2792/III

TECHNISCHE SELBST- UNTERRICHTS-BRIEFE

SYSTEM KARNACK-HACHFELD GES. GESCH.

BIBLIOTEKA POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

Städtische Wasserversorgung

von

Dipl.-Ing. Arne Jansen

Politechnika Śląska Katedra Techniki Sanitarnej BIBLIOTEKA Gliwice
S. 83
S 92

Herausgegeben vom
Rustinschen Lehrinstitut

Verlag von Bonneß & Hachfeld / Potsdam und Leipzig

Brief 1

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
w Gliwicach

141 832

Dual
p. 302

Selbstunterrichtsbriefe System Karnack-Hachfeld

Herausgegeben vom Rustinschen Lehrinstitut / Abteilung für Technik

Städtische Wasserversorgung

Von

Dipl.-Ing. Arne Jansen

1939

Verlag von Bonneß & Hachfeld / Potsdam und Leipzig

Technische Unterrichtsbriefe
des Systems Karnack-Hachfeld
gesetzlich geschützt. W.-Z. 31 255

Copyright by
Bonness & Hachfeld, Potsdam

Städtische Wasserversorgung

Brief 1

Erste Stunde

A. Vortrag

I. Gewinnung des Wassers

1. Für die Gewinnung von Wasser zu Versorgungszwecken kommen in der Hauptsache folgende Bezugsquellen in Frage:

Regenwasser,
Tagwasser (aus Bächen, Flüssen, Seen und Talsperrbecken),
Quell- und Grundwasser.

An regenlosen Küstenstrichen wird unter Umständen das nötige Wasser für die Versorgung von Ortschaften durch Verdampfung und Kondensation von Meereswasser gewonnen. Um das auf diese Weise gewonnene, sehr reine, aber sehr weiche und geschmacklose Wasser für Trinkzwecke schmackhafter zu machen, wird Luft eingepumpt und verschiedene Salze zugesetzt.

a) Gewinnung von Regenwasser

2. In unserem Klima kommt die Gewinnung von Regenwasser für allgemeine Wasserversorgung kaum in Frage, da in der Regel reichliche Mengen von Grundwasser und Tagwasser gewonnen werden können. Nur in Gebirgsgegenden und an den Küsten, wo ein anderes brauchbares Wasser selten oder gar nicht vorkommt und aus wirtschaftlichen Gründen nicht herbeigeleitet werden kann, ist man, insbesondere für die Einzelversorgung, auf die Aufspeicherung von Regenwasser angewiesen. In Gegenden, wo bereits moderne Wasserversorgungen bestehen, wird das Regenwasser unter Umständen für besondere Zwecke, z. B. zum Waschen, aufgespeichert, weil es sehr weich ist und sich deshalb für diese Zwecke besonders gut eignet. Die einfachste Form der Nutzbarmachung des Regen-

wassers besteht darin, das auf Dächern, Höfen oder sonstigen begrenzten Flächen niederfallende Regenwasser in offene Gefäße oder geschlossene Behälter zu führen und zum Gebrauch aufzubewahren. Die Anlagen zum Aufspeichern des Regenwassers werden Zisternen genannt.

3. Vor der Anlage einer Zisterne muß die Menge und Verteilung der Regenfälle, sowie der Wasserverbrauch festgestellt werden. Danach bestimmen sich die Größe der Auffangefläche und der Inhalt der Zisterne. Der Inhalt der Zisterne muß so groß sein, daß er den Verbrauch für die längste Trockenperiode

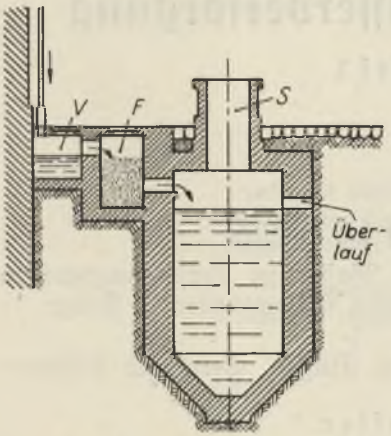

Abb. 1. Zisterne aus Istrien

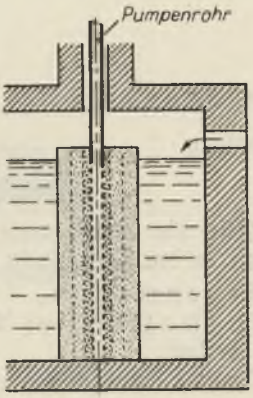

Abb. 2. Amerikanische Zisterne

zu decken vermag. Man rechnet, daß etwa 50 bis 70 % der Niederschläge, die auf die Auffangefläche niederfallen, der Zisterne zufließt. Die Auffangeflächen sind möglichst rein zu halten und gegen menschliche und tierische Abfallstoffe zu schützen. Man läßt in der Regel das bei Beginn des Regens abfließende Wasser nicht in die Zisterne gelangen, weil es meist ziemlich verunreinigt ist. Dächer, die mit Stroh oder Dachpappe bedeckt sind, eignen sich nicht als Auffangeflächen für Genußwasser. In der Regel läßt man das Regenwasser, bevor es in die eigentliche Zisterne gelangt, in einen Schlammfang eintreten, wo sich etwa mitgeführter Schlamm und Sand absetzen kann. Die Zisterne erhält auch einen Einsteigeschacht und eine Öffnung zum Hindurchführen des Wasserentnahmerohrs, falls man das Wasser (bei kleineren Anlagen) nicht etwa durch den Einsteigeschacht mit Eimern herausholen will. Unter Umständen werden besondere Anordnungen zur Lüftung der Zisterne nötig. Durch eine etwa 1 m dicke Erdschicht kann man die Zisterne auch für alle Fälle frostfrei erhalten.

4. Abb. 1 zeigt eine kleine für ein Bahnwärterhaus in Istrien verwendete Zisterne. Das Wasser läuft ihr durch ein Regenabfallrohr des Hauses zu. Die Anlage besitzt ein kleines Vorbecken V und ein vorgeschaltetes Filter F. Das Wasser wird durch Ausschöpfen aus dem an der Zisterne befindlichen Schacht S entnommen.

In den Vereinigten Staaten Nordamerikas wird die Wasserversorgung durch Zisternen vielfach in der Weise angeordnet, daß eine Filtration des Wassers erst im Augenblick der Entnahme erfolgt. Abb. 2 zeigt eine solche Anordnung. Das Pumpenrohr reicht in einen Filterkorb hinab und ist mit zahlreichen Schlitzen versehen. In dem Filterkorb ist das Filtermaterial mit von außen nach innen zunehmender Korngröße geordnet. Das Filter kann von Zeit zu Zeit erneuert werden. Oft findet man die Anordnung, daß das Wasser von der Zisterne auf das Dachgeschoß gepumpt und nachher an die Leitungen abgegeben wird.

B. Zusammenfassung

Für die Gewinnung von Wasser zu Versorgungszwecken kommen in der Hauptsache Regenwasser, Tagwasser, Quell- und Grundwasser in Frage. Die Gewinnung von Regenwasser kommt in unserem Klima in der Regel nur für Einzelversorgung vor, wo ein anderes Wasser nicht gewonnen werden kann; unter Umständen auch neben der sonstigen Wasserversorgung für besondere Zwecke, z. B. zum Waschen. Das Regenwasser, das auf Dächern, Höfen oder anderen begrenzten Flächen niederfällt, wird in eine sogenannte Zisterne geleitet, nachdem es zunächst einen Schlammfang passiert hat. Aus der Zisterne wird das Wasser durch Eimer oder mittels Pumpen gehoben. Die Zisterne erhält einen Einsteigeschacht und eine Oeffnung für das Entnahmerohr, unter Umständen auch eine besonderre Anordnung für die Lüftung. Bei amerikanischen Anlagen verwendet man vielfach einen freistehenden, auswechslungsfähigen Filterkorb, in den das Saugrohr der Pumpe hineinreicht, so daß das Wasser erst im Augenblick der Entnahme gereinigt wird.

C. Besprechung des Lehrstoffs

Frage: Welche Wasser kommen für Versorgungszwecke in Frage? **Antwort:** In der Hauptsache Regenwasser, Tagwasser, Quell- und Grundwasser. **F.:** Was versteht man unter einer Zisterne? **A.:** Einen Behälter, der zur Aufspeicherung von Regenwasser benutzt wird. **F.:** Woraus bestimmt man die Größe der Auffangefläche und den Inhalt der Zisterne? **A.:** Aus der Menge und Verteilung der Regenfälle sowie dem Wasserverbrauch. **F.:** Wie viel beträgt der Zufluß zu der Zisterne? **A.:** Etwa 50 bis 70 % der Niederschläge, die auf der betreffenden Auffangefläche niederfallen. **F.:** Wie wird das Wasser aus der Zisterne herausgeholt? **A.:** Mit Eimern durch den Einsteigeschacht oder mittels eines Pumpenrohres.

A. Vortrag

b) Entnahme aus Flüssen

5. Flußwasser wird in Europa für die städtische Wasserversorgung verhältnismäßig wenig benutzt. In manchen Städten

mit Flußwasserversorgung wird das Flußwasser nur zu anderen Zwecken als zum Trinken verwendet, so z. B. für Straßensprengung, Springbrunnen und einzelne Industrien. In den Vereinigten Staaten dagegen, in welchen der ungeheure Wasserverbrauch der Städte nur selten durch Grundwasser, Quellen oder Seen befriedigt werden kann, wird das Flußwasser sehr viel für die städtische Wasserversorgung benutzt. Die Folge davon ist eine weitgehende Entwicklung der Wasserreinigungsverfahren.

6. Von großer Bedeutung ist die Bestimmung der Entnahmestelle. Diese muß vor Einlaufen verunreinigten

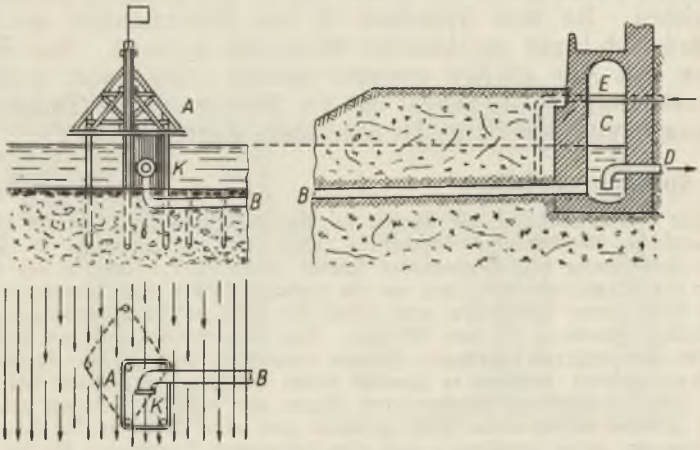

Abb. 3. Flußwasserfassung

Wassers geschützt liegen. Unterhalb größerer Städte und Fabriken wird der Fluß meist auf größere Strecken stark verunreinigt sein. Auch die Nähe von Schiffsliegeplätzen ist streng zu meiden. Man wird das Wasser immer aus dem fließenden Strom und niemals aus stillstehenden Seitenarmen entnehmen, weil in letzteren die Beschaffenheit des Wassers sich verschlechtert und außerdem in solchen Armen in der Regel Schlammablagerungen stattfinden. Ferner wird man für die Entnahme immer eine tiefe Stelle aufsuchen. Um schlammige und bewachsene Stellen zu vermeiden, entnimmt man, wenn möglich, nicht in unmittelbarer Nähe der Ufer. Die Einmündung der Entnahmeleitung wird etwas über der Flußsohle, aber immer unter Niedrigwasser, verlegt. Gegen Beschädigungen durch Schifffahrt, Flößerei usw. wird die Entnahmestelle durch eingerammte Pfähle geschützt. Um Schwebestoffe fernzuhalten, wird die Entnahmeöffnung mit Rechen und Gitter umgeben. Solche Gitter sind auch zur Zurückhaltung von kleinen Fischen und

Fischbrut nötig, die namentlich in der Nähe von Flußmündungen zu bestimmten Zeiten in großer Menge im Wasser vorkommen. Zu weiterer Vorreinigung läßt man in der Regel das Wasser mit natürlichem Gefälle oder durch Heberwirkung in einen Sammelbrunnen oder ein Klärbecken münden, aus dem die Saugleitung schöpft.

