

SAMMLUNG GÖSCHEN BAND 692

KULTURTECHNISCHE BODENVERBESSERUNGEN

von

DR. h. c. OTTO FAUSER
Regierungsbaudirektor a. D. in Marbach am Neckar

II
BEWÄSSERUNG, ÖDLANDKULTUR,
FLURBEREINIGUNG

Fünfte, verbesserte und vermehrte Auflage

Mit 71 Abbildungen



WALTER DE GRUYTER & CO.

vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung · J. Guttentag,
Verlagsbuchhandlung · Georg Reimer · Karl J. Trübner · Veit & Comp.
BERLIN 1961

Die Gesamtdarstellung umfaßt folgende Bände:

- Band I:** Allgemeines, Entwässerung
(Sammlung Göschen Band 691)
- Band II:** Bewässerung, Ödlandkultur, Flurbereinigung
(Sammlung Göschen Band 692)



Copyright 1961 by Walter de Gruyter & Co., Berlin W 35. — Alle Rechte, einschließlich der Rechte der Herstellung von Photokopien und Mikrofilmen, von der Verlagshandlung vorbehalten. — Archiv-Nr. 11 06 92. — Printed in Germany.

Druck: I/10/13 VEB (K) Stadtdruckerei Trebbin A 717

Inhalt

Schrifttum	Seite 5
----------------------	------------

Erstes Hauptstück. Die Bewässerung

Stück 1. Die Aufgaben der Bewässerung	10
Stück 2. Das Bewässerungswasser	11
Stück 3. Die Wasserbeschaffung	14
Stück 4. Die Einrichtungen zur Zuleitung, Verteilung und Ableitung des Wassers	18
1. Offene Gräben	18
2. Geschlossene Leitungen	21
3. Druckrohrleitungen	22
4. Bauwerke, Stau- und Verteilungsvorrichtungen.	23
Stück 5. Die Bewässerungsverfahren	29
1. Der Grabeneinstau	29
2. Die Furchenbewässerung	30
3. Die Überstauung	32
4. Die Stauerieselung	34
5. Die Berieselung	35
a) Der natürliche Hangbau.	36
b) Der künstliche Hangbau	39
c) Der künstliche Rückenbau.	40
d) Der schrittweise Rückenbau	42
e) Die Staugrabenrieselung.	43
6. Die Beregnung	44
a) Die Druckrohrleitungen	45
b) Die Beregnungsgeräte.	48
c) Die Anordnung und der Betrieb der Regner	53
7. Die Rohrberieselung	59
8. Die unterirdische Bewässerung	60
a) Der DränEinstau	60
b) Die Stauverschlußdränung	60
c) Die Dränbewässerung	61
d) Die Untergrundbewässerung nach Janert	61
e) Der Petersensche Wiesenbau	62
Stück 6. Die Bewässerungsbedürftigkeit und der Wasserbedarf	63
1. Die Bewässerungsbedürftigkeit	63
2. Der Wasserbedarf	67
Stück 7. Die Ausübung der Bewässerung	72
1. Die Wiesenbewässerung mit Klarwasser	73
a) Die Herbstbewässerung	73
b) Die Frühjahrsbewässerung	73
c) Die Sommerbewässerung.	74
2. Die Ackerbewässerung mit Klarwasser	74
3. Die Grünlandbewässerung mit Abwasser.	76
4. Die Ackerbewässerung mit Abwasser	77
5. Die Obstbewässerung	79
6. Die Frostschutzberegnung	80
Stück 8. Die Pflege der Bewässerungsanlagen	84
Stück 9. Die Erfolge der Bewässerung	87
1. Die Erfolge der Wiesenbewässerung mit Klarwasser	87
2. Die Erfolge der Ackerbewässerung mit Klarwasser	88
3. Die Erfolge der Grünlandbewässerung mit Abwasser	90

	Seite
4. Die Erfolge der Ackerbewässerung mit Abwasser	90
5. Die Erfolge der Obstbewässerung	92
Stück 10. Die Kosten der Bewässerung	93

Zweites Hauptstück. Die Ödlandkultur

A. Die Moorkultur

Stück 11. Die Entstehung und Einteilung der Moore	96
Stück 12. Die Kulturmaßnahmen	97
1. Die Entwässerung	97
2. Die Bodenbearbeitung	102
3. Die Düngung	107
Stück 13. Die Kulturverfahren	110
1. Die Kultur der Niedermoore	110
a) Die Schwarzkultur	110
b) Die Deckkultur	110
2. Die Kultur der Hochmoore	112
a) Die Fehnkultur	112
b) Die Brandkultur	115
c) Die deutsche Hochmoorkultur	116
d) Die Mischkultur	117
e) Die deutsche Sandmischkultur	118
Stück 14. Die Pflege der Moorkulturen	120
Stück 15. Die Erfolge der Moorkultur	123
Stück 16. Die Kosten der Moorkultur	124

B. Die Heidekultur

Stück 17. Das Wesen der Heide	125
Stück 18. Die Urbarmachung der Heiden	129
1. Die Bodenbearbeitung	130
2. Die Düngung	133
3. Der Anbau des Heidebodens	135
Stück 19. Die Kosten der Heidekultur	136

