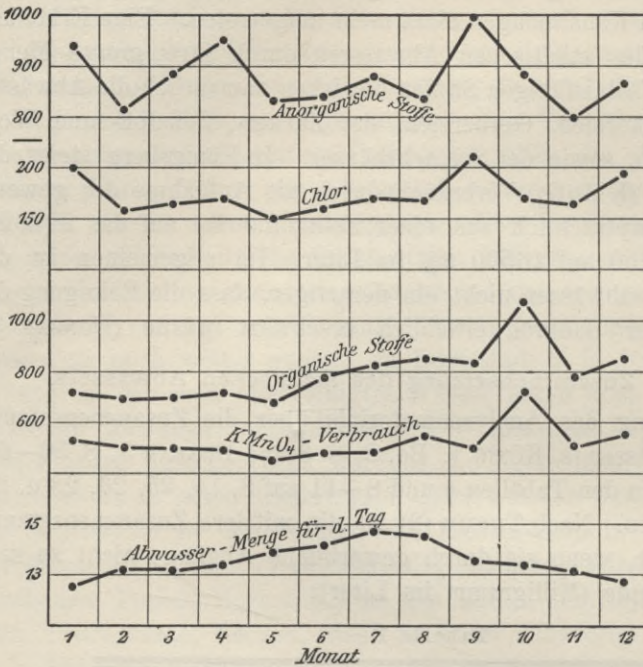


Fig. 1. Städtisches Abwasser in Braunschweig.

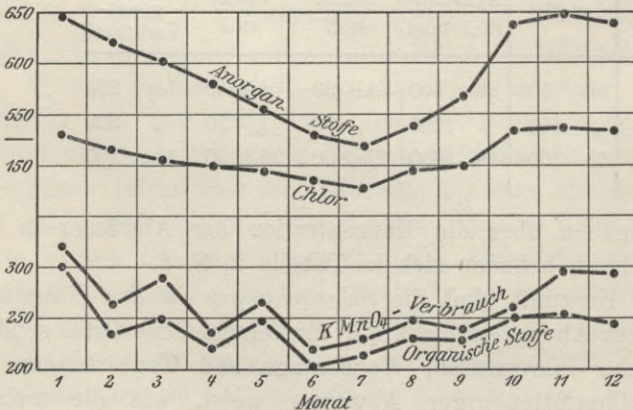


Fig. 2. Städtisches Abwasser in Breslau.

Ordinate = Monate.

Abscisse = mg im l, bzw. cbm tägl. Abwasser × 1000.

In Braunschweig fällt die grösste Konzentration des Abwassers (im Oktober) nicht mit der geringsten Menge (im Januar) zusammen, ebenso nicht die geringste Konzentration (im Mai) mit der grössten Menge (im Juli).<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Siehe Tabelle 13, S. 34 u. 35.

<sup>2)</sup> Siehe Tabelle 12, S. 33.

<sup>3)</sup> Siehe graphische Darstellung, Fig. 1 u. 2.

#### 4. Leichte Zersetzlichkeit des städtischen Abwassers.

Die grosse Menge der organischen, sowie der Papier- und Faserstoffe, von denen erstere der stinkenden Fäulnis anheimfallen, letztere der Zellulosegärung, verursachen eine starke Zersetzlichkeit des Abwassers. Je nach seiner Aufenthaltsdauer in den Kanälen kann es bereits zum Teil zersetzt sein, bevor es in der Reinigungsanlage anlangt, besonders wenn sich Schlamm ablagert, der bei längerem Liegen in Fäulnis gerät. Diese faulige Beschaffenheit sucht man nach Möglichkeit durch reichliche Spülungen der Kanäle zu vermeiden; in der Analyse macht sie sich vor allem durch die Erhöhung des Ammoniakgehaltes bemerkbar und die Bildung von Schwefelwasserstoff; das Abwasser wird durch Schwefeleisen schwarz und riecht jauchig, faulig, während frisches Abwasser ohne starke Beeinflussung von gewerblichem Wasser gelblich ist und nur schwach fäkalisch riecht.

#### 5. Mengen der städtischen Abflüsse.

Die *Mengen der städtischen Abwässer* sind im wesentlichen durch den Reinwasserverbrauch, die Art der Kanalisation und die Beimischung industriellen Abwassers bedingt.

Sie sind in Tab. 2 (S. 8) nach steigendem *Reinwasserverbrauch* für den Tag und Kopf geordnet. Dieser schwankt zwischen 40 l (in Gr.-Strehlitz) und 248 l (in Dortmund), die Abwassermenge bei reinem *Trennsystem* zwischen 50 l (in Friedrichsfelde-B.) und 113 l (in Zerbst), bei vorwiegend *Trennsystem* zwischen 89 l (in Lichtenberg) und 107 l (in Quedlinburg, ohne Berücksichtigung von Zoppot mit 200 l), bei vorwiegend *Mischsystem* zwischen 100 l (in Gr.-Strehlitz) und 572 l (in Freiburg i. Br.)

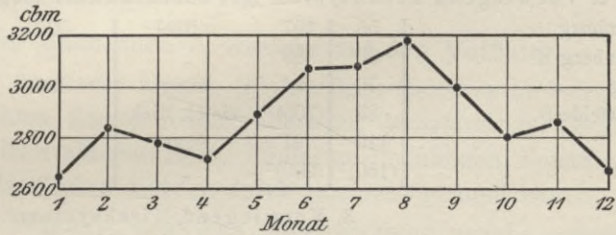


Fig. 3. Berlin (aus 4 Jahren).

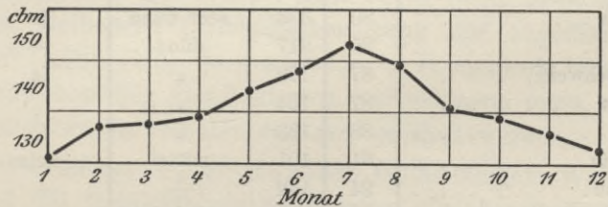


Fig. 4. Braunschweig (aus 10 Jahren).

Tägliche Abwassermengen ( $\times 100$ ) im Monatsdurchschnitt.

Nach KÖNIG (1) ist die Menge der städtischen Abwässer in den frühen Morgenstunden am geringsten, erreicht bis Mittag ihren Höhepunkt, der bis gegen Abend mehr oder weniger bleibt, und nimmt dann beständig bis zu den frühen Morgenstunden ab. Nach dem Durchschnitt zweier Jahre wird in Münster i. W. am Tage fast  $1\frac{1}{2}$  mal soviel Wasser zum Rieselfeld ge-

Tabelle 2. Menge und Konzentration städtischer Abwässer.

Städte mit Riesefeldern	Reinwasser- verbrauch l	Abwasser		Gelangt Wasser aus Privat- brunnen und Grundwasser in die Kanäle?	Menge der gewerblichen Abwässer	Gehalt der gewerblichen Abwässer an organischen Stoffen
		Menge l	Kon- zentration			
<b>1. Durchgeführtes Trennsystem.</b>						
Kreuzburg . . . . .	56	(100) <sup>1)</sup>	—	nein	—	—
Friedrichsfelde-K. . . . .	62	50	zieml. dick	„	unerheblich	wenig
Rawitsch . . . . .	62	70	mittel	„	„	„
Pankow-B. . . . .	70	83	dünn	„	20 %	viel
Stendal . . . . .	70	90	dick	wenig	10 „	wenig
Stadtilm . . . . .	80	(100) <sup>1)</sup>	„	nein	beträchtlich	viel
Neu-Ruppin . . . . .	81	72	dünn	ja	unerheblich	wenig
Steglitz <sup>2)</sup> . . . . .	87	90	„	nein	10 %	„
Bromberg . . . . .	94	73	mittel	„	7 „	„
Ostrowo . . . . .	95	57	dünn	„	unerheblich	„
Zerbst . . . . .	128	113	„	„	25—35 %	viel
<b>2. Vorwiegend Trennsystem mit beschränkter Regenwasseraufnahme.</b>						
Quedlinburg . . . . .	55	107	mittel	50 %	unerheblich	wenig
Lichtenberg-B. . . . .	60	89	„	—	25 %	viel
Danzig . . . . .	70	94	dünn	nein	unerheblich	wenig
Lichterfelde-B. . . . .	85	(100) <sup>1)</sup>	zieml. dick	„	0	—
Öls . . . . .	110	91	dünn	„	unerheblich	wenig
Zoppot . . . . .	(150) <sup>1)</sup>	(200) <sup>1)</sup>	„	„	„	„
<b>3. Vorwiegend Mischsystem.</b>						
Gross-Strehlitz <sup>3)</sup> . . . . .	40	(100) <sup>1)</sup>	sehr dünn	ja	unerheblich	wenig
Königsberg . . . . .	74	124	dünn	täglich ca. 7000 cbm	18 %	sehr viel
Brandenburg . . . . .	79	118	mittel	nein	unerheblich	wenig
Cottbus . . . . .	80	333	sehr dünn	ja	60 %	„
Celle . . . . .	85	217	dünn	—	50 „	viel
Braunschweig . . . . .	87	109	„	ja	30 „	„
Breslau . . . . .	87	154	„	„	35 „	„
Berlin . . . . .	88	133	„	„	beträchtlich	„
Liegnitz . . . . .	91	101	mittel	nein	unerheblich	wenig
Bunzlau . . . . .	94	142	—	—	—	—
Schöneberg . . . . .	103	147	dünn	wenig	mässig	keine
Magdeburg . . . . .	104	130	—	—	—	—
Münster i. W. . . . .	105	161	dünn	nein	unerheblich	—
Salzwedel . . . . .	110	(150) <sup>1)</sup>	„	„	„	wenig
Darmstadt . . . . .	110	(160) <sup>1)</sup>	zieml. dünn	ja	„	viel
Charlottenburg . . . . .	129	152	dünn	11 %	10 %	wenig
Freiburg i. Br. . . . .	205	572	„	ja	unerheblich	„
Dortmund . . . . .	248	221	„	nein	50 %	viel

<sup>1)</sup> Die Zahlen sind geschätzt; bei Zoppot beziehen sie sich nur auf den Sommer, einschl. Badegäste und Passanten.

<sup>2)</sup> Steglitz ist die erste Stadt des europäischen Festlandes, die das Trennsystem durchführte.

<sup>3)</sup> In G.-Strehlitz werden den Kanälen ausserdem ca. 4500 cbm im ganzen für den Tag zugeführt durch oberirdisch ablaufende artesische Brunnen.



pumpt, als in der Nacht. Die tägliche Abwassermenge betrug: Für 24 Stunden 12880 *cbm*, von 7 Uhr morgens bis 7 Uhr abends 7560 *cbm*, von 7 Uhr abends bis 7 Uhr morgens 5320 *cbm*. Bei Mischkanalisation ist die Abwassermenge im Sommer grösser als im Winter. Die graphische Darstellung (Fig. 3 u. 4 S. 7) gibt die täglichen Abwassermengen im Monatsdurchschnitt wieder, für Berlin in den Jahren 1908—1911, für Braunschweig in den Jahren 1900—1909. Sie betragen im Monatsdurchschnitt:

Tabelle 3.

Zeit	Berlin <i>cbm</i>	Braunschweig <i>cbm</i>
Mai bis September . .	305 000	14 200
Oktober bis April . . .	276 000	13 000
Wieviel mal grösser im Sommer als im Winter	1,1	1,1

Die grösste Abwassermenge fällt für Berlin in den August, für Braunschweig in den Juli; die geringste für beide Städte in den Januar.

#### 6. Einfluss des städtischen Abwassers auf den Vorfluter.

Die städtischen Abwässer können infolge ihres Gehaltes an Schwebstoffen und ihrer leichten Zersetzlichkeit allerhand *Missstände* im *Vorfluter* hervorrufen, wie Schlammablagerungen, Fäulniserscheinungen, Schädigung des tierischen und pflanzlichen Lebens durch Sauerstoffmangel usw.

a) Durch einen Vorgang, den man *Selbstreinigung* nennt, vermögen unsere Flüsse bis zu einem gewissen Grade die durch Abwässer entstandenen Verunreinigungen allein zu beseitigen, solange nämlich die Menge der Unratstoffe die selbstreinigende Kraft des Flusswassers nicht übersteigt. Diese besteht in „der bleibenden Unschädlichmachung der zugeführten verunreinigenden Stoffe“ [KÖNIG (15)]; es genügt also z. B. nicht ein blosses Niederschlagen von Schwebstoffen und Bakterien, der Schlamm muss vielmehr auch durch Kleinlebewesen verzehrt und mineralisiert werden.

KOLKWITZ (2) unterscheidet scharf „zwischen fäulnisfähigem Wasser (Abwasser) und Wasser mit fäulnisfähigen Substanzen, die aber wegen zu geringer Menge zur Erzeugung von primärer Fäulnis nicht ausreichen (Flusswasser). Im ersteren tritt, wenn es sich selbst überlassen bleibt, stürmische Fäulnis, dann langsame Mineralisation ein, im letzteren dagegen keine Fäulnis, aber schnelle Mineralisation wegen der Anwesenheit reichgegliederter Organismenbestände in der freien Natur.“

Diese Selbstreinigung ist also neben physikalischen und chemischen Vorgängen hauptsächlich durch biologische Kräfte bedingt.

Man unterscheidet dabei nach KOLKWITZ und MARSSON (17) drei Stufen:

1. *Abwasser- oder polysaprobe Zone*. Hier werden die leicht zersetzlichen, hochmolekularen Stoffe, wie Protein, Fett, Kohlenhydrate, von

Bakterien abgebaut. Durch das Überwiegen dieser Reduktionsvorgänge, bei denen Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und weiterhin Schwefeleisen im Schlamm gebildet wird, entsteht Sauerstoffmangel. Besonders charakteristisch für diese Zone sind:

Schizomyzeten und farblose Flagellaten (*Sphaerotilus*, *Zoogloea*, *Beggiatoa*). Von höheren Tieren: *Tubifex*, *Chironomus*, *Eristalis*. Die Anzahl der Bakterien überschreitet häufig eine Million. Fische kommen nicht vor.

Diese Zone ist bei grösseren deutschen Flüssen auf weitere Strecken hin selten, kommt aber vor bei kleineren z. B. bei der Emscher.

2. *Übergangs- oder mesosaprobe Zone*. Diese zerfällt in zwei Abschnitte. Im  $\alpha$ -Teil sind Proteine zu Aminosäuren und Ammoniak abgebaut, es treten bereits Oxydationserscheinungen auf. Der Sauerstoffgehalt kann namentlich nachts noch stark abnehmen.

Charakteristisch sind besonders Schizophyceen (*Oscillatoria* und *Phormidium*) und Flagellaten; ferner *Apodya* (*Leptomitus*) *lactea*, *Fusarium aquaeductum* und andere Pilze; von Tieren: Ciliaten, Infusorien, Chironomidenlarven, Psychodalarven. Beispiele hierfür sind Drängräben auf Rieselfeldern mit schlecht gereinigtem Abwasser. Es treten aber schon widerstandsfähige Fische auf.

Im  $\beta$ -Teil rücken die Oxydationsvorgänge in den Vordergrund; es werden schon Nitrate gebildet. Der Sauerstoffgehalt des Wassers ist erheblich. Charakteristisch sind besonders Bacillariaceen (Diatomeen), Chlorophyceen, Ciliaten, Würmer, Rotatorien, Crustaceen. Der Bakteriengehalt bleibt meist unter 100000 für 1 *ccm* Wasser. Hierher gehören die Drängräben mit gut gereinigten Abflüssen. Viele Fische gedeihen infolge der reichlich vorhandenen Nahrung hierin gut.

3. *Reinwasser- oder oligosaprobe Zone*. Hier sind die Mineralisationsvorgänge beendet. Der Gehalt an organischem Stickstoff übersteigt selten 1 *mg/l*, Kaliumpermanganat-Verbrauch und Sauerstoffzehrung sind gering. Es treten Tiere und Pflanzen des reinen Wassers auf; charakteristisch ist das gänzliche Fehlen der Polysaprobien. Der Bakteriengehalt bleibt durchweg unter 1000 für 1 *ccm* Wasser. Auch gegen Abwasser sehr empfindliche Fische stellen sich hier ein.

Die Selbstreinigung geht also in der Weise vor sich, dass die gelösten organischen Stoffe durch Bakterien zersetzt oder ohne weiteres von Pilzen und Algen aufgenommen werden. Alle dienen dann als Nahrung für die Ziliaten, Rotatorien, Infusorien, die zum Teil wahrscheinlich auch direkt gelöste organische Stoffe dem Wasser entziehen können. Die grünen Algen assimilieren meist, sie bauen also aus Kohlensäure und den von den Bakterien gebildeten Nitraten die nötigen Eiweissstoffe auf, unter lebhafter Sauerstoffabgabe. Algen, Ziliaten usw. bilden das Futter für die Kleinkruster, diese schliesslich für die Fische.

Der aus dem Abwasser anfallende Schlamm wird von Muscheln, Schnecken, Insektenlarven, Würmern usw. vertilgt, von denen die beiden letzteren als Schlammwühler auch für seine Belüftung sorgen. Auch diese Lebewesen fallen den Fischen zur Beute, so dass letzten Endes die Unratstoffe grösstenteils in Fischfleisch umgesetzt werden; ein anderer Teil entweicht in die Luft, entweder gasförmig als Schwefelwasserstoff, Kohlensäure, Ammoniak, Stickstoff, Methan, oder in Form von Insekten.

LAUTERBORN (16) hebt hervor, dass die wichtige Rolle der höheren Pflanzen für die Selbstreinigung noch viel zu wenig beachtet werde. Durch ihre zahllosen, oft noch fein verteilten und zerschlitzten Blätter vergrössern sie sehr beträchtlich die reinigende Fläche für die zuströmenden Abwässer, sie wirken als biologische Filter, welche die Schmutzstoffe auffangen und in erhöhtem Masse der Verarbeitung durch niedere Organismen zugänglich machen. Darauf führt er auch zum nicht geringsten Teil die gesteigerte Selbstreinigung in der wärmeren Jahreszeit zurück, wie z. B. in der Ill, die die Schmutzwässer Strassburgs aufnimmt. Er kommt zu dem Ergebnis, dass in einem Gewässer die selbstreinigende Kraft direkt proportional ist der Absorptionsfläche seiner Pflanzen- und Tierwelt. Es ist daher bedenklich, die Lebensbedingungen einer üppigen und artenreichen Flora und Fauna, die im fliessenden Wasser am besten dort gedeihen, wo der natürliche Zustand des Flussbettes und der Ufer gewahrt bleibt, durch Korrektion der Flüsse (Gradlegung ihres Laufes, Beseitigung der Buchten, Befestigung der Ufer mit glatten Steinböschungen usw.) zu verschlechtern.

b) *Die erforderliche Verdünnung der Schmutzwässer im Vorfluter*, bei der keine Unzuträglichkeiten mehr entstehen, hängt sehr von den örtlichen Verhältnissen ab. Unter normalen Umständen fault häusliches Abwasser bei 30facher Verdünnung nicht mehr (2), nicht selten ist aber ungefähr die doppelte nötig, weil der Vorfluter meistens schon an sich durch Oberlieger verunreinigt ist. Die Abwässer Münchens erfahren in der Isar bei Niedrigwasser eine 44fache Verdünnung (15); sie werden nicht vorgeklärt. Trotz sehr grosser Stromgeschwindigkeit machen sich bis 50 km unterhalb der Stadt Missstände im Flusslauf bemerkbar. Daraus ist zu ersehen, dass eine sorgfältige mechanische Vorklärung unerlässlich ist; wichtig ist auch, dass das Abwasser bis zur Einleitung in den Vorfluter frisch bleibt. Unter solchen Umständen vollzieht sich die Selbstreinigung einwandfrei in der Lahn (Giessen) bei 65facher, in der Elbe (Dresden) bei 86facher, in einem Oderzufluss (Stettin) bei 84facher, im Main (Frankfurt) bei 128facher, im Rhein (Köln) bei 1000facher Verdünnung (Niedrigwasser). In Quedlinburg werden die Abwässer nur mechanisch vorgereinigt in den Vorfluter geleitet bei 400facher, ohne jegliche Vorbehandlung bei 800facher Verdünnung. In Breslau kann das Abwasser ungereinigt in die Oder gepumpt werden, wenn deren Wasserführung, die bei Mittelwasser 200 *cbm/sec.* beträgt, auf 500 *cbm/sec.* gestiegen ist. Die Selbstreinigung wird wesentlich unterstützt, wenn die Einleitung der Abwässer an verschiedenen Stellen des

Flusslaufes erfolgt, zwischen denen die biologischen Kräfte sich bereits entfalten können.

c) 1912 wurde die *Selbstreinigung eines kleinen Flusslaufes in der Nähe von Soest* chemisch und biologisch näher verfolgt. Das Bachwasser erfährt durch ungenügend gereinigtes städtisches Abwasser eine erhebliche Verunreinigung, die allerdings zum Teil bereits vor der Kläranlage durch die Zuleitung von Brennereiabwässern bewirkt wird.

Es fanden im ganzen 5 Probenahmen statt, nämlich im Februar, April, Juni, Juli, Oktober, und zwar jedesmal 0,1 km vor der Kläranlage, 0,1 km nach Aufnahme der gereinigten städtischen Abwässer und weiterhin in Entfernungen von 2,5 km, 5 km und 10 km. Im April wurde ferner das Bachwasser in der Nähe der Quelle untersucht, die einen grossen Teich bildet, und im Oktober die Abwässer einer Zuckerfabrik, die zwischen den Kilometern 0,1 und 2,5 bei der Probenahme 5 in den Bach gelangten. Die Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 4 (S. 14 u. 15) vereinigt; der besseren Übersicht halber sind die Mittelwerte in Tabelle 5 (S. 16) noch einmal zusammengestellt.

Die reinigende Wirkung der Kläranlage auf die städtischen Abwässer besteht lediglich in der Verminderung der Schwebestoffe um etwa 72 % ohne Berücksichtigung der geringen Verdünnung; die Abnahme der organischen Schwebestoffe ist = 66 %, die der anorganischen = 92 %. Im übrigen ist der Reinigungsgrad gleich Null, wie aus dem unveränderten Gehalt an gelöstem Stickstoff, dem unverminderten Kaliumpermanganat-Verbrauch und der grossen Sauerstoffzehrung hervorgeht.

Die verunreinigende Wirkung der städtischen Abflüsse auf den Bach ist denn auch unverkennbar, und zwar für gewöhnlich noch in einer Entfernung von 5 km unterhalb deutlich nachweisbar. Bis dahin hat der Flusslauf  $\alpha$ -mesosaprobe Charakter (Sauerstoffzehrung noch 46 %); dagegen ist 10 km unterhalb eine merkliche Selbstreinigung eingetreten: oligosaprobe Zone, Sauerstoffzehrung 7 %. Dieser günstige Umschwung ist allerdings zum nicht geringen Teil dem Umstande zuzuschreiben, dass zwischen dem 5. und 10. Kilometer durch Zufliessen reinen Bachwassers eine starke Verdünnung stattfindet.

Ganz anders wird das Bild, wenn in der Zuckerkampagne zwischen den Kilometern 0,1 und 2,5 auch noch die sehr stark verunreinigten Abwässer der Zuckerfabrik in den Bach fliessen, wie die Probenahme 5, Ende Oktober, deutlich zeigt. Die Überlastung mit organischen Schmutzstoffen ist so gross, dass das Bachwasser noch nach 5 km polysaprobe (!) und nach 10 km  $\alpha$ -mesosaprobe Charakter hat mit einer Sauerstoffzehrung von 100 %.

### 7. Ziele der Abwässerreinigung.

In fast allen Ländern ist jetzt die Ansicht zum Durchbruch gekommen, dass das Ziel der Abwässerreinigung die Vermeidung von schädigenden Missständen im Vorfluter ist.

a) Massgebend ist also weniger der *Reinigungsgrad des Abwassers* an sich, als vielmehr sein schädigender Einfluss auf den Verwendungszweck des Vorflutwassers. Die Frage, wie weit ein Abwasser zu reinigen ist, hängt demnach ganz von den *örtlichen Verhältnissen* ab: von der Art und Konzentration des Abwassers, von der Grösse und selbstreinigenden Kraft des Vorfluters, sowie von dem Verwendungszweck des Vorfluters usw. Will man die Reinigungskosten nicht ins Unerschwingliche steigern, so ist eben eine gewisse Verunreinigung der Vorfluter in Gegenden mit dichter Bevölkerung nicht zu vermeiden. Das kann auch bei der grossen selbstreinigenden Kraft der Flüsse, wie wir gesehen haben, ohne Schaden geschehen. Im allgemeinen lassen sich also Grenzzahlen für die chemische Beschaffenheit der gereinigten Abwässer nicht aufstellen. Selbst in den kleinsten Flussläufen werden in der Regel keine Missstände entstehen, wenn die Abflüsse der Kläranlage eine gute physikalische Beschaffenheit zeigen und nicht mehr fäulnisfähig sind. Letzteres ist nach DUNBAR (3) der Fall, wenn etwa 65 % aller oxydierbaren Stoffe durch Sauerstoff abgesättigt sind. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse genügen oft für grosse Städte mit gewaltigen Abwassermengen einfache Absiebungsanlagen zur Entfernung der gröberen Schwimmstoffe (Crefeld, Düsseldorf, Köln, Hamburg), während viele kleine Orte ihre Abwässer weitgehend biologisch reinigen müssen, da sie ungünstige Vorflutverhältnisse haben.

b) Bei den besprochenen mässigen Ansprüchen, die je nach den örtlichen Verhältnissen an den Reinigungsgrad der Abwässer zu stellen sind, ist jedoch zu bedenken, dass sich *unter Umständen eine Desinfektion* als *nötig* erweisen kann, da die städtischen Abflüsse neben der überaus grossen Anzahl meist harmloser Bakterien auch pathogene Keime (Typhus, Cholera, Ruhr, Milzbrand) enthalten können, die sich im Flusswasser zwar nicht vermehren, aber doch ziemlich lange lebensfähig erhalten. Unter normalen Verhältnissen werden sie keinen Schaden anrichten, da einerseits ihre Zahl infolge der gesetzlich durchgeführten Desinfektion am Krankenbett gering ist, andererseits das Flusswasser, schon wegen der überall betriebenen intensiven Landwirtschaft, nicht ohne weiteres zu häuslichen Gebrauchszwecken herangezogen werden darf. Es hat deshalb auch im allgemeinen keinen Zweck, die Abflüsse von pathogenen Keimen vollständig zu befreien, da es schon an und für sich nicht durchführbar ist, Oberflächenwasser vor dem Zutritt gesundheitsschädlicher Verunreinigungen zu bewahren. Anders liegen jedoch die Verhältnisse zu Epidemiezeiten, da die Infektionsgefahr mit der Menge der zugeführten Krankheitserreger erheblich wächst. Dann müssen unter Umständen besondere Desinfektionsverfahren angewendet werden, da keine der bis jetzt bekannten Reinigungsarten imstande ist, pathogene Keime mit Sicherheit zu beseitigen, selbst die Landberieselung nicht, trotzdem hier die Abwasserbakterien zum weitaus grössten Teil abfiltriert werden, wie Tabelle 6 (S. 17) zeigt:

Tabelle 4. Reinigungsgrad der Kohlebrei-Kläranlage

Anmerkung: Die Zahlen bedeuten mg oder ccm im Liter. Die Proben Nr. 5 von km 2,5 der Beimengung von Zuckerfabrikabwässern

Art des Wassers	Proben Nr.	Schwebestoffe			Gelöster Stickstoff				Gesamtstickstoff (einschl. Schwebestoffe)	Zur Oxydation nötiger Sauerstoff	Gelöste Stoffe			
		Glühverlust	Glühbeständig	Stickstoff	Ammoniak-Stickstoff	Nitrat-Stickstoff	Organischer Stickstoff	Albuminoid-Stickstoff			Glühverlust	Glühbeständig	Zehrung	
													mg	mg
Ungeklärtes städtisches Abwasser	1	365,0	80,0	18,6	28,6	0,4	11,3	4,4	58,9	80,4	232,5	660,0		
	2	327,5	182,5	18,4	23,5	0,7	8,3	5,6	50,9	68,0	180,0	584,0		
	3	245,0	75,0	13,6	30,2	0,6	8,0	4,1	52,4	51,9	155,0	570,0		
	4	315,0	137,5	21,6	32,8	0,4	9,4	6,6	64,2	79,2	180,0	655,0		
	5	215,0	122,5	14,0	29,5	0,3	13,7	5,6	57,5	88,0	160,0	585,0		
	Mittel:	293,5	119,5	17,2	29,0	0,5	10,2	5,3	56,9	73,5	181,5	610,8		
Gereinigtes Abwasser	1	175,0	0	13,7	34,4	0,8	11,7	4,8	60,6	74,0	197,5	580,0		
	2	177,5	5,0	13,3	29,8	0,9	7,5	5,2	51,5	64,8	152,5	592,0		
	3	52,5	0	3,2	25,1	0,8	8,7	4,4	37,8	52,8	132,5	530,0		
	4	55,0	17,5	3,3	29,4	0,5	10,2	6,7	43,4	71,2	140,0	575,0		
	5	52,5	22,5	2,9	22,4	0,5	9,0	5,6	34,8	79,2	127,5	547,5		
	Mittel:	102,5	9,0	7,3	28,2	0,7	9,4	5,3	45,6	68,4	150,0	565,0		
Bachwasser 0,1 km vor der Kläranlage	1	0	0	0	2,0	3,2	0,7	0	5,9	6,8	42,5	295,0		
	2	0	0	0	1,5	4,4	2,6	0,5	8,5	7,6	60,0	317,5		
	3	0	0	0	1,2	5,1	1,4	0,8	7,7	6,8	100,0	295,0		
	4	0	0	0	1,2	4,4	1,8	0,8	7,4	9,0	60,0	330,0		
	5	0	0	0	1,1	5,4	4,4	0,7	10,9	12,0	40,0	365,0		
	Mittel:	0	0	0	1,4	4,5	2,2	0,56	8,1	8,5	60,5	320,6		
Bachwasser 0,1 km hinter der Kläranlage	1	30,0	80,0	3,8	6,9	1,6	3,0	1,2	15,3	23,6	95,0	342,5		
	2	119,5	13,5	7,6	4,5	2,5	4,4	1,2	19,0	16,0	85,5	376,5		
	3	10,0	56,5	0,8	3,8	2,7	3,5	1,1	10,8	10,5	97,5	342,5		
	4	30,0	25,0	0,3	5,6	2,5	4,7	1,5	13,1	16,5	75,0	375,0		
	5	42,5	30,0	4,2	10,7	2,4	5,4	3,0	22,7	30,4	52,5	405,0		
	Mittel:	46,4	41,0	3,3	6,3	2,3	4,2	1,6	16,2	19,4	81,1	368,3		
Abwässer der Zuckerfabrik	5	0	0	0	0,2	0	21,6	5,6	21,8	640,0	530,0	445,0		
	Bachwasser 2,5 km hinter der Kläranlage	1	10,0	18,0	0	2,5	1,9	1,6	0	6,0	15,6	75,0	390,0	
		2	0	0	0	1,9	3,0	2,2	0,7	7,1	6,1	77,5	377,5	
		3	0	0	0	3,6	3,9	2,0	1,0	9,5	7,0	87,5	377,5	
		4	0	0	0	4,4	3,0	2,5	1,1	9,9	13,6	60,0	395,0	
		5	0	0	0	2,2	1,3	8,1	1,9	11,6	39,6	107,5	392,0	
Mittel:	2,5	4,5	0	3,1	3,0	2,1	0,7	8,2	10,6	75,0	375,0			
Nr. 1—4 Bachwasser 5 km hinter der Kläranlage	1	6,0	13,0	0	2,9	2,4	3,6	0	8,9	18,0	85,0	380,0		
	2	0	0	0	2,1	3,6	1,5	0,8	7,2	6,6	80,0	360,0		
	3	0	0	0	3,5	4,1	2,7	1,3	10,3	7,1	72,5	357,5		
	4	0	0	0	5,8	2,6	4,3	1,5	12,7	12,3	55,0	390,0		
	5	0	0	0	1,9	0,4	10,3	2,8	12,6	130,4	180,0	387,0		
	Mittel:	1,5	3,2	0	3,5	3,2	3,0	0,9	9,7	11,0	73,1	371,9		
Nr. 1—4 Bachwasser 10 km hinter der Kläranlage	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	2	0	0	0	1,6	3,7	1,1	0,7	6,4	6,6	67,5	410,0		
	3	0	0	0	2,5	4,3	3,1	1,2	9,9	7,1	36,0	400,0		
	4	0	0	0	1,4	4,1	3,0	1,0	8,5	9,9	65,0	390,0		
	5	0	0	0	2,5	1,5	6,2	1,3	10,2	17,4	35,0	455,0		
	Mittel:	0	0	0	1,8	4,0	2,4	1,0	8,2	7,9	56,2	400,0		

und Selbstreinigung des Vorfluters in Soest.

bis km 10 sind für die Berechnung der Mittelwerte nicht berücksichtigt, da sie infolge zum Bachwasser abnorme Beschaffenheit zeigen.

CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Cl	Gelöster Sauerstoff			Biologischer Befund. (Nach den Ermittlungen von Privatdozent Dr. A. THIENEMANN in Münster i. W.)
				sofort	nach 24 Stunden	Zehrung	
140,0	10,8	62,5	113,4	2,1	0	100,0	} Viel: Sphaerotilus nat.; Tendipes sp.-Larven, im Sommer auch Puppen und Imagines; Tubifex tubifex. } Einzeln: Limnaea ov.; Eristalis sp.-Larven, Tendipediten-Puppen, Imagines der Orthocladiusgruppe (Sommer).  } α-mesosaprobe Zone.  } Viel: Sphaerotilus nat.; Tubifex tubifex; Tendipes sp.-Larven, im Sommer auch -Puppen und Imagines. } Einzeln: Haemopsis sanguisuga.  } α-mesosaprobe Zone.  } Sphaerotilus natans, Tubifex tubifex, Tendipes sp.  } Nur Beggiatoa sp., also polysaprobe Zone.  } α-mesosaprobe Zone.  } Sphaerotilus nat., Tubifex tubifex, Tendipes sp., Oscillatoria sp.  } Nur Beggiatoa sp., also polysaprobe Zone.  } α-mesosaprobe Zone.  } Reinwasser-Organismen.  } Das ganze Bachbett mit Sphaerotilus ausgekleidet, im Schlamm viel Tubifex, einzelne Pelopliinenlarven; am Rande Beggiatoa und Oscillatoria sp. } α-mesosaprobe Zone.  } Obligosaprobe Zone.
146,5	11,8	51,4	106,5	2,2	0	100,0	
151,5	11,8	44,6	120,7	1,7	0	100,0	
155,0	14,6	51,4	127,8	0	0	100,0	
160,0	11,8	54,9	106,5	2,0	0	100,0	
150,6	12,1	53,0	115,0	1,6	0	100,0	
135,0	9,9	59,9	92,2	1,9	0	100,0	
120,0	11,8	51,4	85,2	1,9	0	100,0	
150,5	12,7	47,1	99,4	1,5	0	100,0	
153,0	12,7	53,1	99,4	0	0	100,0	
160,0	11,8	54,9	127,3	1,7	0	100,0	
143,7	12,0	53,2	93,7	1,4	0	100,0	
140,0	3,5	51,4	28,4	6,4	5,3	17,2	
147,5	4,5	27,1	21,3	7,3	6,7	8,2	
142,5	6,7	30,0	28,4	6,9	4,7	30,1	
145,0	7,8	32,5	28,4	6,9	3,6	48,0	
152,5	7,3	32,5	24,8	6,5	5,6	14,0	
145,5	6,0	34,7	26,3	6,8	5,2	23,5	
160,0	10,8	63,4	49,6	4,9	2,0	59,8	
150,0	8,2	36,0	63,9	6,3	1,5	73,2	
160,0	10,0	36,0	39,1	5,4	0	100,0	
155,0	10,9	39,3	42,6	5,6	0	100,0	
160,0	10,0	39,3	56,8	4,3	0	100,0	
157,0	10,0	42,8	50,4	5,3	0,7	85,7	
167,5	14,5	37,6	31,9	—	—	—	
166,5	10,8	66,0	42,5	—	—	—	
157,5	8,2	36,8	42,6	5,2	3,7	28,5	
154,0	9,1	35,2	42,6	3,8	0	100,0	
160,0	11,8	41,2	53,3	2,4	0	100,0	
160,0	10,9	37,6	42,6	2,0	0	100,0	
159,5	10,0	44,8	45,2	3,8	1,2	70,0	
147,5	9,0	45,4	63,8	3,9	2,3	40,8	
151,5	8,2	34,6	32,0	6,3	5,7	9,4	
158,0	10,0	35,2	46,2	4,7	0	100,0	
155,0	10,9	37,6	42,6	3,5	1,9	46,0	
165,0	10,9	36,0	35,5	0,35	0	100,0	
153,0	9,5	38,2	46,1	4,6	2,5	46,0	
—	—	—	—	—	—	—	
161,5	9,9	42,0	49,7	7,7	7,5	2,4	
161,5	10,0	34,3	63,9	5,9	5,3	10,2	
150,0	10,9	37,6	63,9	3,8	3,4	10,5	
160,0	10,9	41,2	49,7	0,9	0	100,0	
158,0	10,3	38,0	59,2	5,8	5,4	7,0	

Tabelle 5. Selbstreinigung des Soestbaches. Mittelzahlen.

Art des Wassers	Schwebstoffe			Gelöster Stickstoff				Gesamtstickstoff (einschl. Schwebest.)		Zur Oxydation nötiger Sauerstoff		Gelöste Stoffe		CaO	MgO	SO <sub>2</sub>	Cl	Gelöster Sauerstoff		Zehrung	Biologischer Befund
	Glühverlust	Glühbeständig	Stickstoff	Ammon.-Stickst.	Nitratstickstoff	Organ. Stickstoff	Albuminoidst.	Glühverlust	Glühbeständig	sofort	nach 24 Stdn.	com	cm					%			
Bachwasser an der Quelle . . .	0	0	0	0,7	2,7	1,2	0,7	4,6	4,3	35,0	317,5	150,0	4,5	24,9	17,8	8,1	7,7	4,9	Reinwasser-Organismen		
Bachwasser 0,1 km vor der Kläranlage . . . . .	0	0	0	1,4	4,5	2,2	0,56	8,1	8,5	60,5	320,6	145,5	6,0	34,7	26,3	6,8	5,2	23,5	$\alpha$ -mesosaprobe Zone		
Gereinigtes Abwasser . . . . .	102,5	9,0	7,3	28,2	0,7	9,4	5,3	45,6	68,4	150,0	565,0	143,7	12,0	53,2	93,7	1,4	0	100	—		
Bachwasser 0,1 km hinter der Kläranlage . . . . .	46,4	41,0	3,3	6,3	2,3	4,2	1,6	16,2	19,4	81,1	368,3	157,0	10,0	42,8	50,4	5,3	0,7	85,7	$\alpha$ -mesosaprobe Zone		
Bachwasser 2,5 km hinter der Kläranlage . . . . .	2,5	4,5	0	3,1	3,0	2,1	0,7	8,2	10,6	75,0	375,0	159,5	10,0	44,8	45,2	3,8	1,2	70,0	$\alpha$ -mesosaprobe Zone		
Bachwasser 5 km hinter der Kläranlage . . . . .	1,5	3,2	0	3,5	3,2	3,0	0,9	9,7	11,0	73,1	371,9	153,0	9,5	38,2	46,1	4,6	2,5	46,0	$\alpha$ -mesosaprobe Zone		
Bachwasser 10 km hinter der Kläranlage . . . . .	0	0	0	1,8	4,0	2,4	1,0	8,2	7,9	56,2	400,0	158,0	10,3	38,0	59,2	5,8	5,4	7,0	Oligosaprobe-Zone		

Tabelle 6.