7. Abb. 3 zeigt ein Beispiel für eine Flußwasserfassung. Die Entnahmestelle befindet sich bei **A**, etwa in der Mitte des Flusses. Die Entnahmeleitung **B** ist in dem Flußbett verlegt und mündet in den Sammelbrunnen **C**, aus dem die Pumpen mittels der Saugleitung **D** das Wasser schöpfen. Der Kopf **K** der Entnahmeleitung ist etwas über der Flußsohle

Abb. 4. Flußwasserfassung

gehoben und flußabwärts gerichtet. Er ist von allen vier Seiten gegen das Eindringen von Schwebestoffen geschützt. Der auf Pfählen gegründete Aufbau, der nachts beleuchtet wird, macht die Schiffahrt auf die Entnahmestelle aufmerksam. Durch das Rohr **E**, das mit der Druckleitung verbunden ist, kann die Entnahmeleitung **B** gespült werden.

8. Das im Jahre 1889 in Betrieb gesetzte Wasserwerk der Stadt Worms (Abb. 4) besaß einen im Rhein, 28 m vom Ufer entfernt, 1 m unter der Rheinsohle, liegenden zylindrischen Einlaufseiher **A** von 3 m Durchmesser. Er hatte 1 m hohe durchlochte Seiten, einen durchlochten Boden und war teilweise mit Kies gefüllt. Ein Rohr **B** von 0,5 m Durchmesser führte zur Pumpenanlage. Die Versenkung der Rohrleitung **B** mit dem eisernen Schacht **R** und dem Zylinder **A** erfolgte gleichzeitig von einem fahrenden Holzgerüst aus, nachdem die am Ufer durch Spundwände gesicherte Baugrube in genügender Tiefe ausgebaggert war. Die Erfahrungen bei dieser Anlage waren sehr schlecht. Bei niedrigem Wasserstand blieb oft das Wasser aus, bei Hochwasser wurde das Wasser stark trübe, der Seiher verstopfte sich durch Sand, Kies, Laub und Wurzeln und im Winter durch Grundeis. Die Anlage wurde im Jahre 1905 durch ein neues Werk ersetzt. Es empfiehlt sich deshalb immer, das Wasser in einiger Höhe über der Flußsohle zu entnehmen.

c) Entnahme aus Seen und künstlichen Sammelbecken

9. Die Entnahme aus Seen und künstlichen Sammelbecken schließt sich im wesentlichen derjenigen aus natürlichen Wasserläufen an. Sie muß nicht nur unter dem niedrigsten Wasserstand, sondern zum mindesten auch unterhalb der sich im Winter bildenden Eisdecke stattfinden. Das reinste Wasser mit den

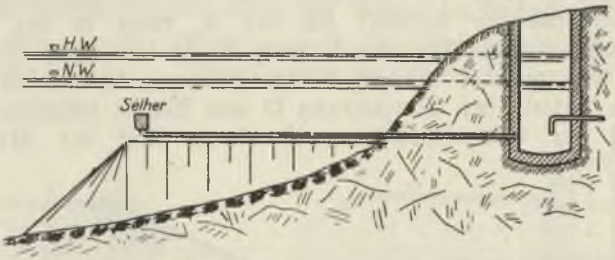

Abb. 5. Entnahme aus einem See

günstigsten Temperaturen findet sich, wie schon in der „Einführung" erwähnt, in der zentralen Masse des Sees in einer Tiefe von etwa 10 bis 20 m. Man darf aber auch nicht mit der Entnahme zu nahe an die Sohle kommen, weil das Wasser hier durch Ablagerungen stark verunreinigt ist. Die Leitungen vom Ufer bis zur Entnahmestelle werden in der Regel in dem vorher ausgebaggerten Seeboden verlegt und erhalten (ähnlich wie in der Abb. 3) an dem seewärts gelegenen Ende ein nach oben gerichtetes Knie mit Seiher. Häufig ruht die Leitung aber auf eisernen oder hölzernen Querböcken, die an eingerammten Pfählen befestigt sind. In einzelnen Fällen hat man auch, wie

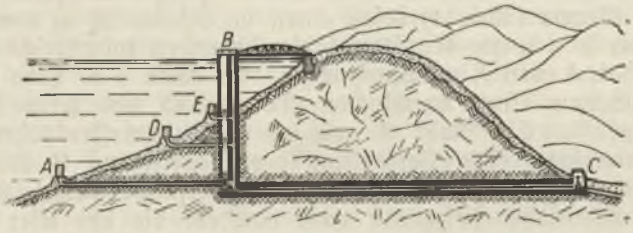

Abb. 6. Wasserfassung bei der San Mateo Talsperre

in der Abb. 5 schematisch dargestellt, die Entnahmeleitung auf eine Steinschüttung verlegt.

10. Die hygienischen Bedingungen bei der Anlage eines künstlichen Beckens für Wasserversorgungszwecke sind bereits in der „Einführung" erwähnt. Bezüglich der Anlage und Berechnung von Talsperren wird auf die Lehrbriefe über „Einführung in den

Talsperrenbau" verwiesen. Die Entnahmeleitung bei Talsperren wird am besten durch den Talhang geführt. Es ist zwar in der Regel einfacher, die Entnahmeleitung durch die Talsperre zu führen, die Sperre wird aber dadurch geschwächt. Um bei jedem Wasserstand stets gleichmäßig klares und kühles Wasser entnehmen zu können, verwendet man heute bei größeren Talsperren meist einen senkrecht stehenden Entnahmeturm, in welchem ein Standrohr mit mehreren horizontalen Abzweigungen zur Entnahme aus verschiedenen Tiefen vorhanden ist. Als Beispiel einer solchen Anordnung ist in der Abb. 6 die San Mateo Sperre dargestellt, die der Wasserversorgung von San Francisco dient. Die Sperre selbst ist aus mächtigen Betonblöcken zusammengesetzt, die mit Fugen ineinandergreifen*). Die Entnahme kann durch Abzweigungen des Standrohres in drei verschiedenen Tiefen erfolgen. Statt der vielen Abzweige hat man auch in einzelnen Fällen ein bewegliches Entnahmerohr verwendet, wie in der Abb. 8 dargestellt. Der Seiher am Ende der Entnahmeleitung kann zeitweise mit A als Drehpunkt über den Wasserspiegel gehoben und gereinigt werden. Die Entnahme geschieht in einem anderen Fall durch eine Heberleitung, die auf den Staudamm verlegt ist (Abb. 9). Eine solche Anordnung kann bei Talsperren mit kleiner Höhe, bis etwa 6 bis 8 m, Verwendung finden. Am

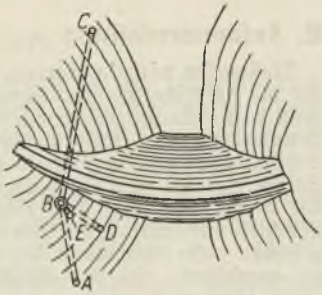

Abb. 7. Draufsicht der Talsperre in Abb. 6

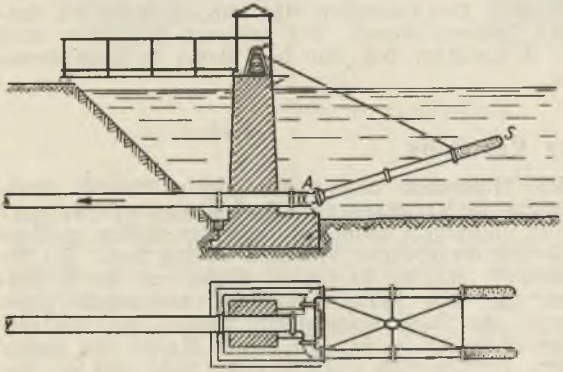

Abb. 8. Seewasserfassung

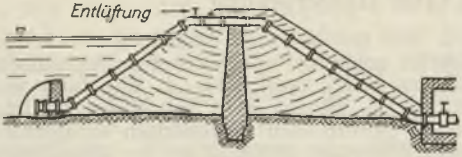

Abb. 9. Entnahme durch Heberleitung

*) Vgl. Einführung in den Talsperrenbau (Abb. 21).

höchsten Punkt der Heberleitung muß eine Entlüftung möglich sein.

B. Zusammenfassung

Flußwasser wird in Europa verhältnismäßig wenig, in Amerika sehr viel für die städtische Wasserversorgung benutzt. Bei Entnahme von Flußwasser muß dafür Sorge getragen werden, daß verunreinigtes Wasser nicht in die Leitung gelangt. Die unmittelbare Nähe von Städten, Fabriken und Schiffsliegeplätzen ist deshalb zu meiden. Das Wasser wird im fließenden Strom und nie in stillstehenden Flußarmen entnommen. Die Einmündung der Entnahmeleitung liegt etwas über der Flußsohle, ist nach flußabwärts gerichtet und wird gegen das Eindringen von Schwebestoffen durch Gitter geschützt. Die Verlegung der Entnahmeöffnung in der Flußsohle ist nicht zu empfehlen. In der Regel läßt man die Entnahmeleitung in einen Sammelbrunnen münden, aus dem die Saugleitung schöpft.

Bei Seen und künstlichen Sammelbecken findet man das beste Wasser in einer Tiefe von 10 bis 20 m, vorausgesetzt, daß man dadurch der Sohle nicht zu nahe kommt. Bei Entnahme aus Seen wird die Entnahmeleitung in den Seeboden, auf Querböcke, die durch Pfähle festgehalten werden, oder auf eine Steinfüllung verlegt. Das seewärts gelegene Ende erhält ein nach oben gerichtetes Knie mit Seiher. Bei Talsperren läßt man am besten die Entnahmeleitung durch den Talhang führen. Bei größeren Talsperren wird man sich in der Regel so einrichten, daß man das Wasser in verschiedenen Tiefen entnehmen kann.

C. Besprechung des Lehrstoffs

Frage: Warum wird Flußwasser in den Vereinigten Staaten Nordamerikas für die Städtische Wasserversorgung mehr benutzt als in Europa? **Antwort:** Weil dort der ungeheuere Wasserverbrauch der Städte meistens nicht durch See-, Quell- und Grundwasser befriedigt werden kann. **F.:** Wo entnimmt man Flußwasser? **A.:** Im fließenden Strom und nie in stillstehenden Seitenarmen. **F.:** Wie schützt man die Entnahmestelle gegen Schiffahrt und Flößerei? **A.:** Durch eingerammte Pfähle. **F.:** Wie verlegt man die Entnahmeleitung bei natürlichen Seen? **A.:** In den vorher ausgebaggerten Seeboden, auf Querböcke aus Eisen oder Holz, oder auf eine Steinschüttung. **F.:** Wie wird die Entnahmeleitung bei Talsperren geführt? **A.:** Am besten durch den Talhang, unter Umständen aber auch durch die Talsperre selbst.

D. Zur Wiederholung

1. Wie gewinnt man Regenwasser? 2. Was muß vor der Anlage einer Zisterne geschehen? 3. Wird das Regenwasser von der Auffangefläche der Zisterne direkt zugeleitet? 4. Wie kann man eine frostfreie Zisterne erhalten? 5. Warum wird das Flußwasser immer im fließenden Strom und nie in stillstehenden Seitenarmen entnommen? 6. Wie werden Schwebestoffe, Fische und Fischbrut von der Entnahmestelle abgehalten? 7. Läßt man bei Flußwasserfassungen die Saugleitung unmittelbar aus dem Fluß schöpfen? 8. Wie kann man bei größeren Talsperren bei jedem Wasserstand gleichmäßig klares und kühles Wasser entnehmen?

E. Aufgaben

1. Es ist eine Zisternenanlage zu beschreiben und zu skizzieren.

Zweite Stunde

A. Vortrag

d) Quellfassungen

11. Über die Entstehung der Quellen ist in der „Einführung" das Erforderliche gesagt. Man versteht demnach unter Quellwasser solches Grundwasser, das infolge natürlicher Verhältnisse zutage tritt.

12. Die Vorarbeiten für Quellfassungen umfassen möglichst genaue geologische Untersuchung des Einzugsgebietes, eingehende, mehrjährige Messungen der Ergiebigkeit der Quelle, Beobachtungen der Wassertemperaturen und etwaiger Trübungen des Wassers, sowie chemische und bakteriologische Untersuchung

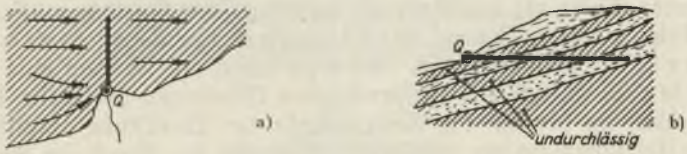

Abb. 10. Quellfassung
a) Aufsicht b) Querschnitt

des Wassers. Hygienisch sind dauernde Trübungen des Quellwassers in der Regel unbedenklich; man muß nur dann durch geeignete Kläranlagen dafür Sorge tragen, daß der Entnahmeleitung nur klares Wasser zufließt. Kommen aber zeitweilige Trübungen des Quellwassers vor, die kurz nach Regenfällen auftreten, so sind diese in der Regel darin begründet, daß ungenügend filtriertes Oberflächenwasser der Quelle zufließt. Ein solcher Zufluß muß verhindert werden, weil dadurch die Einschwemmung von Verunreinigungen (Keimen usw.) nicht ausgeschlossen ist.