Drittes Hauptstück. Die Flurbereinigung

Stück 20. Die Mängel der alten Feldeinteilung	136
Stück 21. Begriff und Aufgaben der Flurbereinigung	139
Stück 22. Die Flurbereinigungsbehörden	142
Stück 23. Die Ausführung der Flurbereinigungen	142
1. Der Flurbereinigungsbeschluß	143
2. Die Teilnehnergemeinschaft	143
3. Die Bewertung der Teilnehmerrechte	144
4. Die Feststellung der Schätzungsergebnisse	146
5. Der Wege- und Gewässerplan	147
6. Die Ermittlung der Abfindungsansprüche	149
7. Die Grundsätze für die Abfindung	150
8. Der Flurbereinigungsplan	151
9. Die Ausführung des Flurbereinigungsplans	152
10. Die Schlußfeststellung	153
11. Vereinfachtes Flurbereinigungsverfahren	153
12. Sonderbestimmungen	154
Stück 24. Die Kosten der Flurbereinigung	154
Namen- und Sachverzeichnis	155

Schrifttum

Bemerkung: Im Text ist durch fett gedruckte Zahlen auf die Nummern dieses Verzeichnisses verwiesen. Jahres- und Seitenzahlen sind, durch Punkte getrennt, in gewöhnlichem Druck beigesetzt.

1. Angerer, Nutzung und Wirtschaftlichkeit beim Abwasserreinigungsverfahren durch Landbehandlung. Hannover 1955.
2. Arbeitskreis für Feldberegnung, Mitteilungen des —. Stuttgart-Hohenheim.
3. Baden, Sachgemäße Bewirtschaftung des Hochmoors. Arbeiten des Reichsnährstands Bd. 57. Berlin 1939.
4. Baden, Die Wandlung der in den Emslandmooren obwaltenden gewachsenen Bodenprofile zu den verschiedenen Kulturprofilen. **79**. 1954. 269.
5. Baden, „Deutsche Sandmischkulturen“ (Tiefflugkulturen) nur unter entsprechenden Voraussetzungen. **79**. 1958. 349.
6. Baden und Eggelsmann, Über die Regelung des Wasserhaushaltes bei Moormeliorationen und die dafür notwendigen Vor- und Folgearbeiten. **79**. 1958. 29.
7. Barth, Wahl, Projektierung und Betrieb von Kraftanlagen. Berlin 1914.
8. Bersch, Handbuch der Moorkultur. Wien 1912.
9. Blanck, Handbuch der Bodenlehre. Berlin 1929—1932.
10. Blattny, Grundlagen der künstlichen Bewässerung der Obstbaumanlagen und Obstbaumschulen. **25**. 1931. 18.
11. Brouwer, Abwässerfragen. **20**. 1939. 3.
12. Brouwer, Abwassereinwirkung auf unsere Kulturpflanzen. Forschungsdienst, Organ der deutschen Landwirtschaftswissenschaft. Sonderheft 14. 202. Neudamm und Berlin 1940.
13. Brouwer, Der Wert der Abwasser und der Beregnung in der Landwirtschaft. Mitteilungen des wasserwirtschaftlichen Verbandes für Thüringen e. V. in Weimar. August 1940.
14. Brouwer, Die Feldberegnung, ihre zweckmäßige Anwendung in der Landwirtschaft. Ludwigsburg 1959.
15. Brühne, Die Frage der Vorklärung bei der landwirtschaftlichen Verwertung von Abwässern. **49**. 1942. 59.
16. Brüne, Grundsätze für die Regelung des Wasserhaushalts in landwirtschaftlich genutzten Moorböden und ihre technische Durchführung. Die neuzeitliche Moorkultur in Einzeldarstellungen. Heft 2. Berlin 1929.
17. Brüne, Die Kultur der Hochmoore. Die neuzeitliche Moorkultur in Einzeldarstellungen Heft 5. Berlin 1931.
18. Brüne, Heidekultur. Heide in Holstein 1939.