Dränwasser		Auf 1 ha aptierte Fläche entfallen		Keime in 1 ccm		Abnahme %	Analysenzahl
in	aus den Jahren	Einwohner	cbm Abwasser	im ganzen	verflüssigende		
Berlin . . . . .	1907—1910	258	35	10 500	—	—	100
Braunschweig .	1900—1909	337	37	13 500	1000	99	120
Freiburg . . . .	1896—1897	388	222	22 000	—	97	165
Breslau . . . . .	1909—1911	489	72	82 000	—	94	36
Magdeburg . . .	1896—1898	518	68	103 000	—	97	17

Gleich günstige Ergebnisse sind mit der intermittierenden Bodenfiltration (S. 91) erzielt worden DUNBAR (3).

Die Bakterien des Dränwassers bleiben dieselben wie die des Abwassers, sie sind nicht die eines reinen Bodens, nur ihre Zahl wird vermindert und zwar, wie es scheint, mit zunehmender Belastung des Rieselfeldes in geringerem Mafse.

1908 wurde in Berlin bei 20 Proben 4mal das Bacterium coli in 1 ccm festgestellt. Zu entsprechenden Ergebnissen ist auch die englische Kommission gelangt. Mit Recht hat DUNBAR (3) hervorgehoben, dass diese Herabsetzung des Keimgehaltes, wie es vielfach noch geschieht, durchaus nicht gering einzuschätzen ist, wengleich bei einer Infektion der Einfluss der Quantität nicht so hoch zu veranschlagen ist wie bei chemischen Reaktionen infolge der Vermehrungsfähigkeit der Mikroorganismen. Deshalb wird auch zu Epidemiezeiten die Entfernung der Keime, wie sie praktisch durch Landbehandlung möglich ist, genügen. Bei allen übrigen Reinigungsverfahren wird zwar durch Sedimentation eine grosse Menge von Keimen abgeschieden, da nach SPITTA (72) die Hauptmenge der Bakterien an den Schwebestoffen haftet; wenn aber eine Nachbehandlung durch Bodenfiltration nicht möglich ist, so genügt dieses Absitzenlassen von Keimen zu Epidemiezeiten nicht; es muss dann eine Desinfektion des gesamten Abwassers erfolgen. Dies geschieht am sichersten und billigsten (DUNBAR, 3), durch Chlorkalk; der Überschuss wird entweder durch biologische Körper ohne weiteres oxydiert, oder durch Zusatz von Eisenvitriol beseitigt. Im übrigen ist dabei zu berücksichtigen, dass infolge der geringen Tiefenwirkung der in Betracht kommenden Desinfektionsmittel vorher eine sorgfältige Ausscheidung der Schwebestoffe stattfinden muss, nach SCHWARZ (55) bis zur Grösse von 1 mm hinab. Deshalb ist eine ausreichende Desinfektion innerhalb der Kanäle nicht zu erreichen, so dass zu Epidemiezeiten die Notauslässe eine Gefahr bilden können (2).



## B. Gegenwärtiger Stand der Reinigung städtischer Abwässer in Deutschland.

### Die natürliche biologische Reinigung städtischer Abwässer

begreift einerseits solche Verfahren in sich, die eine Ausnutzung der im Abwasser vorhandenen, wertvollen Pflanzennährstoffe gestattet: Rieselfelder, Eduardsfelder Spritzverfahren, Fischteiche, andererseits solche, bei denen die Verwertung der Abwässerungstoffe grundsätzlich ausgeschlossen ist: Intermittierende Bodenfiltration. Charakteristisch für alle ist der Umstand, dass sie zur Abwasserreinigung die biologischen Kräfte mit Hilfe solchen Materials, wie die Natur es bietet, in unveränderter Form ausnutzen, also entweder mit Hilfe des natürlichen „gewachsenen“ Bodens oder des Teichwassers, während die künstlichen biologischen Verfahren durch Verwendung von künstlich hergestellten Materialien und Filterkörpern die natürlichen biologischen Reinigungsvorgänge auf einen kleinen Raum zu konzentrieren und intensiver zu gestalten versuchen; sie lassen ebenfalls eine Verwertung der Abwässerungstoffe nicht zu.

### I. Die Rieselfelder

nehmen nach dem gegenwärtigen Stand der Abwassereinigungsverfahren hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und volkswirtschaftlichen Bedeutung unter den biologischen Verfahren die erste Stelle ein.

#### A. Die Bodenverhältnisse

spielen bei der Anlage von Rieselfeldern eine ausschlaggebende Rolle, da sie leider nur dann möglich ist, wenn in nicht zu grosser Entfernung<sup>1)</sup> genügend viel<sup>2)</sup> und leicht durchlässiger Boden zu mässigen Preisen erhalten werden kann. Der Boden soll zwar gut durchlässig sein, dabei aber auch eine gewisse Absorptionsfähigkeit und wasserhaltende Kraft besitzen, damit die Abwässer nicht ungehindert durchlaufen (KÖNIG 15), wie z. B. bei Kies ohne feinere, deckende Schichten. Am geeignetsten ist *Sandboden*, der schwach humos ist oder einen geringen Lehmgehalt besitzt. *Lehmböden* verstopfen sich leicht, Torf- und Tonböden sind ganz unbrauchbar (wenn man von der Oberflächenrieselung absieht). Wie aus Tabelle 28, (S. 66 u. 67) zu ersehen ist, handelt es sich bei den deutschen Rieselfeldern durchweg auch um Sand, lehmigen Sand, oder höchstens sandigen Lehm. Nur vereinzelt kommt stellenweise Lehm vor.

#### B. Behandlung und Veränderungen der Abwässer.

##### 1. Die Zuleitung der Abwässer zum Rieselfeld.

a) In den weitaus meisten Fällen müssen die städtischen Abwässer zwecks Fortleitung zum Rieselfeld in einer *Pumpstation* gehoben werden. Unter 38 deutschen Städten sind nur 8, deren Abwässer mit natürlichem Gefälle zum Rieselfeld gelangen, nämlich Celle, Dortmund, Freiburg i. Br., Darm-

<sup>1)</sup> Vgl. Tab. 32, Spalte 11, S. 76 u. 77.

<sup>2)</sup> Vgl. „Belastung der Rieselfelder“, S. 40.

stadt, Gr.-Strehlitz mit Mischsystem, Quedlinburg, Rawitsch, Stadtilm mit Trennsystem. Alle anderen Städte müssen unter erheblichen Kosten durch Druckrohre hindurch ihre Abwässer zum Orte der Reinigung pumpen.

Die Förderhöhe, welche die Pumpen zu bewältigen haben, ist häufig eine sehr erhebliche; so beträgt nach Tabelle 35 (S. 82 u. 83) die mittlere Druckhöhe in Bromberg 35 *m*, in Charlottenburg 37 *m*, in Liegnitz 38 *m*, in Magdeburg 41 *m*, in Weissensee-Berlin 46 *m*.

b) An den Pumpstationen sind zur Zurückhaltung grober Sink- und Schwimmstoffe durchweg *Sandfänge* mit weiten Stabgittern vorhanden. Die festen Stoffe, die abgeschieden wurden, sind aus Tabelle 32 (S. 76 u. 77) zu ersehen. Die Rückstände werden meist von den städtischen Gartenverwaltungen nach Kompostierung zu Düngezwecken verwendet. Um die recht beträchtlichen Abfuhrkosten zu verringern, ist Berlin dazu übergegangen, die festen Schwimmstoffe mittels elektrisch betriebener Fördergitter in eine Zerkleinerungsmaschine zu schaffen und nach dem Zerkleinern mit dem Abwasser fortzupumpen. Auch in Charlottenburg hat es sich seit 1905 bewährt, die Gitter in den Sandfängen zu beseitigen, so dass alle Schwimmstoffe zu den Rieselfeldern gelangen; dadurch ist die Menge der festen Rückstände auf weniger als ein Drittel zurückgegangen.

c) Die *Druckleitungen*, in denen die Abwässer von der Pumpstation zu den Rieselfeldern befördert werden, bestehen in der Regel aus Eisen- oder Zementrohren.

Je nach der secundlichen Förderleistung schwankt der Durchmesser natürlich erheblich. (s. Tabelle 34, S. 80 u. 81).

Die Leitungen folgen fast durchweg dem Strassenprofil; die hoch gelegenen Stellen werden meist durch einfache Lufthähne von den sich bildenden Kanalgasen befreit. In Münster i. W. sind zu diesem Zwecke zwei 15 *m* hohe Entlüftungstürme vorgesehen.

Um bei einem Rohrbruch Betriebsstörungen zu vermeiden oder bei starker Inanspruchnahme des Druckrohres eine Entlastung desselben zu bewirken, wird vielfach ein zweites zur Reserve angelegt. Die Gesamtlänge der Rohrstränge (Tab. 34, S. 80 u. 81) erreicht manchmal eine bedeutende Länge, z. B. in Lichtenberg 21 *km*, Lichterfelde 22 *km*, Neukölln 26 *km*.

## 2. Vorreinigung und Schlammfrage.

Die Aufnahmefähigkeit des Rieselbodens ist unter sonst gleichen Umständen in hohem Mafse abhängig von der Art der Vorbehandlung des Abwassers. Obschon manche Rieselanlagen unter günstigen Verhältnissen bei mässiger Belastung auch ohne Vorreinigung dauernd zufriedenstellend arbeiten<sup>1)</sup>, geht man doch in den letzten Jahren fast immer dazu über, die ungelösten Stoffe, namentlich auch Fett, vor dem Verrieseln möglichst aus dem Abwasser zu entfernen, um eine grössere Leistungsfähigkeit der

<sup>1)</sup> Z. B. die ältesten Rieselanlagen in England: Edingburgh, seit dem 18. Jahrhundert in Betrieb, Ashburton nnd Devon, seit Anfang des 19. Jahrhunderts, ferner in Deutschland Bunzlau, seit Mitte des 16. Jahrhunderts.

Felder zu erzielen. Diese steht in engem Zusammenhang mit der *Schlickbildung*.

a) Nach SCHREIBER (33) gelangen in Berlin ohne Vorreinigung 5,5 *kg Fett* jährlich auf 1 *ha* Rieselfläche bei einer täglichen Belastung von 34,3 *cbm*. Das wäre bei einer gleichmässigen Verteilung des Fettes nicht erheblich; eine solche findet aber leider nicht statt. Hinzu kommen noch zerfetzte Faserstoffe, welche im Verein mit dem Fett die *Schlickschicht* für Licht und Wasser undurchlässig machen zum Nachteil des Pflanzenwuchses und der Aufnahmefähigkeit der Rieselstücke. Der Fettgehalt der Schlick-trockensubstanz ist etwa 15 %; an der Sonne getrocknet enthält 1 *cbm* ungefähr 54 *kg*. Die sonstige Zusammensetzung des Schlicks ist folgende:

Tabelle 7.

Bestandteile	in Berlin <sup>1)</sup>	in Magdeburg <sup>2)</sup>
	%	%
Wasser . . . . .	41,0	57,0
Organische Substanz . . . . .	18,0	15,0
Stickstoff . . . . .	1,23	0,5
Phosphorsäure . . . . .	0,50	0,06
Kali . . . . .	0,023	—
Kalk . . . . .	1,05	—
Chlor . . . . .	0,01	—
Schwefeleisen . . . . .	0,51	—
Sand und unlösliche Stoffe . . . . .	35,0	—

Nach MEISSL (KÖNIG, 1) enthält der Berliner Schlick im lufttrockenen Zustande im Mittel von 6 Analysen: 2,86 % Stickstoff, 1,64 % Phosphorsäure und 0,87 % Kali.

Nach längerer Lagerung ist der Schlick besonders auf leichteren Sandböden ein, sowohl für Ackerfrüchte als auch für Wiesen, vorzüglicher, kompostartiger Dünger. In frischem Zustande bewirkt er leicht starke Verunkrautung. Seine Entfernung von den Rieselfeldern verursacht erhebliche Kosten, trotzdem die Landwirte 75—100 Pf. für 1 *cbm* zahlen. Die Verwendung des Schlicks als Heizmaterial wird durch den hohen Aschengehalt behindert, obschon der Heizwert gleich dem des Holzes ist.

b) Auf den meisten deutschen Rieselfeldern sind jetzt *Vorkläranlagen* anzutreffen; meist findet eine ziemlich weitgehende Vorreinigung durch Absatzbecken statt; Cottbus hat Klärtürme, Öls und Zerst Emscherbrunnen, Dortmund diesen ähnliche, sogen. Dortmundbrunnen, Bromberg Siebtrommeln mit 2—10 *mm* Lochweite, Ostrowo RIENSche Scheibe mit 4 *mm* Lochweite,

<sup>1)</sup> Nach HERZFELD (38).

<sup>2)</sup> Nach einer Analyse aus dem Jahre 1896. PETERS (56).

Quedlinburg Kremerapparate; seit 1910 werden auch in Charlottenburg Versuche mit Fettfängen angestellt.

Keine Vorreinigung haben nur 7 Rieselfelder: Braunschweig, Magdeburg, Danzig, Darmstadt, Bunzlau, Salzwedel und Kreuzburg.

Die Absitzbecken bleiben meist ein bis 2 Monate in Betrieb, so dass der Schlamm angefault ist.

c) Die *Behandlung und Verwertung des Schlammes* geschieht in der Weise, dass er, nachdem er auf Trockenplätzen schichtfest geworden ist, als Dünger verwendet wird. Die Unterbringung ist fast immer ohne Schwierigkeiten möglich.

Tab. 32 (S. 76 u. 77) gibt in Spalte 21 und 22 Auskunft über die Menge des in der Vorreinigung jährlich anfallenden Schlammes und über den Preis, der im Durchschnitt für das Cubikmeter gezahlt wird unter der Voraussetzung, dass der Abnehmer die Abfuhrkosten trägt. In *Münster i. W.* ist die Lösung der Schlammfrage ausserordentlich einfach; unter gewöhnlichen Umständen werden die wenig konzentrierten Abwässer ohne Vorklärung verrieselt, weil dann auf dem gut durchlässigen Rieselfeldboden durch Schlickbildung keine Missstände hervorgerufen werden. Eine Vorreinigung in 4 Klärteichen findet nur im Sommer, wenn bei heissem, trockenem Wetter das Abwasser sehr konzentriert ist und Wiesen berieselung werden müssen, statt, um ein Anbrennen und Verfilzen der Grasnarbe zu verhüten. Die Entschlammung der Teiche geschieht in der Weise, dass bei starker Wasserzufuhr, also bei Regenwetter, der Schlamm von Arbeitern aufgerührt und so dem den Teich durchströmenden Abwasser wieder beigemischt wird. Dieses reichert sich dadurch mit Dungstoffen wieder an und dient zur Berieselung von Brachland oder Hackfrüchten. Der in den Gräben anfallende Schlamm wird kompostiert und als Dünger verwendet (etwa 20 cbm im Jahr).

### 3. Die verschiedenen Arten des Rieselns.

Die Ausführung der Berieselung kann auf verschiedene Weise erfolgen.

a) Bei der *Oberflächenrieselung* auf Hangstücken filtrieren die Abwässer nur zum geringsten Teil durch den Boden, sondern laufen in der Hauptsache oberirdisch ab oder verdunsten. Sie findet statt auf tonigem, für die Bodenfiltration ungeeignetem Boden, oder wenn bei hohem Grundwasserstand eine Dränage nicht durchführbar ist.

Die *wilde Berieselung* ist in der Regel auch eine Oberflächenrieselung primitivster Art, bei der gewöhnlich jegliche Verteilungsvorrichtungen fehlen. Sie dient meist nur als *Notbehelf*, wenn die Unterbringung der Abwässer Schwierigkeiten bereitet. Mit Hilfe der Oberflächenrieselung kann man keine, auch nur einigermaßen konzentrierte städtische Abwässer genügend reinigen, wenn nicht die noch stark fäulnisfähigen Abflüsse der ersten Rieselung so lange wieder von neuem verrieselt werden, bis eben eine genügende Menge der gelösten Schmutzstoffe von der Bodenoberfläche und ihrem Pflanzenbestand adsorbiert sind. Unter diesen Umständen ist ausserordentlich viel Land erforderlich und zwar nach der

Engl. Kommission (7) mindestens ein Hektar für 60 Personen, das ist also gut 4—5 mal soviel als unter normalen Verhältnissen bei der Bodenfiltration; dadurch werden natürlich die Kosten unverhältnismässig hohe. In England haben früher einige Städte zur Oberflächenrieselung ihre Zuflucht nehmen müssen, da sie zur Anlage von Rieselfeldern gezwungen wurden, trotzdem fast nur toniger Boden hierfür zur Verfügung stand. In Deutschland hat die Oberflächenrieselung nur eine untergeordnete Bedeutung erlangt; sie wird fast nur zur Nachbehandlung von schon vorher ziemlich weit gereinigten Abwässern verwendet, z. B. von Abflüssen biologischer Körper oder zur Doppelrieselung.

b) Eine *Bodenfiltration* findet statt bei dem eigentlichen, allgemein üblichen Rieselbetrieb, bei dem also das Wasser durch den Boden filtriert.

Man unterscheidet *Beet-* und *Stau- bzw. Flächenrieselung*. Bei letzterer ist das zu bewässernde Stück von Erddämmen umgeben, die ein oberirdisches Abfließen des Abwassers unmöglich machen, auch wenn die Felder ein sehr geringes Gefälle haben. (Hangstücke). Sie ist aber auch manchmal als Übergang zwischen Oberflächenrieselung und Bodenfiltration auf stärker geneigten Hangstücken mit gut durchlässigem Boden ausgebildet.

Bei der *Beetrieselung* dringt das in Furchen fließende Abwasser, soweit es nicht direkt versickert, nur von der Seite aus in die 1—1,50 m breiten Beete ein; sie wird besonders in Gemüsekulturen angewendet, weil aus ästhetischen und hygienischen Gründen bei allen solchen Pflanzen, die ungekocht zum menschlichen Genuss dienen können, deren Stängel und Blätter mit dem Abwasser nicht in Berührung kommen dürfen. Etwa die Hälfte der deutschen Rieselfelder wendet neben anderen Verfahren die *Beetrieselung* an.

e) *Die Durchführung des Rieselbetriebes im Winter*<sup>1)</sup> bietet meist keine Schwierigkeiten. In Münster i. W. z. B. wird bei längeren Frostperioden das Feld zunächst überstaut; dabei bildet sich eine dünne Schicht von Windeis, unter der das Abwasser filtriert, und die nach ein paar Tagen mit dem verhältnismässig warm ankommenden Abwasser autgetaut wird. Bei der nunmehr erfolgenden zweiten Überstauung bildet sich zwar eine dickere Eisschicht, was aber nicht weiter von Belang ist, da soviel Brachland zur Verfügung steht (vergl. S. 50), dass das betreffende Stück während der Frostperiode nicht mehr berieselt zu werden braucht.

In Charlottenburg liegen die Verhältnisse ähnlich. Man sorgt dort dafür, dass im Winter stets eine genügende Menge frisch umgepflügter Stücke vorhanden ist; die Abwässer kommen selbst bei einer Aussen-temperatur von  $-18^{\circ}$  noch mit  $4^{\circ}$  Wärme auf den Rieselstücken an:

In Berlin (38) sank die Temperatur

	1908	1910
der Abwässer . . . . bis auf	$+ 7,4^{\circ}$	$+ 9,2^{\circ}$
„ Dränwässer . . . . „ „	$+ 1,2^{\circ}$	$+ 0,5^{\circ}$
„ Luft . . . . . „ „	$- 12,7^{\circ}$	$- 7,2^{\circ}$

<sup>1)</sup> Über die Anwendung von Staubecken s. S. 50.

#### 4. Herrichtung der Rieselstücke.

a) Um einen geregelten Rieselbetrieb ausführen zu können, sind häufig umfangreiche Bodenbewegungen, die man *Aptierung* nennt, nötig, auch abgesehen von der Herstellung der Dämme, Gräben und Wirtschaftswege bei den einzelnen Rieselstücken (Schläge). Die Grösse der letzteren beträgt meist  $\frac{1}{2}$ —1 ha (in Berlin nur  $\frac{1}{3}$  ha, in Quedlinburg und Zerbst  $\frac{1}{4}$  ha). Manchmal wird der *länglich rechteckigen* Form vor der *quadratischen* der Vorzug gegeben, wie z. B. in Dortmund<sup>1)</sup>, zwecks gleichmässigerer Verteilung der suspendierten Stoffe des Abwassers, das durch die an jeder Längsseite laufenden Bewässerungsgräben aufgebracht wird. Bei breiteren Feldern befürchtete man, dass die Schwebstoffe bis zur Mitte nur in geringerem Masse fortgeführt würden und so ein ungleichmässiger Stand der Frucht erzielt würde. Ausserdem erleichtert die längliche Form die Bearbeitung mit landwirtschaftlichen Geräten.

Dieser Vorteil fällt jedoch weg, wenn das Feld zweimal hintereinander gepflügt werden soll, und zwar das zweite Mal senkrecht zur ersten Pflugrichtung, wie es im landwirtschaftlichen Betriebe häufig geschieht, wenn man der Ackerkrume eine gleichmässige krümelige Beschaffenheit geben will. Das hat für die Rieselfelder insofern eine erhöhte Bedeutung, als gerade die physikalischen Eigenschaften des Bodens durch die starke Abwasserdüngung leicht verschlechtert werden. Aus diesen Gesichtspunkten heraus verzichtet man häufig, wie z. B. in *Münster i. W.*, auf die rechteckige Form der Stücke und gestaltet sie *quadratisch*. Zur gleichmässigeren Verteilung der Schwebstoffe wird dann das Abwasser von allen 4 Seiten aufgebracht.

b) Zur Ableitung des gereinigten Abwassers muss bei undurchlässigem Untergrund eine *Dränage* gelegt werden, meist in einer Tiefe von 1—1,50 m; <sup>2)</sup> auch bei durchlässigem Boden vollzieht sich nämlich die Reinigung des Abwassers in den obersten Bodenschichten, etwa bis zu einer Tiefe von 90—100 cm. Die Entfernung der einzelnen Rohrstränge voneinander und ihr Durchmesser sollen so bemessen sein, dass ein Aufstau des Rieselwassers im Untergrund über die Dränagenhöhe vermieden wird. Bei durchlässigem Untergrund ist zwar eine Dränage zur Ableitung des Rieselwassers nicht erforderlich; sie kann aber doch unter Umständen wegen besserer Durchlüftung des Bodens und schnelleren Eindringens des Abwassers in diesen vorteilhaft sein. So versickert das Rieselwasser vollständig oder doch fast ganz z. B. in Neu-Ruppin (Dränage 1,20 m tief) und in Gr.-Strehlitz (Dränage 2—3 m tief). Letzteres hat sich vergeblich gegen die Anlage der Dränage gesträubt. Nicht dräniert sind die Rieselfelder in Celle, Darmstadt, Salzwedel, Danzig, Quedlinburg, Rawitsch, Stadtilm, Zerbst und Zoppot.

#### 5. Durchfeuchtungen in der Rieselfeldumgebung.

Rieselfelder, die höher liegen als ihre Umgebung, verursachen nicht selten Durchfeuchtungen; das hat seinen Grund darin, dass die Rieselwässer

<sup>1)</sup> Die Felder sind etwa doppelt so lang wie breit.

<sup>2)</sup> Siehe Tabelle 28, S. 66 u. 67.

trotz sorgfältiger Drainage zum Teil im Untergund bis zu einer undurchlässigen Schicht versinken, auf dieser abfließen und im niedriger gelegenen Gelände wieder zum Vorschein kommen.

Solche Durchfeuchtungen lassen sich nur durch Anlage von tief in das Gelände einschneidenden Abfanggräben oder Sickerkanälen beseitigen. Charlottenburg (39) musste bis 1911 hierfür 936000 M. Anlagekosten aufwenden. Darin sind allerdings 357000 M. für den südlichen Abfanggraben enthalten, der gleichzeitig als Hauptentwässerungsgraben für die Dränwasser dient. Liegnitz (11) baute für 36000 M. einen 1,2 km langen, 50 cm weiten Sickerkanal aus Eisenbeton in 4—14 m Tiefe; der laufende Meter kostete also 30 M. In beiden Städten hörten die Durchfeuchtungen nach Fertigstellung der Abwehranlagen fast vollständig auf; in Liegnitz stellte sich der Grundwasserspiegel sogar 20 cm durchschnittlich tiefer ein als bisher. An Entschädigungen für die Durchfeuchtungen mussten in Charlottenburg 391700 M., in Liegnitz 3000 M. gezahlt werden.

#### 6. Die reinigende Wirkung des Rieselns auf das Abwasser.

a) Die biologischen Vorgänge bei der Reinigung des Abwassers bestehen, wie bei allen biologischen Verfahren, darin, dass die Schmutzstoffe beim Durchfiltrieren in ganz kurzer Zeit durch die Bodenkolloide ad- und absorbiert werden; dann erst erfolgt die Zersetzung durch Mikroorganismen und Oxydation unter Sauerstoffzutritt, Vorgänge, die längere Zeit, wenigstens mehrere Tage in Anspruch nehmen.

Die Abwasserreinigung wird wesentlich durch das Wachstum der Pflanzen unterstützt, die dabei die Dungstoffe des Abwassers zu Ernährungszwecken verwenden.

b) Zur Feststellung des *Reinigungsgrades der Abwässer auf dem Rieselfeld Münster i. W.* fanden im ganzen 6 Probenahmen statt, und zwar 3 in den Wintermonaten Dezember, Januar und Februar, sowie 3 in den Sommermonaten Mai, Juni, August. Um gute Durchschnittsproben zu erhalten, wurden sowohl vom Rohwasser aus dem Hauptzubringer hinter den Klärteichen, als auch vom Dränwasser aus jedem der beiden Hauptentwässerungsgräben alle zwei Stunden, mit Ausnahme des nachts von 12—4 Uhr je 1 l über einen Zeitraum von 24 Stunden entnommen; dann wurden die Einzelproben sofort vereinigt und untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 (S. 25) zusammengestellt. Aus den Mittelzahlen, namentlich aus der verhältnismässig geringen Sauerstoffzehrung der Dränwässer, ist ersichtlich, dass die Abflüsse aus jedem der Hauptentwässerungsgräben fast dieselbe einwandfreie Beschaffenheit zeigen, dass also die Reinigung des städtischen Abwassers auf beiden Seiten des Rieselfeldes Münster i. W. eine gute ist.

Ende Mai wurden auch auf dem *Dortmunder Rieselfeld* Proben entnommen, und zwar nachmittags von 12<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> stündlich 1 l. Die Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 9 (S. 26) vereinigt und liefern ein ähnliches günstiges Bild wie in Münster i. W. Die Wirkung des Fischteiches, in den ein grosser Teil der Dränwässer eingeleitet wird, zeigt sich neben einer ge-

Tabelle 8. Reinigungsgrad der Rieselfeldabflüsse in Münster i. W.

Abwässer der Stadt Münster i. W.	Proben Nr.	Schwebestoffe				Gelöster Stickstoff				Zur Oxydation nötiger Sauer- stoff		Gelöste Stoffe			CaO (gelöst)	MgO (gelöst)	K <sub>2</sub> O (gesamt)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (gesamt)	SO <sub>3</sub> (gelöst)	Cl	Gelöster Sauerstoff		
		Gluhverlust	Gluhrück- stand	Organischer Stickstoff	Eisenoxydul	Nitrat- Stickstoff	Ammoniak- Stickstoff	Organischer Stickstoff	Albuminoid- Stickstoff	mg	mg	Gluhverlust	Gluhrück- stand	FeO							mg	mg	mg
Rohwasser	1	302,5	72,5	11,7	—	82,3	0,3	63,1	7,2	6,4	77,9	305,0	680,0	—	—	—	—	—	—	170,2	—	—	—
	2	295,0	147,5	12,3	5,8	71,8	0,6	49,2	9,7	3,8	113,6	277,5	617,5	2,0	205,0	24,4	39,1	15,7	151,8	134,7	0	0	—
	3	227,5	160,0	12,6	6,1	75,9	0,2	55,9	7,2	3,6	76,0	238,0	768,5	1,9	185,0	21,8	48,1	10,3	124,9	149,1	0	0	—
	4	205,0	57,5	10,5	3,5	81,0	0,9	60,5	9,1	5,2	78,4	215,0	777,5	1,7	185,0	23,6	38,2	11,2	135,5	156,0	0	0	—
	5	190,0	107,5	14,3	3,6	69,9	0,1	47,8	7,6	4,7	75,2	260,0	822,5	1,3	187,5	23,5	43,3	9,6	141,5	191,7	0	0	—
	6	215,0	52,5	11,8	3,4	51,9	0,5	30,5	9,1	3,9	59,2	195,0	675,0	0,7	210,0	24,4	39,1	11,5	156,0	109,5	0	0	—
Mittel:		239,2	99,6	12,2	4,5	72,1	0,4	51,2	8,3	4,6	80,1	248,4	723,5	1,5	194,5	23,5	41,8	11,7	141,9	151,9	0	0	—
Drainwasser, Abfluss zur Aa	1	0	0	0	—	19,1	16,6	1,2	2,7	1,1	15,8	125,0	595,0	—	—	—	—	—	—	134,7	—	—	—
	2	25,0	0	1,2	—	25,3	12,1	9,8	2,2	0,3	28,0	140,0	542,5	2,0	167,5	14,5	20,0	1,5	125,2	104,6	4,8	3,5	26,5
	3	0	0	0	—	9,9	8,9	0,3	0,7	0,2	12,2	72,5	491,5	3,5	165,0	13,6	14,4	0	72,0	60,4	6,5	6,0	7,4
	4	0	0	0	—	27,5	15,5	6,5	4,2	1,2	24,0	140,0	575,0	3,3	145,0	19,0	16,2	Spur	121,8	113,5	3,9	3,6	11,5
	5	0	0	0	—	23,7	11,9	7,5	3,8	1,4	22,7	115,0	670,0	0,9	142,5	14,5	13,0	0,3	121,8	149,1	3,5	1,9	46,6
	6	0	0	0	—	17,3	13,6	2,2	1,9	0,6	11,6	100,0	525,0	0,9	157,5	16,3	18,8	1,1	104,6	73,0	6,4	5,9	8,0
Mittel:		4,2	0	0,2	—	20,5	13,1	4,6	2,6	0,8	19,0	115,4	566,5	2,1	155,5	15,6	16,5	0,5	109,1	106,0	5,0	4,2	16,0
Drainwasser, Abfluss zur Ems	1	0	0	—	—	21,5	17,0	3,2	1,4	1,1	15,2	135,0	620,0	—	—	—	—	—	—	141,8	—	—	—
	2	12,5	15,0	0	0,9	25,9	19,9	5,4	1,9	0,2	19,5	130,0	540,0	1,7	170,0	13,6	20,6	0,9	132,0	110,0	7,4	7,2	2,4
	3	0	0	—	—	18,8	13,7	3,2	1,8	0,8	20,5	132,5	647,5	2,2	157,5	19,0	20,0	0	123,2	113,6	6,9	6,5	6,0
	4	0	0	—	—	25,0	17,7	4,8	2,2	1,2	17,4	105,0	620,0	1,8	150,0	16,3	16,1	Spur	121,8	120,6	5,6	5,2	6,4
	5	0	0	—	—	24,0	11,5	8,4	2,3	1,6	21,9	160,0	652,5	1,2	122,5	12,7	16,4	0,3	119,2	149,1	6,3	6,2	3,0
	6	0	0	—	—	19,4	16,5	2,1	1,6	0,6	13,9	120,0	582,5	1,7	157,5	16,3	19,4	1,1	120,1	80,3	6,8	6,4	6,0
Mittel:		2,1	2,5	0	0,15	22,4	16,1	4,5	1,9	0,9	18,1	130,4	607,1	1,7	151,5	15,6	18,5	0,5	123,2	119,2	6,6	6,3	4,5
Emswasser	oberhalb	0	0	—	—	—	—	—	—	—	9,4	120,0	205,0	—	—	—	—	—	—	63,8	—	—	—
	unterhalb	0	0	—	—	—	—	—	—	—	11,8	137,5	280,0	—	—	—	—	—	—	73,0	—	—	—



ringfügigen Abnahme der gelösten organischen Stoffe vor allem in der erheblichen Verminderung des Nitrat-Stickstoffes.

Tabelle 9. Rieselfeld Dortmund.

Milligramm-Liter	Rohwasser (Rieselfeld- eintritt)	Hauptabfluss Nierhoff	Hauptzufluss zum Fischteich	Hauptabfluss vom Fischteich	
Schwebestoffe	Glühbeständig . . .	170,0	8,0	0	0
	Glühverlust . . .	208,0	18,0	0	0
	Stickstoff . . .	16,80	0,73	—	—
Gelöster Stickstoff als	Amoniak-N . . .	39,95	2,35	1,21	1,29
	Organischer N . . .	10,65	2,78	3,19	3,47
	Albuminoid-N . . .	5,30	1,12	1,12	1,05
	Nitrat-N . . .	0,20	8,92	13,60	7,24
Gesamt-N (einschl. ungelöstem) . . .	67,60	14,78	18,0	12,0	
Zur Oxydation nötiger Sauerstoff . . .	116,8	16,3	14,4	15,4	
Gelöste Stoffe	Glühverlust . . .	362,5	116,0	124,0	120,0
	Glühbeständig . . .	540,0	456,0	678,0	676,0
Gelöster Sauerstoff	Sofort . . . . .	0	4,39 ccm	7,50 ccm	7,27 ccm
	Zehrung n. 24 Std. . . . .	—	13,7 ‰	—	6,7 ‰
Kalk . . . . .	140,0	168,0	162,0	164,0	
Magnesia . . . . .	21,4	13,1	20,7	20,3	
Kali . . . . .	54,4	12,4	29,1	29,1	
Phosphorsäure . . . . .	6,4	Spur	Spur	Spur	
Schwefelsäure . . . . .	106,3	94,3	137,2	144,0	
Chlor . . . . .	191,7	85,2	145,5	149,1	

c) Um nun ein Bild von der wirklichen Abnahme der Schmutzstoffe zu erlangen, ist es erforderlich, die *Verdünnung* der Abwässer zu berücksichtigen, die sie *durch Regen- und Grundwasser* erfahren. Da aber ein nicht unbedeutender Teil beim Rieseln verdunstet, besonders im Sommer, ein anderer Teil auf vielen Rieselfeldern zwischen den Dränrohren zum Grundwasser durchfließt und so nicht in die Entwässerungsgräben gelangt, so ist es sehr schwer, sich über den jeweiligen Verdünnungsgrad Gewissheit zu verschaffen. Wenn gute Durchschnittsanalysen vom Roh- und Dränwasser vorliegen, muss er sich aus dem Unterschied des Chlorgehaltes berechnen lassen, da die Chloride im Boden weder ad- noch absorbiert werden.

Um in diese Verhältnisse auf dem Rieselfeld bei Münster einigermaßen Einblick zu gewinnen, wurden während eines ganzen Jahres sowohl die täglichen Regenhöhen ermittelt, als auch bei trockenem Wetter wöchentlich 2—3 mal die Mengen des Abwassers im Hauptzubringer und des Dränwassers in jedem der Hauptentwässerungsgräben gemessen. Dass dabei wirklich ein guter Gesamtdurchschnitt erzielt wurde, geht aus dem Vergleich der auf der Pumpstation aus dem Jahresmittel genau errechneten und der auf dem Rieselfeld gemessenen Abwassermengen hervor. Im Jahresdurchschnitt betragen die täglichen Wassermengen:

Abwasser, Pumpstation . . . . .	14 000 <i>cbm</i>
„ , Rieselfeld . . . . .	13 700 „
Regenmenge, die auf dem Rieselfeld durch die Haupt- wässerungsgräben abfließt . . . . .	5 800 „
Gesamt-Trockenwetterabfluss der Hauptentwässerungsgräben	12 200 „

Die Bodenverhältnisse sind nun derartige, dass in etwa 1 m Tiefe eine starke Schicht undurchlässigen Senkels liegt, in deren oberstem Teil die Dränage untergebracht ist. Infolgedessen kann also im allgemeinen weder Rieselwasser zwischen Dränsträngen hindurch fließen, noch fremdes Grundwasser mit zum Abfluss gelangen. Der Gehalt des Rieselwassers wird also im grossen und ganzen lediglich durch Verdunstung desselben und die hinzukommende Regenmenge beeinflusst. Bei trockenem Wetter verdunsten demnach im Jahresdurchschnitt während des Rieselns täglich  $13700 - 12200 = 1500$  *cbm* Wasser oder etwa 11 % der aufgebrachten Menge. Die Verdünnung durch Regen ist eine 1,42 fache im Jahresdurchschnitt, da zu 13700 *cbm* Trockenwetterabfluss etwa 5800 *cbm* Regenwasser hinzukommen. Sie wird jedoch etwas zu stark sein, da der gefallene Regen nicht vollständig mit dem Abwasser zum Abfluss gelangt, sondern zum Teil verdunstet, namentlich durch die lebhafte Transpiration der Pflanzen.

Die aus dem Chlorgehalt der vorliegenden Analysen berechnete Verdünnung an den Tagen der Probenahme ist im Durchschnitt = 152 : 113 = 1,35 fach; sie fällt aus dem vorhin angeführten Grunde auch deshalb niedriger aus, als die Verdünnung im Jahresdurchschnitt, weil bei den Probenahmen zwar hin und wieder Regenwetter herrschte, immerhin aber trockene Tage doch bevorzugt wurden. Das ist auch für die Berechnung der Analysenwerte gleichgültig, da die aus dem Chlorgehalt berechnete Verdünnung auf jeden Fall für die Tage der Probenahmen stimmen muss wegen der oben auseinandergesetzten Bodenverhältnisse auf dem Rieselfeld in Münster i. W.

d) Auf Grund dieser Ermittlungen sind nun in Tab. 10 (S. 28 u. 29) die *wirklichen Reinigungsgrade unter Berücksichtigung der stattgehabten Verdünnung* zusammengestellt, indem die Analysenwerte der Dränwässer nach der aus dem Chlorgehalt ermittelten Verdünnung umgerechnet wurden. Gleichzeitig sind dabei einige andere, grössere Rieselfelder in Deutschland, soweit ausführlicheres Analysenmaterial darüber vorliegt, mit berücksichtigt. Bei letzterem sind die Werte für den Reinigungsgrad insofern mit Vorsicht aufzunehmen, als es infolge der Verschiedenheit der örtlichen Verhältnisse fraglich ist, ob der Verdünnungsgrad der Dränwässer mit gleich gutem Erfolg, wie in Münster i. W. aus dem Chlorgehalt berechnet werden kann. Aus der Tabelle ist ohne weiteres ersichtlich, dass bei allen Anlagen der Reinigungsgrad ein sehr günstiger ist. Die verhältnismässig geringe Abnahme der gelösten organischen Stoffe (Glühverlust) in Münster i. W., sowie die Zunahme derselben in Charlottenburg trotz erheblicher Verminderung des Kaliumpermanganat-Verbrauches beruht wohl darauf, dass

Tabelle 10. Reinigungsgrad

Vorbemerkung: Die Zu- oder Abnahme, sowohl die in mg/l, als auch die in % des Roh- Die prozentische Zunahme des Nitratstickstoffes ist bezogen auf den gelösten Nicht-

$$\begin{aligned} \text{Zunahme} &= \\ \text{Nicht-Nitratstickstoff im Rohwasser} &= \\ \text{Prozentische Zunahme} &= \end{aligned}$$

Bei Braunschweig sind die Zahlen für Ammoniak- und organischen Stickstoff, sowie für

Art des Wassers	Stadt	Anzahl der Analysen	Schwebestoffe			Gesamtstickstoff (einschl. Schwebestoffe) mg	Ge-Nitratstickstoff mg
			Glühverlust mg	Glühbeständig mg			
1. Rohwasser	Münster i. W. 1912 . . . . .	6	239	100	72,3	0,5	
	Breslau 1899—1911 . . . . .	120	318	138	—	0	
	Braunschweig 1900—1909 . . . . .	120	—	—	93,0	3,0	
	Charlottenburg . . . . .	mehrere	710	236	—	0	
	Dortmund 1904—1908 . . . . .	9	—	—	—	—	
	Freiburg i. Br. 1896/97 . . . . .	12	—	—	—	Spuren	
2. Dränwasser	Münster i. W. . . . .	12	5,8	10,0	21,4	14,6	
	Breslau . . . . .	120	—	—	18,7	5,2	
	Braunschweig . . . . .	120	—	—	30,7	29,3	
	Charlottenburg . . . . .	mehrere	—	—	—	viel	
	Dortmund . . . . .	50	—	—	15,2	8,2	
	Freiburg i. Br. . . . .	165	—	—	3,3	2,3	
3. Zu- oder Abnahme in mg/l	Münster i. W. . . . .	—	—	—	—43,4	+19,1	
	Breslau . . . . .	—	—	—	—	+6,8	
	Braunschweig . . . . .	—	—	—	—60,8	+27,8	
	Charlottenburg . . . . .	—	—	—	—	—	
	Dortmund . . . . .	—	—	—	—	+11,1	
	Freiburg i. Br. . . . .	—	—	—	—	+5,1	
4. Prozentische Zu- oder Abnahme	Münster i. W. . . . .	—	—	—	% -60	% +33	
	Breslau . . . . .	—	—	—	—	+8	
	Braunschweig . . . . .	—	—	—	—65	+31	
	Charlottenburg . . . . .	—	—	—	—	—	
	Dortmund . . . . .	—	—	—	—	+15	
	Freiburg i. Br. . . . .	—	—	—	—	+9	

der Rieselfeldabflüsse.

wassergehaltes, ist gemäss der Verdünnung nach dem Chlorgehalt umgerechnet.