13. In vielen Fällen genügen die beobachteten Wasserabflußmengen dem größten Bedarf. Es sollen aber im folgenden einige Beispiele gegeben werden, wie man durch die Fassung die Ergiebigkeit der Quelle vermehren kann. Hat man zum Beispiel festgestellt, daß eine Quelle **Q** einer Steinschicht entstammt, deren Fallen nach den Pfeilen der Abb. 10 a erfolgt, so ersieht man, daß hier ein großer Teil des Grundwasserstroms an der Quelle vorbeifließt. Treibt man, vom Ursprung der Quelle **Q** ausgehend, einen Schlitz oder Stollen in die wasserführende Schicht, so wird man die Wasserabflußmenge der Quelle erheblich vermehren können. Wenn, wie in der Abb. 10 b, mehrere durchlässige und undurchlässige Schichten übereinander lagern, und eine Quelle bei **Q** auftritt, so ist auch in diesem Falle eine Vermehrung der Ergiebigkeit der Quelle möglich. Man hat dann

einen Stollen wie in der Abbildung vorzutreiben, um nach Durchsetzung der undurchlässigen Schichten in die wasserführenden zu gelangen.

14. Die Art der Fassung der Quelle richtet sich nach deren Auftreten. Das Auftreten der Quelle wird durch die sogenannten Quellerschließungsarbeiten festgestellt, und man versteht darunter die Freilegung der Quelle durch Aufräumung sowie die Verfolgung der einzelnen Wasseradern. Die Fassung der Quellen erfolgt durch sogenannte Brunnenstuben oder Quellstuben. Steigt die Quelle von unten auf, so wird die Quellstube über der Quelle errichtet, so daß die Umfassungen der Quellstube die Quelle einschließen und das Wasser gegen Wärme, Frost und Verunreinigungen von außen schützen. Aus der Quellstube mündet dann die Ableitung aus. In ganz anderer Weise als die senkrecht aufsteigenden Quellen müssen die seitlich aus einem Gebirgshang vortretenden Quellen gefaßt werden. Es wird dann am Abhang eine feste, für den Durchfluß mit entsprechenden Öffnungen versehene Wand errichtet, an die sich die Seitenwände der Quellstube anschließen. Zur Erleichterung des Wasserzuflusses wird die Wand am Abhang oft mit Steinpackung hinterfüllt. Oft ist es erforderlich, noch einen kleinen Stollen in den Abhang zu treiben, um Seitenquellen aufzunehmen und deren Wasser in die Quellstube zu leiten.

15. Eine Quellstube muß von oben durch Einsteigeschächte oder seitlich durch Türen zugänglich sein, damit ihr Zustand dauernd überwacht und Reinigungen sowie Ausbesserungen vorgenommen werden können. Es muß dafür gesorgt werden, daß durch die Zugangstüren oder Zugangsschächte kein Regenwasser in die Quellstube gelangt. Dieses ist dann erreicht, wenn die Schwelle der Tür genügend hoch liegt und das Gelände von der Schwelle aus nach außen fällt. Erfolgt der Zugang durch Türen, so empfiehlt es sich, als Schutz gegen Erwärmung bzw. Abkühlung des Quellwassers durch die Außentemperatur die Türen doppelwandig anzulegen.

16. Die Entnahmestelle muß um etwa 0,5 bis 1,0 m über der Sohle der Quellstube angelegt werden, um gegen Zufluß von Sand und Schlamm gesichert zu sein. Zu erhöhter Sicherheit wird vor der Entnahmeöffnung noch ein Seiher angebracht. Das Entnahmerohr ist dem größten Wasserbedarf anzupassen. Oft wird es sogar nach der größten Quellergiebigkeit bemessen, um späteren Steigerungen des Bedarfs Rechnung zu tragen. Ist der Wasserzufluß größer als die Entnahme, so kann das überschüssige Wasser durch einen Überlauf abfließen. Zur Entleerung wird die Quellstube außerdem mit einem Leerlauf versehen. Verdorbene Luft tritt bei fast allen Quell-

fassungen zeitweilig auf, es muß deshalb für eine gute Lüftung der Quellstube Sorge getragen werden. Die Quellstube ist immer auf den undurchlässigen Fels aufzusetzen. Die Ausführung der Stube erfolgt in Mauerwerk oder Beton. Das Mauerwerk wird in Zementmörtel ausgeführt, Kalkmörtel wird erfahrungsgemäß in allen Quellstuben allmählich ausgelaugt. Holz sollte in Quellfassungen nicht verwendet werden, es ist nämlich, sobald es nicht immer unter Wasser bleibt, eine Brutstätte organischen Lebens. Wenn Eisen verwendet wird, ist es mit einem zuverlässigen Anstrich gegen Rost zu sichern.

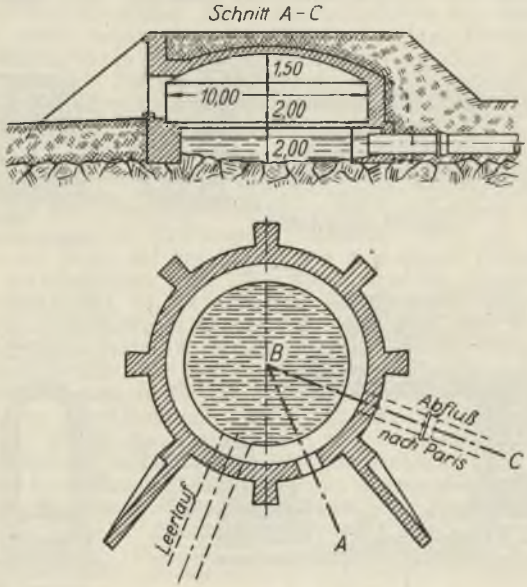

Abb. 11. Quellwasserfassung bei Armentières (Vanne, Paris)

17. Zum besseren Verständnis werden im folgenden zwei Beispiele von ausgeführten Anlagen gegeben. Ein Beispiel für die Fassung einer aufsteigenden Quelle bietet die Quellfassung bei Armentières (Vanne, Paris), die in Abb. 11 dargestellt ist. An der Stelle, an der das Wasser zutage tritt, ist ein kreisförmiger Schacht von 10 m Durchmesser hergestellt und mit einem wasserdicht abgedeckten Gewölbe versehen. Das Gewölbe ist durch eine Erdschicht geschützt. Die Quellstube ist von außen durch eine Tür zugänglich, die zugleich der Lüftung dient. Zur Begehung ist im Innern ein Rundgang angeordnet. Eine Überlaufvorrichtung ist nicht vorhanden, dagegen ein Leerlauf für den Fall der Reinigung der Sohle. Als Beispiel für die Fassung einer Quelle, die an einem Hang entspringt, wird in der Abb. 12 die Fassung für die

Ortschaft Reifelfingen (Baden) gebracht. Das zufließende Wasser ergießt sich zuerst in eine Kammer **K**. Hier wird der etwa mitgeführte Sand zurückgehalten und kann durch das von Hand zu bedienende Entleerungsrohr zeitweilig abgeführt werden. Das klare Wasser läuft über einen Überfall und gelangt mittels des Seihers **S** in die gußeiserne Entnahmeleitung. Fließt mehr Wasser zu als verbraucht wird, so tritt es über die Überlaufwand **H** und gelangt durch die Rinne **R** in das Überlaufrohr **U**, das zugleich die Entleerung des Sandfangs nach Öffnung des Schiebers **G** bewirkt. Die Abschlußwand der Brunnenstube ruht auf der Sohle der wasserführenden Schicht. Die wasserführende

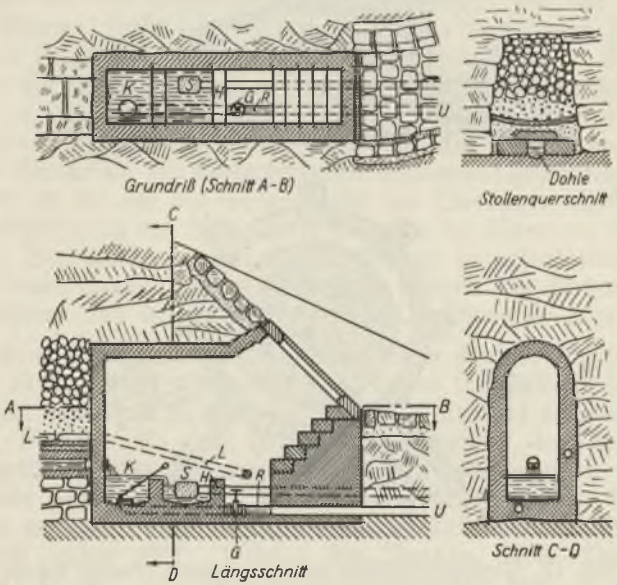

Abb. 12. Quellwasserfassung bei Reiselfingen

Schicht wurde noch mit einem 20 m langen Stollen verfolgt, um die Ergiebigkeit durch Aufnahme von Seitenquellen zu vermehren. In der Sohle des Stollens wurde ein mit Einlaufschlitzen versehener Steinkanal (Dohle) eingebaut, der zunächst mit Kies und dann mit einer muldenförmigen Tonschicht abgedeckt wurde. Diese soll das von oben durchsickernde, möglicherweise verunreinigte Regenwasser auffangen und durch die Leitung **L** in die Rinne **R** abführen. Die Quellstube ist überwölbt und durch eine zu einer kleinen Treppe führenden Tür zugänglich, die zugleich der Lüftung dient. Hang und Zugang sind durch Pflaster befestigt und die Quellstube durch eine Erdschicht geschützt.

B. Zusammenfassung

Die Vorarbeiten für Quellfassungen umfassen möglichst genaue geologische Untersuchung des Einzugsgebietes, eingehende mehrjährige Messungen der Ergiebigkeit der Quelle, Beobachtungen der Wassertemperaturen und etwaiger Trübungen des Wassers, sowie chemische und bakteriologische Untersuchung des Wassers. Wenn die beobachtete Wasserabflußmenge den größten Bedarf nicht befriedigt, kann man unter Umständen durch Vortreiben eines Stollens in die wasserführende Schicht die Ergiebigkeit der Quelle vermehren. Die Fassung der Quellen erfolgt in Quellstuben. Steigt die Quelle von unten auf, so wird die Quellstube über der Quelle errichtet. Tritt die Quelle an einem Berghang auf, so wird am Abhang eine feste, für den Durchfluß mit entsprechenden Oeffnungen versehene Wand errichtet, an die sich die Seitenwände anschließen. Die Quellstube muß durch Schächte oder Türen zugänglich und gegen Verunreinigung und Temperatureinfluß von außen geschützt werden. Sie erhält außerdem unter Umständen einen Überlauf für das überschüssige Wasser, einen Leerlauf zur Entleerung der Stube und eine Anordnung zur Lüftung. Die Entnahmeöffnung liegt um etwa 0,5 bis 1,0 m über der Sohle und ist mit einem Seiher versehen. Die Quellstube wird in Beton oder Mauerwerk in Zementmörtel ausgeführt.

C. Besprechung des Lehrstoffs

Frage: Warum sind zeitweilige Trübungen des Quellwassers in der Regel bedenklicher als dauernde Trübungen? **Antwort:** Weil die zeitweiligen Trübungen in der Regel auf den Zufluß von ungenügend filtriertem Oberflächenwasser zurückzuführen sind. **F.:** Kann man die Ergiebigkeit einer Quelle vermehren? **A.:** Ja, in einzelnen Fällen durch Vortreiben eines Stollens in die wasserführende Schicht. **F.:** Wie wird eine Quelle gefaßt, die an einem Hang entspringt? **A.:** Es wird am Abhang auf der undurchlässigen Schicht eine feste, für den Durchfluß mit entsprechenden Öffnungen versehene Wand errichtet, an die sich die Seitenwände anschließen. **F.:** Wie wird der Zugang zur Quellstube ermöglicht? **A.:** Durch Einsteigeschächte oder Türen. **F.:** Für welchen Zweck braucht man in Quellstuben einen Überfall. **A.:** Zur Ableitung des etwa überschüssigen Wasserzuflusses. **F.:** Warum verwendet man beim Bau von Quellfassungen ungern Holz. **A.:** Weil das Holz, sobald es nicht immer unter Wasser bleibt, eine Brutstätte organischen Lebens ist.