19. Brüne, Praxis der Moor- und Heidekultur. Berlin 1948.
20. Deutsche Landeskultur-Zeitung. Berlin.
21. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Mitteilungen der —. Frankfurt a. M.
22. Deutsche Normen DIN 4047, Fachausdrücke und Begriffs-erklärungen im landwirtschaftlichen Wasserbau.
23. — — DIN 19650, Bewässerung und Verwendung von Ab-wasserrückständen, hygienische Richtlinien.
24. Deutsche Wasserwirtschaft. Zeitschrift. Stuttgart.
25. Deutscher Meliorationsverband für Böhmen, Wasser-wirtschaftliche Mitteilungen des —. Prag.
26. Fauser, Verhandlungen der 6. Kommission der Internatio-nalen Bodenkundlichen Gesellschaft in Groningen 1932. Teil A und B.
27. Fauser, Verhandlungen der 6. Kommission der Internatio-nalen Bodenkundlichen Gesellschaft in Zürich 1937. Teil A und B.
28. Fauser, Vergleichende Untersuchungen über die Beregnungs-bedürftigkeit des Bodens. 27. B. 200.
29. Fischer, Das Wasser. Leipzig 1914.
30. Fleischer, Die Anlage und Bewirtschaftung von Moorwiesen und Moorweiden. Berlin 1921.
31. Freckmann, Meliorationsmaßnahmen. 9. Bd. 9. Berlin 1931.
32. Freckmann, Die Kultur der Niederungsmoore. Die neuzeit-liche Moorkultur in Einzeldarstellungen Heft 3. Berlin 1930.
33. Friedrich, Kulturtechnischer Wasserbau. Berlin 1923.
34. Frölich, Die Beregnung als Hilfsmittel des Weidebetriebs. Deutsche landwirtschaftliche Tierzucht 1922, Nr. 6.
35. Generalinspektor für Wasser und Energie, Richtlinien für die landwirtschaftliche Verwertung städtischer Abwasser. 20. 1942. 134.
36. Gerhardt, Landwirtschaftlicher Wasserbau. Handbuch der Ingenieurwissenschaften III. Teil, Bd. 7. Leipzig 1924.
37. Gesundheits-Ingenieur. Zeitschrift. München und Berlin.
38. Gräbner, Handbuch der Heidekultur. Leipzig 1904.
39. Heinemann, Der Wiesenbau im Siegerlande. Berlin 1913.
40. Heß, Fortschritte im Meliorationswesen. Leipzig 1902.
41. Hölischer, Die Kultur der Lehm- und Sandheiden. Neudamm 1934.
42. Janert, Untergrundbewässerung. Die Landeskultur, Wien 1938. Nr. 3/4.
43. Klönk, Nagy und Riede, Künstliche Beregnung von Reb-kulturen. Stuttgart 1948.

44. Kohlschütter und Heilmann. Die Verwertung der Abwässer in der Landwirtschaft und in Siedlungen. Berlin-München 1937.
45. Kreuz, Weiträumigelandwirtschaftliche Abwasserwertung durch Kombination von Beregnung und Berieselung. **20**. 1934. 1.
46. Kreuz, Handbuch der landwirtschaftlichen Abwasserwertung. Hannover 1948.
47. Krüger, Bericht über die Besichtigung von Obstbewässerungsanlagen. Sonderdruck aus der Deutschen Obstbauzeitung 1911. Heft 8.
48. Krüger, Kulturtechnischer Wasserbau. Berlin 1921.
49. Kulturtechniker, Der —. Monatsschrift. Berlin.
50. Kuratorium für Kulturbauwesen, Schriftenreihe des —. Hamburg.
51. Landwirtschaftlicher Wasserbau. Ständige Beilage zu **24**.
52. Lanninger, Beregnungstechnik zur Sicherung der Volksernährung unter besonderer Berücksichtigung der Abwasserwertung. Frankfurt a. M. 1937.
53. Ludin, Untersuchungen über die Fließwiderstände in Asbestzementrohren. **66**. 32.
54. Meyer, Über einige Zusammenhänge zwischen Klima und Boden in Europa. Inaug.-Dissert. E. T. H. Zürich 1926.
55. Mitteilungen für Moorwirtschaft. Beilage zu **20**.
56. Moorbeseidlung, Die — in Vergangenheit und Zukunft. Berlin 1920.
57. Oehler, Eine Groß-Feldberegnungsanlage für Studienzwecke. **77**. 1927. 259.
58. Oehler, Grundsätzliches über die hydraulische Ausbildung von Feldberegnungsgeräten, insbesondere von Drehstrahlregnern. **64**. 99.
59. Oehler, Die Leitwiderstände von Schnellkupplungsrohren. **65**. 150.
60. Perrot-Bibliothek, Heft 4, Die Frostschtzberegnung. Calw 1957.
61. Press, Schewior-Press, Hilfstafeln zur Bearbeitung von Meliorationsentwürfen. Berlin 1954.
62. Ramann, Bodenkunde. Berlin 1911.
63. Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft (RKTL), Wasserspenden und Wurfweiten der Drehstrahlregner in Abhängigkeit von Druck und Düsenweite. Berlin 1938.