Nitratstickstoff des Rohwassers, z. B. für Münster i. W.:

$$\begin{aligned} 19,1 \text{ mg/l.} \\ 51,2 + 8,4 = 59,6. \\ 19,1 \times 100 : 59,6 = 33 \% \end{aligned}$$

Gelöste Stoffe eingeklammert, da sie *einschl. Schwebestoffe* zu verstehen sind.

Ammoniakstickstoff			Zur Oxydation nötiger Sauerstoff mg	Gelöste Stoffe		Härte (CaO + 1,4 MgO) mg	K <sub>2</sub> O mg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg	SO <sub>3</sub> mg	Cl mg	Belastung des Rieselfeldes für 1 ha	
mg	mg	mg		Glühverlust mg	Glühbeständig mg						Einwohner	tägl. Abwässer cbm
51,2	8,4	4,6	80,1	249	724	228	41,8	11,7	142	152	273	45
67,0	15,0	10,0	74,5	271	634	129	60,4	20,0	109	160	489	72
(90,0)	—	—	130,8	(798)	(875)	105	—	—	100	174	337	37
10,0	49,4	—	57,0	205	758	—	—	—	—	268	1083	161
57,0	16,0	—	72,0	381	696	—	—	—	106	149	256	57
56,0	—	—	37,0	194	156	18	20,4	15,1	Spuren	43	388	222
4,6	2,2	0,8	18,5	123	588	177	17,4	0,6	116	113	—	—
9,0	4,5	1,6	13,8	88	546	138	15,8	0	109	122	—	—
1,4	—	—	7,0	154	730	135	—	—	104	165	—	—
10,7	5,0	—	8,0	275	723	—	—	—	—	195	—	—
3,6	3,4	—	14,0	152	544	—	—	—	129	110	—	—
1,0	—	—	3,3	34	81	21	1,5	1,6	Spuren	19	—	—
—45,0	—5,4	—3,5	—55,2	—86	+66	+9	—18,4	—11,1	+17	—	—	—
—55,2	—9,1	—7,9	—56,4	—156	+81	+52	—39,2	—20,0	+34	—	—	—
(—88,5)	—	—	—123,4	(—636)	—	+37	—	—	+9	—	—	—
+4,7	—42,6	—	—46,0	+171	+232	—	—	—	—	—	—	—
—52,1	—11,4	—	—53,1	—176	+39	—	—	—	+67	—	—	—
—53,8	—	—	—30,4	—119	+22	—	—17,1	—11,6	—	—	—	—
% —88	% —64	% —75	% —69	% —34	—	+4	% —44	% —95	+12	—	—	—
—82	—61	—79	—76	—57	—	+40	—65	—100	+31	—	—	—
(—98)	—	—	—94	(—80)	—	+35	—	—	+9	—	—	—
+47	—86	—	—81	+83	—	—	—	—	—	—	—	—
—91	—71	—	—74	—46	—	—	—	—	+60	—	—	—
—96	—	—	—82	—61	—	—	—84	—79	—	—	—	—

beim Glühen neben den organischen Stoffen noch erhebliche Mengen Kristallwasser entweichen. Ferner ist für Münster i. W. zu berücksichtigen, dass der Rieselfeldboden bis zu 2 m Tiefe reich an Eisenoxydulverbindungen ist und dass diese trotz des 9jährigen Betriebes immer noch in beträchtlicher Menge im Dränwasser enthalten sind. Erst wenn sie aus dem Boden durch die Berieselung herausgespült sind, wird die Oxydation voll zur Wirkung gelangen. Auffallend ist in Breslau der geringe Nitratgehalt der Dränwässer trotz der starken Abnahme des Ammoniaks und organischen Stickstoffs. Das findet seine Erklärung darin, dass nach den Feststellungen von KLOPSCH (27) der Salpeter-Stickstoff auf dem 8 km langen Wege in den offenen Entwässerungsgräben auf  $\frac{1}{8}$  seines Betrages vermindert wird. Die Dränwässer enthalten nach dem Ausfliessen aus der Dränage im Durchschnitt von 9 Analysen 25 mg Nitrat-Stickstoff im Liter.

Was ausserdem noch an Analysenmaterial<sup>1)</sup> über die deutschen Rieselfelder vorliegt, ist in Tabelle 11 (S. 32) zusammengestellt.

e) Um einen etwaigen *Einfluss der Jahreszeit* auf die Wirkung der Rieselfelder nachzuweisen, ist in Tabelle 12 (S. 33) für Münster i. W. aus den Winter- und Sommermonaten das Mittel gesondert bestimmt. Das Rohwasser ist im Winter infolge der Zunahme des zur Oxydation nötigen Sauerstoffes, der gelösten organischen Stoffe und der Schwebestoffe etwas konzentrierter als im Sommer, der Reinigungsgrad wird aber nicht schlechter. Zum gleichen Zweck ist auf Grund eines sehr umfangreichen Analysenmaterials das monatliche Mittel errechnet worden, in Breslau von 20, in Braunschweig von 10 Jahren [vgl. Tab. 13 (S. 34 u. 35)]. In beiden Städten wurde durchschnittlich jeden Monat sowohl das Roh- als auch das Dränwasser analysiert. Von den Wintermonaten mit geringem Pflanzenwuchs (November—März) und von den Sommermonaten (April—Oktober) ist das Mittel nochmals gesondert berechnet worden. Aus der prozentischen Abnahme der organischen Stoffe, des Kaliumpermanganat-Verbrauches, des Ammoniaks, der Keime, sowie aus der Zunahme der Nitrats ist zu ersehen, dass auch hier der Reinigungsgrad im Winter praktisch derselbe ist, wie in den Sommermonaten. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Belastung der Rieselfelder im Sommer gewöhnlich erheblich grösser ist, bei Braunschweig z. B. 1,6 mal so gross wie im Winter.<sup>2)</sup> In beiden Städten ist nach dem Chlorgehalt die Verdünnung der Dränwässer im Winter stärker, was bei der geringeren Verdunstung und dem höheren Grundwasserstand auch zu erwarten war. In Braunschweig ist die Salpetersäurebildung im Winter scheinbar (nach dem Gehalt der Dränwässer) stärker als im Sommer; es ist dabei jedoch zu berücksichtigen, dass im Sommer eine erhebliche Aufnahme von Nitraten durch die Pflanzen statthat, dass ferner die Denitrifikation eine lebhaftere sein wird.

Um die Analysenergebnisse noch anschaulicher zu machen, sind die monatlichen Durchschnitte graphisch dargestellt worden (Fig. 5 u. 6, S. 31).

<sup>1)</sup> Siehe auch KÖNIG (1) über ältere Analysen von den Berliner Rieselfeldern.

<sup>2)</sup> Siehe Seite 41.

In Braunschweig fällt die höchste monatliche Belastung (im Oktober) genau mit der grössten Konzentration (s. graph. Darstellung Fig. 1, S. 6) des Rohwassers zusammen; trotzdem ist dann der Reinigungsgrad mit am günstigsten vom ganzen Jahre, ein Zeichen dafür, wie weit man hier zur Gewährleistung guter Dränabflüsse unter der zulässigen höchsten Belastung bleibt.

f) *Der Einfluss des Alters der Rieselfelder auf den Reinigungsgrad der Abwässer* wurde früher vielfach überschätzt, indem man behauptete, der Rieselboden würde nach kürzerer oder längerer Betriebsdauer infolge der Übersättigung mit organischen Stoffen seine Reinigungskraft verlieren. Heute wird wohl niemand mehr bezweifeln können, dass bei einem zweckmässigen Rieselbetrieb die oxydierende Tätigkeit des Bodens in absehbarer Zeit nicht an Intensität einbüsst. Die Stadtverwaltung von Charlottenburg schreibt in ihrem Bericht (58):

„Obwohl die ältesten Teile des Rieselfeldes nahezu 19 Jahre in Betrieb sind, hat sich ein Nachlassen der Aufnahmefähigkeit bei den einzelnen Rieselstücken nicht feststellen lassen. Wenn diese alle 4—5 Jahre gründlich umgepflügt werden, muss die Lebensdauer des Rieselfeldes bei regelmäßigem Betriebe nach den vorliegenden Erfahrungen als unbegrenzt angesehen werden“ (trotz der hohen Belastung von 175 *cbm* täglichem Abwasser oder 1115 Personen für 1 *ha*; es findet allerdings eine Vorreinigung in Absitzbecken statt, in denen ca. 75 % der Schwebestoffe entfernt werden).

Ähnliche Erfahrungen liegen auch in Berlin (11) nach einem 30jährigen Rieselbetrieb vor: „War der Reinigungsgrad auf gewissen Feldern mal zeitweise nicht der erforderliche, so konnte durch Wiederherstellung der Dränage und Aptierung oder andere Wirtschaftsmassnahmen die volle Reinigungsfähigkeit auch der ältesten Rieselstücke leicht aufrecht erhalten werden.“

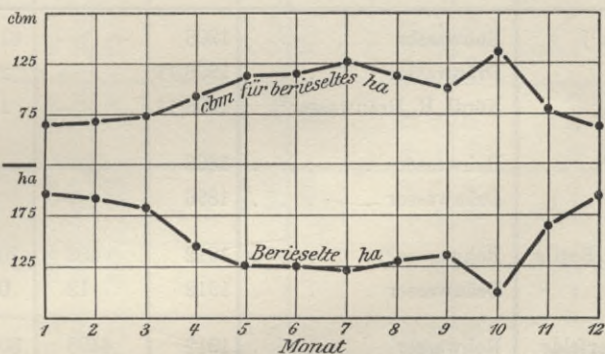


Fig. 5. Monatliche Belastung.

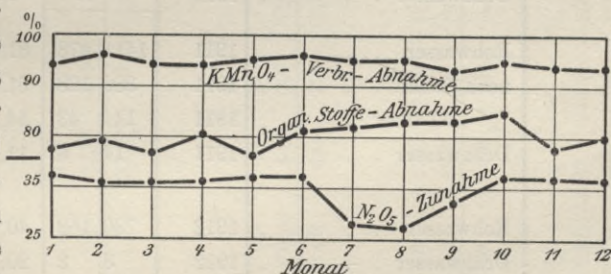


Fig. 6. Reinigungsgrad in Prozenten.

Rieselfeld Braunschweig.

Tabelle 11. Analysen von Roh- und Drainwässern (in 1 l nach je einer Analyse; bei Berlin aus 2—9 Analysen.)

Stadt	Wasser	Aus dem Jahr	Schwebstoffe		Gelöster Stickstoff			Zur Oxydation nötiger Sauerstoff	Gelöste Stoffe		Chlor
			Glühverlust	Glüh-Rückstand	Ammoniak-Stickstoff	Organ. Stickstoff	Nitrat-Stickstoff		Glühverlust	Glüh-Rückstand	
Südl. Berlin <sup>1)</sup>	Rohwasser . . . . .	1908	—	—	61,0	15,0	0	81,0	160	521	163
	Dränwasser <sup>2)</sup> . . . . .	1908/11	—	—	2,1	3,7	34,0	11,0	69	751	164
	Nördl. B. Dränwasser <sup>3)</sup> . . . . .	1908/11	—	—	1,7	3,6	35,0	9,5	118	856	149
Magdeburg <sup>1)</sup>	Rohwasser . . . . .	1896	—	—	36,1	—	Spur	41,7	325	925	381
	Dränwasser . . . . .	1896	—	—	2,3	—	34,2	4,0	186	626	196
Steglitz bei Berlin	Rohwasser <sup>3)</sup> . . . . .	1912	603	—	70,8	—	0	45,0	—	852	220
	Dränwasser . . . . .	1912	12	—	0,8	—	14,0	20,0	—	722	162
Gross Lichterfelde	Rohwasser . . . . .	1912	4498	—	80,0	—	0	73,0	—	1266	190
	Nach Vorreinigung . . . . .	1912	209	—	50,0	—	0	46,0	—	849	170
	Dränwasser . . . . .	1912	55	—	0,8	—	25,0	11,0	—	824	168
Quedlinburg	Rohwasser . . . . .	1911	1411	278	81,0	24,0	—	94,5	—	—	172
	nach Sandf. . . . .	1911	382	128	81,0	11,0	—	65,0	—	—	184
	„ KREMER . . . . .	1911	144	43	54,0	9,0	—	51,2	—	—	140
	Dränwasser . . . . .	1911	14	6	11,0	2,0	—	35,7	—	—	144
Zoppot	Rohwasser . . . . .	1912	780	152	40,0	150,5	0	76,0	36	548	220
	Dränwasser . . . . .	1912	8	2	20,1	77,0	vorh.	35,0	156	594	180

<sup>1)</sup> Ausserdem waren vorhanden:

Stadt	Wasser	CaO + MgO	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Gelöster Sauerstoff		*) Nach E. SALKOWSKI; Durchschnitt mehrerer Analysen aus 1882 (KÖNIG, 1). Die zugehörigen Werte für Chlor waren: Rohwasser = 167,5, Dränwasser = 145,6.
						sofort	Zehrung nach 24 Stunden	
Berlin	Rohwasser	126	43	18,5*)	79,6*)	—	—	
„ südlich	Dränwasser	176	111	Spur*)	21,1*)	3,2	5,3	
„ nördlich	Dränwasser	227	110	—	—	4,7	13,0	
Magdeburg	Rohwasser	121	89	5,1	80,9	—	—	
	Dränwasser	165	82	Spur	14,4	—	—	

<sup>2)</sup> Aus den Hauptentwässerungsgräben.  
<sup>3)</sup> Verteilungsbrunnen auf dem Riesefeld.

Tabelle 12. Einfluss der Jahreszeit auf den Reinigungsgrad der Rieselfeldabflüsse in Münster i. W.  
 Vorbemerkung wie auf Tabelle 10, S. 28 u. 29.

Abwässer der Stadt Münster i. W.	Anzahl der Analysen		Schwebestoffe		Gesamtstickstoff (einschl. Schwebestoffe)	Gelöster Stickstoff				Zur Oxydation nötiger Sauerstoff	Gelöste Stoffe		CaO (gelöst)	MgO (gelöst)	FeO (gesamt)	K <sub>2</sub> O (gesamt)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (gesamt)	SO <sub>3</sub> (gelöst)	Cl		
	Glühverlust	Glührückstand	Nitratstickstoff	Ammoniakstickstoff		Organischer Stickstoff	Albuminoidstickstoff	Glühverlust	Glührückstand		mg	mg								mg	mg
1. Rohwasser:																					
Im Sommer . . . . .	3	208	108	75,6	0,4	54,7	8,0	4,5	76,5	298	790	186	23,0	6,0	43,2	10,4	134	166			
Im Winter . . . . .	3	271	91	68,6	0,5	47,6	8,7	4,7	83,6	259	657	208	24,4	5,9	39,1	13,6	154	138			
Gesamt-Mittel:	6	239	100	72,1	0,5	51,2	8,4	4,6	80,1	249	724	195	23,5	6,0	41,8	11,7	142	152			
2. Dränwasser:																					
Im Sommer . . . . .	6	5,4	10,1	20,8	13,2	5,1	2,5	1,1	19,8	121	609	147	15,9	2,2	16,1	0,2	112	119			
Im Winter . . . . .	6	6,4	10,0	22,0	16,0	4,0	2,0	0,6	17,3	125	567	163	15,2	1,6	19,9	1,1	120	107			
Gesamt-Mittel:	12	5,8	10,0	21,4	14,6	4,6	2,2	0,8	18,5	123	588	155	15,6	1,9	17,4	0,6	116	113			
3. Zu- oder Abnahme in mg/l:																					
Im Sommer . . . . .	—	—	—	—46,6	+18,1	—47,6	—4,5	—3,0	—49,1	—48	+58	+19	—0,7	—	—22,1	—10,2	+24	—	—	—	—
Im Winter . . . . .	—	—	—	—40,2	+20,1	—42,4	—6,1	—4,0	—61,3	—36	+74	+9	—4,1	—	—13,9	—12,2	+8	—	—	—	—
Gesamt-Mittel:	—	—	—	—43,4	+19,1	—45,0	—5,4	—3,5	—55,2	—42	+66	+15	—2,3	—	—18,4	—11,1	+17	—	—	—	—
4. Prozentische Zu- oder Abnahme:																					
Im Sommer . . . . .	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Im Winter . . . . .	—	—	—	—62	+29,5	—87	—57	—67	—65	—29	+11,0	+11,0	—	—	—51	—97	+18	—	—	—	—
Gesamt-Mittel:	—	—	—	—58,5	+36,2	—89	—70	—83	—73	—38	+4,3	+4,3	—	—	—36	—90	+5	—	—	—	—
Gesamt-Mittel:	—	—	—	—60	+32,8	—88	—64	—75	—69	—34	+8,0	+8,0	—	—	—44	—93	+12	—	—	—	—

Tabelle 13. Einfluss der Jahreszeit auf den Reinigungs-  
Vorbemerkung wie auf

Stadt und Art des Wassers	Schwebestoffe		Gesamtstickstoff mg	Salpetersäure mg	Ammoniak mg	Organ. gebund. Ammoniak mg	Albuminoid- Ammoniak mg	KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch
	Glühverlust	Glührückstand						
	mg	mg						
1. Rohwasser.								
Breslau:								
Sommer . . . . .	266	127	81,7	Spuren	82	16,0	10,1	243
Winter . . . . .	331	137	91,2	Spuren	88	21,5	12,7	292
Braunschweig:								
Sommer . . . . .	—	—	96,5	12,3	(112)	—	—	528
Winter . . . . .	—	—	90,3	11,6	(105)	—	—	513
2. Dränwasser.								
Breslau:								
Sommer . . . . .	33	—	15,1	20	7	4,9	1,9	36
Winter . . . . .	41	—	18,0	21	9	6,0	1,9	44
Braunschweig:								
Sommer . . . . .	—	—	31,3	116	1,6	—	—	29
Winter . . . . .	—	—	30,1	112	1,3	—	—	27
3. Zu- oder Abnahme in mg/l.								
Breslau:								
Sommer . . . . .	—	—	- 60,5	+ 27,7	- 72,3	- 9,2	- 7,5	- 193
Winter . . . . .	—	—	- 64,5	+ 31,5	- 74,5	- 12,5	- 9,8	- 226
Braunschweig:								
Sommer . . . . .	—	—	- 64,2	+ 103,7	(- 110,4)	—	—	- 499
Winter . . . . .	—	—	- 55,6	+ 117,9	(- 103,5)	—	—	- 482
4. Prozentische Zu- oder Abnahme.								
Breslau:								
Sommer . . . . .	%	%	%	%	%	%	%	%
Winter . . . . .	—	—	- 74	+ 9	- 88	- 58	- 75	- 79
Braunschweig:								
Sommer . . . . .	—	—	- 67	+ 29	(- 98,5)	—	—	- 94
Winter . . . . .	—	—	- 62	+ 34	(- 98,5)	—	—	- 94

grad der Rieselfeldabflüsse in Breslau und Braunschweig.  
Tabelle 10, S. 28 u. 29.

Gelöste Stoffe		CaO mg	MgO mg	Karbonathärte (Deutsche Grade)	SO <sub>3</sub> mg	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg	Cl mg	Keime (× 1000)		cbm tägl. Abw. für monatl. beries. ha
Glühverlust	Glührückstand								im ganzen	verflüssigende	
mg	mg										
231	561	86	21,7	3,4	89	9	18	151	1501	—	—
266	631	92	24,2	3,6	105	8	21	170	994	—	—
(826)	(886)	105	—	—	97	—	—	166	1852	63	113
(762)	(858)	106	—	—	105	—	—	185	1510	61	70
79	487	99	21,7	4,2	102	7	0	109	101	—	—
81	492	102	21,6	4,6	107	8	0	113	59	—	—
150	749	134	—	—	103	—	—	166	14	0,9	—
156	711	136	—	—	106	—	—	160	12,6	1,1	—
- 121	+ 116	+ 52	+ 8,5	+ 2,4	+ 53	+ 0,7	- 18	—	1400	—	—
- 145	+ 107	+ 61	+ 8,2	+ 3,3	+ 55	+ 4,0	- 21	—	935	—	—
(- 676)	(- 137)	+ 29	—	+ 6	—	—	—	—	1838	62	—
(- 582)	(- 36)	+ 51	—	+ 17	—	—	—	—	1497	60	—
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
- 52	—	+ 60	+ 39	+ 71	+ 60	—	- 100	—	- 93	—	—
- 54	—	+ 66	+ 34	+ 92	+ 52	—	- 100	—	- 94	—	—
(- 82)	—	+ 27	—	+ 6	—	—	—	—	- 99	- 98,5	—
(- 76)	—	+ 47	—	+ 16	—	—	—	—	- 99	- 98,2	—



Tabelle 14. Einfluss des Alters der Rieselfelder auf den  
Vorbemerkung wie auf

Stadt und Wasser	Schwebestoffe		Salpetersäure	Ammoniak	Organ. gebund. Ammoniak	Albuminoid-Ammoniak	K Mn O <sub>4</sub> Verbrauch
	Glühverlust	Glührückstand					
	mg	mg					
<b>1. Rohwasser.</b>							
Breslau:							
Ersten 10 Jahre . . .	268	124	Spuren	87	—	—	230
Zweiten 10 „ . . .	318	138	„	80	18	11,2	298
Braunschweig:							
Ersten 5 Jahre . . .	—	—	wenig	(78)	—	—	357
Zweiten 5 „ . . .	—	—	„	(137)	—	—	689
<b>2. Dränwasser.</b>							
Breslau:							
Ersten 10 Jahre . . .	29	22	22	6	—	—	25
Zweiten 10 „ . . .	45	19	19	11	5,4	1,9	55
Braunschweig:							
Ersten 5 Jahre . . .	—	—	108	2,0	—	—	27
Zweiten 5 „ . . .	—	—	118	1,3	—	—	31
<b>3. Zu- oder Abnahme in mg/l.</b>							
Breslau:							
Ersten 10 Jahre . . .	—	—	+ 34,5	- 77,6	—	—	- 191
Zweiten 10 „ . . .	—	—	+ 24,9	- 65,6	- 10,9	- 8,7	- 226
Braunschweig:							
Ersten 5 Jahre . . .	—	—	+ 98,7	(- 75,9)	—	—	- 329
Zweiten 5 „ . . .	—	—	+ 114,9	(- 135,6)	—	—	- 656
<b>4. Prozentische Zu- oder Abnahme.</b>							
Breslau:							
Ersten 10 Jahre . . .	%	%	%	%	%	%	%
Zweiten 10 „ . . .	—	—	+ 12	- 89	—	—	- 83
Braunschweig:	—	—	+ 8	- 82	- 61	- 79	- 76
Ersten 5 Jahre . . .	—	—	+ 37	(- 98)	—	—	- 92
Zweiten 5 „ . . .	—	—	+ 26	(- 99)	—	—	- 95

Reinigungsgrad der Abflüsse in Breslau und Braunschweig.  
Tabelle 10, S. 28 u. 29.

Gelöste Stoffe		CaO	MgO	Karbonathärte (Deutsche Grade)	SO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cl	Keime (× 1000)		cbm tägl. Abw.	
Glühverlust	Glührückstand								im ganzen	verflüssigende	für monatlich beres. ha	für apt. ha
mg	mg								mg	mg	mg	mg
221	547	83	21	3,9	82	12	18	157	—	—	—	—
271	634	94	25	3,1	109	5	20	160	1279	—	—	72
(537)	(843)	113	—	—	103	—	—	163	1721	69	89,3	—
(1042)	(906)	96	—	—	97	—	—	184	1666	53	89,8	36
73	452	95	21	4,4	100	7,8	0	100	—	—	—	—
88	546	106	23	4,4	109	7,1	0	122	82	—	—	—
175	662	129	—	—	102	—	—	159	12	1,3	—	—
134	777	140	—	—	105	—	—	171	15	0,8	—	—
- 106	+ 163	+ 66	+ 12	+ 3,0	+ 75	+ 0,2	- 18	—	—	—	—	—
- 156	+ 81	+ 45	+ 5	+ 2,7	+ 34	+ 4,3	- 20	—	- 1197	—	—	—
(- 358)	(- 164)	+ 19	—	—	+ 2	—	—	—	- 1709	- 68	—	—
(- 898)	(- 70)	+ 55	—	—	+ 16	—	—	—	- 1651	- 52	—	—
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
- 48	—	+ 80	+ 57	+ 77	+ 91	—	- 100	—	—	—	—	—
- 57	—	+ 48	+ 20	+ 86	+ 31	—	- 100	—	94	—	—	—
(- 66)	—	+ 16	—	—	+ 2	—	—	—	99	98,1	—	—
(- 86)	—	+ 56	—	—	+ 17	—	—	—	99	98,5	—	—

Diese praktischen Erfahrungen werden durch die vorliegenden Analysen bestätigt: Tabelle 14 (S. 36 u. 37). Bei Breslau (Rieselbetrieb seit 1881) sind die Mittelwerte für je 1 Dezennium berechnet, einmal aus den Jahren 1889—1898, dann aus den Jahren von 1899—1911; die Werte für 1903 bis 1905 waren nicht erhältlich; bei Braunschweig in ähnlicher Weise (Rieselbetrieb seit 1896) für 1900—1904 und 1905—1909. Die Belastung der Felder beträgt in Breslau 72 *cbm* tägliches Abwasser oder 489 Personen für 1 *ha* bei grober mechanischer Vorreinigung in grösseren Absitzbecken, in Braunschweig dagegen nur 36 *cbm* oder 335 Personen, ohne Vorreinigung. Die Abwässer sind hier gehaltreicher. In beiden Städten ist in der zweiten Untersuchungsperiode die Konzentration des Rohwassers grösser geworden, besonders in Braunschweig: Vermehrung der gelösten organischen Stoffe und des Kaliumpermanganat-Verbrauches fast auf das Doppelte. Trotzdem ist hier bei gleichbleibender Belastung noch eine geringe Zunahme des Reinigungsgrades erzielt. In Breslau nimmt er nur in unbedeutender Weise ab; bei der hohen Belastung ist er dort von vornherein nicht so günstig.

#### 7. Verhalten der einzelnen Abwasserbestandteile beim Rieseln.

a) Beim Verrieseln des Abwassers werden zunächst *Schwebestoffe* und *Fett*, soweit sie nicht schon bei der Vorreinigung entfernt sind, vollständig auf und im Boden mechanisch niedergeschlagen. Die organischen Stoffe werden zum grössten Teil durch Mikroorganismen abgebaut und dann durch Oxydation mineralisiert, zum Teil bereichern sie die Oberkrume des Rieselbodens mit Humus. In der Spüljauche schwimmt das Fett entweder oben auf oder ist diffus verteilt; nur ein kleiner Teil haftet an den Sinkstoffen (SCHREIBER, 33). Es wird also zum weitaus grössten Teil in der obersten Bodenschicht, besonders im Schlick zurückgehalten. Das diffus verteilte Fett dringt zwar tiefer in den Boden ein, wird aber auch verhältnismässig leicht von Mikroorganismen, besonders von Schimmelpilzen zersetzt, die in kompakte Fettmassen nur langsam eindringen. Zu einer Anreicherung im Rieselboden gelangt daher das Fett im allgemeinen kaum, wenn der fettreiche Schlick nicht untergepflügt wird. Nach Versuchen mit fetthaltigem Sand dringt das Wasser in fetthaltigen Boden schwer ein; beim Abfluss ist es weniger gefärbt und klarer. Das Fett schützt demnach den Boden vor zu schneller Auslaugung, eine Eigenschaft, die unter Umständen bei leichtem Sandboden als Vorzug angesehen werden kann.

Im allgemeinen darf man als sicher annehmen, dass ein geringer Fettgehalt des Bodens bedeutungslos ist, während Fettmengen, wie sie im Schlick anzutreffen sind, einen schädlichen Einfluss ausüben (SCHREIBER, 33).

b) Der *Stickstoff* ist im Abwasser hauptsächlich in Form von Ammoniak, dann von Proteinen, Aminosäuren, sowie in Form von Harnstoff und Hippursäure enthalten, die durch anaerobe Bakterien zu Ammoniak abgebaut werden. Dieses wird schliesslich durch nitrifizierende Bakterien zu Salpetersäure oxydiert, die durch Basen oder basische Salze ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Karbonate)

chemisch gebunden und entweder von den Pflanzen aufgenommen wird, oder mit dem Dränwasser zum Abfluss gelangt. Daneben wird aber auch durch denitrifizierende Bakterien elementarer Stickstoff in Freiheit gesetzt. Schliesslich wird organischer Stickstoff, wohl hauptsächlich aus den Schwebstoffen herrührend, in der Oberkrume des Bodens angehäuft (KNOPF, 28).<sup>1)</sup> Wie aus Tabelle 10, Abt. 3 (Zu- oder Abnahme in Milligramm-Liter) auf S. 28 u. 29 für Münster i. W. hervorgeht, kommen vom gelösten Stickstoff nicht zum Abfluss:  $45,0 + 5,4 - 19,1 = 31,3 \text{ mg/l} = 52 \%$  des aufgebrauchten gelösten Stickstoffes. Diese werden entweder von den Pflanzen aufgenommen oder entweichen gasförmig in die Luft, da man wohl annehmen kann, dass eine Anreicherung von gelöstem Stickstoff im Boden nicht, oder nur in beschränktem Masse stattfindet.

Vom Gesamtstickstoff, einschliesslich dem ungelösten der Schwebstoffe, kommen 43,4, also 12,1 mg/l mehr als vom gelösten nicht zum Abfluss. In den Schwebstoffen des Rohwassers sind 12,2 mg organ. Stickstoff; es würde demnach so viel Stickstoff im Rieselboden zur Anreicherung gelangen, wie mit den Schwebstoffen aufgebracht wird, wenn nicht ein Teil davon nach allmählichem Abbau gasförmig entweiche. Führt man auch bei den anderen Städten diese Rechnung aus, so ergibt sich, dass vom gelösten Stickstoff nicht zum Abfluss kommen:

Tabelle 15.

Stadt	mg/l	in % des aufgebrauchten
Münster i. W. . .	31,3	52
Breslau . . . . .	57,5	70
Dortmund . . . . .	52,4	72

c) Der *Phosphor* ist im Rohwasser teils als phosphorsaures Salz, teils als organisch gebundener Phosphor vorhanden, der zu Phosphorsäure oxydiert wird. Diese wird meist vollständig vom Boden festgehalten, in dem sie entweder durch Basen ( $F_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ) ab- oder durch Kolloide adsorbiert wird, deren Menge mit dem Humusgehalt steigt. Da die zugeführten Mengen gewöhnlich grösser sind, als von den Pflanzen aufgenommen werden können, so muss eine Anreicherung von Phosphorsäure im Rieselboden stattfinden, die KNOPF<sup>1)</sup> bis zu 1 m Tiefe auch nachweisen konnte. Die mit dem Dränwasser abfliessenden Mengen sind entweder gleich Null, oder doch stets sehr gering.

d) Der *Schwefel* ist ebenfalls im Abwasser teils als schwefelsaures Salz, teils als organisch gebundener Schwefel vorhanden, der zu Schwefelsäure oxydiert und als solche von den genannten Basen gebunden wird. Die schwefelsauren Salze erfahren deshalb im Dränwasser eine Zunahme. Nur bei schlecht durchgeführtem Rieselbetrieb kann infolge Sauerstoffmangels Schwefelwasserstoff entstehen.

<sup>1)</sup> Siehe S. 47.

e) Das *Kali* wird entweder ab- (Zeolithe), oder durch Bodenkolloide adsorbiert. Die mit dem Dränwasser abgeführten Mengen sind um so grösser, je stärker die Salpetersäurebildung ist. (KÖNIG, 84.) Die nicht zum Abfluss kommenden Mengen (s. Tab. 10, S. 28 u. 29) werden teils von den Pflanzen aufgenommen, teils im Rieselboden angehäuft, und zwar bei den Untersuchungen von KNOPF<sup>1)</sup> nur in der Oberkrume. Ob dies durch das ungelöste Kali der Schwebestoffe verursacht wird, oder durch eine im Untergrund stärkere Salpetersäurebildung, oder durch beides, ist noch nicht entschieden.

f) Der *Kalk* ist im Rohwasser hauptsächlich in Form von Karbonaten, Sulfaten und Seifen vorhanden. Letztere werden wohl zum grössten Teil in Karbonate umgesetzt. Ausschliesslich<sup>1)</sup> in der Oberkrume des Rieselbodens (KNOPF, 28, KLOPSCH, 27) findet eine Anreicherung an Kalk statt, und zwar wahrscheinlich nur an schwer löslichem aus den Schwebestoffen. Wenn in den Dränwässern eine Zunahme an Kalk bemerkbar ist, so findet dieser scheinbare Widerspruch darin seine Erklärung, dass bei den Rohwasseranalysen der ungelöste Kalk der Schwebestoffe nicht angegeben ist; dieser betrug nach Untersuchungen von KNOPF (28) im Berliner Rohwasser 67 mg/l. Dadurch wird nicht nur die Kalkzunahme des Dränwassers gedeckt, sondern auch noch die Anreicherung im Boden. Wie aus Tab. 10 (S. 28 u. 29) zu ersehen ist, nimmt der *lösliche* Kalk erheblich zu im Dränwasser, weil er einerseits durch die entstehenden Säuren ( $N_2O_5$ ,  $SO_3$ ,  $CO_2$ ) ausgewaschen wird, andererseits die Absorptionskraft des Rieselbodens für leicht löslichen Kalk nach langjährigem Betrieb stark zurückgeht. (KNOPF, 28). Das findet seine Bestätigung in der später zu besprechenden Kalkarmut der Gräser von Rieselwiesen.

### 8. Zulässige Belastung der Rieselfelder.

Wenn das städtische Abwasser dauernd gut gereinigt werden soll, darf es, wie schon früher erwähnt wurde, den Rieselstücken nicht in zu grosser Menge und nicht beständig zugeführt werden, da die oxydierende Wirkung des Bodens eine begrenzte ist. Die Belastung der Rieselfelder schwankt, wie aus Tab. 32 (S. 76 u. 77) ersichtlich ist, innerhalb weiter Grenzen, da sie, abgesehen von dem durch die Grösse des Vorfluters bedingten Reinigungsgrad, von der Konzentration des Abwassers, der Bodenbeschaffenheit, der Art der landwirtschaftlichen Ausnutzung und nicht zuletzt von der Vorreinigung abhängig ist. Die ersten 18 Städte in der Tabelle haben ausschliesslich oder vorwiegend Mischsystem, die letzten Trennsystem bei der Kanalisation angewendet.

Bei den Städten ohne Vorreinigung<sup>2)</sup> schwankt die Belastung von:

202 Personen oder	33 <i>cbm</i>	in Darmstadt (Mischsyst.) und
300 „ „	30 „ „	Kreuzburg (Trennsyst.) bis zu
750 „ „	112 „ „	Salzwedel (Mischsyst.) und
951 „ „	90 „ „	Danzig (Trennsyst.).

<sup>1)</sup> Siehe S. 47.

<sup>2)</sup> Siehe S. 20.

Bei den Städten mit Vorreinigung schwankt sie, ohne Berücksichtigung Königsbergs, von:

258 Personen oder 34,5 <i>cbm</i>	in Berlin (Mischsyst.) und
184 " "	12 " " Rawitsch (Trennsyst.) bis zu
2555 " "	555 " " Celle (Mischsyst.) und
1867 " "	200 " " Quedlinburg (Trennsyst).

Im Winter stehen meist für die Berieselung bedeutend mehr Ländereien zur Verfügung als im Sommer, weil wegen der auszuführenden landwirtschaftlichen Arbeiten und auch wegen der Empfindlichkeit mancher Nutzpflanzen gegen Abwasser während ihres Wachstums viele Stücke für längere Zeit nicht berieselt werden dürfen. Infolgedessen ist die Belastung im Sommer eine stärkere. Die Verhältnisse werden dann besonders anschaulich, wenn man, wie das in Braunschweig für die Jahre 1900—1909 geschehen ist, ermittelt, wieviel Hektar von der aptierten Fläche in jedem Monat wirklich berieselt wurden, und wie gross jedesmal die entsprechende Abwassermenge war. Im Winter wurde hier durchschnittlich  $1\frac{1}{2}$  mal so viel Land berieselt als im Sommer (184 *ha* bzw. 126 *ha*). Am wenigsten Land steht im Oktober (der Haupterntezeit) für die Berieselung zur Verfügung. Dementsprechend ist auch die monatliche Belastung im Sommer 1,6 mal grösser als im Winter. Sie ist im Jahresdurchschnitt, berechnet auf die im Monat berieselten Flächen  $2\frac{1}{2}$  mal so gross wie die auf die gesamte aptierte Fläche berechnete.

Es kann aber auch umgekehrt *im Winter* Mangel an Ländereien eintreten, die für die Berieselung geeignet sind, wenn nämlich, wie das auf manchen Rieselfeldern geschieht, *fast nur Grasbau* betrieben wird und man bei Frostwetter die Grasnarbe durch Berieseln nicht stark beschädigen will. Es ist dann, wie auch im Sommer zur Erntezeit, für genügend *Reserveland* zu sorgen; vorteilhaft werden oft besonders durchlässige Bodenstellen in dieser Zeit als Staubecken betrieben. Diesen Verhältnissen haben besonders die Städte mit Mischkanalisation Rechnung zu tragen; infolge starker Regengüsse findet hier, je nach dem Verdünnungsgrad, bei dem die Notauslässe in Tätigkeit treten, plötzlich eine erhebliche Steigerung der Belastung statt, die jedoch keine besonderen Übelstände im Gefolge hat, wenn genügend Aufstauvorrichtungen und durchlässiger Sandboden vorhanden sind, wie das in Deutschland wohl durchweg der Fall ist im Gegensatz zu manchen englischen Anlagen mit schwer durchlässigen Lehm- und Tonböden.

Allgemeine Vorschriften über die Häufigkeit des Rieselns auf den einzelnen Stücken lassen sich nicht aufstellen. Durchschnittlich geschieht dies in:

Münster i. W.	1 mal im Monat	5—15 <i>cm</i> hoch,
Berlin	2 " " "	" "
Charlottenburg	alle 4 Tage	8—9 Stunden lang.

Wie bereits früher auseinandergesetzt wurde, hat der Boden nach jeder Berieselung längere Zeit nötig, um die auf den Sandkörnern in Form

eines schleimigen Besatzes ausgeschiedenen Schmutzstoffe durch Organismen-tätigkeit zu beseitigen; ein grosser Teil der dabei entstehenden Kohlen-säure entweicht in die Luft, ein anderer wird gelöst und ausgewaschen, so dass wieder genügend Luftsauerstoff in den Boden treten kann. Werden diese Vorgänge durch allzu kurz bemessene Ruhepausen zwischen den einzelnen Rieselungen behindert, so muss natürlich bald die Reinigung des Abwassers darunter leiden. Die englische Kommission (7) hält es für vor-teilhaft, wenn das Verhältnis von Betriebs- zu Ruhefläche = 1 : 3 ist. Auf Grund eingehender Untersuchungen über die zulässige Belastung von Riesel-land, kommt sie im V. Bericht unter Zugrundelegung von städt. Abwässern mittlerer Konzentration je nach der Bodenart und der Vorbehandlung der Abwässer zu folgenden Ergebnissen (Einwohner für 1 ha):

Tabelle 16.