A. Vortrag

e) Gewinnung von Grundwasser durch horizontale Anlagen

18. In den Abschnitten 11 u. ff. wurden die Quellfassungen beschrieben, d. h. die Anlagen zur Fassung des Grundwassers bei seinem Austritt. Die Gewinnung des eigentlichen Grundwassers erfolgt entweder durch horizontale Anlagen wie offene Gräben, Sickerkanäle, Dränleitungen, Sammelrohre, Sammelkanäle und Sammelstollen, oder durch vertikale Anlagen, das sind Brunnen verschiedener Arten. Horizontale Anlagen kommen dort zur Anwendung, wo es sich um die Fassung einzelner Wasseradern oder um die Ausnutzung von Grundwasserprofilen mit geringer Mächtigkeit handelt, während die Ausnutzung von Grundwasserprofilen mit größerer Mächtigkeit durch Brunnen erfolgt.

1. Offene Gräben

19. Die Gewinnung von Grundwasser durch offene Gräben wird bei der Melioration angewendet, um den Grundwasserspiegel abzusenken. Offene Gräben zum Zwecke der Wasserversorgung findet man häufig im holländischen Dünengebiet. In der „Einführung" wurde unter Absatz 68 die Entstehung des Dünenwassers beschrieben. Demnach schwimmt das süße Dünenwasser gewissermaßen als eine zusammenhängende Masse in dem umgebenden Meerwasser und befindet sich mit diesem in labiler Gleichgewichtslage. Ein energischer Eingriff, z. B. die Wassergewinnung durch einen Brunnen, würde in diesem Gleichgewichtszustand leicht Störungen hervorrufen und das Wasser brackig machen. Dies ist aber bei der Gewinnung des Wassers durch offene Gräben nicht der Fall. Besonders bekannt ist die Fassungsanlage der Stadt Amsterdam. Offene Gräben haben den Nachteil, daß sie leicht verunreinigt werden. Auf Grund der geringen Geschwindigkeit des Wassers tritt oft starker Pflanzenwuchs auf. In der letzteren Zeit sind deshalb zahlreiche Gräben durch Sickerkanäle, Dränleitungen usw. ersetzt worden.

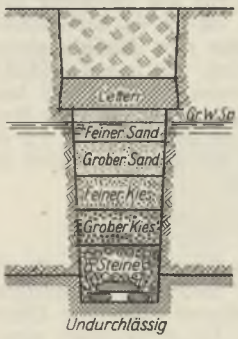

Abb. 13. Sickerkanal

2. Sickerkanäle und Dränleitungen

20. Sickerkanäle und Dränleitungen werden sehr viel verwendet, um einem wasserreichen Boden das überschüssige Wasser zu entziehen und ihü dadurch für die Landwirtschaft tauglicher zu machen. Ähnliche Anlagen werden auch für die Gewinnung von Grundwasser für Versorgungszwecke verwendet. Sickerkanäle werden aus Steinen oder grobem Kies hergestellt. In der Regel bildet man, wie in der Abb. 13, aus Steinen einen Kanal, das Wasser tritt in diesen durch die Fugen zwischen den einzelnen Steinen. Für Wasserversorgungszwecke müssen die Sickerkanäle mindestens 4 bis 5 m unter der Erdoberfläche liegen. Der Sickerkanal darf nicht mit gewöhnlichem Boden bedeckt werden, sondern wird nach oben und nach den Seiten mit Steinschlag, Kies und Sand umhüllt, die nach Art der Filter mit von außen nach innen zunehmender Korngröße angeordnet werden. Oben wird gegebenenfalls mit einer Lettenschicht abgedeckt, damit das Wasser nur seitlich eintritt und Verunreinigungen von oben ausgeschlossen werden. Dasselbe, was hier für die Sickerkanäle gesagt ist, gilt auch für die Dränleitungen. Die einzelnen Dränrohre haben eine Länge von 30 cm und werden aus Ton hergestellt in Lichtweiten von 4 cm und darüber,

je nach der zu führenden Wassermenge. Die Rohre stoßen stumpf gegeneinander, in den Stößen dringt das Wasser ein. Die Sickerkanäle und Dränleitungen sollten, wenn möglich, mindestens 8 m von Bäumen entfernt angelegt werden, damit die feinen Wurzeln nicht in die Fugen einwachsen und eine Verstopfung der Leitung herbeiführen können. Eine große Anzahl von Wasserfassungen durch Sicker- und Dränanlagen sind bei den verschiedenen Eisenbahnbauten zur Ableitung der in den Einschnitten oft unvermutet auftretenden Quellen angelegt worden — manchmal nur zum Zwecke der Entwässerung der Böschungen, vielfach aber zur Versorgung von Bahnhofsbrunnen und von Brunnen neben den Wärterhäusern auf der Strecke.

3. Sammelrohre

21. Statt der Dränrohre verwendet man bei größeren Wassergewinnungsanlagen durchlochte Sammelrohre aus Ton, Zement oder Eisen. Eisenrohre besitzen die größte Festigkeit, ein Zurosten der Sickerschlitze ist aber in der Regel nicht zu vermeiden. Wenn die Geschwindigkeit des Wassers 1 m in der Sekunde nicht übersteigt, so werden Zementrohre und besonders glasierte Tonrohre nicht vom Wasser angegriffen und sind dann meistens zu bevorzugen. Bei der Verlegung ist aber ein sicherer Baugrund erforderlich. Der Durchmesser der Sammelohre soll nicht weniger als 20 cm betragen, die Sickeröffnungen werden entweder als runde Löcher oder als kurze Schlitze ausgeführt. Die Sammelrohre werden auf groben Kies oder Steinschlag gebettet und mit demselben Material umhüllt. Sonst wird grober Kies, feiner Kies, Sand usw. aufeinandergefüllt wie bei den Dränrohren. Die früher erwähnte Lettenschicht, die das in den Rohren gesammelte Grundwasser gegen das Eindringen von Oberflächenwasser schützen soll, muß über dem natürlichen Grundwasserspiegel liegen.

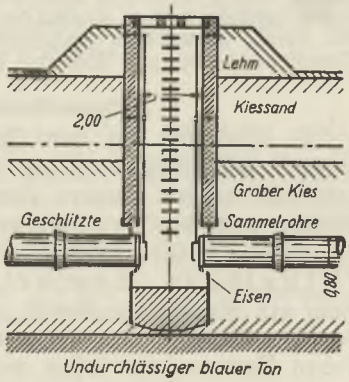

Abb. 14. Sammelschacht

22. Trotz sorgfältigster Umhüllung ist aber das Eindringen von Sand und Schlamm in die Rohre nicht zu vermeiden. Der im Wasser gelöste kohlensaure Kalk und das Eisenoxydul fallen unter der Einwirkung der Luft aus. Aus diesen Gründen werden bei größeren Anlagen immer in gewissen Abständen, etwa 50 bis 100 m, Einsteigeschächte mit Sandfang angeordnet. Die Sammelrohre werden zwischen den einzelnen Einsteigeschächten in einer

POLITECHNIKA ŚLĄSKA BIBLIOTEKA GŁÓWNA

geraden Linie verlegt, um die Besichtigung zu ermöglichen. Zeitweilig wird zur Reinigung der Rohrstränge eine Bürste durchgezogen. Die Schächte müssen genügend Raum zum Einbringen der Putzdrähte bieten. Abb. 14 zeigt im Schnitt einen solchen Sammelschacht.

Bei der ursprünglichen Sammelrohranlage für das Wasserwerk der Stadt Hannover hat man den ganzen Rohrstrang aus gußeisernen Rohren von 0,80 m Lichtweite und 2,0 m Baulänge hergestellt. Die einzelnen Rohre haben 15 mm Wanddicke und sind mit 12 Reihen von Schlitzen versehen, die an der Außenseite des Rohres 10 mm, an dessen Innenseite aber 20 mm weit sind, wodurch das Einklemmen von Steinen verhindert werden soll. Die Länge der Schlitze beträgt etwa 100 mm; es wird bei etwa 6,5 m Rohrlänge die Summe der äußeren Schlitzöffnungen gleich dem Rohrquerschnitt. Die gesamte Fläche der Schlitze des 918 m langen Rohrstranges berechnet sich zu 70 m² und wenn man annimmt, daß davon ein Drittel durch vorliegende Kiesstücke versperrt ist, so bildet sich bei einer größten Entnahme von 15 000 m³ täglich (oder 189 l in der Sekunde bei 22stündiger Arbeitszeit der Pumpen) eine Eintrittsgeschwindigkeit von 4 mm in der Sekunde, vorausgesetzt, daß der Eintritt überall gleichmäßig stattfindet. Die Abflußgeschwindigkeit des Wassers in dem mit einem Gefälle von 1 : 1850 angelegten Rohrstrange steigt in diesem Falle von Null am oberen Ende bis zu 0,38 m in der Sekunde am unteren Ende. Die Rohre sind an den Seiten und über dem Scheitel mit Steinschlag umgeben; dann folgt eine 0,4 m starke Schicht von gesiebtem groben Kies und darauf der ausgehobene kieshaltige Boden, der 0,3 m stark mit Lehm abgedeckt ist. Die Verlegung der Rohre geschah in einer abgesteiften Baugrube, in der der Wasserspiegel von den zuerst hergestellten Zwischenschächten (Abb. 14) aus durch kräftige Dampfpumpen bis zur Rohrachse gesenkt wurde.

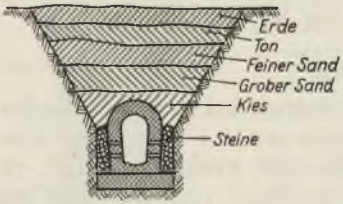

Abb. 15. Sammelkanal

4. Sammelkanäle und Sammelstollen

23. Sind die von den Sammelanlagen beigeführten Wassermengen sehr groß, oder legt man einen besonderen Wert darauf, jederzeit in das Innere einer Sammelanlage zu gelangen, so müssen auch die Sammelrohre größere Abmessungen bekommen; in dieser Weise entwickeln sich aus den kleineren Rohren schlupfbare Sammelkanäle. Schlupfbar bezeichnet man ein Rohr oder Kanal, wenn dessen Lichtweite 70 cm und darüber beträgt. Die verwendeten Kanalprofile haben alle möglichen Formen, am besten wird die Höhe größer als die Breite angenommen. Sind Bruchsteine und Steinplatten leicht und billig zu haben, so wird das gemauerte rechteckige Profil bevorzugt; sind Kies und Sand an der Baustelle billig zu haben, so werden verschiedene abgerundete Betonkonstruktionen angewendet usw. Sollen Sammelkanäle oder Sammelstollen begehbar sein, so muß das lichte Profil mindestens 1,6 auf 0,7 m besitzen; besser ist es, mit 1,0 bis 1,2 m Breite und 1,9 bis 2,0 m Höhe zu arbeiten. Sammel-

kanäle und Sammelstollen werden mit Kies und Sand usw. in derselben Weise überdeckt wie die Dränleitungen. Die Kosten des Vortreibens der Stollen bzw. der Herstellung von tiefen Einschnitten sind immer sehr bedeutend und nehmen zu mit der Größe des Wasserzudranges. Abb. 15 zeigt einen Querschnitt durch den Sammelkanal für ein städtisches Wasserwerk. Er ist 1,0 m hoch, oben 0,63 m und unten 0,50 m breit und ruht auf einer 0,32 m starken Betonschicht aus Backsteinen und Zementmörtel. Der Eintritt des Wassers findet durch Sickerfugen der Wangenmauern statt, die gegeneinander versetzt und 20 mm weit sind. Die Überdeckung ist aus der Abbildung ersichtlich.

B. Zusammenfassung

Das eigentliche Grundwasser wird je nach dessen Auftreten und Mächtigkeit entweder durch horizontale oder vertikale Anlagen gewonnen. Die letzteren sind Brunnen verschiedener Art. Horizontale Anlagen sind folgende: Offene Gräben werden fast ausschließlich im holländischem Dünengebiet verwendet. Sickerkanäle und Dränleitungen sind verdeckte Anlagen, die der Gewinnung von kleineren Wassermengen dienen. Sickerkanäle werden aus losen Steinen hergestellt; Dränleitungen bestehen aus einzelnen Dränrohren, die stumpf gegeneinanderstoßen und das Grundwasser durch die Stoßfugen eintreten lassen. Bei größeren Wassermengen verwendet man durchlochte Sammelrohre aus Ton, Zement oder Eisen, bei noch größeren Wassermengen, oder wenn man Wert darauf legt, jederzeit in das Innere der Sammelanlage gelangen zu können, werden schlupfbare oder begehbare Sammelkanäle oder Sammelstollen erforderlich. Sowohl Sickerkanäle wie auch Dränleitungen, Sammelrohre, Sammelkanäle und Sammelstollen werden zunächst mit Steinen oder grobem Kies umhüllt, darauf kommt feiner Kies, grober und feiner Sand und endlich eine Letten- oder Betonschicht, um das gesammelte Grundwasser vor Verunreinigungen von oben zu schützen. Auf diese Schicht wird dann gewöhnlicher Boden gefüllt.