64. R K T L-Schriften Heft 13, Die Feldberegnung und ihre Bedeutung für Landwirtschaft und Gartenbau. Berlin 1930.
65. R K T L-Schriften Heft 30, Die Feldberegnung, Erste Folge. Berlin 1932.
66. R K T L-Schriften Heft 38, Die Feldberegnung, Zweite Folge. Berlin 1933.
67. Schildknecht, Die Bestimmung der Bewässerungsbedürftigkeit in der Landwirtschaft. **49**. 1932. 133.
68. Schmitt, Bewässerung. Land- und hauswirtschaftlicher Informationsdienst Heft 162. Bad Godesberg 1958.
69. Schroeder, Landwirtschaftlicher Wasserbau. Berlin 1958.
70. Schulz-Falkenhain, Verwertung des Abwassers ländlicher Ortschaften und von Gemeinschaftslagern. Dissertation. Breslau 1943.
71. Seelhorst, Von —. Handbuch der Moorkultur. Berlin 1914.
72. Steuer, Flurbereinigungsgesetz. München und Berlin 1956.
73. Tacke, Mitteilungen über die Arbeiten der Moor-Versuchsstation in Bremen. 5. Bericht. Berlin 1913.
74. Tacke, Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der Moorkultur. Die neuzeitliche Moorkultur in Einzeldarstellungen Heft 1. Berlin 1929.
75. Tacke und Brüne, Jahrbuch der Moorkunde. Hannover.
76. Tancreé, Die Urbarmachung, die land- und forstwirtschaftliche Nutzung der Sandheiden. Wilster 1916.
77. Technik in der Landwirtschaft, Die —. Zeitschrift. Berlin.
78. Verein zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche, Mitteilungen des —. Berlin.
79. Wasser und Boden, Monatsschrift. Hamburg.
80. Weber, Erfahrungen mit der Feldberegnung in Schlesien. Landwirtschaftliche Jahrbücher Bd. 91, Heft 1. Berlin 1941.
81. Weinspach, Bemessung von Abwassersammelbehältern für Abwasserregnungsanlagen. **37**. 1940. 320.
82. Werber, Bewässern wir rationell? Leipzig 1916.
83. Werth, Der Gartenbau auf Moorboden. Die neuzeitliche Moorkultur in Einzeldarstellungen Heft 4. Berlin 1931.
84. Weyrauch-Strobel, Hydraulisches Rechnen. Stuttgart 1930.
85. Witte, Klimatologische, pflanzenphysiologische und technische Probleme der Beregnung. **50**. Heft 3. Hamburg 1954.
86. Wolter, Die samländische Rieselfeldgenossenschaft. Inaug. Dissert. Königsberg 1930.

87. Wussow, Die Häufigkeit nasser und dürerer Sommermonate in Norddeutschland. 88. 142.
88. Zunker, Festschrift zum zehnjährigen Bestehen des Deutschen Ausschusses für Kulturbauwesen. Breslau 1934.
89. Zunker, Landwirtschaftliche Verwertung der Abwässer. 37. 1936. 373.
90. Zunker, Versteppung und Abwasserverwertung. Erweiterter Sonderabdruck aus 37. 1941.
91. Zunker, Die Notwendigkeit und Durchführung der Verwertung der organischen Abwässer in der Landwirtschaft. Düsseldorf 1947.
92. Zunker, Grundsätzliches zur landwirtschaftlichen Abwasserverwertung. Berlin 1955.

Erstes Hauptstück

Die Bewässerung

Stück 1. Die Aufgaben der Bewässerung

Die Bewässerung macht sich die Eigenschaft des Wassers zunutze, nicht nur ein wichtiger Pflanzennährstoff, sondern auch ein vorzügliches Lösungs- und Beförderungsmittel für allerlei mineralische und organische Stoffe zu sein (vgl. Teil I, Stück 3 u. 4). Neben der Anfeuchtung sind demgemäß die Düngung und die Bodenreinigung als die Hauptaufgaben der Bewässerung zu nennen. Zu diesen treten als weitere wichtige Aufgaben die Schädlingsbekämpfung und die Bodenerwärmung.

Die anfeuchtende Bewässerung soll den Boden in regenarmer Zeit mit der zu einer gedeihlichen Entwicklung der Pflanzen erforderlichen Wassermenge versehen.

Die düngende Bewässerung hat die Aufgabe, dem Boden mit dem Wasser auch sonstige Pflanzennährstoffe teils in Lösung, teils in mechanischer Beimengung zuzuführen.

Die bodenreinigende Bewässerung soll die im Boden befindlichen pflanzenschädlichen Stoffe auflösen und auswaschen. Sie wird verwendet, um den Boden von einem allzugroßen Gehalt an Humussäure, Kochsalz und Soda zu befreien.

Als bodenreinigend kann auch die Anwendung der Bewässerung zur Vertilgung von allerlei im Boden sich aufhaltenden tierischen Schädlingen, wie Mäusen, Engerlingen, Reblaus (Südfrankreich) bezeichnet werden.

Die erwärmende Bewässerung dient der Förderung des Pflanzenwuchses durch Aufleiten von warmem Quellwasser, Bachwasser oder städtischem und gewerblichem Abwasser. Mit ihr kann unter günstigen klimatischen Verhältnissen sogar im Winter ein Pflanzenertrag erzielt werden (oberitalienische Winterwiesen). Da jedoch durch die Verdunstung eines Teils des zugeleiteten Wassers wieder große

Wärmemengen gebunden werden, kann in Deutschland mit Ausnahme des zeitigen Frühjahrs oder der Verwendung warmen städtischen und gewerblichen Abwassers kein nennenswerter Wärmegegninn für den Pflanzenwuchs durch Bewässerung erzielt werden.

Als erwärmende Bewässerung kann in übertragenem Sinne auch die Frostschutzberegnung bezeichnet werden, bei der die beim Gefrieren des Wassers frei werdende Erstarrungswärme dazu benützt wird, die Pflanzen vor dem Erfrieren zu bewahren.

Stück 2. Das Bewässerungswasser

Zur anfeuchtenden, zur bodenreinigenden und zur erwärmenden Bewässerung läßt sich jedes Wasser verwenden, das keine Stoffe enthält, die entweder für den Boden oder für die Pflanzen schädlich sind. Solche Stoffe sind das Kochsalz und die übrigen Chloride, das Zinksulfat und freie Schwefel- und Salzsäure, die sämtlich auslaugend auf den Boden wirken; ferner die Humussäuren und die Eisenverbindungen, die beide bindigere Böden leicht in Einzelkornstruktur überführen und sie dadurch verkrusten; endlich das Chlorbarium, die Nickel- und Kobaltsalze, die arsenige und die Karbolsäure, sowie andere freie Säuren und das Rhodanammonium, die durchweg starke Gifte für die Pflanzen sind. Näheres hierüber siehe 15.