Bodenart	Unbehandelt	Mechan.-chemisch vorgeklärt	Biologisch vorgereinigt
Kies . . . . .	250	1200	2500
Leichter Lehm . . . . .	250	1200	1800
Schwerer „ . . . . .	180	500	1000
Ton . . . . .	125	250	750

**9. Nachbehandlung der Dränwässer.**

a) Wie wir gesehen haben, enthalten die Dränwässer noch viele pflanzliche Nährstoffe, vor allem Stickstoff, wovon ca.  $\frac{2}{3}$  Nitrate sind, Kali, organische Stoffe, Kalk, nicht selten auch Eisenoxydulverbindungen. Da-durch kann in den Entwässerungsgräben der Rieselfelder eine erhebliche Verunkrautung hervorgerufen werden, namentlich durch das Überhandnehmen von Algen. In Berlin bewirkt der starke Eisengehalt massenhaftes Auf-treten von *Leptomitus lacteus*. Um diese Unzuträglichkeiten, die sich bei mangelhaft gereinigten Dränwässern, z. B. aus stark belasteten Staubecken, zu erheblichen Störungen steigern (dann können sich auch beträchtliche Pilzwucherungen einstellen), zu vermeiden und auch, um die wertvollen Dungstoffe der Abflüsse noch besser auszunutzen, ist man in den letzten Jahren zweckmässigerweise immer mehr zur Anlage von *Doppelrieselungen und Fischteichen* übergegangen.

b) Bei der *Doppelrieselung* wird das Dränwasser noch einmal gereinigt, und zwar in der Regel durch Oberflächenrieselung oder Bodenfiltration mit flacher Drainage auf tiefer gelegenen Wiesen. Dieses Verfahren lässt sich meist mit geringen Kosten durchführen, die durch den Mehrertrag an Gras leicht gedeckt werden. Es findet Doppelrieselung statt in Berlin, Bromberg (die Dränwässer werden hier zum Teil nochmals auf die Felder gepumpt), Lichtenberg, Neu-Ruppin, Niederschöneweide (bei Dürre), Pankow.

c) Noch stärkerer Verbreitung erfreuen sich in den letzten Jahren die mit Rieselfeldabflüssen gespeisten *Fischteiche*. Abbau und Umsetzung

der Schmutz- und Dungstoffe<sup>1)</sup> in Fischfleisch erfolgt durch die bei der Selbstreinigung der Flüsse (S. 9) erörterten Vorgänge. Grössere Anlagen befinden sich auf den Rieselfeldern in Berlin, Dortmund, Pankow (siehe Tabelle 28, S. 66 u. 67); sie haben sich allenthalben durchaus bewährt. Bei ungünstigen Verhältnissen haben die Fische manchmal unter Wassermangel und Wasserwärme zu leiden. Die *Nettoeinnahmen* der Fischteiche indes betragen:

in Berlin 1910: 4430 M.  
1911: 4470 „  
in Dortmund ca. 1500—2000 M.

Die Teiche werden meist mit Karpfen, Schleien und Forellen besetzt; da die letzteren sehr sauerstoffbedürftig sind, bieten die Fischteiche eine einfache Kontrolle für den Reinigungsgrad der Rieselfeldabflüsse.

#### 10. Einfluss der Rieselfeldabflüsse auf den Vorfluter.

Da der Reinigungsgrad der Dränwässer, wie schon früher gezeigt ist, bei geregelterm Betrieb stets ein vorzüglicher ist, so machen sich durch die Zuführung derselben auch selbst bei sehr kleinen Vorflutern keine Missstände bemerkbar. Ausführliche Untersuchungen in dieser Richtung liegen von Braunschweig aus den Jahren 1900—1909 über den Aue-Oker-Kanal vor, der alle Dränwässer aufnimmt und kurz hinter dem Rieselfeld in die Oker mündet. (Tabelle 17, S. 44). Über die Beeinflussung der Ems, des Vorfluters für das Rieselfeld in Münster, siehe ebenfalls Tabelle 17, S. 44.

Von manchen Seiten versucht man, die guten Reinigungsergebnisse der Rieselfelder etwas herabzusetzen durch den Hinweis darauf, dass es sehr schwierig sei festzustellen, einen wie grossen Anteil daran die Verdünnung durch Regen und Grundwasser habe. Das ist zweifellos der Fall. Aber abgesehen davon, dass selbst bei Berücksichtigung dieser Verdünnung, wie es in Münster i. W. möglich war, der Reinigungsgrad immer noch ein so guter ist, dass er von anderen Verfahren schwerlich übertroffen wird, ist das auch wohl für die Bewertung von Rieselfeldanlagen von untergeordneter Bedeutung. Hier kommt es eben lediglich darauf an, dass die Abflüsse stets so weitgehend gereinigt sind, wie es bei anderen Anlagen kaum zu erreichen ist. Die Berieselung gilt daher mit Recht noch immer als das *beste Abwasserreinigungsverfahren*, selbstverständlich nur dort, wo ein einwandfreier Betrieb möglich ist, d. h. wo genügend viel und geeigneter Boden vorhanden ist, nicht dort, wo man, wie stellenweise in England, auf Tonboden rieseln muss, der nach deutscher Auffassung ganz ungeeignet dafür ist. Deshalb ist man auch, von ganz vereinzelt Ausnahmen abgesehen, auf deutschen Rieselfeldern nie gezwungen, die Abwässer völlig ungereinigt in den Vorfluter zu leiten, soweit sie nicht genügend verdünnt durch Notauslässe abfliessen.

<sup>1)</sup> Vgl. auch Tabelle 9, S. 26.

Tabelle 17. Einfluss der Rieselfeldabflüsse auf den Vorfutter in Braunschweig und Münster i. W.

Vorfutter	Analysenanzahl	Gelöste Stoffe		Zur Oxydation nötiger Sauerstoff	Stickstoff in Form von		Cl	SO <sub>3</sub>	Härte Grad	Keime in 1 cem	
		Glihrückstand	Glihrverlust		NH <sub>3</sub> + organ. NH <sub>3</sub>	Nitrat				im ganzen Stück	verflüssigende Stück
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	Grad	10.	11.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.

1. Braunschweig.

Aue-Okerkanal	oberhalb . . .	27	283	94	5,4	0,08	4,2	37,1	50,4	55,5	2 660	421
	unterhalb . . .	120	480	143	6,0	0,6	9,0	108,7	83,6	87,6	20 200	1280
Oker	oberhalb . . .	106	571	155	2,9	Spur	2,5	206,2	86,2	112,9	16 735	1095
	unterhalb . . .	106	562	156	3,2	"	3,0	199,5	85,8	110,5	17 580	1116

2. Münster i. W.

Ems	Schwebstoffe		Schwebstoffe		Härte Grad	Keime in 1 cem					
	oberhalb . . .	unterhalb . . .	mg	mg		im ganzen Stück	verflüssigende Stück				
	1	1	205,0	120,0	9,4	0	63,8	—	—	—	—
			280,0	137,5	11,8	0	73,0	—	—	—	—



## F. Die landwirtschaftliche Ausnutzung der Rieselfelder.

### 1. Die Menge der Abwässerungstoffe,

die auf die Rieselfelder gelangen, sind aus Tabelle 18<sup>1)</sup> (S. 46) ersichtlich; sie übersteigt die Aufnahmefähigkeit der Pflanzen ganz bedeutend.

In der Praxis des Rieselbetriebes ist eben die theoretische Forderung, nur soviel Abwasser zuzuführen, dass unsere Nutzpflanzen die darin enthaltenen Dungstoffe ganz ausnutzen können, nicht durchführbar. Aus finanziellen Gründen geht man meist mit der Belastung der Rieselstücke so hoch, wie es der durch die örtlichen Verhältnisse bedingte Reinigungsgrad der Abflüsse gestattet, der auch ohne pflanzliche Verwertung der Dungstoffe ein guter sein kann, wie die intermittierende Bodenfiltration beweist.<sup>2)</sup> Die teilweise Nichtausnutzung der Pflanzennährstoffe ist also, wie es zuweilen geschieht, nicht mit einer ungenügenden Reinigung der Abflüsse zu verwechseln. Dazu kommt noch, dass die Schmutzwässer die Pflanzennährstoffe in einem anderen Verhältnis enthalten, wie unsere Nutzpflanzen sie zu ihrer Entwicklung bedürfen, insofern, als der *Stickstoff* bei weitem überwiegt.

Das Verhältnis von Stickstoff zu Phosphorsäure zu Kali ( $N : P_2O_5 : K_2O$ ) beträgt bei der Nährstoffaufnahme der Ackerfrüchte (KÖNIG, 1) etwa 1 : 0,48 : 1,40, im städtischen Abwasser 1 : 0,25 : 0,75.

Vom Stickstoff können die Pflanzen im Durchschnitt nicht mehr für ein Hektar verwerten, als die Abwässer von 100 Personen enthalten<sup>3)</sup> (KÖNIG, 1).

Die Belastung für ein Hektar ist aber nach den Ausführungen auf S. 40 eine derartige (mindestens 200 Personen), dass die Stickstoffzufuhr wenigstens das Doppelte beträgt und nicht selten auf das 10fache steigt, selbst wenn man annimmt, dass ein erheblicher Teil des Stickstoffes in der Vorreinigung mit den Schwebestoffen ausgeschieden wird (etwa  $\frac{1}{3}$ ). Zu ähnlichen Ergebnissen gelangt man bei der Betrachtung der zugeführten Stickstoffmengen in Tabelle 18 (S. 46), wenn man bedenkt, dass die Pflanzen im allgemeinen nicht mehr als 300—400 *kg* für 1 *ha* ausnutzen können.

Von *Kali* bezw. *Phosphorsäure* vermag eine Frucht etwa 500 bezw. 150 *kg* für 1 *ha* aufzunehmen; auch diese Mengen werden erheblich überschritten.

Der *Kalk*, und zwar der leicht lösliche (s. S. 40), erfährt im Rieselboden eine erhebliche Verminderung, da er durch die gebildete, über-

<sup>1)</sup> Die Werte für die Menge der nicht abgeflossenen Dungstoffe sind natürlich bei der Unsicherheit in der Feststellung des Verdünnungsgrades der Dränwässer, wie bereits früher auseinandergesetzt wurde, nur sehr annäherungsweise richtig.

<sup>2)</sup> Siehe S. 91.

<sup>3)</sup> Die Abgänge einer Person enthalten im Durchschnitt etwa 5 *kg* N im Jahr; für 1 *ha* können ca. 350 *kg* ausgenutzt werden; dem entsprechen also 70 Personen, die etwa um  $\frac{1}{3}$  zu vermehren sind zum Ausgleich für die N-Verluste infolge  $NH_3$ -Verdunstung und Denitrifikation. Diese Verluste sind in Wirklichkeit bedeutender; man muss aber dabei berücksichtigen, dass ausser dem in Rechnung gestellten noch eine erhebliche Menge Stickstoff mit den häuslichen Brauchwässern auf die Felder gelangt.

Tabelle 18. Menge der mit den städtischen Abwässern auf die Rieselfelder gebrachten, sowie der nicht zum Abfluss gelangenden Dungstoffe.

Dungstoff- menge:	Stadt	Kalk und Magnesia	Kali	Phosphor- säure	Stickstoff	Davon Nitrat- Stickstoff
		<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	%
Dungstoffe in 1 <i>cbm</i> Rohwasser	Münster i. W. . .	228	42	12	73	—
	Braunschweig. . .	105	—	—	93	—
	Dortmund . . . .	—	—	—	73	—
	Breslau . . . . .	129	60	20	82	—
	Charlottenburg . .	—	—	—	59	—
Dungstoffe in 1 <i>cbm</i> Dränwasser	Münster i. W. . .	177	17	0,6	21,4	69
	Braunschweig. . .	135	—	—	30,7	95
	Dortmund . . . .	—	—	—	15,2	54
	Breslau . . . . .	138	16	0	18,7	28
	Charlottenburg . .	—	—	—	15,7	—
Menge der aufgebrachten Dungstoffe für 1 <i>ha</i> und Jahr		<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	
	Münster i. W. . .	3740	690	200	1200	—
	Braunschweig. . .	1420	—	—	1260	—
	Dortmund . . . .	—	—	—	1510	—
	Breslau . . . . .	3380	1570	520	2150	—
Charlottenburg . .	—	—	—	3470	—	
Menge der nicht abge- flossenen Dungstoffe für 1 <i>ha</i> und Jahr						<i>cbm</i> Ab- wasser, die für 1 <i>ha</i> und Jahr verrieselt werden
	Münster i. W. . .	—	300	190	710	16 400
	Braunschweig. . .	—	—	—	820	13 500
	Dortmund . . . .	—	—	—	1080	20 800
	Breslau . . . . .	—	1020	520	1500	26 200
Charlottenburg . .	—	—	—	2230	58 900	
Menge der nicht abge- flossenen Dungstoffe in % der auf- gebrachten		%	%	%	%	%
	Münster i. W. . .	—	44	95	60	—
	Braunschweig. . .	—	—	—	65	—
	Dortmund . . . .	—	—	—	72	—
	Breslau . . . . .	—	65	100	70	—
Charlottenburg . .	—	—	—	64	—	

schüssige Salpetersäure, Kohlensäure und Schwefelsäure fortgesetzt entfernt wird. Deshalb, und um die Nitrifikation im Boden zu befördern, ist stets eine *Beidüngung* von *Kalk* oder *Mergel* auf den Rieselfeldern am Platze.

**2. Veränderungen des Rieselbodens.**

Die ständige übermässige Zufuhr von Dungstoffen muss natürlich im Laufe der Jahre Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung und physikalischen Beschaffenheit des Rieselbodens hervorrufen, die KNOPF (28) zum Gegenstande eingehender Studien machte. Auf dem Rittergut Friedrichsfelde bei Berlin stellte er an einem mageren, feinkörnigen Sandboden mit verhältnismässig viel tonigen Teilen die Veränderung fest, die lediglich durch 25jährige Berieselung bei einer jährlichen Stauhöhe von 1 m eingetreten war, nicht etwa durch künstliche Düngung oder andere Kulturmassnahmen. Der berieselte Boden bestand zur einen Hälfte aus Grasland, das meist vier Schnitte im Jahre lieferte, zur anderen Hälfte aus verpachtetem Gemüseland; der unberieselte Boden war ein seit 8 Jahren brach liegendes Ödland. Die Veränderungen sind aus folgender Tabelle zu ersehen:

Tabelle 19. Einfluss des Rieselbetriebes auf die chemische und physikalische Beschaffenheit des Bodens.

Tiefe <i>m</i>	Chemische Analyse							Mechanische Analyse	
	Humus	Stickstoff	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Feinton, Eisen	Staub
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1. Unberieseltes Ödland.									
0—0,35	0,94	0,056	0,045	0,072	0,043	0,438	0,682	3,6	2,1
0,35—0,60	0,32	0,025	0,034	0,059	0,058	0,586	1,145	4,0	1,2
0,60—1,00	0,07	0,013	0,030	0,011	0,052	0,291	0,340	1,6	0,2
2. Berieseltes Gemüseland.									
0—0,40	1,93	0,104	0,107	0,157	0,098	0,498	0,594	3,6	3,3
0,40—0,70	0,15	0,017	0,031	0,052	0,041	0,336	0,474	0,6	0,5
0,70—1,00	0,08	—	0,043	0,038	0,069	0,304	0,370	1,8	0,2
1,00—1,30	0,06	—	0,037	0,023	0,072	0,323	0,373	2,1	0,3
3. Berieseltes Grasland.									
0—0,33	2,09	0,128	0,093	0,168	0,093	0,454	0,527	3,7	4,2
0,33—0,58	0,31	0,028	0,036	0,106	0,061	0,412	0,731	2,8	1,0
0,58—1,10	0,14	0,017	0,026	0,051	0,048	0,304	0,372	2,0	0,7

1. Verarmung des Untergrundes an *feintonigen* Teilen,
2. *Humus*: in der Oberkrume verdoppelt, in den unteren Schichten unverändert,
3. *Stickstoff*: wie 2.),
4. *Kalk*: in der Oberkrume Zunahme, im Untergrund unverändert (vergleiche S. 40),

5. *Phosphorsäure*: starke Zunahme bis zu 1 m Tiefe,
6. *Kali*: in der Oberkrume verdoppelt, im Untergrund unverändert,
7. *Eisenoxyd* und *Tonerde*: in der Oberkrume und dem tieferen Untergrund unverändert, im mittleren Untergrund starke Abnahme.

Diese Ergebnisse auf dem Friedrichsfelder Boden lassen sich natürlich nicht ohne weiteres auf andere Rieselböden übertragen.

### 3. Die zweckmässigsten Nutzpflanzen auf Rieselfeldern.

Zum Anbau auf den Rieselfeldern muss man solche Nutzpflanzen bevorzugen, die gegen eine starke Bewässerung, überreiche Stickstoffzufuhr und hohen Salzgehalt der Abwässer möglichst unempfindlich sind. Vor allem bewährt haben sich in dieser Hinsicht *Gras*, *Hackfrüchte*, *Mais* und *Gemüse*.

a) Der Anbau von *Gräsern* ist in der Regel am vorteilhaftesten, nicht allein wegen der ausserordentlich hohen Erträge, er ist auch deshalb nicht zu entbehren, weil er während des ganzen Sommers eine Berieselung verträgt, also zu einer Zeit, in der sehr viele andere Nutzpflanzen kein Abwasser erhalten dürfen. Wenn im Winter die Grasnarbe durch starke Berieselung nicht geschädigt zu werden braucht, sind, besonders auch auf nassen Wiesen, *Timothee* und *Knaulgras* sehr geeignet. Anderenfalls, wenn also die Winterfestigkeit keine besondere Rolle spielt, liefert das *Kaygras* in kürzester Zeit die höchsten Erträge.

Da einerseits die Verwendung des frischen Rieselgrases beschränkt ist, trotzdem es sich mit der Bahn weiter versenden lässt, als man früher glaubte, andererseits die Heuwerbung vielfach auf Schwierigkeiten stiess, war es oft unmöglich, die gewaltigen Mengen Rieselgras — 5 bis 6 Schnitte sind nichts Ungewöhnliches — unterzubringen; man musste einen grossen Teil als Dünger verwenden. Nach GROSSE (82) ist heute die Heugewinnung nach einem der folgenden Verfahren gut durchführbar.

α) *Hiefelheu*: Trocknen auf ca. 2 m hohen Holzgerüsten mit Quersprossen, sog. „Hiefeln“, einige Wochen lang; während dessen kann weiter berieselt werden.

β) *Kunsthheu*: Trocknen nach BACKHAUS in Apparaten von PETRI und HECKING; in Berlin mit Erfolg durchgeführt.

γ) *Braunheu*: Das bis zu einem Wassergehalt von ca. 40 % getrocknete Gras lässt man in kleinen Heumieten gären.

b) Die *Hackfrüchte* geben das Land während vieler Monate, namentlich im Winter, wo häufig die Wiesen geschont werden müssen, für eine starke Berieselung frei; auch während der Bestellzeit vertragen sie noch eine ziemlich reichliche Abwasserzufuhr. Von den Rüben werden am meisten die rote und gelbe *Eckendorfer Futterrübe* angepflanzt. In Berlin (38) hat man auch mit *Pferdemöhren* sehr gute Erfahrungen gemacht, deren Anbau auf die Verarbeitung in Trockenapparaten gegründet ist. Durch dieses Verfahren wird aus der leicht verderblichen Pferdemöhre ein dauerhafter, als Grundfutter für die Pferde geeigneter Haferersatz geschaffen.

*Kartoffeln* vertragen in der Regel nur mässige Mengen Abwässer, zumal wenn dieses reich an Chloriden ist; auch bereitet häufig die für die örtlichen Verhältnisse geeignete Sortenauswahl Schwierigkeiten. In Münster i. W. haben sich rote Kartoffeln und *Magnum bonum* wenig, Industriekartoffeln dagegen sehr bewährt, während man in Dortmund mit *Magnum bonum* als Spätkartoffeln gute Erfahrungen gemacht hat. Als Frühkartoffel wird fast ausschliesslich „*Paulsens Juli*“ angepflanzt. Häufiger Saatgutwechsel, möglichst alle 2 Jahre, ist, wie bei allen Rieselfrüchten, sehr zu empfehlen.

c) Das *Gemüse*, namentlich alle Kohlsorten, Sellerie, Spinat, Erbsen, Bohnen, Rhabarber usw. ist stets für eine starke Berieselung sehr dankbar; es hat ausserdem den Vorzug, dass das Feld nach verhältnismässig kurzer Zeit wieder geräumt wird, und so eine mehrfache Bodenausnutzung möglich macht. Allerdings verlangt es viel Handarbeit, da die Rieselfelder fast immer stark verunkrautet sind. In Münster i. W. hat man deswegen den Spargelanbau wieder aufgegeben. Ausgezeichnet bewährt hat sich dort dagegen der *Rhabarber*; er erfordert wenig Arbeit, entwickelt sich bedeutend üppiger und früher als auf Naturland und findet daher guten Absatz.

Die *Konservenfrüchte* Bohnen und Erbsen werden in Berlin (38) seit Jahren auf festen Abschluss mit einer Fabrik angebaut, deren Leitung das Rieselfeldprodukt in der Verwendbarkeit dem besten Naturlandprodukt gleichstellt. Mit Erfolg wurde dort auch 1910 der Verkauf von *Maiskolben* zu Speisezwecken eingeführt.

Was die Rentabilität angeht, so wird dem Gemüsebau meist die erste Stelle eingeräumt. In Quedlinburg hat man damit in den letzten Jahren so gute Erfahrungen gemacht, dass man beabsichtigt, auf der ca. 13 ha grossen Nutzfläche des Rieselfeldes nur noch Gemüse anzupflanzen. In Celle sind von 9 ha Nutzfläche 8 ha Gemüseland, in Stendal die ganzen 17 ha Nutzland.

d) Das *Getreide*, vor allem *Hafer* und *Gerste*, ist gegen grosse Abwassermengen schon ziemlich empfindlich. Infolge der starken Stickstoffdüngung tritt Neigung zum Lagern und Frühreife ein, besonders wenn auch schon im Jahr vorher auf demselben Rieselstück Getreide angepflanzt war; vorteilhaft folgt es nach Klee.

Am geeignetsten ist noch der *Roggen*; für stärkeren Anbau von *Weizen* ist im allgemeinen der Boden zu leicht. Mit dem Anbau von *Mais* zur Körnergewinnung hat man in Berlin (38) gute Erfahrungen gemacht. Er ist wie sonst kaum eine andere Getreideart imstande, ohne Schädigung der Beschaffenheit der Ernte die grossen Nährstoffmengen des Rieselfeldes, auch auf leichteren Böden, gut auszunutzen. Dabei hat er den Vorzug völliger Unabhängigkeit vom Erntewetter mittels der künstlichen Trocknung und einer günstigen Arbeitsverteilung bei Bestellung und Ernte.

e) Der Anbau von *Ölfrüchten*, die, vor allem *Raps*, gute Kulturpflanzen für das Rieselfeld sind, hat leider fast aufgehört, weil ihre Ernte geschickte Landarbeiter erfordert, die sehr schwierig zu beschaffen sind.

f) Die *Korbweiden* werden mit gutem Erfolg sowohl in besonderen Weidehegern, als auch auf Grabenrändern usw. angepflanzt; in Berlin hat man allerdings beobachtet, dass sie dort schnell im Ertrage zurückgehen, wo auf leichtem Boden nur Grabenränder zur Befestigung mit ihnen bebaut werden. Sie zeigen sich nicht selten empfindlich gegen einen hohen Gehalt der Abwässer an Mineralstoffen, besonders Chloriden, und werden brüchig.

g) Die Anpflanzung von *Obstbäumen*<sup>1)</sup>, namentlich an den Wegen der Rieselfelder, hat in den letzten Jahren einen erfreulichen Umfang angenommen und bewährt sich vortrefflich.

#### 4. Verhältnis von Ackerland zu Wiesen.

Bei dem stark voneinander abweichenden Verhalten unserer Nutzpflanzen gegen grössere Abwassermengen ist es zur Durchführung eines geregelten Rieselbetriebes erforderlich, die Grösse der mit den verschiedenen Kulturen angebauten Flächen so zu wählen, dass zu jeder Jahreszeit eine hinreichende Menge von Rieselstücken zur Aufnahme der Schmutzwässer zur Verfügung steht. Daher soll mit den typischen Rieselfrüchten (Gras, Gemüse, Rüben) immer ein bestimmter Teil der Rieselfläche angebaut werden. In Dortmund z. B. sind die Pächter verpflichtet,  $\frac{1}{3}$  ihrer Felder mit den genannten Früchten zu bestellen; auch in Münster i. W. müssen sie vertraglich  $\frac{1}{3}$  ihres Landes im Winter als *Brachland* für die Berieselung zur Verfügung stellen. Einige kleinere Rieselfelder haben gar kein Ackerland, sondern nur Wiesenflächen. Soll deren Grasnarbe durch eine starke Berieselung im Winter nicht geschädigt werden, so ist man dann gezwungen, das Abwasser in eigens dafür angelegte *Staubecken*, die meist im Sommer mit Gemüse bepflanzt werden, zu leiten. Das hat aber gewöhnlich den Übelstand zur Folge, dass diese übermässig hoch belastet werden, in Gr.-Strehlitz z. B. 6 mal so stark, wie die Rieselstücke im Sommer, das ist für 1 *ha* rund 2000 Personen oder ca. 200 *cbm* Abwasser täglich. Darunter muss natürlich der Reinigungsgrad leiden.

Wie aus Tabelle 28 (S. 66 u. 67) zu ersehen ist, schwankt das Verhältnis von Acker- zu Wiesenfläche in den weitesten Grenzen. Setzt man letztere = 1, so beträgt die Ackerfläche in:

Magdeburg und Bromberg . . . . .	rund 10
Darmstadt . . . . .	„ 5
Braunschweig . . . . .	„ 4
Berlin . . . . .	„ 3
Dortmund . . . . .	„ 2,5
Breslau, Münster, Freiburg . . . . .	„ 1
Danzig . . . . .	„ $\frac{1}{2}$
Charlottenburg . . . . .	„ $\frac{1}{3}$
Bunzlau . . . . .	„ $\frac{1}{5}$
Zoppot, Rawitsch . . . . .	„ 0

<sup>1)</sup> Siehe Tabelle 28, S. 66 u. 67.

Bedeutende Gemüsekulturen sind in Berlin, Celle, Cottbus, Dortmund, Liegnitz, Steglitz und Stendal.

### 5. Ernteergebnisse.

Über die durchschnittlichen Ernteerträge der deutschen Rieselfelder gibt Tabelle 20 (S. 52 u. 53) Aufschluss. Zum Vergleich sind die Ernteergebnisse von ganz Preussen auf Naturland aus dem Jahre 1908 (49) angeführt. In die Augen fallen sofort die gewaltigen Mehrerträge an Gras und Runkelrüben. Von Kartoffeln und Getreide werden im Durchschnitt wohl ziemlich dieselben Ernten erzielt wie auf Naturland; Weizen, für den, wie schon (S. 49) gesagt, der Boden in den meisten Fällen zu leicht sein wird, bleibt dagegen etwas zurück.

Bei den Erträgen in Berlin ist zu berücksichtigen, dass dort die Ernte durch anhaltende Dürre oder Hagelschläge, namentlich 1908 und 1911, schwer geschädigt wurde (38). Im allgemeinen leidet man auf Rieselfeldern mehr unter der Dürre, als unter der Nässe. Infolge der starken Spüljauchendüngung wird die Vegetation reichlich angeregt, solange genügend Bodenfeuchtigkeit vorhanden ist; beim Eintritt andauernder Dürre tritt dann aber sehr rasch eine Stockung ein, die zur völligen Vernichtung führen kann, besonders bei Getreide auf leichten Sandböden und bei Rieselwiesen, die völlig ausbrennen. Das Rieselwasser reicht in trockenen Zeiten bei weitem nicht aus, besonders wenn viel Land zu Gemüsekulturen abgegeben ist, die einen sehr grossen Wasserverbrauch haben. Dieselben Erfahrungen in dieser Hinsicht liegen in Magdeburg vor.

### 6. Beschaffenheit der Rieselfrüchte.

a) Über die *chemische Zusammensetzung* der in Münster i. W. gewachsenen Feldfrüchte und Gemüse, sowie einiger Gemüse vom Rieselfeld Braunschweig gibt Tabelle 21 (S. 54 u. 55) Aufschluss.

Beim *Vergleich mit Früchten von Naturfeldern* ist natürlich der höhere *Wasser- und Stickstoffgehalt* der Rieselfrüchte in die Augen fallend; es geht aber weiter aus Spalte 5 der Tabelle 21 (S. 54 u. 56) hervor, dass der prozentuale Anteil des Reinproteins am Gesamtprotein in den meisten Fällen nicht wesentlich niedriger, ja bei einigen Früchten noch höher ist, als nach bisherigen Untersuchungen bei den entsprechenden, auf Naturland gewachsenen Pflanzen. Das hat seinen Grund darin, dass den beiden Rieselfeldern nicht grössere Abwassermengen zugeleitet werden, als sie normalerweise verarbeiten können. Geschieht dies nicht, so wird der Stickstoffgehalt der Rieselfrüchte bald so hoch werden, dass sie einen schlechten Beigeschmack bekommen, während ihre Haltbarkeit erheblich verringert wird, auch schon infolge allzugrosser Steigerung des Wassergehaltes. Dagegen hat man in Dortmund (37), wie auch in Münster i. W. und anderswo die Erfahrung gemacht, dass bei einem normalen Rieselbetrieb die Haltbarkeit der Rieselfrüchte, besonders auch der Rüben, kaum geringer ist, als bei den auf gewöhnlichem Ackerland gewachsenen Feldfrüchten.

(Fortsetzung des Textes Seite 58.)

Tabelle 20. Ernteerträge der Rieselfelder in verschiedenen Jahren.

Lfd. Nummer	Städte mit Rieselfeld	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17	
		Gras	Kartoffeln	Futter- und Runkelrüben	Roggen	Hafer	Gerste	Weizen	Bohnen	Erbesen	Spargel	Rhabarber	Darrüben	Möhren	Mais	Raps und Rübsen	Korbweiden	Berichts- jahr																	
1.	Berlin . . . . .	425	103	282	12,2	11,7	14,8	14,1	38	7,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1908		
2.	Berlin . . . . .	463	117	396	16,1	17,3	21,2	16,9	—	20,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1909			
3.	Berlin . . . . .	385	120	527	16,1	13,8	15,6	17,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1910			
4.	Braunschweig . . . . .	220	52	270	15,0	9,6	11,0	13,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1911			
5.	Braunschweig . . . . .	—	120	700	17,0	16,0	—	—	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1907				
6.	Braunschweig . . . . .	—	130	700	16,3	16,0	—	—	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1908				
7.	Braunschweig . . . . .	—	120	800	18,0	17,0	—	—	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1909				
8.	Braunschweig . . . . .	—	90	1000	20,0	19,0	—	—	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1910				
9.	Braunschweig . . . . .	—	160	700	24,0	19,0	—	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1911				
10.	Dortmund . . . . .	50	160	800	24,0	18,0	24,0	16,0	—	1000 M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1908				
11.	Dortmund . . . . .	50	180	800	26,0	17,0	24,0	—	—	1000 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1909				
12.	Dortmund . . . . .	70	190	700	28,0	19,0	25,0	20,0	—	1500 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1910				
13.	Magdeburg . . . . .	202 M.	89	278	13,4	—	—	—	—	22,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1908				
14.	Magdeburg . . . . .	230 "	130	592	12,7	—	—	—	—	25,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1909				
15.	Magdeburg . . . . .	230 "	149	624	12,8	—	—	—	—	26,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1910				
16.	Münster i. W. . . . .	905 "	55	720	15,7	20,6	18,5	16,5	—	13,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1909				
17.	Münster i. W. . . . .	857	75	700	11,3	22,9	16,0	18,3	—	1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1911				
18.	Schöneberg-B. . . . .	1123	112	800	18,0	25,2	18,0	18,3	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1912			
19.	Schöneberg-B. . . . .	400	60	183	23,5	—	24,8	17,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1909			
20.	Schöneberg-B. . . . .	400	110	429	20,4	—	20,0	14,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1910			
21.	Schöneberg-B. . . . .	400	140	700	27,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1911			
22.	Schöneberg-B. . . . .	400	140	700	—	—	15,8	19,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1911			
23.	Pankow-B. . . . .	838	120	740	17,5	—	29,1	21,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1912			
24.	Pankow-B. . . . .	838	190	700	15,4	—	29,0	22,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1908			
25.	Pankow-B. . . . .	670	206	1016	19,2	16,2	18,5	17,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1909			
26.	Pankow-B. . . . .	518	71	490	17,1	17,5	18,3	17,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1910			

Ernteerträge im Mittel vorstehender Jahre und nach einem Jahre.

1.	Berlin . . . . .	374	98	369	14,9	13,1	13,2	15,3	38	19,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1908—11
2.	Brandenburg . . . . .	175	200	600	14,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1911
3.	Braunschweig . . . . .	—	124	780	19,1	17,5	—	—	76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1907—11
4.	Breslau <sup>4)</sup> . . . . .	6 Schnitt Heu	150	450	—	—	18,0—20,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1911
5.	Dortmund . . . . .	57	177	770	26,0	18,0	24,3	18,0	11,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1909—11
6.	Freiburg i. Br. . . . .	650	200	—	20,0	22,0	20,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1910—12
7.	Magdeburg . . . . .	221 M.	123	498	13,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1908—10
8.	Münster i. W. . . . .	962	81	740	15,0	23,0	17,5	17,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1909—11
9.	Schöneberg . . . . .	400	103	437	23,6	—	20,2	17,0	45	24,6	211	245	215	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1908—10
10.	Bromberg . . . . .	400	100	300	20,0	—	—	—	—	13,5	—	125	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1909—11
11.	Lichtenberg-B. . . . .	700	—	520	15,0	16,0	21,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1909—12
12.	Lichterfelde-B. . . . .	454	—	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1911
13.	Neu-Ruppin . . . . .	4 Schnitt	200	400	13,5	14,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1912
14.	Pankow-B. . . . .	710	148	740	17,3	16,9	21,2	19,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1908—11
15.	Quedlinburg . . . . .	180	180	800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1912
16.	Steglitz . . . . .	450	200	600	20,0	20,0	—	—	—	23,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1908—12
17.	Zerbst . . . . .	1350	148	787	—	18,0	—	—	20,3	11,3	36	394	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1912

Ernteerträge von Ackerländereien.

1.	Brandenburg . . . . .	Heu und Grummet	42	152	16,3	17,9	20,5	23,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.	Sachsen . . . . .	—	44	148	19,3	20,8	22,4																									



Tabelle 21. Chemische Zusammen-

Art der Früchte	Geerntet im Jahre	Wasser	In der			
			Rohprotein	Reinprotein	Reinprotein, bezogen auf Rohprotein	
			%	%	%	
1. Wurzelgewächse	Frühkartoffeln, gelbe . . . . .	1912	83,24	11,31	7,88	69,7
	Spätkartoffeln, gelbe . . . . .	1911	78,48	10,80	8,41	77,9
	Spätkartoffeln, rote . . . . .	1911	78,48	10,48	8,41	80,3
	Spätkartoffeln, gelbe und rote . . . . .	1912	79,29	9,48	7,50	79,1
	Runkelrüben, gelbe <sup>1)</sup> . . . . .	1911	91,51	11,87	7,09	59,7
	Runkelrüben, rote <sup>2)</sup> . . . . .	1911	91,27	15,50	6,72	43,4
	Zuckerrüben, <sup>3)</sup> . . . . .	1912	77,72	8,02	4,38	54,6
	Gelbe Rübe (Pottrübe) . . . . .	1911	90,02	25,70	14,67	57,1
	Weisse Rübe (Steckrübe) . . . . .	1912	89,70	15,70	9,50	60,5
	Möhren <sup>4)</sup> . . . . .	1911	91,89	17,72	9,10	51,4
Möhren <sup>5)</sup> . . . . .	1912	88,19	7,29	4,61	63,2	
2. Gras und Heu	Junges Gras <sup>6)</sup> . . . . .	1912	85,96	19,64	14,73	75,0
	Gras vor der Blüte . . . . .	1912	85,26	15,94	12,36	77,0
	Gras in der Blüte . . . . .	1912	81,60	16,32	9,89	60,6
	Grasheu, gelb. . . . .	1911	19,83	9,08	8,53	93,9
	Grasheu, grün . . . . .	1911	24,18	13,76	11,28	82,0
	Rotklee vor der Blüte . . . . .	1912	88,44	26,57	18,94	71,3
	Rotklee in der Blüte . . . . .	1912	86,60	22,32	15,04	67,4
	Kleeheu . . . . .	1911	22,47	17,19	12,18	79,9
	Braunheu <sup>7)</sup> . . . . .	1911	68,75	16,77	12,85	76,6
	3. Körnerarten	Roggen . . . . .	1911	18,03	12,85	10,32
Roggen . . . . .		1912	13,01	12,61	10,79	85,6
Hafer . . . . .		1911	17,60	17,38	15,43	88,8
Hafer . . . . .		1912	12,92	16,71	14,80	88,6
Weizen . . . . .		1912	16,20	15,28	14,35	93,9
Wintergerste . . . . .		1912	10,34	11,32	9,76	86,2
Knöterich . . . . .		1911	6,45	14,92	13,50	90,5
4. Stroh	Roggenstroh . . . . .	1911	16,88	2,85	2,30	80,7
	Haferstroh . . . . .	1911	25,10	5,64	5,00	88,7
	Weizenstroh . . . . .	1912	17,77	3,40	2,53	74,4
	Wintergerstenstroh . . . . .	1912	9,67	3,52	2,51	71,3
5. Gemüse	Kohlrabi <sup>8)</sup> . . . . .	1912	89,09	24,59	10,80	43,9
	Wirsing <sup>9)</sup> . . . . .	1912	89,40	24,03	14,67	61,1
	Kappes, rot <sup>10)</sup> . . . . .	1912	87,53	26,69	14,72	55,2
	Kappes, weiss <sup>11)</sup> . . . . .	1912	91,99	20,67	10,74	51,9
	Dicke Bohnen (jung) <sup>12)</sup> . . . . .	1912	83,30	38,74	26,36	68,0
	Spargel . . . . .	1912	93,96	33,17	16,70	50,3
	Spargel-Abfall (26 %) <sup>13)</sup> . . . . .	1912	90,82	23,84	16,08	67,5
	Rhabarber . . . . .	1912	96,24	27,38	17,84	65,2
	Rhabarber-Abfall (24 %) <sup>13)</sup> . . . . .	1912	92,20	21,88	12,48	57,0
	Braunschweiger	Blumenkohl . . . . .	1905	89,46	26,56	—
Rotkohl . . . . .		1905	91,82	17,78	—	—
Savoyerkohlrabi . . . . .		1905	89,35	17,71	—	—
Weisskohl . . . . .		1905	91,27	12,61	—	—

<sup>1)</sup> 43,5 %, <sup>2)</sup> 43,0 %, <sup>3)</sup> 68,26 %, <sup>4)</sup> 28,0 %, <sup>5)</sup> 53,0 % Zucker in der Trockensubstanz, 0,587 % Gesamt (= Milch-) Säure, 0,079 % Ammoniak; <sup>6)</sup> 18 %, <sup>7)</sup> 35 %, <sup>10)</sup> 46 %, <sup>11)</sup> 27 %, <sup>12)</sup> 76 % Abfall (Schalen).

setzung der Rieselfrüchte.