C. Besprechung des Lehrstoffs

Frage: Wie wird ein Grundwasserstrom von großer Mächtigkeit gefaßt? **Antwort:** Durch Brunnen verschiedener Art. **F.:** Wo verwendet man für die Gewinnung von Grundwasser offene Gräben? **A.:** Im holländischen Dünengebiet. **F.:** Welche horizontalen Anlagen kommen für die Gewinnung von kleineren Grundwassermengen in Frage? **A.:** Sickerkanäle und Dränleitungen. **F.:** Welche horizontalen Anlagen kommen für die Gewinnung von größeren Grundwassermengen in Frage? **A.:** Gelochte Sammelrohre, Sammelkanäle oder Sammelstollen. **F.:** Wie tritt das Grundwasser in die Sammelrohre? **A.:** Durch zahlreiche Löcher oder Schlitze in den Rohrwandungen.

D. Zur Wiederholung

9. Welche Vorarbeiten sind für Quellfassungen nötig? 10. Wie verhindert man, daß Regenwasser durch Einsteigeschächte und Türen in die Quellstube gelangt? 11. Welches Material verwendet man mit Vorliebe für den Bau einer Quellstube? 12. Was muß mit dem Eisen geschehen, das in Quellstuben verwendet wird? 13. Wie wird das eigentliche Grundwasser gewonnen? 14. Welche Nachteile haben offene Gräben für die Gewinnung von Grundwasser? 15. Wie werden Sickerkanäle für Wasserversorgungszwecke hergestellt? 16. Wann werden schlupfbare und begehbare Sammelkanäle und Sammelstollen verwendet.

E. Aufgaben

2. Wie wird eine senkrecht aufsteigende Quelle gefaßt?
3. Es ist die Herstellung einer Dränleitung für Wasserversorgungszwecke zu beschreiben.

Dritte Stunde

A. Vortrag

f) Brunnen

24. Vertikale Anlagen, die der Gewinnung von Grundwasser dienen, werden Brunnen genannt. Nach ihrer Herstellungsweise unterscheidet man folgende Arten:

1. Abessinierbrunnen,
2. Rohrbrunnen oder Bohrbrunnen,
3. Schachtbrunnen oder Kesselbrunnen.

Abessinierbrunnen und Rohrbrunnen werden mittels Rammen oder Bohren, Schachtbrunnen durch Baggerung oder Ausgrabung unter Wasserhaltung abgeteuft.

1. Abessinierbrunnen

25. Der Abessinierbrunnen, die einfachste Form von Rohrbrunnen, wird auch amerikanischer Brunnen oder Nortonbrunnen genannt, weil seine Ausführung zuerst in Amerika erfolgte und dann von Norton weiter ausgebildet wurde, worauf man diese Brunnen bei dem während der Jahre 1867 bis 69 durchgeführten abessinischen Feldzuge der Engländer mit großem Erfolg zur Gewinnung von Trinkwasser aus dem Grundwasser benutzte. Der Abessinierbrunnen hat den Vorteil, daß man mit geringen Kosten und auch bei ungelernten Arbeitern sehr schnell und tief in die grundwasserführende Schichten gelangen kann. Sie eignen sich vorzüglich für die Einzelhausversorgung, zur vorübergehenden Wasserversorgung von Bauten und gelegentlichen Wohnstätten usw. Sehr wertvoll sind sie bei Beobachtungen von Grundwasserströmungen und bei Vorarbeiten zu größeren Entnahmen. Eine bemerkenswerte größere Wassergewinnungsanlage durch Abessinierbrunnen ist die der Stadt Brooklyn, die seit 1885 täglich gegen 84 000 m^3 Grundwasser aus den in mäßiger Tiefe liegenden wasserführenden Schichten von Long-Island mittels 50 mm weiter Brunnen bezieht.

26. Ein schmiedeeisernes Rohr von 25 bis 60 mm Weite wird unten mit einer Stahlspitze versehen und mittels eines Rammgewichtes oder durch Hammerschläge in den Boden eingetrieben. Das Rohr ist oberhalb der Stahlspitze auf einer Länge von 0,5 bis 2,0 m mit zahlreichen Löchern oder Schlitzen von 3 bis 6 mm Weite versehen, durch die das Grundwasser eintreten kann. Genügt die Länge dieses Rohres nicht, so wird mittels Verschrau-

bungen ein zweites Rohrstück aufgesetzt. Die einzelnen Rohre können in Längen von 0,75, 1,50, 2,25, 3,00 und 4,50 m von den Fabriken bezogen werden. Statt des Einrammens kann die Herstellung des Brunnens auch manchmal durch Einschrauben erfolgen. Man hat dann am unteren Ende statt der Stahlspitze eine Schraubenspitze anzubringen. Das Einschrauben erfolgt mittels einer Doppelhebelklemme, die durch einen Keil an dem Rohr befestigt ist. Die Klemme kann nach Belieben gelöst und nach einer anderen Stelle geschoben werden. Die Entnahme geschieht mittels einer Pumpe.

27. In der Abb. 16 ist ein normaler Abessinierbrunnen mit Stahlspitze und Pumpe dargestellt. Sowohl beim Einrammen wie auch beim Einschrauben muß sorgfältig auf eine genaue lotrechte Stellung des Rohres geachtet werden. Ein Boden, der große Steine enthält, eignet sich schlecht für das Eintreiben eines Abessinierbrunnens. Trifft die Stahlspitze auf einen solchen Stein, so muß das Brunnenrohr ausgezogen und dessen Eintreiben an einer anderen Stelle versucht werden. Nach dem ersten Auspumpen, bei dem viel Sand ausgespült wird, bildet sich um die Saugstelle ein Sack, und der Brunnen liefert alsdann meist reichlich und reines Wasser. Ist das Material des Untergrundes sehr fein, so werden unter Umständen die Löcher und Schlitze mit einem Kupfergitter oder Tressengewebe überzogen.

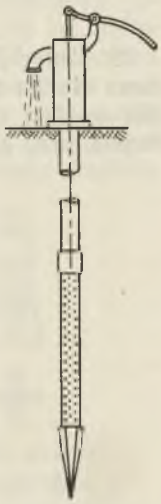

Abb. 16
Abessinierbrunnen

B. Zusammenfassung

Vertikale Anlagen zur Gewinnung von Grundwasser werden Brunnen genannt und je nach ihrer Herstellungsweise in Abessinierbrunnen, Rohrbrunnen und Schachtbrunnen eingeteilt. Der Abessinierbrunnen ist die einfachste Form eines Rohrbrunnens, er besteht aus einem schmiedeeisernen, unten mit einer Stahlspitze versehenen Rohr von 25 bis 60 mm Weite, das mittels eines Rammgewichts in die wasserführende Schichten eingetrieben wird. Das Rohr ist oberhalb der Stahlspitze auf einer Länge von 0,5 bis 2,0 m mit zahlreichen Löchern oder Schlitzen von 3 bis 6 mm Weite versehen, durch die das Grundwasser eintreten kann. Das Rohr kann auch unter Umständen in den Boden mittels einer Doppelhebelklemme eingeschraubt werden und erhält dann am unteren Ende statt der Stahlspitze eine Schraubenspitze. Es muß beim Eintreiben sorgfältig auf eine genaue lotrechte Stellung des Rohres geachtet werden.

C. Besprechung des Lehrstoffs

Frage: Welche verschiedenen Brunnenarten unterscheidet man? **Antwort:** Abessinierbrunnen, Rohrbrunnen und Schachtbrunnen. **F.:** Welche Vorteile hat der Abessinierbrunnen vor den anderen Brunnenarten? **A.:** Man kann mit Hilfe eines Abessinierbrunnens mit geringen Kosten bei ungelernten Ar-

beitern sehr schnell und tief in die grundwasserführende Schichten gelangen. **F.:** Wie wird das Einrammen eines Abessinierbrunnens ermöglicht? **A.:** Das Brunnenrohr wird unten mit einer Stahlspitze versehen und mittels eines Rammapparates, bestehend aus Dreifuß, Rammbär, Rammklemme und Zugseilen in den Boden eingetrieben. **F.:** Wie kann das Grundwasser in einen Abessinierbrunnen eintreten? **A.:** Durch eine Anzahl von Löchern oder Schlitzen oberhalb der Stahlspitze. **F.:** Wie groß sind diese Löcher oder Schlitze? **A.:** Sie haben eine Weite von 3 bis 6 mm.

A. Vortrag

2. Rohrbrunnen

28. Unter Rohrbrunnen versteht man die mittels irgendeines Bohrverfahrens aus engen Rohren hergestellten Brunnen. Sie werden deshalb auch Bohrbrunnen genannt, die erste Bezeichnung wird aber am meisten angewendet. Ihre Durchmesser

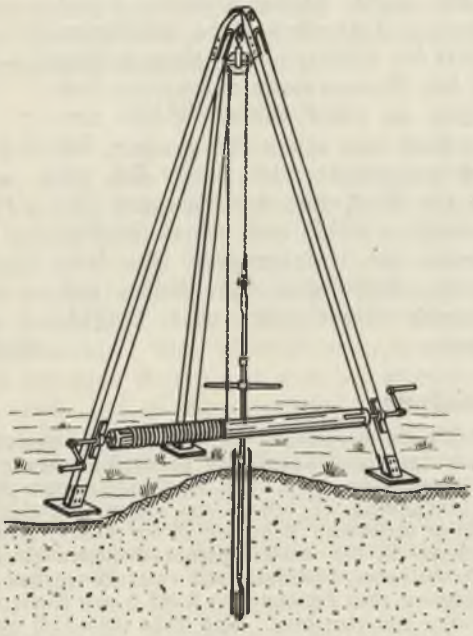

Abb. 17. Bohrgerüst

schwanken innerhalb weiter Grenzen, in der Regel etwa 10 bis 60 cm.

29. Zum Zwecke des Bohrens errichtet man ein Gerüst aus drei Masten, deren obere Enden sehr fest miteinander verbunden sind. Ein solches Gerüst, das auch Dreibock genannt wird, ist in der Abb. 17 dargestellt. An der Spitze des Dreibocks befestigt man

eine Rolle mit waagerechter Achse und bringt in etwa 1 m Höhe zwischen zwei Masten eine Trommel mit Winde und Seil an. Letzteres wird über die Rolle geführt und trägt an seinem Ende das Rohrgestänge, an das der Erdbohrer angeschraubt wird. Das Bohrgestänge wird aus einzelnen bis 4,5 m langen Gestängeteilen zusammengesteckt oder zusammengeschraubt. Die Form des Erdbohrers richtet sich nach der Beschaffenheit des Bodens. Die Schappe (Abb. 18 a) besteht aus einem seitlich aufgeschlitzten Zylinder und eignet sich bei kiesig-lehmigem Boden. Man läßt den Bohrer mittels des Seils auf den Boden nieder und bohrt ihn durch Drehen der Bohrstange mit Hilfe eines Knebels

Abb. 18 a
Schappe

Abb. 18 b
Ventilbohrer

Abb. 18 c
Flachmeißel

Abb. 18 d
Kreuzmeißel

in den Boden ein. Hat sich der Bohrer mit Erdreich gefüllt, so zieht man ihn mit der Winde heraus, reinigt ihn und fährt weiter fort zu bohren. Sobald das Bohrloch eine gewisse Tiefe (1 bis 2 m) erreicht hat, wird ein schmiedeeisernes Rohr von entsprechender Weite eingeführt und durch Belastung und durch Drehen so tief wie möglich in den Boden heruntergebracht. Das Bohren wird durch dieses Rohr fortgesetzt, je tiefer man kommt, um so tiefer wird das Rohr nachgeschoben und, falls es oben zu kurz wird, ein weiteres Stück angeschraubt. Ebenso verlängert man das Rohrgestänge entsprechend durch Anschrauben von Zwischenstücken.

30. Stößt man auf wasserführende Schichten, so wird der Boden schlammig und haftet nicht mehr am Erdbohrer. Das Ausheben des Bodens erfolgt dann durch einen sogenannten Ventilbohrer (Abb. 18 b). Dieser besteht aus einem zylindrischen Gefäß von 2 bis 4 l Inhalt, dessen Boden durch ein sich nach innen öffnendes Klappenventil verschlossen ist. Taucht man den Ventilbohrer in den Schlamm, so füllt er sich mit diesem, indem das Klappenventil dem Druck von unten nachgibt. Beim Emporziehen schließt es sich aber durch die darauf ruhende

Schlammsäule und der Bohrer wird infolgedessen gefüllt zutage befördert. Der Ventilbohrer wird gewöhnlich durch ein Seil bedient und durch wiederholtes Niederfallen gefüllt. Man kann auch das gewöhnliche Rohrgestänge benutzen, es ist aber zeitraubend, weil man bei jedesmaligem Herausheben die einzelnen Gestängeteile auseinanderschrauben muß. Felspartien können mit einem gewöhnlichen Erdbohrer nicht überwunden werden, zu deren Durchbrechung bedient man sich der Bohrmeißel. Diese stimmen in ihrer Form etwa mit gewöhnlichen Steinmeißeln überein. Man verwendet meist Flachmeißel (Abb. 18 c), Kreuzmeißel (Abb. 18 d) mehr da, wo ein Festklemmen der flachen Schneide im Gestein zu befürchten ist. Man befestigt die Meißel an Stelle des Erdbohrers am Bohrgestänge und stößt den Fels durch Anheben und Fallenlassen des Gestänges allmählich durch, wobei von Zeit zu Zeit der Bohrschmant mit dem Ventilbohrer entfernt wird.