Für die düngende Bewässerung ist ein möglichst hoher Gehalt des Wassers an Pflanzennährstoffen von Wichtigkeit. Schon ganz klares Wasser enthält vielfach bedeutende Mengen gelöster Pflanzennährstoffe. In erster Linie kommen jedoch für die düngende Bewässerung die schon äußerlich an einer Trübung des Wassers kenntlichen Schwebestoffe in Frage, wie sie sich in den Hochwassern der Flüsse und Bäche, in den Abwassern gewisser gewerblicher Betriebe und in den städtischen Abwassern darbieten. Die Schwebestoffe können nicht unmittelbar von den Pflanzen aufgenommen werden, wie dies bei den gelösten Nährstoffen meist der Fall ist. Sie werden vielmehr beim Einsickern des Wassers in den Boden von diesem festgehalten, dort, soweit sie organischer Natur sind, bei ge-

nügendem Luftzutritt durch Oxydation und bakterielle Tätigkeit in eine für die Pflanzen aufnehmbare Form übergeführt und bilden so eine wichtige Bereicherung des Nährstoffvorrats des Bodens.

Die Güte und die Verwendbarkeit eines Wassers zu Bewässerungszwecken läßt sich am besten nach der geognostischen Beschaffenheit und dem Kulturzustand seines Einzugsgebiets, sowie nach den in ihm vorkommenden Tieren und Pflanzen beurteilen. Ein Wasser, das aus sedimentären, insbesondere aus Mergelschichten stammt und das Gelegenheit hat, beim Lauf über reich gedüngte Felder oder durch Ortschaften wertvolle Pflanzennährstoffe in sich aufzunehmen, wird sich stets gut für die Bewässerung eignen. Gutes Wasser ist ferner an dem Vorkommen von Fischen und Fröschen sowie von Wasserfäden, Wasserlinsen, Brunnenkresse, Wasserehrenpreis, Laichkraut, Wassersüßgras und Mannagras zu erkennen, schlechtes, saures Wasser dagegen an dem häufigen Auftreten von Binsen, Simsen, Riedgräsern, Wasserminze und Wasserstierling.

Eisen- und humussäurehaltiges Wasser kann durch Kalkzusatz, Stehenlassen in flachen Teichen und längeres Überleiten in dünner Schicht über Kies, Reisig und kleine Überfälle zum Absetzen und zur Oxydation der schädlichen Stoffe veranlaßt und dadurch für die Bewässerung brauchbar gemacht werden.

Von den gewerblichen Abwassern sind namentlich die Abwasser der Zuckerfabriken, Stärkefabriken, Brenneereien, Brauereien, Mälzereien, Molkereien, Schlachthäuser, Hanf- und Flachsrösten sehr reich an Pflanzennährstoffen. Die Abwasser von Schlachthäusern werden jedoch wegen der von ihnen häufig mitgeführten Milzbrandsporen zur Wiesenbewässerung besser nicht verwendet. Ferner stößt die Verwendung des Abwassers von Stärke- und Zuckerfabriken zur Bewässerung auf große Bedenken, weil es bedeutende Mengen keimfähiger Unkrautsamen enthält. Die gewerblichen Abwasser bedürfen oft der Verdünnung mit Klarwasser oder des Zusatzes von Chemikalien, um für die landwirtschaftliche Verwertung brauchbar zu werden. Die Abwasser von Berg-

und Hüttenwerken, Salinen, Kalifabriken, Drahtziehereien, Beizereien, Verzinkereien, Gerbereien, Wollwäschereien, Waschanstalten, Fischmehl-, Gas-, Kunstseide-, Zellstoff- und Papierfabriken sind für die Bewässerung ungeeignet. Abwasser von einzeln liegenden Lungenheilstätten und Tierkörperverwertungsanstalten dürfen wegen der Ansteckungsgefahr für Menschen und Tiere nicht zum Bewässern landwirtschaftlicher Grundstücke benützt werden.