Trockensubstanz								
Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Pentosane	Asche	Qualität, Reaktion auf Salpeterstickstoff	Salpeterstickstoff	Salpeterstickstoff, bezogen auf Gesamtstickstoff	
%	%	%	%	%		%	%	
0,44	79,80	3,33	4,83	5,21	mittel	—	—	
0,43	80,13	2,61	3,25	6,03	„	—	—	
0,40	80,51	2,85	3,62	5,76	schwach	—	—	
0,28	82,00	2,94	3,77	5,47	mittel	—	—	
0,40	69,13	6,56	9,60	12,04	sehr stark	0,400	21,8	
0,43	65,17	6,58	10,67	12,32	„	0,850	35,7	
0,30	81,50	5,24	8,38	5,03	stark	0,051	4,2	
1,87	43,29	13,18	15,20	15,96	sehr stark	0,910	21,0	
0,85	65,30	11,51	14,36	6,97	stark	0,038	1,9	
1,28	60,34	9,19	12,03	11,47	sehr stark	0,240	9,3	
1,08	75,20	8,43	9,17	8,00	schwach	0,001	—	
3,73	53,90	14,14	14,07	8,53	—	—	—	
3,79	45,50	25,44	18,22	9,30	—	—	—	
3,89	41,08	30,21	18,81	8,55	—	—	—	
1,44	53,84	27,66	20,81	7,98	mittel	—	—	
2,62	49,11	25,99	20,44	8,52	keine	—	—	
4,90	42,80	15,43	12,24	10,05	—	—	—	
2,70	42,19	20,38	13,77	12,41	—	—	—	
1,72	46,86	24,39	19,23	9,84	sehr stark	0,153	5,8	
3,51	45,22	24,36	20,31	10,14	stark	0,040	1,7	
1,76	80,79	2,51	10,72	2,09	keine	—	—	
1,61	81,60	2,41	10,80	2,12	mittel	—	—	
4,77	63,05	11,50	13,53	3,30	„	0,007	0,3	
4,16	64,10	11,91	13,69	3,12	„	—	—	
2,15	77,90	2,71	9,72	1,91	schwach	—	—	
1,59	80,10	4,59	10,46	2,37	mittel	—	—	
6,06	61,47	12,35	12,00	5,20	stark	—	—	
1,76	54,76	37,11	29,88	3,52	keine	—	—	
1,93	50,72	33,94	24,48	7,77	mittel	—	—	
1,67	49,40	39,32	24,79	6,15	—	—	—	
1,49	55,90	33,66	25,65	5,43	mittel	—	—	
0,86	43,00	20,14	11,13	11,38	sehr stark	0,290	8,3	
0,91	54,90	11,36	11,37	8,78	schwach	—	—	
1,08	53,00	10,50	11,14	8,98	mittel	0,009	—	
0,78	59,90	11,62	10,79	8,61	stark	0,033	1,1	
1,29	41,70	12,52	5,20	5,79	keine	—	—	
1,90	47,80	9,09	8,93	7,95	schwach	0,001	—	
1,79	50,60	14,81	15,87	8,63	—	—	—	
1,90	34,50	15,23	11,71	21,00	sehr stark	0,834	21,1	
2,16	43,40	16,83	12,78	15,72	—	—	—	
1,97	55,79	7,93	—	7,75	—	—	—	
1,22	60,89	12,29	—	7,82	—	—	—	
1,13	63,33	9,00	—	8,83	—	—	—	
1,15	68,15	10,96	—	7,13	—	—	—	

stanz; <sup>6)</sup> wohlriechend und von guter Beschaffenheit; <sup>7)</sup> 0,064 % flüchtige (= Essig-) Säure, 0,587 % Gesamt (= Milch-) Säure, 0,079 % Ammoniak; <sup>8)</sup> 18 %, <sup>9)</sup> 35 %, <sup>10)</sup> 46 %, <sup>11)</sup> 27 %, <sup>12)</sup> 76 % Abfall (Schalen).

Tabelle 22. Heu und Gras von Rieselwiesen.

Art des Heues	Veröffentlicht von	Von Rieselfeld	Probenanzahl	Trockensubstanz %	In der Trockensubstanz					Stärkewert %
					Reinprotein	Robfett %	Robfaser %	Stickstofffreie Extraktstoffe %	Asche %	
Gras	EHRENBERG	Breslau, Berlin,	27	20,1	23,9	3,8	27,5	36,0	11,4	8,0
"	A. MÜLLER	Danzig	5	17,0	21,5	—	—	—	10,3	—
"	Mittel:		27—32	19,6	23,5	3,8	27,5	36,0	11,2	8,0
Gewöhnl. Heu	FRIEDLÄNDER	Breslau, Berlin,	2	85,6	20,6	2,5	31,7	35,3	9,9	24,8
"	EHRENBERG	Danzig	3	—	18,4	—	—	—	—	—
"	STUZYER		1	84,0	22,2	—	—	—	9,5	—
"	Mittel:		2—6	85,1	19,8	2,5	31,7	35,3	9,8	24,8
Gewöhnl. Heu beregnet	FRIEDLÄNDER	Danzig	1	75,9	15,8	2,7	32,3	42,2	6,9	23,9
Hiefelheu	VOLHARD	Berlin	2	84,5	22,2	3,1	27,8	35,4	11,5	29,8
"	EHRENBERG		1	93,0	17,8	2,5	35,8	33,4	10,5	—
"	Mittel:		3	87,3	20,7	2,9	30,5	34,7	11,2	29,8
Kunsthheu	GROSSE	Berlin	1	89,9	20,5	4,5	26,0	37,2	11,8	—
"	EHRENBERG		1	83,0	23,3	4,9	27,4	34,0	10,5	—
"	Mittel:		2	86,5	21,9	4,7	26,7	35,6	11,2	—

Sauerfutier  
BraunheuEHRENBERG  
GROSSE

Berlin

2  
112,6  
82,619,9  
19,89,1  
—45,7  
—8,9  
2,836,8  
30,820,5  
37,414,0  
9,23,6  
—

Tabelle 23.

## Vergleichende Untersuchungen zwischen Gras bzw. Heu von Riesel- und Naturwiesen.

Rieselgras Naturgras	Unterschied gegen Naturgras	Rieselheu Naturheu	Unterschied gegen Naturheu	Rieselheu Naturheu	Unterschied gegen Naturheu	Rieselgras		Rieselheu		Rieselheu		Unterschied
						1908	Berlin	1907	Danzig, Berlin, Breslau	1907	Berlin Breslau	
14	—	3	—	2	—	24,7	16,9	68,4	27,6	31,8	12,3	—
8	—	3	—	2	—	10,5	9,6	91,4	33,0	46,9	6,7	—
—	—	—	—	2	—	+14,2	+7,3	-23,0	-5,4	-15,1	+5,6	—
—	—	—	—	2	—	18,4	13,6	74,0	—	—	—	—
—	—	—	—	2	—	10,9	9,2	84,0	—	—	—	—
—	—	—	—	2	—	+7,5	+4,4	-10,0	—	—	—	—
—	—	—	—	2	—	20,6	16,1	78,1	31,7	35,3	10,4	24,8
—	—	—	—	2	—	12,6	10,6	84,0	31,8	44,7	7,5	31,8
—	—	—	—	2	—	+8,0	+5,5	-6,0	-0,1	-9,4	+2,9	-7,0
—	—	—	—	—	—	+7,8	+5,0	-8,0	-0,1	-9,4	+2,9	-7,0

1) Mittel aus 20 Proben.

2) Annähernd berechnet.

Der *Rohfasergehalt* ist bei dem schnellen Wachstum der Rieselfrüchte natürlich ziemlich niedrig; ihr *Zuckergehalt* dagegen hat meist eine normale Höhe. Bei den Runkeln ist er allerdings etwas niedrig: ca. 43 % gegen 53 % in der Trockensubstanz von Naturprodukten; auch in der Möhre von 1911, während die Möhre von 1912 einen ganz normalen Zuckergehalt hat.

*Grösse* und *Gewicht* der Rieselfrüchte sind in vielen Fällen ganz erheblich; Zuckerrüben von  $2\frac{1}{2}$ —3 kg sind nichts Seltenes, ebenso Weisskohl- und Wirsingkohlköpfe von 2— $2\frac{1}{4}$  kg, Rotkohlköpfe von  $2\frac{1}{2}$  kg, Runkeln von 5—7 kg und mehr. (In Münster erreichte eine Runkelrübe das Gewicht von 12 kg.) Letztere sind zwar etwas stockig, werden aber trotzdem zur Fütterung sehr begehrt.

b) *Geschmack* und *Bekömmlichkeit* der Rieselfrüchte, soweit sie dem menschlichen Genuss dienen, sind durchweg gut. In Braunschweig (36) wurden von mehreren Ärzten mehrfach die Erzeugnisse der Rieselfelder in ihren Haushaltungen gekostet; sie konnten sich stets von der ausgezeichneten Beschaffenheit und dem vorzüglichen Geschmack derselben überzeugen, indem sie besonders auf das Urteil der Hausfrau den grössten Wert legten.

Im Einklang hiermit steht denn auch die Tatsache, dass der Anbau von Gemüse auf den Rieselfeldern sich immer grösserer Verbreitung erfreut und sehr lohnend ist (vgl. S. 49 und 51).

c) Zur Feststellung des *Gehaltes an Nitratstickstoff* wurde zunächst eine qualitative Prüfung vorgenommen, die leider nicht mehr bei allen Proben angestellt werden konnte, da das Material bereits anderweitig verwendet war. Die Reaktion wurde mit grosser Sorgfalt in folgender Weise ausgeführt:

Die Substanz wurde ca. 12 Stunden mit kaltem Wasser ausgezogen, dann aufgeköcht und nach dem Absitzen dekantiert. In der Regel genügte jetzt eine Klärung mit Tonerdehydrat, event. wurde mit ein paar Tropfen  $\text{CaCl}_2$ -Lösung oder Tierkohle weiter behandelt, durch ein nitratfreies Filter gegossen und nach TILLMANS die Diphenylamin-Reaktion ausgeführt. Bei einiger Übung sind die Abstufungen leicht erkennbar. Die quantitativen Bestimmungen stimmten gut damit überein; zur Kontrolle wurden sie auch bei 2 Proben ausgeführt, die eine schwache Reaktion gezeigt hatten, und zwar einmal gasvolumetrisch nach SCHLÖSING-WAGNER, das andere Mal kolorimetrisch nach TILLMANS; die Werte, die sich nach den beiden Verfahren ergaben, zeigten eine genügende Übereinstimmung. Die kolorimetrische Bestimmung erfordert allerdings einige Übung; dann ist sie aber, besonders bei Serienuntersuchungen geeignet, mit genügender Genauigkeit die umständliche gasvolumetrische Methode zu ersetzen.

Im Berliner *Rieseltheu* ist in der Trockensubstanz enthalten, nach:

EHRENBERG (27)	im Mittel von 12 Proben	0,423 %	Salpeter-Stickstoff
VOLHARD (28)	„ „ „ 2 „	0,457 %	„ „

In einer entsprechenden Probe Naturheu fand EHRENBERG nur 0,006 % Salpeter-Stickstoff.

In Münster i. W. konnten nur 4 Heuproben, die bereits ein Jahr alt waren, auf Nitrate geprüft werden; den stärksten Gehalt zeigte ein Kleeheu mit 0,153 %, also erheblich weniger, als im Berliner Rieselheu.

Während die Zuckerrüben und die Möhren nicht mehr Nitrat-Stickstoff enthalten, als in den entsprechenden Produkten von Ackerböden auch gefunden wird, ist er in den Runkeln bedeutend höher; sein Gehalt, bezogen auf Gesamt-Stickstoff, beträgt 21,8 % und 35,7 % gegen etwa 12 % in Ackerboden-Erzeugnissen. Der hohe Salpetergehalt vieler Riesel Früchte hat für die Ernährung keinen Wert; das ist bei der Bewertung zu berücksichtigen.

### 7. Eingehende Untersuchungen über Rieselgras und Heu,

die bisher veröffentlicht wurden (34, 35), sind, soweit sie die allgemeine Zusammensetzung betreffen, in Tabelle 22 (S. 56 u. 57) vereinigt.

a) Um einen einwandfreien *Vergleich mit Wiesenheu* ziehen zu können, haben EHRENBERG (34) und FRIEDLÄNDER (35) vergleichende Untersuchungen angestellt (Tabelle 23, S. 57) über Heu von Riesel- und Naturwiesen, das unter möglichst gleichen Verhältnissen auf den Rieselfeldern bei Breslau, Berlin und Danzig gewonnen wurde. Bei allen diesen Analysen ist für das Rieselgras und Heu charakteristisch der hohe Protein- und Aschengehalt; der prozentuale Anteil des Reinproteins am Rohprotein und der Gehalt an stickstofffreien Extraktstoffen bleiben dagegen hinter den Erzeugnissen von Naturwiesen zurück.

Ebenso wird meist infolge des schnelleren Wachstums und des häufigeren Schneidens der Rohfasergehalt geringer sein.

b) Tabelle 24 enthält die Werte, welche FRIEDLÄNDER und VOLHARD (35) für die *Verdaulichkeit* des Rieselheues von Berlin und Breslau gefunden haben. FRIEDLÄNDER hat gleichzeitig die Verdaulichkeit zweier unter möglichst gleichen Verhältnissen gewonnenen Heuproben von Naturwiesen festgestellt.

Tabelle 24. Verdaulichkeit von Rieselheu in Prozenten der Bestandteile.

	Analytiker	Anzahl der Proben	Trocken- substanz	Organische Substanz	Rohprotein	Reinprotein	Rohfett	N-freie Extraktstoffe	Rohfaser	Vom Rieselfeld
Rieselheu, jung . .	VOLHARD	1	—	65,5	73,0	—	48,7	59,0	69,1	} Berlin
„ alt . .	„	1	—	63,7	71,8	—	44,2	58,1	67,1	
Rieselheu, Mittel .	„	2	—	64,4	72,8	—	46,5	58,6	68,1	
Rieselheu . . . .	FRIEDLÄNDER	2	55,2	57,0	64,6	57,9	26,1	51,4	60,4	} Berlin und Breslau
Wiesenheu . . . .	„	2	57,1	58,5	58,8	53,8	53,8	57,7	60,4	

Danach ist die Verdaulichkeit des Proteins vom Rieselheu grösser, die des Fettes und der stickstofffreien Extraktstoffe geringer, als bei gewöhnlichem Wiesenheu. Der Nährwert, nach KELLNERSchen Stärkewerten berechnet,<sup>1)</sup> kann den des Naturwiesenheues infolge des geringeren Gehaltes an stickstofffreien Extraktstoffen nicht erreichen; er nähert sich dem Nährwert von Malzkeimen. Schädliche Wirkungen durch den Genuss von Rieselheu sind bisher nicht nachgewiesen worden. Im Gegenteil erfreuen sich die auf den Berliner und Breslauer Rieselfeldern errichteten Pferdepensionen unter tierärztlicher Leitung immer grösseren Zuspruchs, trotzdem an die Pferde dort grösstenteils Rieselgras und -Heu verfüttert wird. In Berlin sind die Pferdeverpflegungstage 1911 auf 18112 gestiegen.

c) Von den *Aschenbestandteilen* ist zu erwähnen, dass VOLHARD in der Trockensubstanz im Mittel von 2 Heuproben 2,6 % *Kochsalz* fand, EHRENBURG im Mittel von 7 Proben

3,94 %  $K_2O$ ,  
0,75 „  $Na_2O$ ,

dagegen im entsprechenden Naturheu nur

0,76 %  $K_2O$ ,  
0,42 „  $Na_2O$ .

Dieser hohe Gehalt an Kochsalz und Alkalien bedingt nach VOLHARD einen sehr hohen Trinkwasserverbrauch, etwa den doppelten, wie gewöhnlich.

Oben S. 40 u. 47 ist schon gezeigt worden, dass der Boden durch den Rieselbetrieb arm an leicht löslichen Kalkverbindungen wird. Eine Folge davon ist der aus EHRENBURG'S Analysen (34) hervorgehende *geringe Kalkgehalt des Rieselgrases*.

Wenn einige alte Untersuchungen einen sehr hohen Kalkgehalt ergaben, so findet das nach EHRENBURG wohl darin seine Erklärung, dass der Boden in den ersten Jahren des Rieselbetriebes noch grosse Kalkmengen enthielt, die den Pflanzen durch die reichliche Wasserzufuhr und die bei der Abwässerreinigung im Boden entstehende Kohlensäure in erhöhtem Masse zur Verfügung standen. Im Laufe der Zeiten werden aber gerade die leicht aufnehmbaren Kalkverbindungen durch die entstehenden Säuren gelöst und ausgewaschen (s. S. 45). Der Kalkgehalt des Abwassers kann dafür nicht genügend Ersatz schaffen, da nach den Versuchen von KNOPF (28) die Absorptionskraft für leicht löslichen Kalk beim Sandboden durch die Berieselung erheblich geringer wird. Anders dagegen verhält sich die *Phosphorsäure*, die in Form von Salzen viel weniger in Kohlensäure löslich ist und namentlich durch Humusverbindungen, ähnlich wie bei Moorböden, festgelegt wird; sie reichert sich also im Boden durch die Berieselung an.

Zur weiteren Klärung dieser Verhältnisse stellte EHRENBURG einen Düngungsversuch mit 8000 *kg* Kalksand für 1 *ha* an. Das Ergebnis der Aschenuntersuchungen war, bezogen auf Trockensubstanz folgendes:

<sup>1)</sup> Siehe Tabelle 22, S. 56 u. 57.

Tabelle 25.

Heu	Anzahl der Proben	CaO %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %
Rieselheu, ungedüngt . . .	7	0,41	1,30
„ gedüngt . . .	7	1,05	1,16
Naturheu . . . . .	8	0,96	0,59

Danach weist also das Heu der nicht mit Kalk gedüngten Rieselwiesen gegenüber dem von gedüngten, wie auch dem von Naturwiesen einen sehr merklichen Mindergehalt an Kalk auf, ein Zeichen für die Verminderung der Aufnahmefähigkeit des vorhandenen Kalkes.

Auf die Kalkarmut des Rieselheues ist bei der Fütterung an Jungvieh, Pferden und Zugochsen Rücksicht zu nehmen.

d) Das von EHRENBURG untersuchte *Sauerfutter* war durch Einmietung, ähnlich wie bei den Rübenschnitteln, gewonnen. Es machte sich Ammoniakgeruch bemerkbar, wahrscheinlich infolge des hohen Stickstoffgehaltes. Das Sauerfutter wurde nach Angewöhnung in 3—4 Tagen bereitwillig gefressen. Der Fütterungserfolg war zwar nicht gleich dem von frischem Rieselgras, aber doch befriedigend.

Beim Einsäuern ging verloren:  $\frac{1}{4}$  Trockensubstanz, über  $\frac{1}{2}$  Reinprotein, stark  $\frac{1}{3}$  Rohprotein.

#### 8. Geringe Wahrscheinlichkeit einer Infektion durch Rieselfrüchte.

Eine Infektion durch Rieselfrüchte erscheint nach den bisherigen Erfahrungen ziemlich ausgeschlossen; bis jetzt ist kein Fall bekannt geworden. Abgesehen davon, dass für die Früchte, welche in rohem Zustande genossen werden, durchweg der Beetbau vorgeschrieben ist, bei dem sie also nicht unmittelbar mit dem Abwasser in Berührung kommen, haben REMLINGER und NOURRI (69) festgestellt, dass das innere Gewebe der Rieselpflanzen völlig frei bleibt von Bakterien, auch wenn sie dem Boden noch so reichlich zugeführt werden. Eine äusserliche Verunreinigung war zwar in geringem Mafse zu verzeichnen, aber so unbedeutend, dass sie für die Praxis keine Rolle spielt. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte auch ROZYN (44a), der 65 Gemüse von den Moskauer Rieselfeldern untersuchte und zum Vergleich damit auch verschiedene Proben aus nicht mit Rieselwasser gedüngten Gemüsegärten. Die inneren Teile von 10 untersuchten Gemüseproben und 5 Proben aus den Gemüsegärten erwiesen sich als steril. Bei 3 von 5 Proben der Rieselfelder konnten zwar in der anhaftenden Erde *Bac. tetani* nachgewiesen werden, desgleichen aber auch bei den aus den Gemüsegärten stammenden. Diese waren auch mit *Coli*-Bakterien stärker verunreinigt als die entsprechenden Rieselfeldproben, was bei der ausschliesslichen Exkrementendüngung ja erklärlich ist. Typhusbazillen konnten in 60 daraufhin untersuchten Rieselfeldproben nicht nachgewiesen werden.

### 9. Viehhaltung auf und in der Umgebung der Rieselfelder.

Die Möglichkeit, auf dem Rieselfelde sämtliche Futtergewächse mit grösstem Erfolge anzubauen, hat in ihrem Bereiche allenthalben eine grosse Verstärkung der Viehhaltung, besonders der Milchkühe, im Gefolge gehabt. Auf Anfrage berichten die meisten Verwaltungen, dass innerhalb 5 bis 10 Jahren die Viehhaltung auf das Doppelte und mehr gestiegen sei. In Dortmund (37) wurden von der Rieselfeldverwaltung alljährlich im Juni Viehzählungen auf den Gehöften des Rieselgeländes vorgenommen:

Tabelle 26.

	Pferde		Rindvieh			Schweine		Gross- vieh	Auf 1 Grossvieh entfielen <i>ha</i>
	ältere	Fohlen	Kühe	Binder	Kälber	ältere	Läufer		
1899	17	6	36	10	12	49	107	87	2,44
1908	22	19	49	32	26	65	146	134	1,84
1907	29	15	94	41	59	79	141	200	1,04

Die Umrechnung auf Grossvieh, d. h. Nutztiere von 500 *kg* Lebendgewicht, geschah in der Weise, dass man gleichsetzte: 1 Stück Grossvieh = 1 Pferd oder 2 Fohlen = 2 Jungvieh oder 4 Kälber = 4 Schweine oder 10 Läufer.

Die Schweinemast hat für dortige Verhältnisse weniger Bedeutung, weil dafür die Kartoffeln unentbehrlich sind; diese können aber zu besserem Preise verkauft werden, als dafür auf dem Wege der Schweinemast erzielt würde. Das Gras wird vom Vieh, wenn man von der Gewöhnung im Anfang absieht, gerne genommen und gut ausgenutzt. Vom 1. Mai bis 31. Oktober 1906 betrug der Durchschnittsfettgehalt der Milch von Kühen mit ausschliesslich Naturweide 3,11%, von Kühen mit ausschliesslich Rieselweide 3,14%. In beiden Fällen handelt es sich um Kühe derselben Rasse von mehreren grossen Gehöften an der Grenze bzw. auf dem Rieselfelde, die ihre Milch an dieselbe Molkerei lieferten.

In Berlin (38) war auf den Rieselgütern der durchschnittliche Viehbestand in den letzten Jahren:

Tabelle 27.

	Pferde	Bullen und Stiere	Ochsen	Kühe	Jungvieh	Schweine	Schafe	Täglicher Milchertrag von 1 Kuh in <i>l</i>	
1909	517	5	950	524	81	1163	975	10,9	} 10,35 im Mittel
1910	562	32	870	614	143	1103	1789	10,3	
1911	582	58	787	731	262	1717	1899	9,8	

Die Grasmast von Bullen und die Zucht von Zugochsen auf Rieselweiden hat durchaus befriedigende Ergebnisse gehabt. Die Schafhaltung

ist mit Erfolg eingeführt worden zur Vertilgung des massenhaften Unkrautes auf den vielen Wirtschaftswegen des Rieselfeldes. Über die Zunahme der Viehhaltung in der Umgebung der Rieselfelder siehe HAGEN (31).

#### 10. Zweckmässigkeit der Mitbewirtschaftung von Naturland.

Hinsichtlich der allgemeinen landwirtschaftlichen Betriebsverhältnisse ist bei den Rieselfeldern zu erwägen, ob Naturland in die Bewirtschaftung hineingezogen werden soll.

Diese Frage hängt ganz von den örtlichen Verhältnissen ab: Bodenbeschaffenheit, Absatzgelegenheit, Handhabung des landwirtschaftlichen Betriebes usw. Es ist namentlich bei Selbstbewirtschaftung zu bedenken, dass die gemeinschaftliche Bewirtschaftung von Natur- und Rieselland ihre grossen Vorzüge hat. Der für das Naturland nötige Dung kann durch Abfallstoffe des Rieselbetriebes (Schlamm, Schlick usw.) sowie durch verstärkte Viehhaltung leicht beschafft werden, da letztere durch den intensiven Anbau von Futtergewächsen, namentlich von Gras und Hackfrüchten, welche die sichersten und grössten Erträge liefern, sehr erleichtert wird. Ausserdem versteht es sich für eine junge Rieselfeldanlage und in allen Fällen, wo infolge schnellen Anwachsens eines Gemeindewesens die Entwicklung der Verhältnisse nicht klar zu übersehen ist, von selbst, sofort für eine ausreichende Menge *Reserveland* zu sorgen, da erfahrungsgemäss später die Bodenpreise ganz erheblich teurer sind. Wie wertvoll für eine Stadt ein in ihrer Nähe liegender grösserer Grundbesitz durch die Wertsteigerung des Bodens werden kann, sieht man besonders an den Berliner Rieselfeldern. Aus Tabelle 28<sup>1)</sup> (S. 66 u. 67) ist zu ersehen, dass die grösseren Rieselfelder fast durchweg eine nicht unbedeutende Fläche Naturland mit bewirtschaften; Dortmund hat mit 5,3 % Naturland, bezogen auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche, verhältnismässig am wenigsten. Überhaupt kein Naturland haben meist die kleinen Rieselfelder und solche, die sich ganz im Privatbesitz befinden.

#### 11. Eigene Bewirtschaftung oder Verpachtung?

a) Auch bei den *allgemeinen Erwägungen* über die zweckmässigste und einträglichste Wirtschaftsweise, nämlich Selbstbewirtschaftung, Generalpächter oder viele kleine Pächter, spielen die örtlichen Verhältnisse eine ausschlaggebende Rolle: Errichtung teurer Wirtschaftsgebäude, Leutenot, Höhe der Pachtpreise usw. Letztere sind wiederum abhängig von den Verkehrsverhältnissen, den Absatzmöglichkeiten, der Bodenbeschaffenheit, den klimatischen Verhältnissen und schliesslich auch nicht zuletzt von den Verpflichtungen, die der Pächter im Hinblick auf die Durchführung eines geordneten Rieselbetriebes und die Instandhaltung der Anlagen übernehmen

---

<sup>1)</sup> Spalte 7, 8 und 10 sind der Abhandlung ROEMERS (62) entnommen, dessen statistische Erhebungen zur selben Zeit erfolgten, wie die von mir angestellten; die Werte in Spalte 11 u. 13 bis 16 decken sich infolgedessen durchweg mit den von ROEMER angegebenen.



muss. Die Art der Wirtschaftsweise auf den deutschen Riesefeldern ist aus Tabelle 28 (S. 66 u. 67) zu ersehen. Verpachtet haben vom Rieselland:

*Nichts*: nur drei kleinere Rieselfelder (Brandenburg, Gr. Strehlitz, Zoppot).

*Bis 50 0/0*: 9 (Berlin, Freiburg i. Br., Magdeburg usw).

*50—80 0/0*: 4 (Darmstadt, Neukölln, Steglitz, Quedlinburg).

*90—100 0/0*: 18 (Braunschweig, Breslau, Charlottenburg, Dortmund, Münster i. W., Danzig usw).

*In Privatbesitz* sind: 4 (Darmstadt, Königsberg, Bromberg, Rawitsch).

*Generalpächter* sind in Breslau, Danzig, Friedrichsfelde-Berlin, Kreuzburg.

b) Im allgemeinen ist die *Bevorzugung der Kleinpächter* offensichtlich (Berlin, Dortmund, Münster i. W., Lichtenberg usw.); sie können meist die erforderlichen Arbeitskräfte durch ihre Familienangehörigen stellen; diese sind aber die besten und billigsten. Das ist für Rieselfelder in erhöhtem Mafse wichtig, auf denen die Bearbeitung der kleinen, durch Dämme begrenzten Flächen sehr erschwert und zeitraubend ist, ganz abgesehen von der Unkrautplage.

Dazu kommt noch die Möglichkeit, mit Hilfe von Kleinpächtern den die höchsten Gewinne bringenden Gemüsebau in verstärktem Mafsstabe zu betreiben, der sonst von den grösseren Rieselgutsverwaltungen aus Mangel an geeigneten Arbeitskräften vernachlässigt werden muss.

c) Was die *Länge der Pachtverträge* anlangt, so ist es häufig vorteilhaft, sie nicht zu reichlich zu bemessen, weil man, besonders bei Kleinpächtern, nicht sicher ist, dass sie, mit den Aptomierungsarbeiten meist wenig vertraut, das Land in einem für den Rieselbetrieb günstigen Zustand erhalten. Dann muss unter grossen Geldopfern eine Umptomierung erfolgen, wie sie auf dem Berliner Rieselgut Friederickendorf nach einer 12jährigen Pachtzeit stattgefunden hat. Es ist gut, wenn die Verwaltung solche gefährdeten Rieselstücke nicht zu spät eine Zeit lang in eigene Bewirtschaftung nimmt und durch rationelle Bodenbehandlung wieder in Ordnung bringt. Aus diesen Gründen verpachten einige Städte (Freiburg i. Br., Kottbus, Lichtenberg, Neukölln usw.) nur für den Sommer und Herbst die Ernteerträge der Felder. Das ist für die Pächter natürlich sehr lästig und drückt die Preise, weshalb jetzt wohl meistens für mehrere Jahre (3—6) verpachtet wird.

Falls die Verwaltung sich genügend Einfluss auf den Rieselbetrieb und die Instandhaltung der Anlagen gesichert hat, ist natürlich auch eine längere Pachtzeit, besonders bei Generalpächtern, die sich immerhin für einige Zeit einrichten müssen, angängig; das ist für die Gemeinde zwar sehr bequem und einfach, bringt aber auch weit niedrigere Pachtpreise.

d) Für eine *Selbstbewirtschaftung* sprechen im allgemeinen die sorgfältigere und rationellere Behandlung des Bodens, der stets zuverlässige, gleichmässige Rieselbetrieb, mehr Grosszügigkeit im landwirtschaftlichen Betrieb infolge der reicheren Geldmittel der Gemeinde; dagegen sprechen das Risiko eines schlechten Ernteausfalls, die Notwendigkeit umfangreicher, teurer Hofanlagen, der Mangel an guten und billigen Arbeitskräften, also

höhere Betriebskosten. Im allgemeinen, so hebt Ökonomierat SCHRÖDER, der Leiter der Berliner Rieselfelder hervor, tut eine Gemeinde überall da, wo sich die Verhältnisse nicht übersehen lassen, gut daran, ihr zum Rieselfeld gehöriges Naturland zur Wahrung grösserer Entschlussfreiheit nicht zu verpachten.

e) Sind die *Rieselfelder im Privatbesitz*, so mussten sich die Eigentümer durchweg (nur Königsberg ausgenommen) verpflichten, eine bestimmte Menge Abwässer unschädlich unterzubringen; die Gemeinde trägt in der Regel nur die Kosten der Zuleitung und Vorreinigung und liefert das Abwasser unentgeltlich (Darmstadt, Rawitsch). Dortmund erhält für das den Privatländereien gelieferte Abwasser 28 M. für 1 Hektar und Jahr; Berlin 40 M. (1900). In Bromberg hat die Stadt die Aptierungs- und Dränierungskosten gezahlt, ferner stellt sie die nötigen Rieselwärter (8800 M. jährlich); die Belastung darf 28 cbm für 1 Hektar und Tag nicht überschreiten. In Breslau erhielt das Rittergut Schebitz ein zinsloses Darlehn von 60000 M., das in jährlichen Raten von 1500 M. rückzahlbar ist; der Pächter von Steine-Wüstendorf muss die von der Stadt aufgewendeten Kosten für die Verteilungsleitungen mit 4 %, für die Dränage der Felder mit 5 % verzinsen.

f) Mag nun die Art der Wirtschaftsweise auf den Rieselfeldern sein, welche sie will, auf jeden Fall muss *der Einfluss der Gemeinde auf die Durchführung eines geordneten Rieselbetriebes*, namentlich auf die vollständige und unschädliche Unterbringung des Abwassers, ein solcher sein, dass der Reinheitsgrad der Rieselfeldabflüsse, wie ihn die Grösse des Vorfluters erfordert, stets sicher gestellt ist. In Charlottenburg hat sich die Stadt im Pachtvertrag mit dem Generalpächter das Recht ausbedungen, die Abwässer stets so unterzubringen, wie sie es im Interesse des Rieselbetriebes für notwendig hält, selbst wenn dabei der Pflanzenwuchs leiden sollte. Die Rentabilität des landwirtschaftlichen Betriebes kommt erst in zweiter Linie in Betracht; dieser ist eben nur Mittel zum Zweck. Auf der anderen Seite, betont ROEMER (62) mit Recht, können dem Pächter Ersatzansprüche zugewilligt werden für Schäden infolge ausserordentlicher Hindernisse im Rieselbetrieb, z. B. Mangel an Abwasser infolge Störungen im Kanal- oder Pumpbetrieb, übergrosse Wassermengen durch Aufnahme der Abwässer benachbarter Gemeinden usw. Im übrigen kann unter normalen Verhältnissen die landwirtschaftliche Bewirtschaftung dem Rieselbetrieb bei einigem Geschick soweit angepasst werden, das allzu grosse Störungen wohl vermeidbar sind; gewisse Beschränkungen (vgl. S. 50) müssen mit in Kauf genommen werden.

Es ist nötig, auf diese Punkte noch einmal ausdrücklich hinzuweisen, da man in einzelnen Fällen immer wieder den landwirtschaftlichen Betrieb ohne Rücksicht auf schlecht gereinigte Abflüsse zu begünstigen sucht.

So weist DUNBAR (3) mit Recht auf die Missstände in Königsberg hin; das Rieselfeld ist dort Privateigentum einer Genossenschaft, die nicht die Pflicht hat, eine bestimmte Menge Abwasser zu entnehmen, sondern das Recht, so viel zu verrieseln, wie ihr passt. Infolgedessen wird ein

Tabelle 28. Bewirtschaftungs-

Laufende Nummer	1	2	3		4	5	6	7 8	
			Bodenbeschaffenheit					Landw. nutzbare Fläche <sup>16)</sup>	Landw. Fläche <sup>16)</sup>
			Städte mit Rieselfeld	Durchschnitt der Berichtsjahre					
					m	ha	ha	%	
1	Berlin . . . . .	1908—11	Sand, stellenweise Lehm	—	1,2	17 565	14 103	61,3	
2	Brandenburg . . . . .	1911	Sand	arm	mind. 1,0	119	100	90,5	
3	Braunschweig . . . . .	1907—11	lehmgiger Sand	—	—	489	429	83,6	
4	Breslau <sup>3)</sup> . . . . .	1911	durchläss. Lehm, darunt. Sand	—	1,3	<sup>13)</sup> 1 743	1 636	62,0	
5	Bunzlau . . . . .	1908—12	sandig, kiesig, lehmig	—	—	37	27	100,0	
6	Charlottenburg . . . . .	1907—11	Sand, Lehm	—	mind. 1,35	883	<sup>14)</sup> 640	47,0	
7	Celle . . . . .	1912	Sand	arm	fehlt	12	8,6	100,0	
8	Kottbus . . . . .	1908—11	Sand	—	—	186	167	52,0	
9	Darmstadt . . . . .	1912	stark lehmhaltiger Sand	30 cm	<sup>7)</sup> fehlt	615	615	100,0	
10	Dortmund . . . . .	1909—11	—	—	—	958	820	94,7	
11	Freiburg i. Br. . . . .	1912	sandig, kiesiger Lehm	—	1,5—2,0	480	290	87,6	
12	Gross-Strehlitz . . . . .	1912	Sand, teilw. Kalksteingeröll	—	2—3	18	16	100,0	
13	Königsberg . . . . .	1911	Sand	arm	<sup>8)</sup> fehlt	1 664	1 664	100,0	
14	Liegnitz . . . . .	1908—11	Sand, teilw. Kies- u. Lehmbod.	arm	mind. 1,25	179	155	100,0	
15	Magdeburg . . . . .	1908—10	—	—	—	1 138	1 011	47,4	
16	Münster i. W. . . . .	1909—12	mäss. humos. Sand, teilw. lehm.	10—20 cm	mind. 1,10	500	327	90,2	
17	Neukölln . . . . .	—	—	—	—	939	38,0	—	
18	Salzwedel . . . . .	1912	—	arm	fehlt	20	15	100,0	
19	Schöneberg . . . . .	1909—12	sandiger Lehm, lehmiger Sand	arm	1,2—1,8	854	756	73,5	
20	Bromberg . . . . .	1911	steriler Sand	arm	1,25	195	195	100,0	
21	Danzig . . . . .	1908—12	steriler Dünen sand	keine	fehlt	300	300	60,7	
22	Friedrichsfelde-K. . . . .	1912	—	arm	2—6	210	200	15,0	
23	Kreuzberg . . . . .	1912	lehmgiger Sand	—	1—1,3	50	50	100,0	
24	Lichtenberg-B. . . . .	1911	meist Sand, auch lehm. Sand	keine	1,3	990	752	20,0	
25	Lichterfelde-B. . . . .	1912	reiner bis lehmiger Sand	arm	1—2	567	411	10,0	
26	Neu-Ruppin . . . . .	1912	—	arm	1,2	34	20	100,0	
27	Niederschöne weide . . . . .	1908—12	—	reich	1,5	125	104	48,0	
28	Öls . . . . .	1911	—	—	—	24	24	100,0	
29	Ostrowo . . . . .	1912	Sand und sandiger Lehm	—	1,25	35	31	100,0	
30	Pankow-B. . . . .	1908—12	—	reich	1,2	345	286	57,0	
31	Quedlinburg . . . . .	1912	grober und feiner Kies	80 cm	fehlt	18,5	13,3	100,0	
32	Rawitsch . . . . .	1912	Sand	arm	fehlt	60	60	100,0	
33	Stadtilm . . . . .	1912	Kies	reich	fehlt	2	2	100,0	
34	Steglitz . . . . .	1910—12	meist Sand, auch lehm. Sand	arm	0,8—1,2	522	400	24,6	
35	Stendal . . . . .	1912	—	arm	mind. 1,5	20	20	85,0	
36	Weissensee-B. . . . .	1912	lehmgiger Sand	arm	1,4	680	629	14,0	
37	Zerbst . . . . .	1912	scharfer Sand und Kies	arm	fehlt	15,5	11,3	100,0	
38	Zoppot . . . . .	1912	steriler Dünen sand	<sup>9)</sup> 35 cm	fehlt	14	13,2	100,0	

<sup>1)</sup> Im Jahre 1908; später nicht besonders nachzuweisen. <sup>2)</sup> In den Alleen. <sup>3)</sup> Nur die Rieselfelder Rieselfelder auf 1 Jahr vergeben. <sup>4)</sup> Werden angelegt. <sup>5)</sup> Drainage nur auf kleineren Gebieten, 0,8—1,0 m ca. 15 jähriger Berieselung. <sup>6)</sup> 2 Generalpächter. <sup>7)</sup> 1 Generalpächter. <sup>8)</sup> Ab 1914. <sup>9)</sup> Ohne 660 ha sind nicht unter die nutzbaren Flächen gerechnet. <sup>10)</sup> Einbegriffen sind 150 ha Wald; ohne diese beträgt

art der Rieselfelder.