31. Soll das Wasser aus einer hierzu besonders geeigneten Schicht **a** entnommen werden (Abb. 19), so wird zunächst ein sogenanntes Futterrohr vom Durchmesser **D** in der oben beschriebenen Weise bis in die undurchlässige Sohle der Schicht a abgeteuft, dann ein sogenanntes Filter vom Durchmesser **d** eingesetzt, der Raum zwischen dem Filter und dem Futterrohr mit Kies oder grobem Sand ausgefüllt und das Futterrohr gezogen. Das Wasser hat jetzt Zutritt zum Filter und kann durch eine Pumpe gefördert werden. Das Filter besteht aus einem schmiedeeisernen (auch gußeisernen oder kupfernen) Rohr, das auf die Länge, in welche der Wassereintritt erfolgen soll, gelocht und zum Schutz gegen Eintritt von feinem Sand mit einem Tressengewebe überzogen wird.

32. Besteht die wasserführende Schicht aus Kies oder grobem Sand, so genügt die Umfüllung des Filters mit gewaschenem Sand von möglichst gleichmäßiger Korngröße. Bei feinem Sand dagegen empfiehlt es sich, den Zwischenraum zwischen Filter und Futterrohr größer zu wählen und die Umfüllung in zwei oder drei Schichten von verschiedener Korngröße in der Weise zu teilen, daß die Umfüllungsschichten vom Filter ab an Korngröße abnehmen. Dies war bei den Brunnen des Nürnberger Wasserwerks im Ursprungtal der Fall (Abb. 20 a). Die Ausführung dieser Brunnen geschah in folgender Weise: Nachdem ein Futterrohr von 800 mm Weite bis zu genügender Tiefe abgesenkt war, wurde eine vorher geformte Betonplatte **AB** eingebracht und darauf das 150 mm weite gußeiserne Filterrohr gestellt. Um dieses Filterrohr mit einem Filtermantel zu umgeben, wurden nacheinander drei Hilfszylinder aus Eisenblech eingebracht, die ringförmigen Zwischenräume in der angedeuteten Weise mit Kies von verschiedener Korngröße ausgefüllt und danach die Hilfs-

zylinder nebst dem Futterrohr wieder herausgezogen. Die über den Filterschichten liegende 70 mm weite Verbindungsleitung zwischen Brunnen und Sammelrohr ist aus verzinntem Kupfer hergestellt und mit Gummiringen gedichtet; die Muffenenden wurden außerdem mit Wasserkitt verstrichen. Die Verbindung

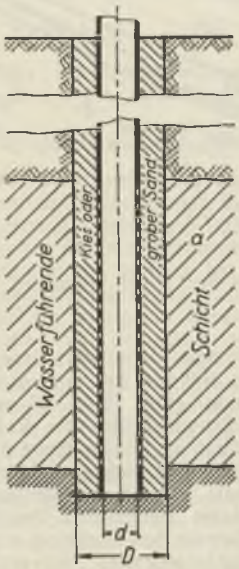

Abb. 19. Rohrbrunnen

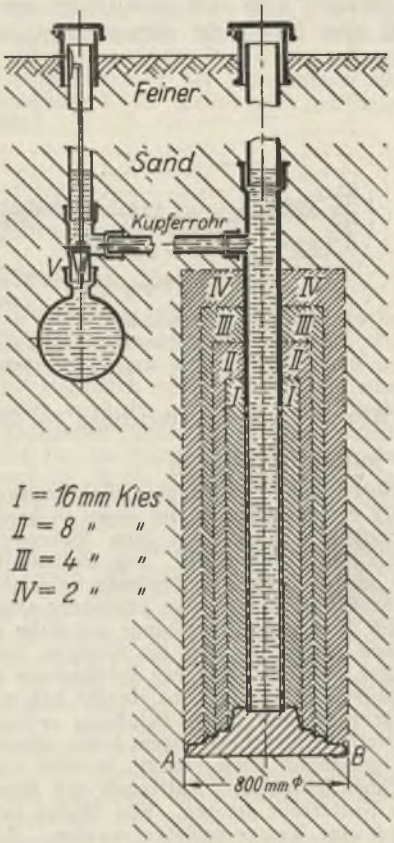

Abb. 20 a
Umfüllung des Filterrohres beim Nürnberger Wasserwerk

zwischen Brunnen und Sammelrohr kann durch ein kegelförmiges Ventil V beliebig verengt oder ganz abgeschlossen werden; hierdurch wird es möglich, das Wasser des Sammelgebietes anzustauen und es für trockene Zeiten aufzuspeichern. Um die heberartig wirkenden Sammelleitungen in ausreichender Tiefe ohne Taucherarbeit verlegen zu können, wurde zunächst mit Herstellung der Brunnen vorgegangen und durch deren Anschluß an Hilfspumpen eine vorübergehende Senkung des Grundwasserspiegels herbeige-

führt, so daß das Heberrohr größtenteils im Trocknen verlegt werden konnte. Die Brunnen sind in der in Abb. 20 b angedeuteten Weise in dem Gewinnungsgebiet verteilt.

33. Um das Filterrohr von Zeit zu Zeit reinigen zu können, sind verschiedene Anordnungen zum Herausziehen desselben vorgeschlagen und auch ausgeführt worden. Auf diese Anordnungen soll aber hier nicht näher eingegangen werden.

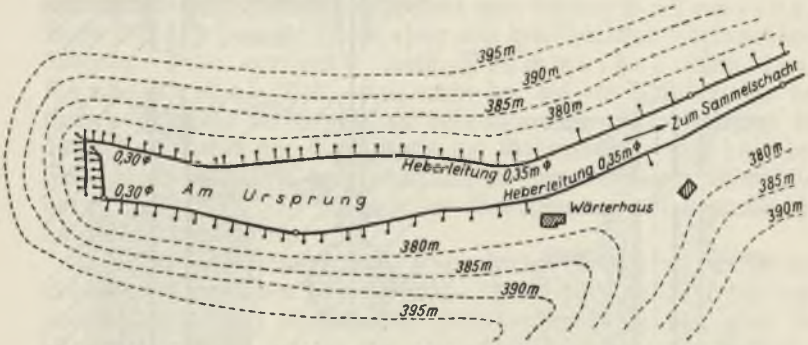

Abb. 20 b. Brunnenverteilung des Wasserwerkes der Stadt Nürnberg

B. Zusammenfassung

Unter Rohrbrunnen oder Bohrbrunnen versteht man die mittels irgend eines Bohrverfahrens aus engen Rohren von etwa 100 bis 200 mm Weite hergestellten Brunnen. Zum Bohren braucht man einen Dreibock mit Rolle und Seiltrommel. Das Seil läuft von der Trommel über die Rolle, die an der Spitze des Dreibocks befestigt ist, und trägt an seinem Ende das Bohrgestänge, an das der Erdbohrer angeschraubt ist. Das Bohren geschieht durch Drehen der Bohrstange mit Hilfe eines Knebels. Bei kiesig-lehmigem Boden verwendet man die Schappe, bei schlammigem Boden den Ventilbohrer und bei Felsboden verschiedene Meißel. Sobald das Bohrloch eine gewisse Tiefe (1 bis 2 m) erreicht hat, wird ein schmiedeeisernes Futterrohr eingebracht und durch Belastung versenkt. Das Bohren wird durch das Futterrohr fortgesetzt, indem dieses allmählich nachgeschoben wird. Hat man die gewünschte Tiefe erreicht, so wird ein Filterrohr eingebracht, der Raum zwischen Filter- und Futterrohr mit Kies oder grobem Sand ausgefüllt und das Futterrohr gezogen. Das Wasser hat jetzt Zutritt zum Filter und kann durch eine Pumpe gefördert werden. Das Filterrohr ist auf die Länge, in der der Wassereintritt erfolgen soll, gelocht und mit einem Tressengewebe überzogen.

C. Besprechung des Lehrstoffs

Frage: Was versteht man unter Rohrbrunnen? **Antwort:** Unter Rohrbrunnen versteht man die mittels irgend eines Bohrverfahrens aus engen Rohren hergestellten Brunnen. **F.:** Welche Form hat die Schappe? **A.:** Sie besteht aus einem seitlich aufgeschlitzten Zylinder. **F.:** Warum kann man die Schappe bei schlammigem Boden nicht benutzen? **A.:** Weil der schlammige Boden nicht an der Schappe haftet. **F.:** Woraus besteht der Ventilbohrer? **A.:** Aus einem zylindrischen Gefäß von 2 bis 4 l Inhalt, dessen Boden durch ein sich nach innen öffnendes Klappenventil verschlossen ist. **F.:** Woraus besteht das Filter? **A.:** Aus einem schmiedeeisernen, gußeisernen oder kupfernen Rohr, das auf die Länge, in welcher der Wassereintritt er-

folgen soll, gelocht und zum Schutz gegen das Eindringen von feinem Sand mit einem Tressengewebe überzogen ist.

D. Zur Wiederholung

17. Woher stammt der Name Abessinierbrunnen? 18. Für welche Zwecke eignet sich der Abessinierbrunnen besonders gut? 19. Wie geschieht das Einschrauben eines Abessinierbrunnens? 20. Worauf muß man beim Eintreiben des Abessinierbrunnens besonders sorgfältig achten? 21. Welche Apparate braucht man für das Erdbohren? 22. Bei welchem Boden benutzt man die Schappe? 23. Welchen Bohrer verwendet man bei schlammigem Boden? 24. Wie werden Felspartien durchbohrt? 25. Womit wird der Raum zwischen Filter und Futterrohr gefüllt?

E. Aufgaben

4. Es ist die Herstellung eines Abessinierbrunnen zu beschreiben.
5. Es ist die Herstellung eines Rohrbrunnens zu beschreiben.

F. Gesamtwiederholung aus dem ersten Brief

Für die Gewinnung von Wasser zu Versorgungszwecken kommen in der Hauptsache Regenwasser, Tagwasser, Quell- und Grundwasser in Frage. Das Regenwasser wird auf Dächern, Höfen und sonstigen begrenzten Flächen aufgefangen und einer sogenannten Zisterne zugeführt, nachdem es zunächst einen Schlammfang passiert hat. Regenwasser wird in der Regel nur für die Einzelhausversorgung gesammelt. Flußwasser wird in Europa verhältnismäßig wenig, in Amerika sehr viel für die städtische Wasserversorgung benutzt. Bei der Wahl der Entnahmestelle ist die unmittelbare Nähe von Städten, Fabriken und Schiffsliegeplätzen zu meiden. Das Wasser wird immer aus dem fließenden Strom und nie in stillstehenden Seitenarmen entnommen. Das flußwärts gelegene Ende der Entnahmeleitung liegt etwas über der Flußsohle, ist flußabwärts gerichtet und gegen das Eindringen von Schwebestoffen durch Gitter geschützt. Bei Seen und künstlichen Sammelbecken findet man das beste Wasser in einer Tiefe von 10 bis 20 m, vorausgesetzt, daß man der Sohle nicht zu nahe kommt. Man wird sich oft so einrichten, daß man das Wasser in verschiedenen Tiefen entnehmen kann. Die Art der Fassung einer Quelle richtet sich nach deren Auftreten. Steigt die Quelle von unten auf, so wird die Quellstube über der Quelle errichtet. Tritt die Quelle an einem Berghang hervor, so wird am Abhang eine feste, für den Durchfluß mit entsprechenden Öffnungen versehene Wand errichtet, an die sich die Seitenwände anschließen. Die Quellstube muß durch Schächte oder Türen zugänglich sein. Sie erhält außerdem unter Umständen Überfall, Leerlauf und besondere Vorrichtung zur Lüftung.