Die städtischen Abwasser sowie die Abwasser größerer Krankenanstalten, Kasernen und Gemeinschaftslager sind besonders dann reich an Pflanzennährstoffen, wenn ihnen auch die Spülabortabwasser zugeleitet werden. Ihr Gehalt an Pflanzennährstoffen ist je nach dem Wasserverbrauch der Bevölkerung und der Zeit sehr verschieden. Im Durchschnitt kann angenommen werden, daß bei einem Wasserverbrauch von 100 l je Kopf und Tag in 1 cbm mit Abortabgängen vermischten städtischen Abwassers 80 g Stickstoff, 20 g Phosphorsäure, 60 g Kali und 150 g Kalk enthalten sind. Doch scheint ein erheblicher Teil dieser Nährstoffe bei der landwirtschaftlichen Verwertung des Abwassers den Pflanzen infolge Verdunstung oder Versickerung in den Untergrund nicht zugute zu kommen. Das städtische Abwasser wird vor seiner Verwendung zur Bewässerung durch Rechen und Sandfänge von groben Schwimm- und Sinkstoffen befreit. Die Frage, ob eine weitergehende mechanische Vorreinigung stattfinden soll, muß im Einzelfalle nach der Beschaffenheit des Abwassers und den örtlichen Verhältnissen entschieden werden (Näheres s. 15). Wo eine mechanische Sammelkläranlage bereits vorhanden ist, wird es sich immer empfehlen, in ihr die größeren Schwebestoffe sowie die Öle und Fette zurückzuhalten, das beim Ausfaulen des Schlammes entstehende, hauptsächlich aus Methan bestehende Gas zu sammeln und es u. a. zum Antrieb der Bewässerungspumpen zu verwenden. Falls in den städtischen Abwassern pflanzenschädliche gewerbliche Abwasser in größeren Mengen enthalten sind, ist für entsprechende Vorbehandlung am Entstehungsort zu sorgen. Auch ist das Abwasser von Tuberkulose-Stationen gesondert abzufangen und laufend zu desinfizieren.

Das Abwasser ist stets in dem Zustand, in dem es landwirtschaftlich verwertet werden soll, auf seinen Nährstoffgehalt sowie auf pflanzenschädliche Stoffe zu untersuchen.

Stück 3. Die Wasserbeschaffung

Zur Beschaffung des für die Bewässerung erforderlichen Wassers können sowohl die oberirdischen Gewässer als auch das Grundwasser in Frage kommen. Die Entnahme aus den oberirdischen Gewässern, die sich uns in der Form von Quellen, Bächen, Flüssen, Teichen und Seen darbieten, ist, weil meist am einfachsten zu bewerkstelligen, am nächstliegenden. Allein in Gebieten mit einer hochentwickelten Wasser- und Bodennutzung ist meist schon längst über den letzten Tropfen oberirdischen Wassers verfügt, sei es, daß es gewerblich ausgenützt, sei es, daß es von alten Wässerungsrechten in Anspruch genommen wird. Man wird daher vielfach genötigt sein, den Wasserbedarf für eine neue Anlage aus dem Grundwasser zu decken, indem man entweder einen nahe der Bodenoberfläche vorhandenen Grundwasserstrom durch Schlitz-, Sicker- oder Dränggräben anzapft oder in größerer Tiefe vorhandenes Grundwasser mittels Brunnen faßt, wobei es unter günstigen geologischen Verhältnissen durch artesischen Druck bis an und sogar über die Bodenoberfläche getrieben werden kann. Ebenso jedoch wie Teiche und Seen sich nur dann für die Wasserentnahme eignen, wenn ihr natürlicher Zufluß zum Ersatz der entnommenen Wassermenge ausreicht, muß man sich auch vor Einrichtung einer Entnahme aus dem Grundwasser davon überzeugen, ob es den erforderlichen Zufluß besitzt, da sonst eine schädliche Absenkung des Grundwasserspiegels und am Ende gar eine vollständige Erschöpfung des Grundwasserspeichers eintreten kann.

Überall dort, wo entweder die in der Zeiteinheit zur Verfügung stehende Wassermenge zur unmittelbaren Bewässerung überhaupt nicht ausreicht oder der Wasserzufluß sehr schwankend und gerade in der Bewässerungszeit gering ist, kann das für die Bewässerung erforderliche Wasser in Sammelbecken aufgespeichert werden. Diese können bei kleinen Anlagen ganz bescheidene Abmessungen (Abb. 55 S. 82)

erhalten, können aber auch ansteigen zu dem riesenhaften Umfang einer Boulder-Talsperre im Koloradofluß in Nordamerika, die einen Wasserspeicher von 178 m größter Tiefe, 182 km Länge, bis zu 13 km Breite und 37,6 Milliarden Kubikmetern Fassungsvermögen bildet und neben anderen Zwecken dazu bestimmt ist, einem Trockengebiet von 846 000 ha das zur Bewässerung nötige Wasser zu liefern.

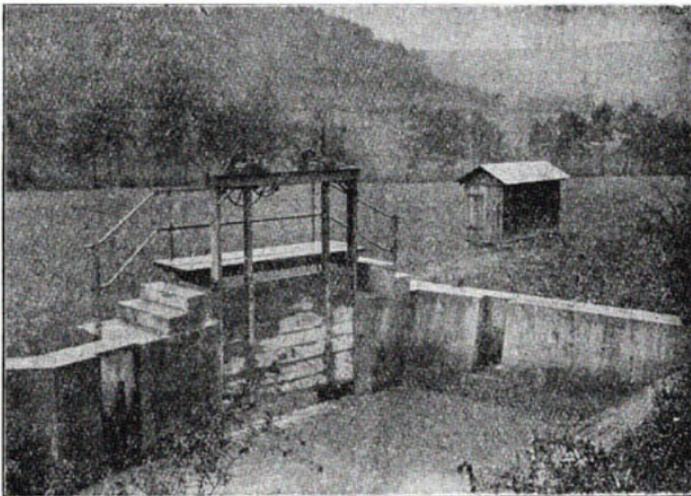


Abb. 1.