9	10	11	12	13 14 15 16				17 18 19 20 21 22								
				Verpachtet sind von		Berieltes Privatland	Jährl. Pachtpreise für 1 ha				Bewirtschaftung der aptierten Rieselfläche					
				Naturland	Riesel-land		Aptiertes Rieselland		Naturland		Acker	Wiesen	Garten- und Gemüseland	Baumschulen und Forst- und Forst- kulturen	Obstbäume	Fischteiche, letztes Berichtsjahr
						Acker	Wiesen	Acker	Wiesen	ha						
Nicht nutzbar ist von der Gesamtfläche	%	%	%	ha	M.	M.	M.	M.	ha	ha	ha	ha	ha	Stück	ha	
19,7	10,5	41	165	240	75	6296	2021	<sup>1)</sup> 21	69	<sup>2)</sup> 181 300	10,53					
16,0	0	0	0	—	—	88	2	0	—	—	—					
12,5	7,3	93	55	300   220	180   124	271	75	0	13	4 600	—					
6,0	100	100	20	<sup>10)</sup> 70	45	450	460	Weidenf. 110	25	—	—					
27,0	—	100	0	230	—	5	24	0	0,25	2 000	—					
<sup>14)</sup> 27,6	100	100	0	140—170	16—40	56	186	0	—	2 000	—					
28,0	—	17	0	200	—	0	1	8	<sup>3)</sup> 300	—	—					
10,0	100	100	0	220   250	75   80	30	48	5	0,25	1 670	—					
0	—	74	446	<sup>4)</sup> 98	—	400	80	0	—	—	—					
14,4	100	99	73	128	117	411	156	40	0,5	1 700	9,29					
<sup>15)</sup> 40,0	0	<sup>5)</sup> 19	0	—	370	97	107	0	—	5 000	—					
8,5	—	0	0	—	200	0	14	2	—	500	—					
0	—	0	1664	—	—	291	14	0	—	—	—					
13,4	—	100	0	180	40	61	46	49	1,3	455	0,9					
12,4	1,3	38	0	240	80	305	29	0	—	—	—					
34,6	100	100	0	120   180	60   70	141	133	4	6	2 000	0,1					
—	2	62	—	245	85	—	—	—	—	—	—					
25,0	—	100	0	260   —	—	20	0	0	—	—	—					
11,5	0	38	0	240	56—80	319	74	0	—	2 500	2,6					
0	—	0	195	—	—	141	15	0	—	—	—					
0	100	100	0	<sup>12)</sup> 155	—	51	115	5	—	130	—					
0	100	100	0	<sup>11)</sup> 60	—	1	29	0	—	—	—					
0	—	100	0	160	50	30	20	0	<sup>6)</sup> Weidenf. 1,25	1 000	<sup>6)</sup> 3,0					
24,0	13	19	0	240   280	25—40	112	45	3	—	2 400	3,0					
27,5	6	20	0	300	32	5	45	0	—	2 500	0,25					
41,1	—	100	0	80	—	24	2	0	—	500	—					
16,8	100	91	0	200	84	14	28	0	—	—	—					
0	—	100	0	190	—	4	14	0	—	1 012	—					
11,4	—	100	0	110	60   80	—	—	0	—	528	0,45					
17,1	4	40	0	224	80	46	51	0	—	5 000	7,5					
27,0	—	80	0	140   70	100   70	10,5	1,25	1,5	—	664	—					
0	—	0	60	—	—	0	60	0	—	—	—					
0	0	100	0	160	60   100	1	0	0	—	—	—					
23,4	1	76	0	240   260	100   100	18	32	18	—	1 800	—					
0	100	100	0	110	80	0	0	17	—	—	—					
7,5	6	11	0	240   240	80	43	40	0	—	—	—					
27,1	—	100	0	220   255	11   64	9	0,2	3	—	—	—					
5,7	—	0	0	—	—	0	14	0	—	—	—					

westlich der Stadt, ohne Steine-Wüstendorf. <sup>4)</sup> Städtisches Gut Gehaborn. <sup>5)</sup> Es wird das Ertragnis der tief. <sup>6)</sup> Nur wenige Felder drainiert; wegen des hohen Grundwasserspiegels meist unmöglich. <sup>7)</sup> Nach Rieselland in Steine-Wüstendorf, die an einen Pächter ganz verpachtet sind. <sup>8)</sup> Die Ausschlussgebiete die nicht nutzbare Fläche 10%. <sup>9)</sup> Ohne Wege, Gräben, Teiche usw.

erheblicher Teil der Abwässer, nur mechanisch vorgeklärt, ins Haff abgelassen; im Durchschnitt waren das täglich:

1909 = 7510 *cbm*<sup>1)</sup>

1910 = 8330 „

1911 = 3410 „

Die im Vorfluter auftretenden Unzuträglichkeiten veranlassten die Regierung zum energischen Einschreiten.

#### A. Gesundheitliche Verhältnisse auf den Rieselfeldern.

a) Die hygienischen Verhältnisse auf den Rieselfeldern sind durchweg einwandfrei. Dass der *Gesundheitszustand der Bewohner* (Angestellte, Arbeiter und deren Familien) kein schlechterer ist, als in ähnlichen Schichten der städtischen Bevölkerung, dass namentlich Infektionskrankheiten unter ihnen nicht häufiger vorkommen als anderwärts, ist heute allgemein anerkannt. In Berlin (38) sind, grade wegen der theoretischen Möglichkeit einer Infektion, seit vielen Jahren genaue Untersuchungen über die auf den Rieselfeldern vorgekommenen Fälle von ansteckenden Krankheiten, namentlich von Typhus angestellt worden. Bis in die neueste Zeit hinein kehrt aber in den Jahresberichten des Magistrats immer die Bemerkung wieder, dass ein ursächlicher Zusammenhang der vorgekommenen wenigen Fälle dieser Art mit der Beschäftigung auf dem Rieselfeld sich nicht hat ermitteln lassen.

Zudem hat die Stadt Berlin eine Anzahl der ehemaligen Herrenhäuser ihrer Rieselgüter zu Heimstätten für Kranke und Erholungsbedürftige eingerichtet. Diese haben nicht nur die volle Anerkennung der Ärzte gefunden, sondern sie erfreuen sich auch einer stets wachsenden Inanspruchnahme, ein Beweis dafür, dass gesundheitliche Nachteile durch die Rieselfelder nicht hervorgerufen werden, da sie sich sonst am frühesten und stärksten bei den schwächlichen und kranken Personen bemerkbar machen müssten. Ähnliche Erfahrungen liegen von den meisten Rieselfeldern vor.

In Breslau (40) sind in den 3000 Einwohner zählenden Ortschaften in unmittelbarer Nähe der Rieselfelder gestorben an:

Tabelle 29.

	Typhus	Tuber- kulose	Krebs	Magen- u. Darm- katarrh	Brech- durchfall	Alle anderen Krankheiten	Zu- sammen
1909	0	5	1	10	7	51	74
1910	2	9	1	2	2	49	65

An Scharlach, Diphtherie oder Krupp starb keiner. In Dortmund war die Sterblichkeit von 1000 Personen:

<sup>1)</sup> An 128 Tagen wurde ein Teil, an 54 Tagen alles Abwasser nicht verrieselt.

Tabelle 30.

Ort	1902	1903	1904	1905	1906
Auf dem Rieselfeld. . .	11	21	12	12	10
In der Stadt Dortmund .	20	19	20	18	20

Über die Sterblichkeit auf den Berliner Rieselfeldern, die im Vergleich zu der in Berlin eine geringe ist, siehe HAGEN (26).

b) Einer *einwandfreien Trinkwasserversorgung* wird die grösste Aufmerksamkeit geschenkt. So unterliegen z. B. in Berlin und Braunschweig die Trinkwasser- und Gebrauchsbrunnen auf den Rieselfeldern und in ihrer näheren Umgebung einer ständigen Kontrolle. Besonders umfassend ist dies in Braunschweig (36) geschehen, wo im Umkreise des Rieselfeldes in seiner unmittelbaren Nähe 8 Brunnen sowohl vor Beginn der Rieselung (im Jahre 1896), als auch nachher in längeren oder kürzeren Pausen, jedenfalls aber zweimal im Jahre untersucht wurden (Tabelle 31, S. 70). Es hat sich ergeben, dass die Brunnenwässer, die zum Teil schon 1895 wenig einwandfrei waren, durch den Rieselbetrieb nicht verschlechtert worden sind. In den vereinzelt Fällen, wo eine Verunreinigung vorlag, hat sich stets herausgestellt, dass diese die Folge mangelhafter Unterhaltung oder unreiner Zuflüsse aus nächster Umgebung war, die mit dem Rieselbetrieb keinen Zusammenhang hatten. Nach den örtlichen Erhebungen wird der Grundwasserstand in Hülperode und Altezollen insofern von den Riesel-feldanlagen beeinflusst, als durch die periodische Berieselung der Felder ein abwechselndes Steigen und Fallen des Grundwasserspiegels erfolgen muss, da bei der durchlässigen Beschaffenheit des Deckgebirges nur ein Teil der Sickerwässer von den Dränagen aufgenommen wird und der Rest ins Grundwasser geht. Indes werden bei der feinkörnigen Beschaffenheit des Sandbodens die Sickerwässer genügend gereinigt und filtriert, so dass das Grundwasser als einwandfrei zu betrachten ist. Im allgemeinen sind Brunnen mit Oberflächenwasser am unzweckmässigsten; sie sollen nicht nur gut abgedeckt sein, sondern es muss auch jegliches Eindringen von Sickerwässern durch Erdspalten ohne hinreichende Bodenfiltration, wie es manchmal geschieht, ausgeschlossen sein. Auf den Charlottenburger Rieselfeldern hat man Tiefbrunnen angelegt, und zwar in einer solchen Tiefe, dass sie von den filtrierenden Rieselwässern durch eine Tonschicht getrennt sind.

c) Was schliesslich die *Geruchsbelästigungen* angeht, so ist nicht zu leugnen, dass auf den Rieselfeldern, vom rohen Abwasser herrührend, ein bestimmter, „süsslicher“ (SALOMON 79) Geruch auftritt, bei klarem Wetter weniger, bei Regen und Nebel stärker. PFEIFFER und PROSKAUER (8) stellen fest, dass Rieselfelder nicht stärker riechen, als mit Stalldünger oder Grubenfäkalien gedüngte Äcker. RUBNER (9) sagt: „Der Geruch belästigt nur wenig. In der Regel entstehen Klagen nur über die Staubecken.“ Nach GÄRTNER (10) kommt es nicht zur Bildung eines eigentlichen Gestankes.

Tabelle 31.  
 Untersuchungen von Trinkwasserbrunnen in nächster Umgebung des Rieselfeldes vor und nach Inbetriebsetzung desselben in Braunschweig.

Ort	Analysen sind aus den Jahren	Analysenanzahl	Gelöste Stoffe		Zur Oxydation nötiger Sauerstoff	Gelöster Stickstoff in Form von		Chlor	Schwefelsäure	Härte	Keime in 1 ccm	
			Glühbeständig	Glühverlust		NH <sub>3</sub> + organ. geb. NH <sub>3</sub>	Nitrat				im ganzen	verflüssigende
Hülperode	1895	2	352	112,0	1,2	0	0	37,0	23,6	51,0	124	51
	1901—02	4	472	98	1,0	0	13,0	70,6	57,8	68,9	143	25
	1908—09	4	537	93	0,8	0	14,0	101,0	91,7	96,4	51	16
	1901—09	26	503	90	1,0	0	11,5	73,7	72,8	89,9	171	40
Altenzollen	1895	2	348	172,0	1,7	0	Spur	22,4	42,4	107,5	720	94
	1901—02	4	303	72	1,1	0	11,8	23,8	110,0	99,6	720	50
	1906—07	4	436	92	1,2	0	11,0	54,4	78,4	89,2	418	32
	1901—07	21	377	86	1,1	0	8,0	38,0	101,0	94,5	503	43
Steinhoff	1895	2	671	100,8	1,8	0,8	Spur	83,0	108,0	151,1	94	4
	1901—02	4	999	104	1,4	0	17,5	168,3	206,7	174,5	146	10
	1908—09	4	883	121	1,3	0	24,5	120,7	139,5	152,8	99	13
	1901—09	24	1003	141	1,5	0	20,9	146,0	190,5	197,8	128	10
Watenbüttel	1895	2	272	81,6	1,0	0,08	0	22,7	29,5	89,5	164	6
	1901—09	17	260	70	0,8	0	6,5	25,0	44,5	59,5	1112	83
Völkentrode	1895	2	1389	138,0	7,9	0,4	Spur	254,1	333,0	277,4	352	26
	1901—09	17	831	130	3,7	Spur	21,3	90,9	193,5	202,1	985	155
Wendezelle	1895	2	366	82,0	8,8	1,5	Spur	48,2	83,5	154,5	292	48
	1901—09	17	501	116	4,4	Spur	16,7	60,1	94,2	109,5	1820	227
Kl.-Schwülper	1895	2	283	11,6	1,2	0	Spur	29,5	20,3	77,0	985	142
	1901—09	17	227	72	0,4	0	4,1	25,7	36,8	47,5	74	10
Rothenhülle	1895	2	516	34,0	1,8	0,1	Spur	55,5	75,4	109,0	428	69
	1901—09	17	570	105	1,3	0	16,8	79,6	100,7	115,2	345	38

Man bemerkt gar keinen oder nur einen faden modrigen Geruch. Dieselben Beobachtungen konnten wir bei unsern häufigen Besuchen der Rieselfelder in Münster i. W. und Dortmund in den letzten 3 Jahren machen. Auch ist zu bedenken, dass die Geruchsbelästigung nur auf einem kleinen Teil des Rieselfeldes und auch da immer nur auf kurze Zeit eintritt. Es ist nie bekannt geworden, dass dadurch Schädigungen irgend welcher Art eingetreten sind.

Die Königliche Landesanstalt für Abwasserhygiene in Berlin kommt 1910 in ihrem Gutachten über die Erweiterung der Braunschweiger Rieselfelder, gegen die Einspruch erhoben war, zu dem Schlusse, „dass die Einwirkung des Geruches der Rieselfelder über einen mässigen Grad der Belästigung nicht hinausgeht, und dass die Befürchtung einer Gefahr der Gesundheitsschädigung bei den Anwohnern nicht besteht.“

#### E. Kosten der Abwasserreinigung durch Rieselfelder.

Über die allgemeinen Verhältnisse, namentlich über die Anlage- und Betriebskosten der deutschen Rieselfelder wurden 1912/13 umfangreiche statistische Erhebungen angestellt. Wir gingen dabei mit der grössten Sorgfalt und Ausdauer zu Werke, um die Mängel, die ein solches, auf Grund von Umfragen erhaltenes Material nur allzuleicht aufweist, nach Möglichkeit auszuschalten. Dies ist erreicht durch genaue Anweisungen auf den sehr ausführlichen und ins Einzelne gehenden Fragebögen, sowie durch wiederholte Rückfragen bei Unklarheiten und schliesslich durch nochmalige Kontrolle der Ergebnisse von seiten der städtischen Verwaltungen. Wir möchten es nicht unterlassen, ihnen auch an dieser Stelle für ihr weitgehendes Entgegenkommen nochmals unseren Dank auszusprechen.

a) Hinsichtlich der *Anordnung des Stoffes in den Tabellen* ist zu sagen, dass die Ergebnisse der Umfrage zum Teil bereits früher besprochen wurden:

Tabelle 2, S. 8, betr. die Abwassermenge und ihre Beeinflussung,

„ 20, S. 52, betr. die Ernteergebnisse,

„ 28, S. 66, betr. die Art der Bewirtschaftung;

Zum anderen Teil sind sie in

Tabelle 32, betr. die allgemeinen Verhältnisse,

„ 34, „ „ Anlagekosten, und

„ 35, „ „ jährlichen Betriebskosten

zusammengestellt. Während nun in Tabelle 34 u. 35 die Kosten auf 1 *ha*, oder 1 *cbm* Abwasser, oder auf den Kopf der angeschlossenen Einwohner umgerechnet sind, enthält Tabelle 33 die absoluten Zahlen, wie sie sich bei der Abrechnung am Schluss des Betriebsjahres ergaben, und die der Berechnung der relativen Zahlen in den Tabellen 34 u. 35 zugrunde gelegt wurden. Die Gesamtanlage zur Beseitigung des städtischen Abwassers zerfällt in:

1. Die Ortskanalisation; Einnahmen und Ausgaben für Hausanschlüsse blieben unberücksichtigt;

2. Die Fortschaffung des Abwassers aus dem Wohnbereich zum Orte der Reinigung, wozu die event. vorhandenen Pumpstationen und die Zuleitung zum Rieselfeld (Druckrohre) gehören;
3. Die Reinigung des Abwassers und seine Ableitung in den Vorfluter, die unter die Rubrik „Rieselfeld“ fallen; hier ist im allgemeinen, wenn nicht anders bemerkt, auch die Vorreinigung untergebracht. Unter Gesamt-Rieselfeld ist stets das ganze Rieselfeld einschl. der nicht aptierten Ländereien verstanden.

b) Folgende *allgemeine Erläuterungen zu den Tabellen* mögen zur Vermeidung von Irrtümern dienen. Bei der *Grösse des aptierten und berieselten Rieselfeldes* sind nicht eingerechnet die Wege, Gräben, Absitzbecken, Schlamm-trockenplätze usw. Auch für die Belastung sind diese Flächen nicht in Anrechnung gebracht worden.

Als *Flächen ohne landwirtschaftliche Nutzung* sind solche angesehen, die keine oder nur unwesentliche Betriebseinnahmen bringen, wie Wege, Unland, Heide, Kiefernbestände usw.

Der *Preis für den Kubikmeter stichfesten Schlammes* ist so verstanden, dass der Käufer die Abfuhrkosten trägt.

Von den *Anlagekosten* sind die Tilgungssummen nicht abgezogen.

Bei den *Kosten für Aptierung und Dränierung des Rieselfeldes* sind die Hauptzu- und Ableitungsgräben, sowie die Wirtschaftswege eingeschlossen, nicht aber die auf dem Rieselfeld gelegenen Absitzbecken, Schlamm-trockenplätze usw., die in der Rubrik „Gebäude, Klärbecken, Verschiedenes“ untergebracht sind.

Unter *Grundrente des Rieselfeldes* ist verstanden der Einnahmen-Überschuss (bei negativer Grundrente der Ausgaben-Überschuss)  $\times 100$ , dividiert durch die Anlagekosten, also in Tabelle 33 (S. 78 u. 79):  $\frac{\text{Sp. 14} \times 100}{\text{Sp. 9}}$ .

Bei den *Betriebskosten* sind nur die Einnahmen des Rieselfeldes (Tabelle 33, Sp. 13) und, wenn sie hierunter nicht enthalten, solche aus Schlammverkauf, Fettverwertung usw. in Abzug gebracht. Von den allgemeinen Verwaltungskosten, Lasten, Abgaben usw. ist nach Möglichkeit ein entsprechender Anteil beim Rieselfeld, bei der Zuleitung zum Rieselfeld und der Pumpstation in Anrechnung gebracht worden. Ein Überschuss der Einnahmen über die Ausgaben, also negative Betriebskosten, sind durch ein Minuszeichen kenntlich gemacht.

Die *prozentuale Tilgung* ist berechnet aus der gezahlten Tilgungssumme (Tabelle 33, Sp. 18 bzw. 19)  $\times 100$ , dividiert durch die entsprechenden Anlagekosten (Tabelle 33, Sp. 10—9 bzw. 9).

In *Tabelle 33* beziehen sich Sp. 12—22 auf den Durchschnitt der Jahre in Sp. 11. In *Tabelle 34*, Sp. 6 (S. 80 u. 81) ist die Summe der einzelnen Rohrstränge verstanden, wenn mehrere Druckrohre verlegt wurden.

Die *Reihenfolge der Städte in den Tabellen* ist eine solche, dass die ersten 18 ausschliesslich oder doch vorwiegend nach dem Mischsystem, die letzten nach dem Trennsystem kanalisiert sind.



c) Um über die *Erweiterungsfähigkeit der Anlagen* Aufschluss zu erlangen, wurde die Frage gestellt; „Wenn bei den Kanalisations- und Rieselfeldanlagen auf ein starkes Anwachsen der Bevölkerung Rücksicht genommen wurde: Für die wievielfache Anzahl der angeschlossenen Einwohner sind die Anlagen ungefähr ausreichend?“

Darauf erhielten wir folgende Auskunft:

*Berlin*: Die Kanalisationsleitungen sind berechnet für eine Einwohnerzahl von 783 auf das Hektar und eine grösste Hauswassermenge von 1,545 l/sec und ha. Zur Zeit sind im Mittel 361 Einwohner für das Hektar vorhanden und die Hauswassermenge beträgt durchschnittlich 0,5 l/sec und ha.

Die vorhandenen Rieselfeldanlagen reichen für die angegebene jetzige Bevölkerungszahl (361 für das Hektar) aus. Die vorhandenen Ländereien aber werden, sobald ihre Herrichtung zum Rieselfeld durchgeführt ist, für die Höchstzahl von Einwohnern, für welche die Kanalisation ausreicht, (783 für das Hektar) ebenfalls ausreichen.

*Brandenburg*: Auf Anwachsen der Bevölkerung ist nicht Rücksicht genommen. Durch Vorschalten grosser Absitzbecken soll das Abwasser derartig stark vorgereinigt werden, dass das Rieselfeld erheblich grössere Mengen davon verarbeiten kann und eine Vergrösserung in absehbarer Zeit vermieden wird.

*Braunschweig*: Auf das Anwachsen der Bevölkerung ist nur bei den Kanalisations-, nicht aber bei den Rieselfeldanlagen Rücksicht genommen; die Rieselfelder werden von Zeit zu Zeit durch Ankauf von Ländereien erweitert.

*Breslau*: Zur Zeit der Aufstellung des Projektes betrug die Einwohnerzahl 250000; das Projekt selbst war für 500000 berechnet und ist jetzt entsprechend dem Bevölkerungszuwachse erweitert worden.

*Charlottenburg*: Die angekauften Felder werden, entsprechend dem Anwachsen der Bevölkerung allmählich zu Rieselszwecken eingerichtet.

*Celle*: Die vorhandenen Rieselfelder sind für die jetzige Einwohnerzahl berechnet, sie können jedoch noch für die doppelte vergrössert werden.

*Darmstadt*: Die Anlagen sind beliebig erweiterungsfähig durch Anlage von Rückhaltebecken.

*Dortmund*: Die Anlage ist bereits voll in Anspruch genommen. Der weitere Zuwachs wird von der Emschergenossenschaft geklärt und dann in die Emscher geleitet werden.

*Freiburg i. Br.*: Für die doppelte der ursprünglich angeschlossenen Einwohnerzahl.

*Gross-Strehlitz*: Für mindestens die 5 fache Einwohnerzahl.

*Liegnitz*: Die Anlagen sind so eingerichtet, dass sie entsprechend dem Anwachsen der Bevölkerung vergrössert werden können.

*Münster i. W.*: Die Rieselfeldanlage ist z. Z. für die  $1\frac{1}{2}$  fache Einwohnerzahl ausreichend; sie kann soweit ergänzt werden, dass sie für die 2 fache ausreicht.

*Salzwedel*: Für ca. 40000 Einwohner. (Jetzige Anzahl der angeschlossenen Personen = 15000.)

*Bromberg*: Kann durch Erweiterung der Rieselfelder für 150000 Einwohner eingerichtet werden. (Jetzt 60000 abgeschlossen.)

*Danzig*: Bei Ausführung der Anlagen 1870 waren diese für etwa 73000 Einwohner berechnet. Trotz des Anwachsens der Bevölkerung auf ca. 170000 genügen die Anlagen auch noch heute, da durch Ausführung von Tagewasserkanälen allmählich zum Trennsystem übergegangen wird, und somit die ursprünglichen Anlagen entlastet werden.

*Friedrichsfelde-K.*: Für rund 150000 Einwohner. (Jetzt 22000 abgeschlossen.)

*Lichtenberg-B.*: Für die 5 fache Einwohnerzahl.

*Lichterfelde-B.*: Die derzeitigen Kanalisationsanlagen werden für 75000, die erworbenen Rieselfeldflächen für 300000 Einwohner ausreichen. (Jetzt 49000 abgeschlossen.)

*Neu-Ruppin*: Für 25000 Einwohner berechnet. (Jetzt 16100 angeschlossen.)

*Niederschöneweide*: Die bisher ausgeführten Anlagen reichen noch für etwa die 5fache Anzahl der jetzigen Bevölkerung aus; Erweiterung kann stattfinden bis für etwa die 8fache Einwohnerzahl.

*Öls*: Für reichlich 16000 Einwohner. (Jetzt 11000 angeschlossen.)

*Ostrowo*: Für die doppelte Anzahl der beim Bau vorhanden gewesenen Bevölkerung.

*Pankow-B.*: Es wird höchstens mit etwa 50 *cbm* Schmutzwasser für 1 Hektar und Tag gerechnet, unter Zugrundelegung von 0,1 *cbm* Schmutzwasser für 1 Einwohner.

*Quedlinburg*: Die Kanalisationsanlage für die  $2\frac{1}{3}$ fache Anzahl der angeschlossenen Einwohner. Die Rieselfelder sind für die jeweilige Einwohnerzahl angelegt und können nach Bedarf erweitert werden.

*Rawitsch*: Für 25000 Einwohner. (Jetzt 10000 angeschlossen.)

*Steglitz-B.*: Mit Ausnahme der Pumpmaschinen für 150000 Einwohner. (Jetzt 71500 angeschlossen.)

*Stendal*: Das vorhandene Feld reicht für etwa 50000 Einwohner aus. (Jetzt etwa 28000 angeschlossen.)

*Weissensee-B.*: Die Pumpmaschinen für die doppelte, die Gebäude der Pumpstation, Druckrohr und die für die Rieselfelder angekauften Ländereien für die 4fache Einwohnerzahl.

*Zerbst*: Das Rohrnetz reicht für die doppelte Einwohnerzahl aus; die übrigen Anlagen können dahin erweitert werden.

*Zoppot*: Die Rieselfeldanlage reicht für etwa 25000 Einwohner aus; sie ist in der Hochsaison voll belastet.

(Siehe die Tabellen 32—35, S. 76—83.)

## Anmerkungen zu Tabellen 32—35.

### Tabelle 32.

1) In Klammern: Berieselte Privatländereien; bei Spalte 13 u. 14 der Tabelle 32 mit berücksichtigt.

2) Die Abwässer wurden zum Teil direkt in die Oder geleitet; wirklich verrieselt wurden 74017 *cbm*, die der Berechnung von Spalte 14 in Tabelle 32 zugrunde gelegt sind.

3) Obere Zahl = westliches, untere Zahl = östliches Rieselfeld Steine-Wüstendorf.

4) Die Ausschlussgebiete sind nicht unter die nutzbaren Flächen gerechnet.

5) Im Mittel von 1907—1910 nach den Verwaltungsberichten; durch einen selbst-anzehenden Pegel festgestellt. Dauer der Tätigkeit insgesamt 110 Stunden.

6) Der Schlamm wird mit Gras und Laub aus öffentlichen Anlagen kompostiert und findet dann als Düngungsmittel im Betriebe der Stadtgärtnerei Verwendung.

7) Vorreinigung durch Klärturn.

8) Durchschnittlicher Trockenwetterabfluss und Abgänge aus einer chemischen Fabrik, sowie Grundwasser. Messungen aus den letzten Jahren liegen nicht vor.

9) Die Notauslässe leiten das Abwasser in einen Kiefernwald zum Aufstau, da kein Vorfluter vorhanden ist, in den ungereinigtes Wasser eingeleitet werden könnte. Sämtliche Abwässer einschl. der mittleren Regenmengen werden auf den Rieselfeldern untergebracht.

10) Vorreinigung in Dortmund-Brunnen.

11) Einbegriffen sind 150 *ha* Wald; ohne diese beträgt die nicht nutzbare Fläche 10 %.

12) Der Schlamm aus den Absetzbecken wird einmal im Jahr bei Frost ausgestochen und verkauft.

13) Geschätzt. Eine Reihe oberirdisch ablaufender artesischer Brunnen führt dem Kanal ausserdem noch dauernd erhebliche Wassermengen zu, etwa 4500 *cbm* täglich.

14) Von den Abwässern wurden 22370 *cbm* verrieselt, denen 178700 Einwohner entsprechen. Bei Spalte 13 u. 14 der Tabelle 32 sind diese letzteren Zahlen berücksichtigt.

<sup>15)</sup> Das Rieselfeld wird ganz berieselt, und zwar zum grössten Teile wild. Wirklich aptiert waren 1911 noch 196,5 ha.

<sup>16)</sup> Der Schlammgehalt, gemessen in Spillnergläsern schwankt zwischen 0 u. 40 ccm in 1 l; im Mittel beträgt er etwa 6 ccm in 1 l.

<sup>17)</sup> Der Kaliumpermanganat-Verbrauch steigt nach Aufnahme der gewerblichen Abwässer (hauptsächlich aus einer Zellstofffabrik) auf das 22fache, nämlich von 750 auf 16500 mg im Liter.

<sup>18)</sup> Im Stadtinnern; ausserhalb der Stadt tritt ein Notauslass bei 2facher Verdünnung in Tätigkeit, etwa 20—25 mal im Jahr.

<sup>19)</sup> Der Schlamm wird mit Loren aus den Becken auf die Trockenplätze geschafft. Diese Bewegung kostet für 1 cbm nassen Schlamm 0,47 M., die durch Verkaufspreis nicht gedeckt werden.

<sup>20)</sup> Nach Schätzung.

<sup>21)</sup> Der Schlamm wird zum Rieselfeld gepumpt.

<sup>22)</sup> Vorreinigung durch Siebtrommeln.

<sup>23)</sup> Die Felder werden zum Teil mit Schlamm berieselt. Sämtlicher abfallender Schlamm wird zur Düngung und Bodenverbesserung des Rieselfeldes benutzt.

<sup>24)</sup> Bei grösseren Regengüssen wird an der Pumpstation ein Ausgleichbecken benutzt, das später mit leer gepumpt wird.

<sup>25)</sup> Vorreinigung durch Emscher-Brunnen.

<sup>26)</sup> Der Schlamm aus den Emscher-Brunnen wird in Fässer à 1 cbm gepumpt und von den Landwirten abgeholt.

<sup>27)</sup> Vorreinigung durch Riensche Scheiben.

<sup>28)</sup> Der Schlamm wird von einem Landwirt unentgeltlich abgefahren; als Entschädigung für den Düngwert werden die Gespanntage für Entleeren der Strassensinkkästen nur zum halben Preise berechnet.

<sup>29)</sup> In Klammern: Flächen, die für die intermittierende Bodenfiltration eingerichtet sind. Die Rieselfelder werden vorwiegend mit Trockenwetterabfluss beschickt, während die durch Regenwasser verdünnten Abwässer teilweise durch intermittierende Bodenfiltration gereinigt werden.

<sup>30)</sup> Vorreinigung durch Riensche Scheiben.

<sup>31)</sup> Berieselt wird jedes Jahr nur 1 ha, während das andere Land verpachtet ist.

<sup>32)</sup> In Klammern: Wildberieselung; in Spalte 13 u. 14 der Tabelle mit berücksichtigt.

<sup>33)</sup> Als Erweiterung in der Aptierung begriffen.

<sup>34)</sup> Im Sommer ausschliesslich Badegäste und Passanten.

### Tabelle 33.

<sup>35)</sup> Ohne Anteil an den allgemeinen Verwaltungskosten, die für Ortskanalisation, Pumpstation und Zuleitung zusammen 610900 M. betragen.

<sup>36)</sup> Aus dem Betriebsjahre 1912.

<sup>37)</sup> Das seit Jahrhunderten im Besitze der Stadt befindliche Gut Ransern, ist schätzungsweise mit 1312800 M. oder 2,65 M. für den Kopf in Ansatz gebracht worden.

<sup>38)</sup> Für Dränage und gusseiserne Verteilungsleitungen. Die Felder sind nicht aptiert.

<sup>39)</sup> Ausserdem zahlt der Pächter 9100 M. jährliche Zinsen und Tilgung für die Anlagekosten der Dränage und Verteilungsleitung.

<sup>40)</sup> Die jährlich gezahlte Pachtentschädigung von 2154 M. entspricht bei einer Verzinsung von 4 % einem Kapital von etwa 54000 M.

<sup>41)</sup> Die Druckrohrverteilungsleitungen (186000 M.) und die Anlagen zur Verhütung von Durchfeuchtungen sind in Spalte 8 untergebracht; die Kosten für den südlichen Abfangegraben, der gleichzeitig zur Ableitung der Dränwässer dient, sind zum grössten Teil berücksichtigt.

<sup>42)</sup> Ohne Anteil an den allgemeinen Verwaltungskosten, Abgaben usw., die für Ortskanalisation, Pumpstation und Zuleitung zusammen 170500 M. betragen.

(Fortsetzung des Textes auf Seite 84.)

Tabelle 32. Statistik deutscher

1 Laufende Nummer	2 Städte mit Rieselfeld	3 Das Rieselfeld besteht seit	4 Durchschnitt aus den Jahren	5 Abwasser- menge (Jahres- durchschnitt)		7 Reinwasserverbrauch f. d. Tag und Kopf l	8 Grösse des Riesel- feldes, aptiert und berieselt ha	9 Verhältnis der nicht aptierten Fläche zur aptierten	10 Vom Gesamt-Riesel- felde waren ohne landwirtschaftliche Nutzung %	11 Entfernung des Rieselfeldes von der Stadtgrenze km	12 Einwohner, deren Abwasser zum Riesel- felde gelangen
				f. d. Tag cbm	f. d. Tag und Kopf l						
1	Berlin . . . . .	1884	1908—11	294 200	133	87,7	8571	1,01	19,7	2,5—9,0	2214 000
2	Brandenburg . . . . .		1911	6 200	118	79	90	0,32	16,0	6,5	52 700
3	Braunschweig . . . . .	1896	1909—11	15 160	109	87	{(55) <sup>1)</sup> (359)	0,36	12,5	5,3	139 500
4	Breslau . . . . .	1881	1909—11	78 750 <sup>2)</sup>	154	87	1024	0,71	6,0	0,5	510 640
5	Bunzlau . . . . .	1905	1910—12	2 090	142	94	29	0,31	27,0	—	14 665
6	Charlottenburg . . . . .	1891	1908—10	36 800	149	124	228	2,90	27,6 <sup>4)</sup>	9,0	246 870
7	Celle . . . . .		1912	5 000	217	85	9	0,33	28,0	0	23 000
8	Kottbus . . . . .		1911	13 380	333	86	86	1,16	10,0	2,0	40 000
9	Darmstadt . . . . .	1885	1912	14 000 <sup>8)</sup>	160 <sup>8)</sup>	110	430	0	0	1,5	87 000
10	Dortmund . . . . .	1899	1909—11	46 728	221	248	{(177) <sup>1)</sup> (649)	0,48	14,4	13,0	211 700
11	Freiburg i. Br. . . . .	1890	1910—12	28 000	354	205	204	1,35	40,0 <sup>11)</sup>	4,0	79 200
12	Gross-Strehlitz . . . . .	1909	1912	550 <sup>13)</sup>	100	40	16	0	8,5	3,5	5 500
13	Königsberg . . . . .	1899	1909—11	28 790 <sup>14)</sup>	124	74	1487 <sup>15)</sup>	0	0	10—30	232 900 <sup>14)</sup>
14	Liegnitz . . . . .	1894	1909—11	6 736	101	91	158	0	13,4	3,4	66 530
15	Magdeburg . . . . .	1896	1909—12	32 515	130	104	480	1,37	12,4	—	248 250
16	Münster i. W. . . . .	1903	1909—12	12 530	161	105	284	0,68	34,6	4,0	77 700
17	Salzwedel . . . . .	1910	1912	2 250 <sup>20)</sup>	150 <sup>20)</sup>	110	20	2,00	25,0	5,0	15 000
18	Schöneberg . . . . .	1907	1912	33 960	147	103	545	0,57	11,5	22,0	231 000
19	Bromberg . . . . .	1909	1911	4 400	73	94	156	0	0	4—8	60 000
20	Danzig . . . . .	1871	1910—12	15 240	94	70	170	0,57	0	3	161 680
21	Friedrichsfelde-K. . . . .	1909	1912	1 100	50	62	30	5,7	0	13	22 000
22	Kreuzburg . . . . .	1910	1912	1 200	100	56	40	0	0	0	12 000
23	Lichtenberg-B. . . . .	1909	1911	5 880	89	60	160	5,2	24,0	20	66 000
24	Lichterfelde-B. . . . .	1903	1912	4 900	100	85	50	10,3	27,5	20	49 000
25	Neu-Ruppin . . . . .	1911	1912	1 150	72	81	28	0	41,1	1,5	16 100
26	Niederschöneweide . . . . .		1910—12	1 553	50	—	45	1,77	16,8	2—8	30 960
27	Öls . . . . .	1911	1911	1 000	91	110	18	0	0	1	11 000
28	Ostrowo . . . . .	1911	1912	800	57	95	33	0	11,4	4	14 000
29	Pankow-B. . . . .		1910—12	4 170	83	70	142	1,43	17,1	13	50 000
30	Quedlinburg . . . . .	1910	1912	3 000	107	55	{(1,75) <sup>29)</sup> (13,25)	0	27,0	2,3	28 000
31	Rawitsch . . . . .	1912	1912	700	70	62	60	0	0	1	10 000
32	Stadtilm . . . . .	1909	1912	380	100	80	2 <sup>31)</sup>	0	0	1,3	3 800
33	Steglitz . . . . .	1896	1910—12	6 478	90	87	{(107) <sup>32)</sup> (68)	6,69	23,4	11,5	71 470
34	Stendal . . . . .	1911	1912	2 500	90	70	17	0	0	2	27 500
35	Weissensee-B. . . . .	1910	1912	4 500	101	51	83	7,2	7,5	12	44 500
36	Zerbst . . . . .	1911	1912	1 918	113	128	12	0,3 <sup>33)</sup>	27,1	2,7	17 000
37	Zoppot . . . . .		1912	5 000 <sup>34)</sup>	200	150	14	0	5,7	1,5	25 000 <sup>34)</sup>

Rieselfelder. Allgemeines.