Die Fassung des eigentlichen Grundwassers erfolgt durch horizontale oder vertikale Anlagen. Horizontale Anlagen sind folgende: Offene Gräben werden fast ausschließlich im holländischen Dünengebiet verwendet. Sickerkanäle und Dränleitungen dienen zur Gewinnung von kleineren Wassermengen. Bei größeren Wassermengen verwendet man durchlochte Sammelrohre aus gebranntem Ton, Zement oder Eisen, bei noch größeren Wassermengen, oder wenn man Wert darauf legt, jederzeit in das Innere der Sammelanlage gelangen zu können, werden schlupfbare oder begehbare Sammelkanäle und Sammelstollen erforderlich. Vertikale Anlagen sind Brunnen verschiedener Art. Abessinierbrunnen kommen für die Versorgung einzelner Häuser und Wohnstätten in Betracht. Außerdem sind sie bei Vorarbeiten zu größeren Fassungsanlagen sehr wertvoll. Der Abessinierbrunnen besteht aus einem schmiedeeisernen Rohr, das unten mit einer Stahlspitze versehen ist und mittels eines Rammgewichtes in die wasserführende Schicht eingetrieben wird. Das Rohr ist oberhalb der Stahlspitze

auf einer Länge von 0,5 bis 2,0 m mit zahlreichen Löchern oder Schlitzen versehen, durch die das Grundwasser eintreten kann. Unter Rohrbrunnen versteht man die mittels irgend eines Bohrverfahrens aus engen Rohren von etwa 10 bis 60 cm Weite hergestellten Brunnen. Es wird zunächst durch Bohren ein sogenanntes Futterrohr bis zu der erwünschten Tiefe versenkt, dann ein Filterrohr von einem etwas kleineren Durchmesser eingebracht, der Raum zwischen Filter- und Futterrohr mit Kies oder grobem Sand ausgefüllt und das Futterrohr gezogen. Das Wasser hat nun Zutritt zu dem Filterrohr und kann durch die in diesem angebrachten Löcher eintreten.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Gewinnung des Wassers	3
a) Gewinnung von Regenwasser	3
b) Entnahme aus Flüssen	5
c) Entnahme aus Seen und künstlichen Sammelbecken	8
d) Quellfassungen	11
e) Gewinnung von Grundwasser durch horizontale Anlagen	15
1. Offene Gräben	16
2. Sickerkanäle und Dränleitungen	16
3. Sammelrohre	17
4. Sammelkanäle und Sammelstollen	18
f) Brunnen	20
1. Abessinierbrunnen	20
2. Rohrbrunnen	22

G. Antworten auf Wiederholungen (D)

Brief 1:

1. Das auf Dächern, Höfen und sonstigen begrenzten Flächen niederfallende Regenwasser wird einer Zisterne zugeführt und zum Gebrauch aufbewahrt.
2. Es müssen Menge und Verteilung der Niederschläge, sowie der Wasserverbrauch festgestellt werden.
3. Nein, es durchfließt in der Regel erst ein Vorbecken, wo sich der Schlamm absetzen kann.
4. Indem man dieselbe mit einer etwa 1 m dicken Schicht bedeckt.
5. Weil in stillstehenden Flußarmen das Wasser sich verschlechtert und Schlammablagerungen stattfinden.
6. Durch Gitter und Rechen vor der Entnahmeöffnung.
7. Nein, in der Regel läßt man die Entnahmeleitung mit natürlichem Gefälle oder durch Heberwirkung in einen Sammelbrunnen münden, aus dem die Saugleitung schöpft.
8. Mit Hilfe eines Entnahmeturmes, in dem ein Standrohr mit mehreren Abzweigungen zur Entnahme in verschiedener Tiefe vorhanden ist.
9. Möglichst genaue geologische Untersuchung des Einzugsgebietes, eingehende, mehrjährige Messungen der Eegibigkeit der Quelle, Beobachtungen der Wassertemperaturen und etwaiger Trübungen des Wassers, sowie chemische und bakteriologische Untersuchung des Wassers.
10. Man läßt das Gelände von der Einsteigschwelle nach außen fallen.
11. Beton und Mauerwerk.
12. Es muß mit einem zuverlässigen Anstrich gegen Rost gesichert werden.
13. Entweder durch horizontale Anlagen wie offene Gräben, Sickerkanäle, Dränleitungen, Sammelrohre, Sammelkanäle und Sammelstollen, oder durch vertikale Anlagen, das sind Brunnen verschiedener Art.
14. Sie werden leicht verunreinigt und auf Grund der geringen Geschwindigkeit des Wassers tritt oft ein starker Pflanzenwuchs auf.
15. Es wird zunächst in der Baugrube, die bis etwa 4 bis 5 m heruntergeführt werden muß, aus losen Steinen ein Kanal hergestellt. Dieser wird zuerst mit Steinen oder grobem Kies umgeben; darauf kommt feiner Kies, grober und feiner Sand und endlich eine Lettenschicht, um das gesammelte Grundwasser gegen Verunreinigungen von oben zu schützen. Auf diese Schicht wird schließlich gewöhnlicher Boden gefüllt.
16. Wenn die von den Sammelanlagen beigeführte Grundwassermenge sehr groß ist oder wenn man einen besonderen Wert darauf legt, jederzeit in das Innere der Sammelanlage gelangen zu können.
17. Diese Art von Brunnen wurde mit großem Erfolg bei dem abessinischen Feldzug der Engländer während der Jahre 1867 bis 69 zur Gewinnung von Grundwasser benutzt.
18. Für die Versorgung einzelner Häuser und gelegentlicher Wohnstätten und bei den Vorarbeiten zu größeren Entnahmen.
19. Mittels einer Doppelhebelklemme, indem am unteren Ende statt der Stahlspitze eine Schraubenspitze angebracht wird.
20. Auf eine genaue lotrechte Stellung des Rohres.
21. Man braucht einen Dreibock mit Rolle und Seiltrommel, ein Bohrgestänge, ein Futterrohr und einen Erdbohrer.
22. Bei kiesig-lehmigem Boden.
23. Bei schlammigem Boden verwendet man einen Ventilbohrer.
24. Mittels verschiedener Bohrmeißel.
25. Mit Kies und grobem Sand.

Brief 2:

26. In der Regel aus Mauerwerk, unter Umständen aber auch aus Beton, Eisenbeton oder Stahl.
27. Es muß an der Stelle, an der der Brunnen errichtet werden soll, eine Probebohrung vorgenommen werden.
28. Der Brunnenmantel muß dann entsprechend belastet werden.
29. Aus einem Baggergefäß, das an einem Stiel befestigt ist.
30. Um das Absenken des Brunnens zu erleichtern.
31. Es werden auf der Sohle des Brunnens mehrere Kieslagen von allmählich zunehmender Korngröße eingebracht.
32. Nach der Formel $s = 0{,}1\,D + 0{,}1$, worin s die Wanddicke und D die Lichtweite in m bedeuten. Das Ergebnis wird auf Ziegelmaß nach oben abgerundet.
33. Entweder durch offene Stoßfugen oder durch das Einmauern von Eisenrohren, Drainrohren oder Lochsteinen.
34. Sie werden aus einzelnen Ringen zusammengesetzt, die mit Nut und Feder ineinandergreifen. Die in der grundwasserführenden Schicht liegenden Ringe enthalten Schlitze für den Wasserdurchfluß.
35. Sie haben bei derselben Lichtweite eine größere Leistung, weil sich die Schlitze für den Wasserdurchfluß dicht aneinander anordnen lassen. Sie sind auf Grund der geringeren Wanddicke leichter abzusenken und benötigen weder Brunnenkränze noch Verankerungen.
36. Es werden folgende Voraussetzungen gemacht: 1. Das Grundwasser sei in der Breite und Länge unbegrenzt. Die Durchlässigkeit der grundwasserführenden Schicht sei in allen in Betracht kommenden Punkten gleich. Der Grundwasserspiegel sei eben und parallel zur undurchlässigen Sohle.
37. Einen Gleichgewichtszustand, bei dem ebensoviel Grundwasser in den Brunnen eintritt, als aus demselben entnommen wird.
38. Die Schnittlinie zwischen einer durch die senkrechte Brunnenachse gelegten Ebene und der Absenkungsfläche.
39. Legt man durch die vertikale Brunnenachse in der Stromrichtung des Grundwassers eine Ebene, so entsteht durch den Schnitt dieser Ebene und der Absenkungsfläche eine Absenkungskurve. Unter der unteren Kulmination versteht man den Punkt auf dieser Absenkungskurve, in dem die durch die Entnahme künstlich erzeugte Geschwindigkeit gleich der natürlichen Geschwindigkeit des Grundwassers ist. Unterhalb dieses Punktes tritt kein Wasser mehr in den Brunnen ein.
40. Unter der Entnahmegrenze eines Brunnens versteht man eine Kurve, die durch die untere Kulmination geht und senkrecht auf den Höhenlinien des abgesenkten Grundwasserspiegels verläuft.
41. H bedeutet die Mächtigkeit der grundwasserführenden Schicht.
42. Die Geschwindigkeit des Grundwassers wächst annähernd im gleichen Verhältnis mit dem Spiegelgefälle und kann durch die Formel
$v = k \cdot J = k \cdot \frac{d}{d_y}$ ausgedrückt werden.
43. Der Beiwert k ist immer sehr klein und liegt gewöhnlich etwa zwischen 0,001 und 0,01.
44. Durch die zulässige Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers in den Brunnen, die zur Vermeidung von Versandung sehr klein sein muß.
45. Die Ergiebigkeit wächst annähernd im direkten Verhältnis mit der Absenkung.
46. Ein Grundwasser, das sich zwischen zwei undurchlässigen Schichten unter Druck befindet.
47. Man berechnet die Ergiebigkeit aus der Formel $Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot k}{\ln \frac{R}{r}} \cdot s$.

48. Mit Hilfe der Gleichung für die Absenkungsfläche, indem man für eine Anzahl Werte von x die dazugehörigen Werte von y berechnet.
49. Unter Einheitsergiebigkeit versteht man die sekundliche Durchflußmenge in m^3 durch die Flächeneinheit für die Einheit des Gefälles.
50. $e = \frac{q}{2 \cdot \pi \cdot a} \cdot \frac{\ln a_2 - \ln a_1}{h_2 - h_1} = \frac{q}{2 \cdot \pi \; a} \cdot \frac{\ln a_2 - \ln a_1}{s_1 - s_2}$
51. Es werden in gewissen gegenseitigen Abständen eine Anzahl Bohrlochgruppen über das voraussichtliche Fassungsgelände verteilt. Jede Gruppe besteht aus 3 Bohrungen, die auf die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks gelegt werden. Durch Beobachtung des Grundwasserspiegels in sämtlichen Bohrlöchern werden die Grundwasserhöhenlinien gezeichnet und mit deren Hilfe die Stromrichtung und das Gefälle des Grundwassers ermittelt.

H. Lösungen der Aufgaben (E)

Brief 1:

1. Eine Zisterne dient zur Auffpeicherung von Regenwasser und besteht aus einem Behälter, der in die Erde versenkt ist. Das Regenwasser, das auf Dächern, Höfen oder sonstigen begrenzten Flächen niederfällt, wird durch Rohre der Zisterne zugeführt. In der Regel durchfließt es, bevor es in die Zisterne gelangt, einen Sandfang. Die Zisterne erhält einen Einsteigeschacht und eine Öffnung für die Entnahmeleitung, falls man das Wasser nicht mit Eimern durch den Einsteigeschacht herausholen will. (S. Abb. 1 u. 2.)
2. Nach Aufräumung der Austrittstelle wird darüber eine Quellstube errichtet, so daß die Umfassungswände der Stube die Quelle einschließen.
3. In der vorher bis zu einer Tiefe von 4 bis 5 m ausgebaggerten Baugrube werden die aus Ton hergestellten Drainrohre stumpf gegeneinander verlegt. Das Grundwasser sickert durch die Stoßfugen in den Rohrstrang. Die Leitung wird zunächst mit Steinen oder grobem Kies umhüllt, darauf kommt nach Art der Filter feiner Kies, grober und feiner Sand und endlich eine Letten- oder Betonschicht, um das gesammelte Wasser gegen Verunreinigungen von oben zu schützen. Auf diese Schicht wird der gewöhnliche Boden gefüllt.
4. Ein schmiedeeisernes, unten mit einer Stahlspitze versehenes Rohr von 25 bis 60 mm Weite wird mittels eines Rammapparates, bestehend aus Dreifuß, Rammbär, Zugseilen und Rammklemme, in die wasserführende Schicht getrieben. Das Rohr ist oberhalb der Stahlspitze auf einer Länge von 0,5 bis 2,0 m mit zahlreichen Löchern oder Schlitzen von 3 bis 6 mm Weite versehen, durch die das Grundwasser eintreten kann. Die Entnahme geschieht durch eine Pumpe am oberen Ende.
5. Soll das Wasser aus einer hierzu besonders geeigneten Schicht entnommen werden, so wird zunächst ein sogenanntes Futterrohr mittels des Bohrverfahrens bis in die undurchlässige Sohle der betreffenden Schicht abgeteuft, dann ein sogenanntes Filter eingesetzt, der Raum zwischen Filter- und Futterrohr mit Kies oder grobem Sand gefüllt und das Futterrohr gezogen. Das Grundwasser kann nun durch die Löcher in das Filterrohr eintreten und durch eine Pumpe gehoben werden.