Das Wasser kann dem Bewässerungsgebiet entweder mit natürlichem Gefälle oder durch künstliche Hebung zugeleitet werden. Die staulose Abzweigung aus dem anzuzapfenden Gewässer wird nur in den seltensten Fällen und nur dort möglich sein, wo oberhalb des Bewässerungsgebiets ein bedeutendes natürliches Gefälle zur Verfügung steht. In der Regel wird das Wasser an der Entnahmestelle künstlich aufgestaut werden müssen. Dies geschieht durch Wehre (Abb. 1), die ganz nach den für Wassertriebwerke geltenden Grundsätzen gebaut werden und über die deshalb auf Band 665 u. 965 dieser Sammlung zu verweisen ist. Vielfach wird es möglich sein,

bestehende Stauanlagen zur Bewässerung mitzubeneutzen und dadurch die Erstellung eigener, die Unternehmen stets schwer belastender Wehre zu vermeiden.

Ergeben sich trotz künstlichen Aufstaus unwirtschaftlich lange Zuleitungskanäle oder würde durch die Ausführung einer Stauanlage ein schädlicher Rückstau hervorgerufen oder liegt endlich der Spiegel des Wasserspenders überhaupt zu niedrig, um eine Wasserzuleitung mit natürlichem Gefälle herzustellen, so bleibt nur die mechanische Wasserhebung übrig. Diese kann durch Schöpfräder, Becherwerke oder Pumpen bewirkt werden. Die ersten beiden Arten von Wasserhebemaschinen kommen nur für kleinere Wassermengen in Betracht, und zwar finden in Deutschland nur die Schöpfräder Anwendung. Diese sind gewöhnliche unterschlächtige Wasserräder, welche entweder am Radkranz oder in Verbindung mit den Radschaufeln mit Schöpfgefäßen versehen sind, die sich bei der durch den Stoß des fließenden Gewässers betätigten Umdrehung des Rades von selbst mit Wasser füllen, dieses heben und es, in der Scheitelstellung angelangt, in seitlich angebrachte Rinnen abfließen lassen (Abb. 2). Ihre Ausführung ist jedoch nur bis zu einer Hubhöhe von 6 m zweckmäßig, da sie sonst zu große Abmessungen erhalten müßten.

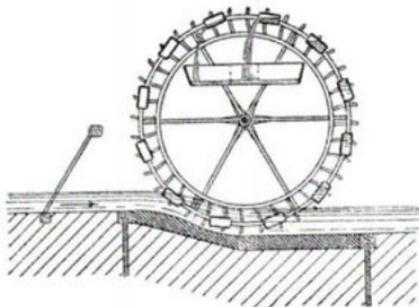


Abb. 2.

Für größere Wassermengen und Förderhöhen kommen Pumpen, und zwar wegen ihrer Einfachheit, ihrer Betriebssicherheit, ihres kleinen Raumverbrauchs und ihres geringen Gewichts in erster Linie Schleuderpumpen in Betracht. Gewöhnliche Schleuderpumpen reichen bis zu

etwa 20 m Förderhöhe, bei größeren Förderhöhen müssen Hochdruckschleuderpumpen verwendet werden. Die Pumpen

werden ortsfest, fahrbar, tragbar oder schwimmend angeordnet. Die Welle der Schleuderpumpen soll nicht höher als 4—5 m über dem Saugwasserspiegel liegen.

Zum Antrieb der Pumpen kommen Dampfmaschinen, Verbrennungskraftmaschinen, Elektromotoren, Wind- und Wassermotoren in Frage. Für die Auswahl der zweckmäßigsten Betriebskraft sind im einzelnen Falle vergleichende Berechnungen über die Wirtschaftlichkeit der in Betracht kommenden Kraftmaschinen unter sorgfältiger Abwägung aller besonderen örtlichen Verhältnisse entscheidend. Näheres s. 7. Allgemein ist folgendes zu sagen. Dampfmaschinen sind besonders bei größerem Kraftbedarf geeignet. Sie verbinden mit Betriebssicherheit den Vorzug der Überlastbarkeit. Von den Verbrennungskraftmaschinen zeichnet sich der Dieselmotor durch niedrige Betriebskosten aus, auch stellt er keine allzuhohen Ansprüche an Bedienung und Wartung. Gasmotoren sind dort das Gegebene, wo bei der Vorreinigung städtischer Abwasser Faulgas gewonnen wird. Elektromotoren haben, wie übrigens auch die meisten Verbrennungskraftmaschinen, den Vorzug hoher Umlaufzahl und können deshalb mit den Pumpen unmittelbar gekuppelt werden. Während jedoch die Verbrennungskraftmaschinen sich rasch abnutzen und im allgemeinen ständiger Wartung bedürfen, erfordern die Elektromotoren fast keine Ausbesserungen und so gut wie keine Bedienung und sind daher bei mäßigen Anschlußkosten an das Stromnetz insbesondere dann zu empfehlen, wenn sie mit verbilligtem Sommer- und Nachtstrom betrieben werden können. Windmotoren sind nur in Gegenden mit günstigen Windverhältnissen (vgl. Teil I, S. 67) verwendbar. Sie genügen aber auch dort nur für kleine Anlagen und sollten wegen der durch die Unstetigkeit der Windkraft bedingten Betriebsunsicherheit nur dann verwendet werden, wenn ein genügend großes Sammelbecken angelegt wird. Zur Ausnützung der Wasserkraft kleiner Gefällstufen in Flüssen und Bächen für die Wasserhebung zu Bewässerungszwecken ist auch schon der Hydropulsor mit Erfolg verwendet worden, eine als Stoßheber wirkende Wasserkraft-

maschine, die Pumpe und Wasserkraftantrieb in sich vereinigt (vgl. 49. 1920. 117).