13 Auf 1 ha Rieselfläche entfallen	14 Einwohner Abwasser f. d. Tag cbm	15 Abwasser-Beschaffenheit			16 Gehalt an gewerblichen Abwässern		17 Gehalt des gewerblichen Abwassers an organischen Stoffen		18 Notauslässe		19 Schlamm		22 Preis für 1 stichfestes cbm M.
		Konzentration	Gehalt an gewerblichen Abwässern	Gehalt des gewerblichen Abwassers an organischen Stoffen	Treten bei welcher Verdünnung in Tätigkeit?	Wie oft durchschnittlich im Jahr?	Järl. anfallende Menge, nass		Preis für 1 stichfestes cbm M.				
							Järl. Sandfang cbm	Vor- reinigung cbm					
258	34,5	dünn	beträchtlich	viel	8,2	35	1430	—	0				
585	69	mittel	unerheblich	wenig	4	10	200	100	0				
337 <sup>1)</sup>	37 <sup>1)</sup>	dünn	30%	viel	3,5	10—15	120	—	Pumpstat. 1,70 Rieselfeld 2,00 bis 2,50				
489	72 <sup>2)</sup>	dünn	35%	viel	3	10—12	{2440 <sup>3)</sup> 1050	1390 <sup>3)</sup>	0				
505	72	—	—	—	—	—	165	—	—				
1083	161	dünn	10%	wenig	4	30 <sup>5)</sup>	—	—	0				
2555	555	dünn	50%	viel	10—15	10—15	—	—	0 <sup>6)</sup>				
465	156	sehr dünn	60%	wenig	5	23	650 <sup>7)</sup>	1500	Sandf. 1,25 Klärf. 0,30 (nass)				
202	33 <sup>8)</sup>	ziemlich dünn	unerheblich	viel	40 <sup>9)</sup>	4—5	0	0	—				
256 <sup>1)</sup>	57 <sup>1)</sup>	dünn	50%	viel	2	30—40	0	7000 <sup>10)</sup>	0				
388	137	dünn	unerheblich	wenig	4	20	—	— <sup>12)</sup>	1,50				
344	34 <sup>13)</sup>	sehr dünn	unerheblich	wenig	5	5—6	—	200	3,20				
120 <sup>14)</sup>	15 <sup>14)</sup>	ziemlich dünn <sup>16)</sup>	18%	sehr viel <sup>17)</sup>	4 <sup>15)</sup>	10 <sup>18)</sup>	2220	4750 <sup>19)</sup>	0,25				
421	43	mittel	unerheblich	wenig	5	2	1200	600	meistbietend versteigert				
518	68	—	—	—	—	—	2564	—	—				
273	45	dünn	unerheblich	—	5	—	260	0	0,75				
750	112 <sup>20)</sup>	dünn	unerheblich	wenig	15	30	—	0 <sup>21)</sup>	—				
424	62	dünn	mässig	wenig	5	84	1980	9500	0,50				
384	28	mittel	7%	wenig	fehlen	—	240	{1500 <sup>22)</sup> 1500	— <sup>23)</sup>				
951	90	dünn	unerheblich	wenig	6—12	—	200	—	0				
730	37	ziemlich dick	unerheblich	wenig	fehlen	—	200	—	—				
300	30	—	—	—	—	—	—	—	—				
412	37	mittel	25%	viel	fehlen	—	65	1000	—				
980	98	ziemlich dick	0	—	— <sup>24)</sup>	10	—	8400	0,80				
575	41	dünn	unerheblich	wenig	fehlen	—	400	200	1,50				
698	35	dünn	unerheblich	wenig	fehlen	—	—	420	0,90				
610	56	dünn	unerheblich	wenig	fehlen	—	—	2400 <sup>25)</sup>	0,25 <sup>26)</sup> (nass)				
420	24	dünn	unerheblich	wenig	fehlen	—	46	— <sup>27)</sup>	— <sup>28)</sup>				
352	29	dünn	20%	viel	fehlen	—	50	5000	0,75				
1867	200	mittel	unerheblich	wenig	4	40	—	2800 <sup>30)</sup>	1,00				
184	12	dünn	unerheblich	wenig	fehlen	—	—	110	1,50				
1900	190	dick	beträchtlich	viel	fehlen	—	30	780	0,50				
408 <sup>32)</sup>	37 <sup>32)</sup>	dünn	10%	wenig	fehlen	—	0	2000	1,00				
1618	147	dick	10%	wenig	fehlen	—	350	—	1,00				
536	54	dünn	40%	wenig	fehlen	—	0	—	—				
1440	162	dünn	25—35%	viel	fehlen	—	20	1150	1,00				
1800 <sup>34)</sup>	357 <sup>34)</sup>	dünn	unerheblich	wenig	fehlen	—	800	200	—				

Tabelle 33. Statistik Deutscher

1	2	3	4							9	10
			Anlagekosten								
			Pumpstation	Zuleitung zum Rieselfeld	Rieselfeld				Gesamtanlage einschl. Ortskanalisation		
Grund-erwerb	Aptierung und Dränierung	Gebäude, Klärbecken, Verschiedenes			Im ganzen						
Laufende Nummer	Städte mit Rieselfeld	Berichtsjahr	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	
1	Berlin . . . . .	1911	15 212	25 759	41 632	23 921	9 981	75 534	178 150		
2	Brandenburg . . . . .	1911	164	253	15	151	152	318	2 818		
3	Braunschweig, westlicher Teil . . . . .	1911	523	371	1 499	931	345	2 776	9 733		
4	Breslau . . . . .	1911	1 586 212	438 299	3 618 <sup>37)</sup> 578	2 865 213 <sup>38)</sup>	491 0	6 973 <sup>37)</sup> 791	20 244 1 301		
5	Steinwüstendorf . . . . .										
6	Bunzlau . . . . .	1912	—	93,7	54 <sup>40)</sup>	76,6	0	130	1 254		
7	Charlottenburg . . . . .	1910	—	2 500	21 89	885 <sup>41)</sup>	784	3 858	21 311		
8	Celle . . . . .	1912	— <sup>44)</sup>	—	41 660	—	0	41,7	993		
9	Cottbus . . . . .	1911	316	54	435	223	24	682	2 833		
10	Darmstadt . . . . .	1912	0 <sup>44)</sup>	—	221 <sup>46)</sup>	— <sup>47)</sup>	—	221 <sup>46)</sup>	3 221		
11	Dortmund . . . . .	1911	0 <sup>44)</sup>	{ (150) <sup>45)</sup> 1 013	2 524	1 170	1 059	4 753	11 559		
12	Freiburg i. Br. . . . .	1912	0 <sup>44)</sup>	80	688	854	313	1 855	5 630		
13	Gross-Strehlitz . . . . .	1912	0 <sup>44)</sup>	55	0	50	5	55	467 <sup>40)</sup>		
14	Königsberg . . . . .	1911	1 872	2 309 <sup>50)</sup>	0	— <sup>47)</sup>	177 <sup>51)</sup>	2 486 <sup>52)</sup>	19 071		
15	Liegnitz . . . . .	1911	391	396	349	311	70,2	730	3 422		
16	Magdeburg . . . . .	1912	932	1 222	1 431	1 078	502	3 011	5 166 <sup>54)</sup>		
17	Münster i. W. . . . .	1912	154	291	627	877	387	1 891	4 610		
18	Salzwedel . . . . .	1912	95	114	35,0	20,0	5,0	60,0	65,0		
19	Schöneberg . . . . .	1912	1 725	3 868	1 400	2 335 <sup>68)</sup>	455	4 191	18 770		
20	Bromberg . . . . .	1911	128	{ (122) <sup>45)</sup> 272	27,0 <sup>60)</sup>	517	167	711	3 072		
21	Danzig . . . . .	1912	332	—	60	—	—	—	4 694		
22	Friedrichsfelde-K. . . . .	1912	—	860	841	82	160 <sup>62)</sup>	1 083	3 753		
23	Kreuzburg . . . . .	1912	—	—	—	—	—	—	641		
24	Lichtenberg-B. . . . .	1911	579	1 933	2 429	365	213	3 007	5 901		
25	Lichterfelde-B. . . . .	1912	488	629	568	136	476	1 180	4 438		
26	Neu-Ruppin . . . . .	1912	108	—	0	62,8	0	62,8	1 100		
27	Niederschöneweide . . . . .	1912	271 <sup>66)</sup>	317	575	103	19,0	697	1 258 <sup>66)</sup>		
28	Öls . . . . .	1911	—	{ (45) <sup>45)</sup> 53 (20) <sup>45)</sup> 71	0	65,2	0,1	65,4	593		
29	Ostrowo . . . . .	1912	130	—	38	—	59	97	980		
30	Pankow-Berlin . . . . .	1912	320	510	970	680	20	1 670	4 180		
31	Quedlinburg . . . . .	1912	0 <sup>44)</sup>	{ (45) <sup>45)</sup> 60	0	27,9	46,7 <sup>67)</sup>	74,6	1 250		
32	Rawitsch . . . . .	1912	0 <sup>44)</sup>	—	—	—	—	— <sup>65)</sup>	453		
33	Stadtilm . . . . .	1912	0 <sup>44)</sup>	—	0	4,9	24,0 <sup>70)</sup>	28,9 <sup>70)</sup>	143		
34	Steglitz . . . . .	1912	296	853	808	155	5	968	4 474		
35	Stendal . . . . .	1912	—	60	0	36	35	71	1 347		
36	Weissensee-B. . . . .	1912	420	679	1 612	364	640	2 616	4 281		
37	Zerbst . . . . .	1911	87,2	75,9	3,1	28,7	3,6	35,4	1 117		
38	Zoppot . . . . .	1912	—	—	—	—	—	—	380		

Rieselfelder. Absolute Zahlen in 1000 M.

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22											
												Wirtschaftsergebnisse des Gesamt-Rieselfeldes			Betriebskosten ohne Zinsen und Tilgung			Tilgung		Betriebskosten einschl. Zinsen und Tilgung		
												Ausgaben ohne Zinsen und Tilgung	Einnahmen	Unterschied	Gesamtes Rieselfeld	Zuleitung zu Rieselfeld und Pumpstation.	Gesamt-Anlage einschl. Ortskanalisation	Kanalisation einschl. Pumpstation und Zuleitung z. R.	Rieselfeld	Gesamtes Rieselfeld	Zuleitung zu Rieselfeld und Pumpstation	Gesamt-Anlage einschl. Ortskanalisation
1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.											
1908—11	5765	5925	+ 160	247	1151 <sup>35)</sup>	246	2590	1877	3508	—	10 471											
1911	46,3	29,7	- 16,6	16,6	26,9 <sup>36)</sup>	164 <sup>36)</sup>	32,8 <sup>36)</sup>	3,2	28,3	46,5 <sup>36)</sup>	275 <sup>36)</sup>											
1909—11	71,9	126	+ 53,9	- 53,9	31	38,1	47,2	19,3	58,6	68,6	41,1											
1909—11	32,7	87,2	+ 54,5	- 48,3	76,2	178	125	62,5	189	180	918											
1911	0	8,5 <sup>39)</sup>	+ 8,5	- 48,3	76,2	178	125	62,5	189	180	918											
1910—12	3,9	6	+ 2,1	- 2,1	—	0,7	11,1	0,7	3,6	—	56,1											
1908—10	36,5	57	+ 20,8	- 0,6	134 <sup>42)</sup>	424	223	51	111	—	1 030											
1912	3,0	5,8	+ 2,9	- 2,9	3,5 <sup>43)</sup>	—	14,8	0,4	1,2	—	66,7											
1911	16	32	+ 16	- 16	15	56	47	17	22	31	197											
1912	8,3 <sup>46)</sup>	25,2 <sup>46)</sup>	+ 16,8	- 16,8 <sup>46)</sup>	0	— <sup>48)</sup>	32	—	8,5 <sup>46)</sup>	0	137											
1909—11	63,2	91	+ 27,9	- 27,9	15,0 <sup>45)</sup>	118	147	96,6	250	70 <sup>45)</sup>	719											
1910—12	205	220	+ 14,8	- 14,8	0,8	—	37,8	36,7	77,9	—	222											
1912	2	4	+ 2	- 2	0	—	8,7	0,9	1,1	0	29,4											
1909—11	—	—	—	- 23 <sup>52)</sup>	66 <sup>53)</sup>	288	235	49,8 <sup>52)</sup>	167 <sup>52)</sup>	171 <sup>52)</sup>	965											
1909—11	11,9	29,8	+ 17,9	- 17,9	43,6	100	72,9	0,9	12,3	78,3	235											
1909—12	273	325	+ 52,2	- 52,6	77,4	100	35,5 <sup>55)</sup>	29,6 <sup>55)</sup>	67,2 <sup>55)</sup>	183 <sup>55)</sup>	325 <sup>55)</sup>											
1909—12	21,1	49,6	+ 28,5	- 22,0	30,3	20,3	17,2	18,5	74,3	57,0	172											
1912	1,6	5,2 <sup>56)</sup>	+ 3,6	- 3,6 <sup>56)</sup>	—	—	9,4	0,6 <sup>57)</sup>	—	—	53,0 <sup>57)</sup>											
1912	—	—	— <sup>59)</sup>	25,5	163 <sup>58)</sup>	296	—	— <sup>59)</sup>	502 <sup>58)</sup>	—	—											
1911	8,8 <sup>60)</sup>	— <sup>60)</sup>	— <sup>60)</sup>	8,8 <sup>60)</sup>	33,5 <sup>45)</sup>	58,3	38,2	14,2	51,2	54,2 <sup>45)</sup>	163											
1910—12	0 <sup>61)</sup>	18,4 <sup>61)</sup>	+ 18,4	- 18,4	40,2	261	—	—	—	—	—											
1912	1,1 <sup>63)</sup>	10,2	+ 9,1	- 9,1	—	—	40,0	10,8	44,8	—	263											
1912	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
1911	—	—	+ 17,0 <sup>63)</sup>	- 17,0 <sup>63)</sup>	—	—	112	—	—	—	518											
1912	182	182	0	8,0	32,0	97,0	26,0	29,0	25,9	82,3	239											
1912	—	—	—	—	7,8	18,8	57,7	8,2	—	17,8	84,7											
1910—12	5,0	13,5	+ 8,5	- 8,5	18,8	—	4,3 <sup>66)</sup>	3,5	19,2	42,3	105 <sup>66)</sup>											
1911	2,3	2,7	+ 0,4	- 0,4	— <sup>46)</sup>	—	10,3	0,6	5,5	—	67,4											
1912	0,8	3,0	+ 2,2	- 2,2	5,4 <sup>45)</sup>	21,5	16,0	1,4	3,7	18,4 <sup>45)</sup>	78,7											
1910—12	165	207	+ 4,2	- 41	20,3	37,5	17,9	23,9	36,8	61,7	175											
1912	1,9	1,8	0,2	0,2	3,2 <sup>45)</sup>	11,5	14,7	0,9	4,1	8,6 <sup>45)</sup>	72											
1912	—	—	— <sup>68)</sup>	— <sup>68)</sup>	—	—	9,0	— <sup>68)</sup>	— <sup>68)</sup>	—	27 <sup>69)</sup>											
1912	0,1	0,2	+ 0,1	0,1 <sup>70)</sup>	0	2,3	1,1	0,3 <sup>70)</sup>	1,2 <sup>70)</sup>	0	7,5											
1910—12	128	186	+ 57,7	- 57,7	22,2	98,9	36,6	9,7	- 10,7	145	89,6											
1912	1,2	1,5	+ 0,3	- 0,3	13,5	—	16,0	0,9	3,5	16,5	75											
1912	438	388	- 50,0 <sup>71)</sup>	50,0 <sup>71)</sup>	30,0	98,0	35,2	32,7	187 <sup>71)</sup>	85	352											
1911	1,2	1,7	+ 0,6	- 0,6	13,1	17,3	— <sup>72)</sup>	— <sup>72)</sup>	0,9	19,2	57											
1912	—	1,3	—	1,5	8,5	18,5	—	—	—	—	60											

Tabelle 34. Statistik deutscher

1	2	3	4		6	7	8	9				
			Pumpstation						Zuleitung zum Rieselfeld			
			Für d. Kopf	Für 1 cbm Förderwasser					Gesamt-länge	Durch-messer	Für d. Kopf	Für 1 laufendes Meter ohne Grund-erwerb
M.	Pf.	km	cm	M.	M.							
1	Berlin . . . . .	1908—11	6,90	14,2	—	{ 75—100 —120	11,20	—				
2	Brandenburg . . . . .	1911	3,10	7,2	7,2	60	4,80	56,00				
3	Braunschweig . . . . .	1909—11	3,70	9,4	7,0	80	2,70	53,00				
4	Breslau . . . . .	1909—11	3,50	6,3	1,7 <sup>3)</sup>	90—100 <sup>3)</sup>	1,05	{ 28,90 <sup>3)</sup> 33,90				
5	Bunzlau . . . . .	1910—12	—	—	8,5	40	—	6,38				
6	Charlottenburg . . . . .	1908—10	—	—	15,0	{ 55—75 110	8,90	—				
7	Celle . . . . .	1912	0 <sup>44)</sup>	0 <sup>44)</sup>	—	—	—	—				
8	Kottbus . . . . .	1911	7,90	6,5	0,7	60	1,40	46,00				
9	Darmstadt . . . . .	1912	0 <sup>44)</sup>	0 <sup>44)</sup>	—	—	—	—				
10	Dortmund . . . . .	1909—11	0 <sup>44)</sup>	0 <sup>44)</sup>	13,7	90—100 <sup>73)</sup>	{ (0,70) <sup>45)</sup> 4,70	73,00				
11	Freiburg i. Br. . . . .	1910—12	0 <sup>44)</sup>	0 <sup>44)</sup>	4,3	75	10,10	18,60				
12	Gross-Strehlitz . . . . .	1912	0 <sup>44)</sup>	0 <sup>44)</sup>	4,2	40—60	10,10	—				
13	Königsberg . . . . .	1908—11	8,00	17,8	31,0 <sup>74)</sup>	— <sup>74)</sup>	9,90 <sup>50)</sup>	{ gemauert 158,70				
14	Liegnitz . . . . .	1909—11	5,80	15,9	4,6	60	6,00	86,00				
15	Magdeburg . . . . .	1909—12	3,80	7,9	10,5	100	4,90	117,50				
16	Münster i. W. . . . .	1909—12	2,00	3,4	3,8	100	3,70	75,00				
17	Salzwedel . . . . .	1912	6,30	11,5	5,6	30	7,60	20,40				
18	Schöneberg . . . . .	1912	7,50	14,0	28,7	100—220	17,60	139,00				
19	Bromberg . . . . .	1911	2,10	8,0	8,2	30—50	{ (2,00) 4,50	26,20				
20	Danzig . . . . .	1910—12	2,10	6,0	5,4	58—30	—	28,00				
21	Friedrichsfelde-K. . . . .	1912	—	—	13,0	50	39,10	—				
22	Kreuzburg . . . . .	1912	—	—	4,0	25	—	—				
23	Lichtenberg-B. . . . .	1911	8,80	26,9	21,0	80	29,30	90,00				
24	Lichterfelde-B. . . . .	1912	10,00	27,3	22,0	40	12,80	28,50				
25	Neu-Ruppin . . . . .	1912	6,70	25,7	3,2	30	—	21,00				
26	Niederschöneweide . . . . .	1910—12	8,80 <sup>65)</sup>	47,8	18,3	{ 23—25— 28—30—45	10,30	17,35				
27	Öls . . . . .	1911	—	—	—	—	{ (4,10) <sup>45)</sup> 4,85	—				
28	Ostrowo . . . . .	1912	9,30	44,5	5,0	30	{ (1,40) <sup>45)</sup> 5,10	17,40				
29	Pankow-B. . . . .	1910—12	6,40	21,0	13,0	50	10,30	38,00				
30	Quedlinburg . . . . .	1912	0 <sup>44)</sup>	0 <sup>44)</sup>	2,3	70×105	{ (1,60) <sup>45)</sup> 2,10	26,00				
31	Rawitsch . . . . .	1912	0 <sup>44)</sup>	0 <sup>44)</sup>	2,0	—	—	—				
32	Stadtilm . . . . .	1912	0 <sup>44)</sup>	0 <sup>44)</sup>	4,0	20—40	—	—				
33	Steglitz . . . . .	1910—12	4,10	12,5	11,5	90	11,90	74,00				
34	Stendal . . . . .	1912	—	—	2,5	40	2,20	24,00				
35	Weissensee-B. . . . .	1912	12,70	34,4	14,0	70	15,20	48,60				
36	Zerbst . . . . .	1912	5,10	12,5	4,8	25	4,50	15,70				
37	Zoppot . . . . .	1912	—	—	1,5	23	—	—				

Rieselfelder. Anlagekosten.

10	11	12	13	14	15	16	17							
								Auf 1 ha Rieselfläche entfallen		Gesamt-Rieselfeld			Rieselfeld + Pumpstation + Zuleitung f. d. Kopf	Gesamtanlage einschl. Ortskanalisation f. d. Kopf
								Verhältnis der nicht aptierten Fläche zur aptierten	Ein- wohner	Abwasser im Tag	Grund-erwerb f. d. Hektar	Aptierung und Drai-nierung f. d. Hektar		
M.	M.	cbm	M.	M.	M.	M.	M.							
1,01	258	34,5	2300	2570	32,30	50,40	76,90							
0,32	585	69	(126)	1385	6,00	13,90	53,48							
0,36	337 <sup>1)</sup>	37 <sup>1)</sup>	3065	2594	19,90	26,30	69,54							
0,71	489	72 <sup>2)</sup>	2077 <sup>37)</sup>	2758 <sup>37)</sup>	14,10 <sup>37)</sup>	18,60 <sup>37)</sup>	39,49							
0,31	505	72	(1400) <sup>40)</sup>	2500	8,90	—	85,15							
2,90	1083	161	2475	2900 <sup>41)</sup>	15,40	—	82,90							
0,33	2555	555	4500	—	1,80	1,80	43,20							
1,16	465	156	2340	2300	17,10	26,40	70,83							
0	202	33 <sup>5)</sup>	— <sup>46)</sup>	— <sup>47)</sup>	2,50 <sup>46)</sup>	— <sup>46)</sup>	37,00							
0,48	256 <sup>1)</sup>	57 <sup>1)</sup>	2610	2980	22,10	27,50	52,94							
1,35	388	137	1435	3715	23,40	33,50	71,10							
0	344	34 <sup>13)</sup>	0	3125	10,00	20,00	84,90 <sup>14)</sup>							
0	120 <sup>14)</sup>	15	0	— <sup>47)</sup>	10,40 <sup>52)</sup>	28,30	78,70							
0	421	43	1953	1735	11,00	22,80	50,11							
1,37	518	68	1257	2245	11,90	20,60	20,63 <sup>54)</sup>							
0,68	273	45	1246	2810	23,90	29,60	58,10							
2,0	750	112 <sup>56)</sup>	585	1000	4,00	17,90	43,33							
0,57	424	62	1625	3500 <sup>75)</sup>	17,50	42,60	85,60							
0	384	28	— <sup>60)</sup>	2790	11,90	20,50	51,20							
0,57	951	90	(200)	—	—	—	28,90							
5,7	730	37	4200	2500	49,20 <sup>59)</sup>	—	170,60							
0	300	30	—	1450	—	—	53,45							
5,2	412	37	2450	1942	45,50	83,60	89,40							
10,3	980	98	1002	2814	24,10	46,90	90,57							
0	575	41	0	2000	3,90	—	68,30							
1,77	698	35	4600	2300	22,60	41,70	41,70 <sup>66)</sup>							
0	610	56	0	3630	5,90	—	54,00							
0	420	24	1086	1800	7,00	24,20	70,00							
1,43	352	29	2810	4700	33,60	50,30	76,70							
0	1867	200	0	1508	2,70	6,40	44,70							
0	184	12	—	—	— <sup>68)</sup>	—	45,30							
0	1900	190	0	2475	7,60 <sup>70)</sup>	—	37,62							
6,69	408 <sup>32)</sup>	37 <sup>32)</sup>	1550	2350	13,70	29,70	65,18							
0	1618	147	0	2100	2,60	—	49,00							
7,2	536	54	2380	4380	58,70	86,60	96,20							
0,3 <sup>33)</sup>	1440	162	(200)	2430	2,10	11,70	65,70							
0	1800 <sup>34)</sup>	357 <sup>34)</sup>	—	—	—	—	15,20							

Tabelle 35. Statistik deutscher

1 Laufende Nummer	2 Städte mit Rieselfeld	3 Das Rieselfeld besteht seit	4 Angaben sind Durchschnitte aus den Jahren	5 Auf 1 ha Rieselfläche entfallen		7 Ohne landwirtschaftl. Nutzung waren	8 Grundrente	9 Gesamt-Rieselfeld				
				6 Einwohner	Abwasser f. d. Tag cbm			Betriebskosten ohne Zinsen und Tilgung		Betriebskosten + Zinsen und Tilgung		
								f. d. Kopf M.	f. d. Kubikmeter Pf.	f. d. Kopf M.	f. d. Kubikmeter Pf.	Tilgung %
1	Berlin	1884	1908—11	258	34,5	19,7	+ 0,22	0,11	0,23	1,58	3,28	2,6
2	Brandenburg	—	1911	585	69	16,0	— 5,2	0,32	0,74	0,54	1,25	1,0
3	Braunschweig	1896	1909—11	337	37	12,5	+ 2,00	— 0,39	— 0,97	0,42	1,05	0,7
4	Breslau	1881	1909—11	489	72	6,0	+ 1,00	— 0,09	— 0,17	0,37	0,65	0,9
5	Bunzlau	1905	1910—12	505	72	27,0	+ 1,62	— 0,14	— 0,28	0,25	0,39	0,9
6	Charlottenburg	1891	1908—10	1083	161	27,6	+ 0,6	0	0	0,45	0,84	1,32
7	Celle	—	1912	2555	555	28,0	+ 6,9	— 0,12	— 0,16	— 0,05	— 0,06	1,0
8	Cottbus	—	1911	465	156	10,0	+ 2,3	— 0,40	— 0,32	0,56	0,46	2,5
9	Darmstadt	1885	1912	202	33	0	—	— 0,19 <sup>(45)</sup>	— 0,33 <sup>(45)</sup>	— 0,09 <sup>(45)</sup>	— 0,14 <sup>(45)</sup>	1,0
10	Dortmund	1899	1909—11	256	57	14,4	+ 0,53	— 0,13	— 0,16	1,18	1,50	2,0
11	Freiburg i. B.	1890	1910—12	388	137	40,0 <sup>(11)</sup>	+ 0,8	— 0,19	— 0,14	0,98	0,76	2,0
12	Gross-Strehlitz	1909	1912	344	34 <sup>(13)</sup>	8,5	+ 3,6	— 0,36	— 1,00	0,20	0,50	1,6
13	Königsberg	1899	1909—11	120 <sup>(14)</sup>	15 <sup>(14)</sup>	0	—	(0,10) <sup>(9)</sup>	(0,22) <sup>(9)</sup>	(0,71) <sup>(9)</sup>	(1,61) <sup>(12)</sup>	(2,0) <sup>(9)</sup>
14	Liegnitz	1894	1909—11	421	43	13,4	+ 1,2	— 0,27	— 0,73	0,18	0,49	1,2
15	Magdeburg	1896	1909—12	518	68	12,4	+ 1,75	— 0,21	— 0,44	0,27 <sup>(25)</sup>	0,56 <sup>(25)</sup>	1,0 <sup>(25)</sup>
16	Münster i. W.	1903	1909—12	273	45	34,6	+ 1,54	— 0,28	— 0,48	0,96	1,62	1,0
17	Salzwedel	1910	1912	750	112 <sup>(26)</sup>	25,0	+ 6,00 <sup>(26)</sup>	— 0,24 <sup>(26)</sup>	— 0,44 <sup>(26)</sup>	— 0,04 <sup>(27)</sup>	— 0,08 <sup>(27)</sup>	1,0 <sup>(26)</sup>
18	Schöneberg	1907	1912	424	62	11,5	— <sup>(28)</sup>	0,11	0,22	—	—	—
19	Bromberg	1909	1911	384	28	0	— <sup>(29)</sup>	0,15 <sup>(29)</sup>	0,55 <sup>(29)</sup>	0,85 <sup>(29)</sup>	3,15 <sup>(29)</sup>	2,0
20	Danzig	1871	1910—12	951	90	0	—	— 0,11	— 0,33	—	—	—
21	Friedrichsfelde-K.	1909	1912	730	37	0	+ 0,84	— 0,41	— 2,25	2,05	11,20	1,0
22	Kreuzburg	1910	1912	300	30	0	—	—	—	—	—	—
23	Lichtenberg-B.	1909	1911	412	37	24,0	+ 0,56 <sup>(34)</sup>	— 0,26 <sup>(34)</sup>	— 0,79 <sup>(34)</sup>	—	—	1,9
24	Lichterfelde-B.	1903	1912	980	98	27,5	0	0,16	0,45	0,53	1,45	0,25
25	Neu-Ruppin	1911	1912	575	41	41,1	—	0,26	1,00	0,77	2,95	1,75
26	Niederschöneweide	—	1910—12	698	35	16,8	+ 1,23	— 0,28	— 1,51	0,63	3,47	0,5
27	Öls	1911	1911	610	56	0	+ 0,6	— 0,04	— 0,12	0,50	1,51	1,0
28	Ostrowo	1911	1912	420	24	11,4	+ 2,27	— 0,16	— 0,75	0,26	1,30	1,5
29	Pankow-B.	—	1910—12	352	29	17,1	+ 2,5	— 0,82	— 2,70	0,85	2,81	1,4
30	Quedlinburg	1910	1912	1867	200	27,0	— 0,3	0,01	0,02	0,15	0,38	1,25
31	Rawitsch	1912	1912	184	12	0	—	— <sup>(35)</sup>	— <sup>(35)</sup>	— <sup>(35)</sup>	— <sup>(35)</sup>	— <sup>(35)</sup>
32	Stadtilm	1909	1912	1900	190	0	+ 1,2	0,03 <sup>(30)</sup>	0,08 <sup>(30)</sup>	0,32 <sup>(30)</sup>	0,72	1,0 <sup>(30)</sup>
33	Steglitz	1896	1910—12	408	37	23,4	+ 6,0	— 0,81	— 2,44	— 0,15	— 0,46	1,0
34	Stendal	1911	1912	1618	147	0	+ 0,35	— 0,01	— 0,03	0,13	0,38	1,25
35	Weissensee-B.	1910	1912	536	54	7,5	(— 1,91) <sup>(31)</sup>	(1,12) <sup>(31)</sup>	(3,05) <sup>(31)</sup>	4,21 <sup>(31)</sup>	11,40 <sup>(31)</sup>	1,25
36	Zerbst	1911	1912	1440	162	27,1	+ 1,63	— 0,03	— 0,08	0,06	0,14	0 <sup>(32)</sup>
37	Zoppott	—	1912	1800 <sup>(34)</sup>	357 <sup>(34)</sup>	5,7	—	0,06	0,08	—	—	—

Rieselfelder. Betriebskosten.

14 Druckhöhe	15 Betriebskosten ohne Zinsen und Tilgung				16 Betriebskosten + Zinsen und Tilgung				17 Gesamtanlage einschl. Ortskanalisation				23 Tilgung für Kanalis. + Pumpst. + Zuleit.	24 Rieselfeld + Pumpstat.		25 Zuleit. z. Rieselfelde	
	19 Betriebskosten ohne Zinsen und Tilgung		20 Betriebskosten + Zinsen und Tilgung		21 Betriebskosten ohne Zinsen und Tilgung		22 Betriebskosten + Zinsen und Tilgung		Betriebskosten ohne Zinsen und Tilgung		Betriebskosten + Zinsen und Tilgung						
	f. d. Kopf	f. d. Kubikmeter	f. d. Kopf	f. d. Kubikmeter	f. d. Kopf	f. d. Kubikmeter	f. d. Kopf	f. d. Kubikmeter	f. d. Kopf	f. d. Kubikmeter	f. d. Kopf	f. d. Kubikmeter		f. d. Kopf	f. d. Kubikmeter		
	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.	M.	Pf.		M.	Pf.		
20—30	0,52 <sup>(25)</sup>	1,07 <sup>(25)</sup>	—	—	1,11	2,29	4,77	9,90	2,6	0,63	1,30	—	—				
12	0,51 <sup>(26)</sup>	1,19 <sup>(26)</sup>	0,88 <sup>(26)</sup>	2,06 <sup>(26)</sup>	3,11 <sup>(26)</sup>	7,25 <sup>(26)</sup>	5,03 <sup>(26)</sup>	12,30 <sup>(26)</sup>	1,3	0,83	1,93	1,42	3,31				
22	0,22	0,56	0,49	1,24	0,27	0,69	2,94	7,40	0,7	— 0,17	— 0,41	0,91	2,29				
30 <sup>(25)</sup>	0,15	0,27	0,35	0,63	0,35	0,62	1,80	3,19	1,1	0,06	0,10	0,72	1,28				
—	—	—	—	—	0,05	0,09	3,82	7,30	1,0	—	—	—	—				
37	0,54 <sup>(27)</sup>	1,00 <sup>(27)</sup>	—	—	1,72	3,16	4,17	7,65	1,32	0,54	1,00	—	—				
—	0,15	0,20	—	—	—	—	2,90	3,66	1,5	0,03	0,04	—	—				
—	0,38	0,31	0,77	0,63	1,40	1,15	4,93	4,04	2,0	— 0,02	— 0,01	1,33	1,09				
—	0	0	0	0	— 0,19 <sup>(28)</sup>	— 0,33 <sup>(28)</sup>	1,58	2,70	1,0	— 0,19	— 0,33	— 0,09	— 0,14				
—	0,08 <sup>(29)</sup>	0,09 <sup>(29)</sup>	0,33 <sup>(29)</sup>	0,41 <sup>(29)</sup>	0,56	0,69	2,94	3,73	2,2	— 0,05	— 0,07	1,51	1,91				
—	0,01	0,01	—	—	—	—	2,80	2,18	1,7	— 0,18	— 0,13	—	—				
—	0	0	0	0	—	—	5,35	14,70	2,1	— 0,36	— 1,00	0,20	0,50				
9—17,5	0,28 <sup>(33)</sup>	0,63 <sup>(33)</sup>	0,73 <sup>(33)</sup>	1,63 <sup>(33)</sup>	1,24	2,74	4,14	9,30	1,5	0,38	0,85	1,44	3,24				
38	0,66	1,77	1,18	3,18	1,51	4,08	3,54	9,56	2,8	0,39	1,04	1,36	3,67				
41	0,31	0,65	0,74 <sup>(35)</sup>	1,54 <sup>(35)</sup>	0,40	0,84	1,31 <sup>(35)</sup>	2,75 <sup>(35)</sup>	1,65 <sup>(35)</sup>	0,10	0,21	1,01 <sup>(35)</sup>	2,10 <sup>(35)</sup>				
6	0,39	0,66	0,73	1,25	0,26	0,44	2,21	3,76	0,7	0,11	0,18	1,69	2,87				
—	—	—	—	—	—	—	3,53 <sup>(37)</sup>	6,45 <sup>(37)</sup>	1,6	—	—	—	—				
22	0,76 <sup>(36)</sup>	1,48 <sup>(36)</sup>	2,17 <sup>(36)</sup>	4,00 <sup>(36)</sup>	1,38	2,70	—	—	—	0,87	1,70	—	—				
35	0,56 <sup>(35)</sup>	2,08 <sup>(35)</sup>	0,90 <sup>(35)</sup>	3,36 <sup>(35)</sup>	0,97	3,62	2,71	10,15	1,62	0,71	2,63	1,75	6,51				
5—12	0,25	0,72	—	—	1,61	4,80	—	—	—	0,14	0,39	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	11,95	65,50	1,5	—	—	—	—				
20	—	—	—	—	—	—	7,84	24,10	1,9	—	—	—	—				
11	0,65	1,79	1,68	4,59	1,98	5,42	4,88	13,40	0,8	0,81	2,24	2,21	6,04				
20	0,48	1,85	1,11	4,25	1,17	4,50	5,26	20,15	1,75	0,72	2,85	1,88	7,20				
10,4	0,61	3,31	1,36	7,46	—	—	3,45	18,92	0,75 <sup>(38)</sup>	0,33	1,80	1,99	10,93				
—	— <sup>(40)</sup>	— <sup>(40)</sup>	— <sup>(40)</sup>	— <sup>(40)</sup>	—	—	6,13	18,50	2,0	—	—	—	—				
9	0,39 <sup>(45)</sup>	1,85 <sup>(45)</sup>	1,31 <sup>(45)</sup>	6,30 <sup>(45)</sup>	1,54	7,36	5,61	27,00	1,8	0,23	1,10	1,57	7,60				
18	0,40	1,33	1,23	4,06	0,75	2,47	3,53	10,13	0,83	— 0,42	— 1,37	2,08	6,87				
—	0,11 <sup>(45)</sup>	0,29 <sup>(45)</sup>	0,31 <sup>(45)</sup>	0,79 <sup>(45)</sup>	0,41	1,05	2,57	6,55	1,25	0,12	0,31	0,46	1,17				
—	—	—	—	—	—	—	2,70 <sup>(46)</sup>	10,50 <sup>(46)</sup>	2,0	—	—	—	—				
—	0	0	0	0	0,61	1,64	2,00	5,40	1,0	0,03	0,08	0,32	0,72				
22	0,31	0,94	2,03	6,14	1,38	4,19	1,26	3,82	1,0	— 0,50	— 1,50	2,18	6,60				
20	0,49	1,48	0,60	1,81	—	—	2,73	8,20	1,25	0,48	1,45	0,73	2,19				
46	0,67	1,83	1,91	5,18	2,20	5,98	7,91	21,40	2,1	(1,79) <sup>(31)</sup>	(4,88) <sup>(31)</sup>	(5,12) <sup>(31)</sup>	(16,58) <sup>(31)</sup>				
14	0,77	1,87	1,12	2,73	1,00	2,46	3,37	8,19	0 <sup>(32)</sup>	0,74	1,79	1,18	2,87				
2	0,34	0,47	—	—	0,74	1,01	2,40	3,30	—	0,40	0,55	—	—				

43) Für die Vorreinigung; die Abwässer gelangen mit natürlichem Gefälle auf die innerhalb des Stadtgebietes liegenden Rieselfelder.

44) Die Abwässer gelangen mit natürlichem Gefälle zum Rieselfeld.

45) In (—) = Anlagekosten der Vorreinigung. Die Betriebskosten derselben sind unter „Zuleitung zum Rieselfeld und zur Pumpstation“ mit enthalten.

Art und Kosten der Vorreinigung.

Stadt	Art der Anlage	Anlagekosten		Betriebskosten ohne Zinsen und Tilgung	
		im ganzen	f. d. Kopf	im ganzen	f. d. Kopf
		M.	M.	M.	Pf.
Dortmund . . . . .	Dortmund-Brunnen	150 000	0,70	14 000	6,6
Bromberg . . . . .	Siebtrommel	122 000	2,00	6 000	10,0
Friedrichsfelde-K. . . . .	Absitzbecken	50 000	2,30	unerheblich	—
Öls . . . . .	Emscher-Brunnen	45 000	4,10	„	—
Ostrowo . . . . .	RIENSche Scheibe	20 000	1,40	—	—
Quedlinburg . . . . .	KREMER-Apparate	45 000	1,60	3 100	11,1
Stadtilm . . . . .	Absitzbecken nach STUEERNAGEL	24 000	6,30	170	4,5
Zerbst . . . . .	Emscher-Brunnen	75 900	4,50	500	3,0

46) Die Stadt Darmstadt hat nur das 125 ha grosse Gut Gehaborn gekauft. Das übrige Rieselland (65%<sub>0</sub> des gesamten) ist Privatbesitz mit Ausnahme von 44 ha Wiesen. Ausgaben: Unterhaltung von 44 ha eigener Ländereien und Gehaborn, Rieselwärtergehalt. Einnahmen: Aus 44 ha Wiesen und Pacht für Gehaborn.

47) Aptierungen nur in geringem Umfange; von den Genossenschaften gezahlt, die Besitzerinnen des Rieselfeldes sind.

48) Die Betriebskosten der Strassenkanäle sind ganz unerheblich.

49) Ausserdem zahlte die Stadt Gross-Strehlitz rund 130 000 M. oder 23,60 M. f. d. Kopf für Hausanschlüsse.

50) Kosten für den ganzen Vorflutkanal von 31 km Länge.

51) Für die 12 städtischen Absitzbecken von je 1600 qm Grundfläche.

52) Für Absitzbecken und Vorflutkanal.

53) Nur Pumpstation.

54) Ohne Strassenkanäle.

55) Insoweit die Anlagekosten für die Kanalisation und Rieselfelder aus Anleihenmitteln bestritten sind, werden sie mit den übrigen Anleiheschulden der Stadt verzinst und getilgt; genauere Angaben waren nicht erhältlich. Tilgung für Rieselfeld und Druckrohr mit 1%<sub>0</sub>, für Pumpstation mit 2,5%<sub>0</sub>, Verzinsung durchweg mit 3½%<sub>0</sub> angenommen. Bei den Betriebskosten für die Gesamtanlage konnten Zinsen und Tilgung für die Strassenkanäle nicht in Anschlag gebracht werden.

56) Nach Schätzung.

57) Unter Annahme einer Verzinsung des Anlagekapitals von 4%<sub>0</sub>.

58) Einschliesslich Vorreinigung.

59) Infolge fortgesetzter Aptierungen liegen noch keine nennenswerte Wirtschaftsergebnisse vor; die Betriebskosten sind noch nicht mit Sicherheit festgestellt.

60) Das Rieselfeld ist Privateigentum; die Stadt Bromberg kaufte nur einen Landstreifen für 27 000 M. zur Anlage des Vorflutkanals. Sie liefert das Abwasser kostenfrei und stellt die Rieselwärter (8800 M. jährlich).

61) Die Rieselfelder sind an einen Pächter verpachtet, der die Betriebskosten selbst zu tragen hat.



<sup>62)</sup> Einschliesslich 50000 M. für die Vorkläranlage.

<sup>63)</sup> Das Gesamtrieselfeld ist an einen Pächter verpachtet.

<sup>64)</sup> Aus 1912. Das Jahr 1911 brachte eine völlige Missernte.

<sup>65)</sup> Grundstück von den Gemeinden kostenlos zur Verfügung gestellt.

<sup>66)</sup> Ohne Ortskanalisation, die nicht vom Kanalisationsverband ausgeführt ist.

<sup>67)</sup> Einschliesslich 1,75 *ha*, die für intermittierende Bodenfiltration eingerichtet sind.

<sup>68)</sup> Das ganze Rieselfeld ist Privateigentum.