Brief 2:

6. Der Vertikaleimerbagger hat die Form einer endlosen Kette, die in bestimmten Abständen eine Anzahl von Bechern oder Eimern trägt. Er wird vertikal in den Brunnen hinabgelassen. Die Becher oder Eimer nehmen den Boden vom Grund auf, vertiefen diesen und bringen hier-

durch den den Brunnenrost tragenden Boden zum Nachrutschen, wobei ein Absenken des Brunnens herbeigeführt wird.

7. Man gibt dem Brunnenrost einen etwas größeren Durchmesser als dem Brunnenmantel und füllt den beim Absenken entstehenden Zwischenraum hinter dem Mauerwerk mit Kies.

8. Nach der Formel 1 Absatz 40 wird:

$$s = 0{,}1\,D + 0{,}1$$
$$= 0{,}1 \cdot 3{,}5 + 0{,}1 = 0{,}35 + 0{,}1 = 0{,}45\ \text{m}.$$

Das Ergebnis wird auf Ziegelmaß nach oben abgerundet. In diesem Falle:

$$s = 0{,}45 + 0{,}06 = 0{,}51\ \text{m} = 2\ \text{Stein-Mauerwerk}.$$

9. Wird einem in ruhendem Grundwasser befindlichen Brunnen Wasser entnommen, so wird der Wasserspiegel im Brunnen gesenkt. Zwischen dem abgesenkten Spiegel im Brunnen und dem Spiegel des umgebenden Grundwassers entsteht Gefälle und der Spiegel des Grundwassers bildet nach dem Eintreten des Beharrungszustandes eine trichterförmige Absenkungsfläche. Der Schnitt dieser Fläche mit einer durch die vertikale Brunnenachse gelegten Ebene nennt man die Absenkungskurve.

10. Man denkt sich um den Brunnen herum eine Zylinderfläche mit dem Halbmesser x und der Höhe y von der undurchlässigen Sohle zum Schnitt P mit der Absenkungsfläche. Durch diese gedachte Zylinderfläche fließt die zu entnehmende Wassermenge Q mit einer Geschwindigkeit v_x, die durch das Gefälle des abgesenkten Grundwasserspiegels im Punkt P bestimmt ist. Man bekommt somit für die Wassermenge Q eine Differentialgleichung. Durch Integration dieser Differentialgleichung bekommt man einen Ausdruck für Q, in dem die beiden Unbekannten x und y vorkommen. Durch Einsetzen der Grenzwerte $x = R$ und $y = H$ kann dann die Ergiebigkeit berechnet werden.

11. Die Formel für die Ergiebigkeit lautet:

$$Q = \frac{\pi \cdot k \cdot (H^2 - h^2)}{\ln \frac{R}{r}}.$$

Da $s = 1{,}0$ m so ist $h = H - s = 40{,}0 - 1{,}0 = 39{,}0$ m.
Durch Einsetzen der gegebenen Werte erhält man

$$Q = \frac{\pi \cdot 0{,}002 \cdot (40^2 - 39^2)}{\ln \frac{500}{0{,}25}} = \frac{\pi \cdot 0{,}002 \cdot 79}{\ln 2000} = \frac{0{,}496}{\ln 2000}.$$

Nun ist $\ln 2000 = \ln 200 \cdot 10 = \ln 200 + \ln 10$
$= 5{,}2983 + 2{,}3026 = 7{,}6009.$

Also $$Q = \frac{0{,}496}{7{,}6009} = \mathbf{0{,}065}\ \text{m}^3/\text{sek}.$$

12. Es werden stromaufwärts vom Brunnen in den Entfernungen a_1 und a_2 zwei Beobachtungsrohre niedergebracht. Bei dauernder Entnahme einer Wassermenge q werden in den Beobachtungsrohren die Wasserstände h_1 und h_2 gemessen. Durch Einsetzen der Werte a_1 und h_1 bzw. a_2 und h_2 in die Formel für die Absenkung, bekommt man zwei Gleichungen. Die Differenz der erhaltenen Werte ergibt die Einheitsergiebigkeit.

13. Es ist (vgl. Formel 33 Absatz 63):

$$J = \frac{H_2 - H_1}{s \cdot \cos\varphi} = \frac{0{,}4}{50 \cdot \cos 30^0} = \frac{0{,}40}{50 \cdot 0{,}8660} = 0{,}0092.$$

POLITECHNIKA ŚLĄSKA BIBLIOTEKA GŁÓWNA w Gliwicach

E 5
20,55

SELBSTUNTERRICHT DER ABTEILUNG FÜR TECHNIK

Rechnen, Mathematische Wissenschaften, Mechanik, Graphische Statik

Grundlegendes Rechnen, 8 Briefe.
Berufliches Rechnen im Metallgewerbe, 9 Briefe.
Algebra
Teil I, 9 Briefe,
Teil II, etwa 5 Briefe.
Planimetrie, etwa 6 Briefe.
Stereometrie, 3 Briefe.
Einführung in die analytische Geometrie, 4 Briefe.
Stabrechnen, 2 Briefe.
Mathematisch-technische Tafeln, 3 Briefe.
Sphärische Trigonometrie, 4 Briefe.
Differential- und Integralrechnung, etwa 5 Briefe.
Graphische Statik, 19 Briefe.
Mechanik der festen Körper
Teil I, 7 Briefe.
Teil II, 4 Briefe.
Teil III, etwa 5 Briefe

Zeichnen

Zeichenmittel der Technik, 4 Briefe.
Geometrisches Zeichnen, 5 Briefe.
Skizzieren im Metallgewerbe, 2 Briefe.
Perspektivisches Zeichnen im Metallgewerbe, 1 Brief.
Maschinenzeichnen, 9 Briefe.
Einführung in das Bauzeichnen, 2 Briefe.
Planzeichnen, 4 Briefe.
Fachzeichnen für Klempner, 4 Briefe und 8 Mappen.
Fachzeichnen für Schlosser Teil II, 1 Brief und 2 Mappen.

Maschinenbau, Modellbau, Schlosserei, Klempnerei, Kalkulation, Fabrikanlagen

Eisenhüttenkunde, etwa 10 Briefe.
Maschinenteile
Teil I, 10 Briefe.
Teil II, 10 Briefe.
Werkstoffkunde Teil II, 6 Briefe.
Holzmodellbau, etwa 9 Briefe.
Metallbearbeitung, 6 Briefe.
Schnitt-, Stanz- und Ziehwerkzeuge, etwa 6 Briefe.
Härtetechnik, etwa 2 Briefe.
Werkstoffprüfung im Metallgewerbe, etwa 9 Briefe.
Schweißtechnik, etwa 5 Briefe.
Messen und Meßgeräte, 7 Briefe.
Einführung in den Hebezeugbau, etwa 6 Briefe.
Fachkunde für Klempner, 7 Briefe.
Fachkunde für Bauschlosser, 5 Briefe.
Kältetechnik, 5 Briefe.
Dieselmaschinen
Teil I, 2 Briefe.
Teil II, 4 Briefe.
Teil III, 2 Briefe.
Wasserkraftmaschinen, 2 Briefe.
Kolbendampfmaschinen, etwa 10 Briefe.
Kraftfahrzeuge, ihre Pflege und Instandsetzung, etwa 12 Briefe.
Gasmotorenanlagen für Kraftfahrzeuge, 1 Brief.
Aufbau der Verdichter und ihres Zubehörs, etwa 7 Briefe.
Dampferzeugung, etwa 10 Briefe.
Wirtschaftliche Fertigung, 9 Briefe.
Vorkalkulation, 10 Briefe.
Fabrikanlagen, 5 Briefe.

Physik, Chemie, Elektrotechnik, Funktechnik, Fernmeldetechnik, Feinmechanische Technik

Technische Physik, 12 Briefe.
Wärmemechanik, 5 Briefe.
Statik der Flüssigkeiten und Gase, 2 Briefe.
Einführung in die Chemie, etwa 10 Briefe.
Quantitative Analyse, etwa 5 Briefe.
Organische Chemie, etwa 12 Briefe. Hierzu etwa 2 Briefe mit Versuchen.
Grundlagen der Elektrotechnik, 12 Briefe.
Elektrotechnik für Handwerk und Betrieb, etwa 10 Briefe.
Elektrische Meßinstrumente, 7 Briefe.
Bau- und Einrichtung elektrischer Licht- und Kraftverteilungsanlagen
Teil II, 3 Briefe.
Teil III, 3 Briefe.
Teil IV, etwa 2 Briefe.
Elektrische Maschinen, etwa 8 Briefe
Funktechnik
Teil I, 11 Briefe.
Teil II, 25 Briefe.
Teil III, 13 Briefe.
Rundfunkempfangsanlagen, etwa 8 Briefe.
Fernsehtechnik, etwa 6 Briefe.
Fernsprechtechnik, etwa 7 Briefe.
Feinmechanische Konstruktionsgrundlagen, etwa 10 Briefe.

Flugzeugbau, Flugmotoren

Flugphysik, etwa 5 Briefe.
Flugzeugbau
Teil I, 2 Briefe.
Teil II, etwa 3 Briefe.
Teil III, etwa 3 Briefe.
Teil IV, etwa 5 Briefe.
Teil V, etwa 4 Briefe.
Teil VI, etwa 2 Briefe.
Flugmotoren, 3 Briefe.
Flugzeugnavigation, 4 Briefe.

Hoch- und Tiefbau, Feldmessen, Heizung und Entwässerung, Tischlerei

Bau- u. Kunstgeschichte, etwa 7 Briefe.
Stillehre in der angewandten Kunst, etwa 5 Briefe.
Baustoffkunde, etwa 8 Briefe.
Einführung in d. Bauzeichnen, 2 Briefe.
Entwerfen im Hochbau
Teil I, 7 Briefe.
Teil II, 3 Briefe.
Teil III, 6 Briefe.
Teil IV, 2 Briefe.
Fabrikanlagen, 5 Briefe.
Baubetriebslehre
Teil I, 3 Briefe.
Teil II, etwa 2 Briefe.
Teil III, 2 Briefe.
Teil IV, 2 Briefe.
Landwirtschaftliche Baukunde, etwa 8 Briefe.
Wärme-, Schall- und Erschütterungsschutz im Bauwesen, 6 Briefe.
Lüftungs- und Bewetterungsanlagen, etwa 3 Briefe.
Heiz und Kochanlagen, 3 Briefe.
Zentralheizung, 11 Briefe.
Entwurf und Ausführung von Zentralheizungsanlagen, 3 Briefe.
Zimmererarbeiten
Teil I, 2 Briefe.
Teil II, 3 Briefe.
Teil III, 5 Briefe.
Teil IV, 1 Brief.
Teil V, 3 Briefe.
Werkstoffe des Tischlers, etwa 6 Briefe.
Oberflächenbehandlung des Holzes, 3 Briefe.
Möbeltischlerei, etwa 10 Briefe.
Kalkulation für Tischler, 4 Briefe und 1 Lehrmittelmappe.
Dachdeckungen, etwa 5 Briefe.
Steinerne Treppen, 2 Briefe.
Stalltreppen, 3 Briefe.
Tunnelbau, etwa 4 Briefe.
Grundbau, 13 Briefe.
Straßenbau, 9 Briefe.
Einführung in die städtische Wasserversorgung, 2 Briefe.
Städtische Wasserversorgung, 7 Briefe.
Stadtentwässerung, etwa 6 Briefe.
Einführung i.d. Talsperrenbau, 2 Briefe.
Einführung in den Brückenbau, 1 Brief.
Stählerne Brücken, 4 Briefe.
Massivbrücken, etwa 5 Briefe.
Hölzerne Brücken, 3 Briefe.
Beton und Eisenbeton, 3 Briefe.
Berechnungsgrundlagen im Beton und Stahlbetonbau, etwa 9 Briefe.
Gesteinskunde, etwa 4 Briefe.
Planzeichnen, 4 Briefe.
Verwertung d. Luftbildes, etwa 4 Briefe.
Vermessungskunde, 11 Briefe.

Gesetzeskunde, Normen, Pädagogik, Lehrmittel

Gesetzeskunde, 7 Briefe.
Dinormen für Werkstatt und Selbstunterricht, etwa 5 Briefe.
Pädagogik für Lehrmeister, 1 Brief.
Lehrmittel: Raumbilder (Werkzeugmaschinen), 2 Mappen.
Raumbild (Die Simpsonsche Regel)