Für die Berechnung der zur Wasserförderung an der Pumpenwelle nötigen Betriebskraft dient die Formel

$$(1) \quad K = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta}.$$

Hierin bedeutet K die Betriebskraft in Pferdestärken, Q die zu fördernde Wassermenge in Sekundenlitern, H die Förderhöhe in Metern und η den Gesamtwirkungsgrad von Pumpe und Motor. Die Förderhöhe setzt sich aus dem Höhenunterschied zwischen dem Wasserspiegel an der Entnahmestelle und der höchsten Erhebung des Bewässerungsgebiets und aus dem in der durchflossenen Leitungsstrecke entstehenden Druckverlust zusammen, wozu bei Beregnungsanlagen noch der am Regner erforderliche Betriebsdruck kommt. Näheres s. 63 und 64. 112. Der Wirkungsgrad der Pumpen erhöht sich im allgemeinen mit deren Größe. Er schwankt bei Schleuderpumpen zwischen 0,5 und 0,7. Die erforderliche Motorleistung ist bei unmittelbarer Kupplung von Pumpe und Motor etwa 10%, bei Riemenantrieb etwa 20—25% höher anzunehmen als der Kraftbedarf an der Pumpenwelle.

Die bei der Wasserbeschaffung für neu zu errichtende Bewässerungsanlagen sich ergebenden Rechtsfragen sind in der Bundesrepublik Deutschland durch das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz) vom 27. Juli 1957 und durch die auf ihm aufbauenden Wassergesetze der einzelnen Länder geregelt.

Stück 4. Die Einrichtungen zur Zuleitung, Verteilung und Ableitung des Wassers

1. Offene Gräben

Die Hauptzuleiter sind so anzulegen, daß sie das ganze zu bewässernde Gebiet beherrschen. Um Sickerverluste tunlichst zu vermeiden, sind sie mit dem Wasserquerschnitt womöglich in den gewachsenen Boden einzuschneiden. In der Auffüllung sowie in durchlässigen Bodenarten sind sie an

Sohle und Böschungen zu dichten, und zwar hat dies um so sorgfältiger zu geschehen, je knapper und teurer das zur Verfügung stehende Wasser ist. Zum Dichten kann man ton- und schlickreiches Wasser in die Gräben einleiten oder einen 5 cm starken Lettenschlag oder eine Betonschicht auf den benetzten Grabenumfang aufbringen. Um den Lettenschlag vor zu starkem Austrocknen und damit vor dem Rissig- und Undichtwerden zu schützen, ist er mit einer Rasenschicht zu überdecken. Betonauskleidungen werden am besten aus fertigen, etwa 25/40/6 cm großen Zementplatten hergestellt, die gut durchfeuchtet in frisch eingebrachten Beton verlegt werden. Um Ribbildungen zu verhindern, werden alle 8—10 m Fugen offen gelassen und später mit Kaltasphalt ausgegossen. Sehr gut bewährt haben sich auch Decken aus Asphaltspplitt, die fugenlos auf den Beton aufgebracht werden. Das Gefälle der Hauptzuleiter ist so zu wählen, daß weder die vom Wasser mitgeführten Schwebestoffe sich ablagern (Wassergeschwindigkeit größer als 0,2 m, um das Absetzen von Schlamm, und größer als 0,35 m, um das Absetzen von Sand zu verhindern), noch der Durchflußquerschnitt angegriffen wird (vgl. Teil I, S. 72). Können größere Wassergeschwindigkeiten nicht umgangen werden, so sind die betreffenden Strecken zu befestigen oder durch Abstürze in einzelne Abschnitte von geringerem Gefälle zu unterteilen.

Die Verteilgräben haben die Aufgabe, den einzelnen Unterabteilungen des Bewässerungsgebiets das Wasser zuzuführen. Sie werden so angelegt, daß sie die von ihnen zu versorgende Abteilung beherrschen. Sie folgen zu diesem Zwecke den höchsten Stellen der Abteilung. Ihr Wasserspiegel ist hierbei durch Aufdammen der Grabenborde stets etwa 0,1 m höher zu halten als die anstoßende Wasserfläche. Bei durchlässigem Boden und dort, wo das Wasser schwierig zu beschaffen und teuer ist, kann es auch notwendig werden, die Verteilgräben aus Holz, halben Betonrohren oder Beton (Abb. 3) herzustellen. Bei Abwasserverwertungsanlagen ohne weitergehende mechanische Vorreinigung sind die Verteilgräben ebenso wie die offenen Hauptzuleiter grundsätzlich bis in Wasserspiegellhöhe mit Beton oder ähnlichem glattem