<sup>69)</sup> Geschätzt nach Voranschlag.

<sup>70)</sup> Einschliesslich mechanischer Kläranlage (Absatzbecken nach STEURNAGEL, deren Anlagekosten 24000 M., oder 6,32 M. für den Kopf betragen.)

<sup>71)</sup> Das Rieselfeld wurde in sehr schlechtem Kulturzustande übernommen.

<sup>72)</sup> Getilgt wird die Gesamtanlage erst von 1918 ab mit 1 %.

#### Tabelle 34.

Die in Tabelle 34 angegebenen Nummern für Anmerkungen beziehen sich auf die betreffenden Anmerkungen in Tabellen 32 u. 33.

Hinzu kommen noch:

<sup>73)</sup> Die ersten 8,4 *km*: Eiprofil 90 × 135.

<sup>74)</sup> Ganzer Vorflutkanal 7,8 *km* gemauert, 1,52 × 1,60; 0,56 *km* eiserner Drücker von 1,30 *m* Durchmesser; 23,5 *km* offener Graben, 1,80 *m* tief, oben 6,70 *m* breit.

<sup>75)</sup> Einschliesslich Vorreinigung.

#### Tabelle 35.

Die in Tabelle 35 angegebenen Nummern für Anmerkungen beziehen sich sämtlich auf die betreffenden Nummern in den vorhergehenden Tabellen 32, 33 u. 34.

## II. Das Eduardsfelder Spritzverfahren.

Dasselbe wurde Ende 1897 auf dem gleichnamigen Gute bei Posen durch NOEBEL zuerst in Deutschland angewendet (20).

a) Zunächst möge eine kurze *Beschreibung der ausgeführten Anlagen* gegeben werden. Die Wasserfäkalien der Stadt Posen, ohne sonstige häuslichen Brauchwässer, wurden von einem Sammelbehälter ausserhalb der Stadt mittels Druckluftleitung zu dem 3 *km* entfernten Gut geleitet. Auf den Feldern waren in 300 *m* Abstand Abzweigungen mit Schieber, an die eine tragbare 5 *cm* weite Verteilungsleitung anschraubbar war. Vermittelst 20 *m* langer Schläuche wurden die Wasserfäkalien von Arbeitern verspritzt. Seit 1909 hatte die Einführung des Wasser-klosetts einen solchen Umfang angenommen, dass die vollständige Unterbringung dieser Abgänge in Eduardsfelde nicht mehr möglich war. Das Verfahren im grossen einzuführen, konnte die Stadt sich nicht entschliessen. Die gesamten städtischen Abwässer werden jetzt nach mechanischer Reinigung in Tiefbrunnen in die Warthe geleitet.

Das Spritzverfahren kommt augenblicklich noch zur Anwendung bei Magdeburg (11) auf den Herrenkrugwiesen und bei Breslau (41) seit 1907 in Steine-Wüstendorf. Hier hat das Zuleitungsnetz von 18—25 *cm* Rohrweite in 200 *m* Abstand Wasserstöcke, an die transportable, 10 *cm* weite, schmiedeeiserne Rohre zur wilden Berieselung oder Schläuche zum Besprengen der Felder geschraubt werden können. Im allgemeinen wird nur wild gerieselt; wo dies nach erfolgter Aussaat nicht mehr zugänglich ist, wird auch gespritzt und zwar meist mit Schläuchen, zum kleineren Teil

mit Sprengdüsen, die zu je 3 fahrbar angeordnet sind. Ein Hochbehälter von 60 *cbm* Fassungsraum und 20 *m* Höhe sorgt für den nötigen, gleichmässigen Betriebsdruck, der nach WULSCH (13) am Ende der Leitung noch 2—3 *Atm.* betragen soll.

b) Die *Bodenbeschaffenheit* spielt im allgemeinen bei der Anwendung des Spritzverfahrens keine Rolle. Nur unter besonderen Umständen kann dies der Fall sein, wenn nämlich bei einer intensiv betriebenen Wirtschaft mit vorzugsweise schweren Boden das Spritzverfahren eingeführt werden soll, wie das z. B. auf dem Kloostergut Weende bei Göttingen geplant war. Hier wies BESELER (24) mit Recht darauf hin, dass ein Bespritzen des Getreides vom April ab kaum mehr angängig sei und damit der Vorteil fortfalle, diesen Pflanzen in den oft regenarmen Monaten April, Mai und Juni noch Wasser zuführen zu können. Ausserdem verschlechterten sich Ton- und Lehm Böden in ihrer physikalischen Beschaffenheit sehr, wenn ihnen nicht für den durch die Ernten entnommenen Humus durch Stallmist oder andere Humus liefernde Stoffe Ersatz geboten würde. Das mache sich besonders im Zurückgehen der Rübenernten bemerkbar, wie z. B. in der Magdeburger Börde und in der Nähe von Köln, wo man eine Zeitlang glaubte, mit Hilfe von Wasserfäkaliendüngung vielschwach oder ganz viehlos wirtschaften zu können. Daher glaubt BESELER, das auf schwerem Boden unter diesen Umständen keine Erhöhung der Wirtschaftsrente zu erwarten sei, sondern eher ein Verlust, im Gegensatz zu den leichteren Böden, bei denen eine Stickstoffzufuhr bis in den Sommer hinein dem Getreide viel weniger schade, und eine Verschlechterung der physikalischen Beschaffenheit durch Verarmung an Humus kaum zu befürchten sei.

c) Über den *Düngwert der Wasserfäkalien* auf leichteren Böden hat GERLACH (23) ausführliche Untersuchungen angestellt. Die Zusammensetzung der Posener Fäkalien war im Mittel von 1900—1903 folgende (Gramm im Kubikmeter):

Tabelle 37.

Bestandteile	Ohne Wasserspülung		Mit Wasserspülung	
	Schwankungen	Durchschnitt	Schwankungen	Durchschnitt
Gesamtstickstoff . . . . .	4000—8000	5000	200—1200	500
Wasserlöslicher Stickstoff . . . . .	2000—6000	3000	150— 900	350
Phosphorsäure . . . . .	1000—2000	1250	90— 260	180
Kali . . . . .	1500—2500	2250	190— 270	220

Der Stickstoffverlust betrug an warmen Sommertagen innerhalb 1 Woche 3—17 *%*. Bei den von 1901—1906 unternommenen Düngungsversuchen erhielten alle Parzellen die nötigen Phosphorsäure-, Kali-, und Kalkmengen ausser der Wasserfäkaliendüngung. 1 *kg* Stickstoff wurde dabei in den letzteren mit 1,10 *M.*, unter gleichen Verhältnissen in Form von Kunstdünger mit 2,83 *M.* verwertet. Das Wirkungsverhältnis vom

Wasserfäkalienstickstoff zum Kunstdüngerstickstoff ist also 100:40, während bei Versuchen in Vegetationsgefäßen 100:95 gefunden wurde. Das hat seinen Grund darin, dass bedeutende Stickstoffverluste durch Verdunsten von Ammoniak und Entweichen von elementarem Stickstoff bei der Nitratbildung stattfinden; ausserdem ist die Absorptionsfähigkeit bei den leichteren Böden eine geringe. Setzt man nach anderweitig ausgeführten Untersuchungen die Wirkung der Fäkalien-Phosphorsäure gleich der der zitronensäurelöslichen des Thomasmehles, die Wirkung des Fäkalien-Kalis gleich der des Kalis in Kalisalzen, so ist, bei den Durchschnittspreisen für 1907, 1 *cbm* frischer Wasserfäkalienwert:

$\frac{1}{2}$ kg Stickstoff	= 28 Pf.	(1 kg = $\frac{140 \times 40}{100}$ = 56 Pf.)
0,18 „ Phosphorsäure	= 5 „	(1 „ = 29 Pf.)
0,22 „ Kali	= 3 „	(1 „ = 18 „)
Sa.: = 36 Pf.		

Die Ergebnisse sind also recht zufriedenstellend. Ausserdem ist man nicht an eine kurze Spanne Zeit gebunden, sondern kann die Wasserfäkalien mit Nutzen kürzere oder längere Zeit vor der Einsaat anwenden, sowie namentlich bei Winterfrüchten und Gras, als Kopfdüngung.

d) Was die *Belastung der Felder* angeht, so verspritzte GERLACH (23) bei seinen Versuchen für 1 *ha* und Jahr:

Für Roggen . . . . .	bis zu 360 <i>cbm</i>
„ Gerste . . . . .	„ „ 360 „
„ Hafer . . . . .	„ „ 180 „
„ Kartoffeln . . . . .	„ „ 240 „
„ Futterrüben . . . . .	„ „ 720 „

Er ist der Ansicht, dass Hafer und Kartoffeln sicherlich noch höhere Gaben vertragen. Die Menge der aufgebrauchten Wasserfäkalien schwankt also zwischen 180 und 720 *cbm* für 1 *ha* und Jahr oder zwischen 18 und 72 *mm* Stauhöhe.

Diese höchsten Belastungsgrenzen wurden im praktischen Betriebe auf Eduardsfelde längst nicht erreicht; nach einer Mitteilung der Gutsverwaltung verspritzte man in den letzten Jahren durchschnittlich 80 *cbm* für 1 *ha*. Dabei wurden auf leichtem Boden 8000—9000 *kg* Rüben und 6000 *kg* Kartoffeln vom Hektar geerntet.

WULSCH (21) nimmt bei städtischem Abwasser von mittlerer Konzentration (100 *l* für den Tag und Kopf) eine Belastung von 12 Einwohner für 1 *ha* als normal an, das wären etwa 450 *cbm* jährlich, oder 1,2 *cbm* täglich für 1 *ha*.

In Steine-Wüstendorf bei Breslau beträgt die Belastung für 1 *ha* 45 Einwohner oder 4,3 *cbm* täglich = ca. 1500 *cbm* im Jahr.

e) Die gesamten *Anlagekosten* beliefen sich in Eduardsfelde auf etwa 60000 M.; in Magdeburg auf 33000 M.; in Steine-Wüstendorf auf 213000 M. im ganzen oder 7 M. für den Kopf auf Verteilungsleitung, Wasserturm usw., 29900 M. im ganzen oder 5 M.<sup>1)</sup> für den Kopf auf Druckrohr, 211000 M. im ganzen oder 3,50 M.<sup>1)</sup> für den Kopf auf Pumpstation.

WULSCH (21) nimmt an, dass unter normalen Verhältnissen bei einer Belastung von 12 Personen für 1 *ha* die Anlagekosten betragen:

8 M. für den Kopf auf das ländliche Rohrnetz,  
4 „ „ „ „ „ Pumpstation und Maschinen.

Die Betriebskosten einschl. Zinsen und Tilgung seien dann etwa 1,60 für den Kopf oder 20 M. für 1 *ha*.

f) Die *Hauptvorteile des Spritzverfahrens* vor der Berieselung sind folgende:

1. Es ist auch auf schwerem Boden anwendbar,
2. die Abwässerungstoffe können voll ausgenutzt werden,
3. es ist keine Dränage und wenig Aptierung nötig,
4. es ist möglich, Kopfdüngung zu geben.

Das Spritzverfahren kann unter Umständen für die Gegenden in Deutschland eine besondere Rolle spielen, die unter Trockenheit leiden. Nach GERLACH (23) gibt es grössere Trockeninseln in folgenden Provinzen: Posen (namentlich Kreis Bromberg), der südliche Teil von Westpreussen, Schlesien (Breslau, Ratibor, Liegnitz, Guhrau), Sachsen (Magdeburg, Halle, Erfurt, Gardelegen).

GERLACH hält eine Ackerbewässerung auf leichtem Boden noch für gewinnbringend, wenn die jährliche Niederschlagsmenge unter 600 *mm* bleibt. Das trifft für etwa 15 % der Ackerfläche Deutschlands = 4000000 *ha* zu. Da nur für einen Teil dieser Flächen das Wasser so billig herbeigeschafft werden kann, dass eine Bewässerung lohnend ist, da ferner wegen der leichten Durchlässigkeit des Bodens eine genügende Verteilung des Wassers vielfach nur durch Verspritzen möglich ist, so dürfte das Eduardsfelder Spritzverfahren in vielen Fällen ein geeigneter Ausweg sein.

### III. Fischteiche.

Die Reinigung städtischer Abwässer durch Fischteiche befindet sich noch im Anfange ihrer Entwicklung; beachtenswerte Versuche darüber liegen namentlich von OESTEN (81), CRONHEIM (55) und HOFER (19, 76, 78) vor.

a) Von den *Vorgängen bei der Reinigung* kann man sich folgendes Bild machen: Während in rasch fliessenden Gewässern die strömende Welle arm an Kleinlebewesen und dort infolgedessen die Selbstreinigung im

<sup>1)</sup> Wenn die volle Leistung von 2000000 *cbm* Abwasser im Jahr vorhanden ist, die augenblicklich nur zur Hälfte erreicht ist.

wesentlichen von der Flora und Fauna des Bodens abhängig ist, kommt in Teichen noch die gewaltige Menge des frei schwebenden Planktons hinzu, so dass hier der ganze Bereich des Wassers zum Abbau der Schmutzstoffe herangezogen wird und die selbstreinigende Kraft also eine weit grössere ist. Ein längst bekanntes Beispiel dafür sind die Dorfteiche, die manchmal ganz erhebliche Mengen organischer Schmutzstoffe zu bewältigen haben.

Wie bei der Selbstreinigung der Flüsse handelt es sich also im wesentlichen um biologische Vorgänge, um die Überführung von toter Materie in lebende durch Bakterien, Pilze, Algen und andere niedere Organismen; von diesen und dem organischen Detritus ernähren sich zahllose Krustaceen, namentlich Daphnien, ferner Würmer, Insektenlarven usw., die schliesslich den Fischen zur Nahrung dienen. Vor allem sorgen die grünen Algen für eine ausserordentlich starke Sauerstoffzufuhr, wodurch wiederum ein kräftiges Wachstum der Fauna begünstigt wird. Pflanzen und Tiere finden ausserdem infolge der reichlich zur Verfügung stehenden Dungstoffe, wie Stickstoff, Phosphorsäure und Kali in Teichen, welche Abwässer mit vielen organischen Stoffen aufnehmen, gute Lebensbedingungen. Wird die Zufuhr an diesen Stoffen nicht übermässig gross, so ist eine Schädigung durch etwa noch stattfindende Fäulnisprozesse wegen des in grossen Mengen verfügbaren Sauerstoffes nicht zu befürchten. Abgesehen von der finanziellen Seite und der leichten Kontrolle einer genügenden Reinigung des Abwassers ist die Besetzung der Klärteiche mit Fischen auch deshalb wichtig, weil sie die Anhäufung von organischen und anorganischen Stoffen verhindern, da sie diese infolge ihres grossen Nahrungsbedürfnisses ständig dem Teichwasser in ganz erheblichen Mengen entziehen. Im Winter bleibt die Temperatur der Fischteiche für ein reges tierisches und pflanzliches Leben in unsern Breitengraden hoch genug, zumal da das Abwasser selbst bei strengster Kälte gewöhnlich eine den Gefrierpunkt noch erheblich übersteigende Temperatur besitzt.

b) Hinsichtlich der *Vorbehandlung der Abwässer* ist zur möglichsten Vermeidung von Fäulnisprozessen darauf zu achten, dass sie bis zur Einleitung frisch bleiben, oder ausgefault und wieder belüftet sind. Ferner ist eine gute Vorreinigung von Sand und Fett erforderlich, nicht nur um ein Versanden und Verschlammen der Teiche zu verhindern, sondern auch, weil die Fische sonst durch den Sand sich eine Entzündung der Kiemen zuziehen und eingehen würden.

c) Was die *Belastung der Teiche* mit Abwasser angeht, so stellte CRONHEIM (55) 1904 bei einem Versuche fest, dass wenig sauerstoffbedürftige Fische, wie Karpfen und Schleien, die Einleitung von 10 % Schmutzwasser ohne weiteres vertrugen. Fäulniserscheinungen und Schlammansammlungen waren nicht nachzuweisen; schon einige Meter von der Zuflussstelle konnte man meist eine Einwirkung auf den Sauerstoffgehalt nicht wahrnehmen. Vorsichtsmassregeln traf er nur insofern, als das Ab-

wasser erst von 10 Uhr morgens ab eingeleitet wurde, wenn also die Sauerstoffentwicklung der Pflanzen bereits mehrere Stunden lebhaft im Gange war, und der in der Nacht verminderte Sauerstoffgehalt des Wassers wieder seine normale Höhe erreicht hatte.

1906 leitete CRONHEIM auf dem Berliner Rieselgut Malchow alle 4 Tage an städtischem Abwasser 1 % vom Wasservolumen des Teiches ein, und zwar von Mai bis August regelmässig ohne Rücksicht auf das Wetter und die ziemlich zahlreichen heissen Tage. Eingesetzt waren Karpfen, Schleien, Regenbogenforellen und Zander, von denen besonders die beiden letzten gegen Sauerstoffmangel schon sehr empfindlich sind. Es wurden in keiner Weise abnorme Erscheinungen beobachtet, der Geschmack der Fische war einwandfrei. Nach CRONHEIM haben diese Versuche noch nicht die oberste Grenze des Abwasserzusatzes gezeigt.

HOFER, der zuerst die Reinigung städtischer Abwässer durch Fischteiche in die Praxis übertrug, empfiehlt eine Belastung von etwa 2000 Personen für 1 *ha* Teichfläche; dann muss aber meist zur Verhütung von Sauerstoffmangel mit dem Zufluss der Abwässer ein ständiger, wenn auch geringer Zufluss von Reinwasser verbunden sein. Die nötige Verdünnung richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen, namentlich nach der Konzentration des Abwassers; in der Regel wird eine 2—4fache Verdünnung genügen. Nach HOFER leisten die Fischteiche ungefähr dasselbe, wie die intermittierende Bodenfiltration.

d) Der *Ertrag an Fischen* soll etwa das 3fache gewöhnlicher Teiche erreichen, nämlich ungefähr 5 *dz* für 1 *ha*, die einen Mindestwert von 400 M. haben. Falls die Fische einen modrigen Geschmack haben sollten, lässt sich dieser leicht, durch Einsetzen der Fische in reines Wasser für einige Tage, beseitigen.

e) *Ausgeführte Anlagen* bestehen, abgesehen von einigen kleineren, wie z. B. Kreisirrenanstalt Kutzenberg in Oberfranken (1,5 *ha* für 300 Personen), Schlachthof in Offenburg (0,5 *ha*), in zwei Städtchen Südbayerns mit je 3000 Einwohnern. In Wemding wird in Absitzbecken vorgereinigt; die Teichfläche beträgt 2 *ha*, die Belastung also 1500 Personen für 1 *ha*. Ohne Grunderwerb kostete die ganze Anlage 15000 M. oder für den Kopf 5 M.

In Ichenhausen wird durch Sandfang und Faulraum vorgereinigt; der Teich von 0,6 *ha* hat Reinwasserzufluss. Ohne Grunderwerb betragen die Anlagekosten unter den vorliegenden günstigen Verhältnissen nur 4500 M.

Versuchsanlagen sind ferner in München und Strassburg eingerichtet. Hier wird seit 1911 ein Teil der städtischen Abwässer, die keine gewerblichen Abgänge enthalten, etwa 1200 *cbm* täglich, nach Vorreinigung in einem Neustadter Klärbecken (20 *mm/sec.* Geschw.) mit der doppelten Menge Reinwasser aus dem Rhein-Marne-Kanal gemischt und in Fischteiche geleitet, die 0,6—0,8 *ha* gross und 0,6—0,8 *m* tief sind. Diese werden mit etwa 700 Karpfen besetzt, deren Gewichtszunahme von April bis Dezember 350—1000 *g* für 1 Stück beträgt.

#### IV. Intermittierende Bodenfiltration.

a) Die intermittierende Bodenfiltration unterscheidet sich von dem Rieselfeldbetrieb grundsätzlich dadurch, dass die Abwässerungstoffe nicht durch Pflanzen ausgenutzt werden. Infolgedessen kann man die *Belastung* gewaltig steigern, im Durchschnitt etwa auf das 11fache. Das setzt natürlich eine viel grössere *Durchlässigkeit des Bodens* voraus, als bei Rieselfeldern erwünscht ist. Brauchbar sind nur Sand und Kies, die keine Lehmschichten enthalten.

Eine *Dränage* kann nur bei günstigen Bodenverhältnissen entbehrt werden. Die *Vorreinigung* des Abwassers lohnt sich meistens nicht, wenn es ziemlich dünn ist; falls sie bei einigermassen konzentriertem Abwasser oder Sandboden von feinerem Korn erforderlich wird, empfehlen sich Absitz- und Faulbecken, in der Regel ohne Chemikalienzusatz. Die Faulkammerabflüsse werden zweckmässig vor dem Verrieseln künstlich durchlüftet.

b) Die *biologischen Vorgänge bei der Reinigung* des Abwassers sind im wesentlichen genau dieselben, wie in den Oxydationskörpern der künstlichen biologischen Verfahren; sie mögen deshalb gleich an dieser Stelle eingehender behandelt werden. Wenn man durch die Filterkörper einige Male, etwa 3—5 mal, mit dazwischenliegenden mehrtägigen Ruhepausen fäulnisfähiges Abwasser filtriert, so entsteht auf den Körnern in Form eines schmierigen Belages das DUNBARsche Benetzungshäutchen (3), in dem sich eine grosse Menge von Mikroorganismen aufhalten, und das in starkem Masse Gase, namentlich auch Sauerstoff, adsorbieren kann. In diesem Zustande nennt man das Filter eingearbeitet oder „reif“. Das Benetzungshäutchen vermag infolge der beträchtlichen inneren und äusseren Oberfläche die fäulnisfähigen organischen Stoffe aus dem Abwasser beim Durchfiltrieren sofort (in wenigen Minuten) durch Adsorption abzuscheiden; die nachfolgende Vernichtung derselben erfordert längere Zeit, mindestens mehrere Stunden. Sie geschieht durch die Tätigkeit von Mikroben und durch die energische Oxydation vermittels des adsorbierten Sauerstoffes, der wahrscheinlich ozonisiert ist. Daher sind zwischen den einzelnen Beschickungen biologischer Körper oder Filter Ruhepausen erforderlich, in denen die Vernichtung der organischen Stoffe vor sich gehen und die Wiederaufnahme des nötigen Sauerstoffes aus der Luft erfolgen kann; bei den Bodenfiltern werden sie meist auf 1—3 Tage bemessen. Die durch dieselben bewirkte Reinigung des Abwassers ist eine vorzügliche, wenn sie auch meist die der Rieselfelder nicht ganz erreichen kann, besonders was die Stärke der Nitratbildung angeht. [Vergleiche die ausführlichen Analysenangaben von HENNEKING (31)].

Von Zeit zu Zeit muss von den Feldern die sich bildende Schlamm- schicht entfernt werden. Wenn dies längere Zeit nicht geschehen kann, z. B. bei Frostperioden, nimmt die Leistungsfähigkeit der Filter ab.

Damit im Winter die Aufleitung des Abwassers keine Schwierigkeiten bereitet, werden die Beete mit Furchen versehen, auf denen die Eisdecke

ruht; in den freibleibenden Hohlräumen kann dann das Wasser weiter fließen; der Reinigungsgrad wird dadurch kaum beeinträchtigt.

c) Die *Lebensdauer der Bodenfilter* ist, wenigstens in ihrer oberen Schicht, keine unbegrenzte; nach längerem Betrieb (z. B. in Massachusetts nach 15 Jahren) tritt in den oberen Filterschichten eine Verstopfung durch Anhäufung von organischen Stoffen ein, die gegen bakterielle Zersetzung und Oxydation beständig sind, und nach CLARK und ADAMS (32) hauptsächlich aus fettartiger Masse bestehen. (Vom aufgebrauchten Stickstoff werden etwa 5 % im Filter angesammelt, während 27 % verloren gehen durch Entweichen in elementarer Form). Die Verschlammung lässt sich anscheinend nur durch Beseitigung der oberen Schicht (etwa 25 cm) wieder gut machen; im übrigen ist die Reinigungskraft der Filter anscheinend eine unbegrenzte.

e) Was die *Kosten des Verfahrens* anbetrifft, so sind sie nach HENNING (31) für Aptierung und Dränierung im wesentlichen dieselben, wie bei den Rieselfeldern, wobei zu berücksichtigen ist, dass im allgemeinen  $\frac{1}{11}$  der Rieselfläche genügt. Bei einem rein finanziellen Vergleich wird man die jährlichen Aufwendungen für Zinsen und Tilgung des grösseren Bedarfs an Bodenfläche beim Rieselfeld den Mehrkosten des Betriebes bei der intermittierenden Bodenfiltration gegenüber stellen unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Wertsteigerung des Bodens.

f) Die *Verbreitung des Verfahrens*, das hauptsächlich in Amerika (Massachusetts) zur Anwendung gekommen ist, ist in Deutschland bisher gering, obschon der reine Sandboden in der norddeutschen Tiefebene geeignet dafür wäre. Die Einführung der intermittierenden Bodenfiltration würde besondere Beachtung verdienen zur Entlastung von Rieselfeldern, deren verfügbare Bodenfläche im Verhältnis zur Menge des zu reinigenden Abwassers zu klein geworden ist. So werden z. B. in Quedlinburg (s. Tab. 32, S. 76 u. 77) die Rieselfelder hauptsächlich mit Trockenwetterabfluss beschickt, die durch Regen verdünnten Abwässer dagegen zum grossen Teil durch intermittierende Bodenfiltration gereinigt. Die gereinigten Abwässer fließen ohne Dränage und Abflussgräben direkt mit dem ziemlich stark strömenden Grundwasser ab. Auf den Filtern, in denen der grobe Kies zutage tritt, erfolgt die Wasserverteilung durch 20 cm tiefe Furchen in 1 m Entfernung. Die Belastung bis zu 2000 cbm für 1 ha und Tag ist bei den vorliegenden Verhältnissen noch zulässig, da sie nur bei stärkeren Regenfällen, also bei stark verdünnten Abwässern, und sehr selten eintritt.

Als selbständige Anlage ist das Verfahren in Deutschland ausgeführt worden (11) in:

Fürstenwalde (Spree) . . . . .	mit 21000	Einwohnern
Hohenschönhausen . . . . .	„ 3200	„
Luckenwalde . . . . .	„ 25000	„
Rybnik . . . . .	„ 11000	„
Entwässerungsverband Stellingen-Langenfelde usw.	„ 16500	„
Waldkirch . . . . .	„ 5200	„



### C. Wirtschaftliche Bedeutung der Reinigungsverfahren, die eine Verwertung der Abwässerungstoffe gestatten.

Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus ist von einer guten Abwasserreinigungsanlage zu verlangen, dass sie nicht nur den hygienischen Anforderungen entspricht, sondern auch eine möglichst

a) weitgehende *Ausnutzung der wertvollen Pflanzennährstoffe* ermöglicht; dass die *Rieselfelder* in Deutschland diesen Ansprüchen, soweit das in der Praxis möglich ist, genügen, ist in vorstehenden Ausführungen gezeigt worden.

Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass die Ausnutzung der Dungstoffe durch das *Eduardsfelder Spritzverfahren* eine bedeutend vollkommenere ist. Erfahrungen über grössere Anlagen dieser Art liegen leider noch nicht vor, da es bisher nur in wenigen Fällen und in kleinen Betrieben zur Anwendung gekommen ist. Es scheint nämlich sehr schwierig zu sein, eine Einigung zwischen den Städten und den das Abwasser abnehmenden Landwirten zu erzielen. Bei der hohen Bedeutung, die das Spritzverfahren unter Umständen erlangen kann, wäre es sehr wünschenswert, wenn diesem Übelstande durch Bildung entsprechender Genossenschaften abgeholfen werden könnte. Auch über *Fischteiche*, die eventuell berufen sind, eine wichtige Rolle in der Abwasserreinigungsfrage zu spielen, sind noch keine eingehenderen Erfahrungen in grösseren Anlagen gesammelt.

Die Ausnutzung der Abwässerungstoffe durch Rieselfelder ist gerade in der Umgebung grösserer Städte sehr wichtig, weil hier der Ackerboden besonders teuer ist und deshalb zu besonders intensiver Bewirtschaftung drängt, wenn diese lohnend sein soll.

b) Von den *sonstigen wirtschaftlichen Verhältnissen* auf den Rieselfeldern in Berlin, die sich *cum grano salis* auch auf die anderen Anlagen übertragen lassen, entwirft HAGEN (26) ein anschauliches Bild. Hier seien nur die Hauptpunkte kurz erwähnt:

1. Die Rieselfelder bieten Gelegenheit zur Gründung vieler Existenzen in ihrem landwirtschaftlichen Betrieb; vor allem wird die Lage der ländlichen Arbeiter durch die bessere Fürsorge seitens grösserer Gemeinden gehoben (gute Wohnungen, höhere Löhne). Besondere Berücksichtigung verdient auch die Beschäftigung von Korrigenden aus Arbeitshäusern, für die gerade landwirtschaftliche Arbeiten zu ihrer Besserung viel geeigneter sind, als die vorwiegende Beschäftigung innerhalb des Arbeitshauses.
2. Der Rieselfeldboden, der vor Beginn des Betriebes häufig Ödland oder doch sehr minderwertig gewesen ist, wird durch die Anreicherung von Humus und Pflanzenährstoffen erheblich verbessert und erfährt eine starke Wertsteigerung.
3. Auch die *Umgebung des Rieselfeldes* hat von den Anlagen viele Vorteile durch den bequemen und billigen Bezug von Dungstoffen (Schlamm, Schlick, Rieselwasser), Futter und Stroh; Erhöhung des Bodenwertes durch bessere Ernten auf altem Kulturland und verstärkte Urbar-

machung von Unland; Vergrößerung der Viehhaltung, namentlich des Milchviehbestandes, dadurch bessere Milchversorgung der Grossstädte; vermehrte Gelegenheit zur Sesshaftmachung kleinerer Leute auf dem Lande

α) durch die Möglichkeit, einen geringen eigenen Besitz, selbst bei ziemlich minderwertigem Boden, landwirtschaftlich genügend auszunutzen,

β) durch Vergebung von Kleinpachten (s. S. 64).

Alle diese Umstände bewirken ein starkes Aufblühen der ländlichen Gemeinden in der Rieselfeldumgebung, sowohl was Einwohnerzahl, als auch was Wohlstand angeht.

Berücksichtigt man nun diese ausserordentlichen Vorzüge der Rieselfelder auf wirtschaftlichem Gebiet, ferner, dass nach keinem anderen bekannten Verfahren eine bessere und weitgehendere Reinigung der städtischen Abwässer möglich ist, schliesslich, dass die Gesamtbetriebskosten im allgemeinen dieselben sind, wie bei anderen entsprechenden Reinigungsverfahren, unter günstigen Verhältnissen sogar noch geringer, so ist es klar, dass die Rieselfelder unter den bis jetzt näher erforschten Abwässerreinigungsanlagen unbedingt die erste Stelle einnehmen. Deshalb sollte man auf ihre Einführung, wenn eine weitgehende Reinigung städtischer Abwässer nötig wird, überall dort bestehen, wo sie nach den früher gemachten Ausführungen möglich ist, und das dürfte in viel höherem Masse der Fall sein, als bisher im allgemeinen in der Praxis angenommen wird. Nur dort, wo die Anlage von Rieselfeldern, namentlich wegen ungünstiger Bodenverhältnisse, nicht gut durchführbar ist, kämen dann die anderen biologischen Verfahren ohne Ausnutzung der Abwässerungstoffe in Frage, die nur hinsichtlich des Reinigungsgrades der Abflüsse den Rieselfeldern ungefähr gleichgestellt werden können.



#### D. Quellenangabe.

(Die fortlaufenden Nummern stimmen überein mit den im Text hinter den Autoren eingeklammerten Nummern.)

#### I. Grössere Werke.

- 1) J. König, Die Verunreinigung der Gewässer, deren schädliche Folgen usw. Berlin, Julius Springer 1899.
- 2) Rubner, Gruber u. Ficker, Lehrbuch der Hygiene, II. Teil: Spitta, Schmidtmann, Thumm, Reichle, Kolkwitz, Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung. Leipzig, Hirzel, 1911.
- 3) Dunbar, Leitfaden der Abwässerreinigung. München und Berlin, Oldenburg, 1911.
- 4) Frühling, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Bd. III, Leipzig, Engelmann, 1910.
- 5) Schiele, Abwässerbeseitigung von Gewerben und gewerbereichen Städten unter hauptsächlichlicher Berücksichtigung Englands. Berlin, Aug. Hirschwald, 1909.
- 6) Calmette, L'épuration biologique et chimique des eaux d'égout (Biologische und chemische Abwässerreinigung). Paris, Marsson, 1910.

- 7) Königliche englische Kommission für Abwässerreinigung, 5. und 6. Bericht. London, Wyman and Sons, 1908.
- 8) Pfeiffer u. Proskauer, Encyclopädie der Hygiene, Bd. II.
- 9) Rubner, Lehrbuch der Hygiene (vgl. Anm. 2).
- 10) Gärtner, Leitfaden der Hygiene. Berlin, Karger, 1909.
- 11) Salomon, Die städtische Abwasserbeseitigung in Deutschland. Jena, Fischer, 1906, 1907, 1911.
- 12) Weyl, Handbuch der Hygiene. Jena 1902.
- 13) Tillmans, Wasserreinigung und Abwasserbeseitigung. Bd. XXIX der Monographien über chemisch-technische Fabrikationsmethoden. Halle a. S., Knapp 1912.
- 14) Baumeister, Städt. Strassenwesen. Handbuch der Baukunde, Abteilung III, Heft 3, Berlin 1890.

## II. Ausführlichere Abhandlungen.

- 15) König, Neue Erfahrungen über die Behandlung und Beseitigung der gewerblichen Abwässer. Sonderabdruck aus der deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. Berlin 1910.
- 16) Lauterborn, Die biologische Selbstreinigung unserer Gewässer. Sonderabdr. aus den Verhandlg. des Naturhistor. Vereins d. preuss. Rheinlande und Westfalens 1911.
- 17) Kolkwitz und Marsson, Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Bericht der deutsch. botan. Gesellschaft 1908, a.  
Desgl. Ökologie der tierischen Saprobien. Intern. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. 1909, II.
- 18) Pettenkofer, Verunreinigungen der Isar durch das Schwemmsystem von München. München, 1890.
- 19) Hofer, Fischteiche im Dienste der Reinhaltung unserer Gewässer. Gesundheit 1909.
- 20) Thiesing, Die Fäkalien-Verwertungsanlage in Eduardsfelde bei Posen. Berlin, 1900.
- 21) Wulsch, Die landw. Verwertung der städt. Kanalwässer nach dem Vorbilde von Eduardsfelde bei Posen. Posen, Decker & Co. 1908.
- 22) Gerlach, Untersuchungen über die Zusammensetzung und düngende Wirkung der Wasserfäkalien aus der Stadt Posen. Mitteil. d. deutsch. Landwirtsch. Gesellschaft 1907.
- 23) Gerlach, Inwieweit ist die Berieselung des Ackerbodens im deutschen Reich durchführbar und rentabel? Landwirtsch. Zentralbl. f. d. Provinz Posen. 1913, Nr. 5.
- 24) Beseler, Düngung des Klostergutes Weende mit den Wasserfäkalien der Stadt Göttingen. Mitteil. d. Königl. Landesanstalt f. Wasserhygiene, Bd. 4.
- 25) Dunbar und Thumm, Beitrag zum derzeitigen Stand der Abwasserreinigungsfrage. München, Oldenburg, 1902.
- 26) Hagen, Die Berliner Rieselfelder, ihre Einrichtung und volkswirtschaftliche Bedeutung. Berlin, Wunder.
- 27) Klopsch, Chemische Untersuchungen über die hygienische und landwirtschaftliche Bedeutung der Breslauer Rieselfelder. Landwirtsch. Jahrbücher, Bd. 14, 1885.
- 28) Knopf, Welche Änderungen verursacht die Berieselung mit Spüljauche in der Zusammensetzung des Bodens, mit besonderer Berücksichtigung des Kalkgehaltes. Berlin, Eberling, 1911.
- 29) Imhoff, Die biologische Abwasserreinigung in Deutschland. Mitteil. der Königl. Landesanstalt f. Wasserhygiene. 1906.
- 30) Imhoff, Taschenbuch für Kanalisations-Ingenieure. München, Oldenburg, 1912.
- 31) Henneking, Abwasserreinigung mittels intermittierender Bodenfiltration in Nordamerika. Mitteil. d. Königl. Landesanstalt für Wasserhygiene. 1909.
- 32) Clark and Adams, Study of carbon in sewage and sewage purification. Journal of Industrial and Engineering Chem. 1911.
- 33) Schreiber, Über den Fettreichtum der Abwässer und das Verhalten des Fettes im Boden der Rieselfelder Berlins. Archiv für Hygiene, Bd. 45, 1902.

- 34) Ehrenberg, Zusammensetzung des Heues von Spüljauche-Rieselwiesen und die Frage der Fütterung von phosphorsaurem Kalk. Landwirtsch. Versuchsstat. Bd. 68, 1908 und Bd. 71, 1909.
- 35) Volhard, Verdaulichkeit von Rieselheu. Landwirtsch. Versuchsst. Bd. 68, 1908.  
Friedländer, Verdaulichkeit von Rieselheu. Landwirtsch. Versuchsst. Bd. 69, 1908.
- 36) Beckurts und Blasius, Bericht über den Betrieb der Braunschweiger Rieselfelder in den Jahren 1895—1900. Sonderabdruck aus der Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten. 1906.
- 37) Heppe, Ziele und Erfolge der Dortmunder Rieselanlage. Dortmund, 1907.

### III. Zeitschriften und Jahresberichte.

- 38) Berlin, Verwaltungsberichte des Magistrats.
- 39) Charlottenburg, Verwaltungsberichte der Kanalisationsanlagen.
- 40) Breslau, Verwaltungsberichte der Kanalisationsanlagen.
- 41) Breslau, Sonderabdruck aus der Festschrift über Gesundheits- und Wohlfahrtspflege; 37. Versamml. d. Deutsch. Vereins für öffentl. Gesundheitspflege.
- 42) Braunschweig, Die Stadt Braunschweig in der Zeit von 1906—1911. Verwalt.-Ber. des Stadtmagistrats. 1912.
- 43) Magdeburg, Erträge der städt. Gutswirtschaft Körbelitz, 1906—1910.
- 44) Münster, Festschrift zur 84. Versamml. deutscher Naturforscher und Ärzte. 1912.
- 44 a) Moskau, 11. Jahresbericht des städt. Sanitäts-Laboratoriums. 1905.
- 45) Mitteil. d. Königl. Landesanstalt f. Abwasserhygiene, Jahrg. 1904.  
Desgl. 46) 1905; 47) 1906; 48) 1907; 49) 1908; 50) 1909; 51) 1910.  
Desgl. 52) 1911; 53) 1912; 54) 1913.
- 55) Gesundheits-Ingenieur, Jahrg. 1906.  
Desgl. 56) 1898; 57) 1909; 58) 1910; 59) 1911; 60) 1912; 61) 1913; 62) 1914.
- 63) Wasser und Abwasser, Jahrg. 1909.  
Desgl. 64) 1910; 65) 1911; 66) 1912; 67) 1913.
- 68) Sanitary Record, Jahrg. 1909.  
Desgl. 69) 1910; 70) 1911; 71) 1912.
- 72) Archiv für Hygiene, Jahrg. 1900.  
Desgl. 73) 1902; 74) 1910; 75) 1911.
- 76) Städtereinigung, Jahrg. 1910; Desgl. 77) 1911.
- 78) Gesundheit, Jahrg. 1909; Desgl. 79) 1910; 80) 1911.
- 81) Fischereizeitung (Neudamm), Jahrg. 1904.
- 82) Deutsche Landwirtschaftliche Presse, Jahrg. 1907.
- 83) Landwirtschaftliche Jahrbücher, Jahrg. 1885.  
Desgl. 84) 1893; 85) 1910, 1. und 2. Ergänzungsband.
- 86) Zeitschrift für angew. Chemie, Jahrg. 1894.







WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

16442

Druk. U. J. Zam. 356, 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000301535