

IV. Kolonialwirtschaftliches.

1. Die hydraulischen Widder und ihre Verwendbarkeit.

Von Albert Coppens, Dozent an der Universität Louvain.

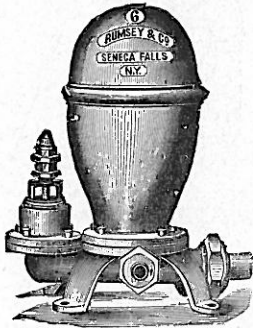
Technischer Aufsatz im „Bulletin Agricole du Congo Belge“, Nr. 2, Dezember 1911.

Verdeutschte von R. Wilhelmson.

Soll ein Grundstück künstlich bewässert, ein Haus mit Trinkwasser versorgt werden, die Quellen oder Wasserläufe in der Umgebung liegen aber tiefer in der Ebene, so muß man das Wasser vermittelt mechanischer Vorrichtungen in die Höhe befördern. Die einfachsten Mittel: Eimer und Handpumpen, sind nur da zulässig, wo es sich um kleine Wassermengen handelt und der Höhenunterschied zwischen Quelle und Verbrauchsort gering ist. Trifft das nicht zu, so muß das Wasser durch eine besondere mechanische Anlage hinaufgepumpt werden.

Ist in der Umgebung ein natürliches oder künstliches Gefälle vorhanden, so empfiehlt sich die wirtschaftlich vorteilhafte Anlage eines Wassermotors.

Eine solche Anlage ist jedoch nur da möglich, wo reichlich Wasser vorhanden ist, denn z. B. ein Gefälle von 3 Meter, das 100 Liter in der Sekunde liefert, stellt eine Arbeitsleistung von 300 Kilogramm in der Sekunde dar. Will man mit Hilfe dieses Gefälles eine Motorpumpanlage betreiben, um aus einem Brunnen Wasser 10 Meter hoch zu heben, so würde man höchstens 30 Liter in der Sekunde erhalten, denn der Betrieb erfordert $30 \times 10 = 300$ Kilogramm in der Sekunde. Diese Zahl kann nicht überschritten werden, da sie auf den Gesetzen der Energieerhaltung beruht.

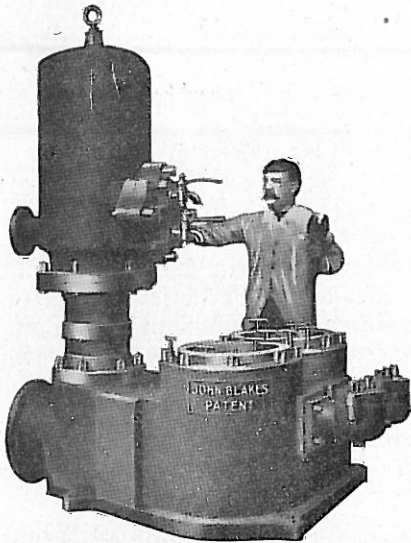


Beich. 94. — Widder Mongolfier.

Uebrigens bilden diese 30 Liter das Höchstmaß bei den vollkommensten Werken, in den meisten Fällen muß man die Zahl 30 Liter mit 0.30, 0.40, 0.50 multiplizieren, um den tatsächlichen Nuteffekt eines Wasserpumpmotors zu ermitteln.

Beträgt z. B. der Nuteffekt 0.50, so wird die Wassermenge, die das angegebene Gefälle in 1 Sekunde zu heben vermag, nur $0.30 \times 0.50 = 15$ Liter betragen.

Es geht also viel Wasser des Falles verloren. Angenommen, der Wasserfall ist 3 Meter hoch, und liefert 115 Liter in der Sekunde, so muß man 100 Liter nutzlos verlieren, um 15 Liter 10 Meter über den Wasserspiegel des Flusses zu heben.



Zeich. 95. — Widder Blase, großes Modell.

Betrachten wir zunächst die fallrohr des Wassers, C das Gestell des Widders, R der Windkessel und T das mit Wasser gefüllte Steigrohr ist.

Die Klappe S, Steigventil genannt, ist durch den Druck des Wassers im Steigrohr geschlossen.

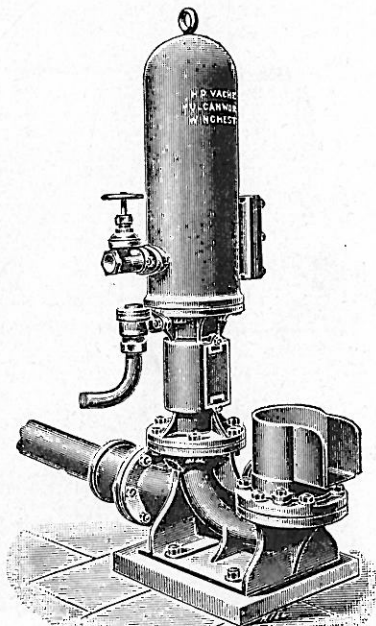
Die Klappe A, Sperrventil (auch Stoßventil) genannt, wird durch ihr Gewicht offen gehalten und läßt das Wasser aus dem Behälter 1 unbehindert hindurchströmen; bei wachsender Ausfließgeschwindigkeit schließt das Wasser plötzlich das Sperrventil, das Ausströmen des Wassers durch Ventil A hört auf und, da Wasser sich nicht zusammenpressen läßt, so erfolgt ein heftiger Stoß, den man den Stoß des Widders nennt.

Dieser Stoß erzeugt im Gestell C des Widders einen genügenden starken Druck, um das

Muß man mit dem Wasser sparsam umgehen, so wird man notgedrungen eine andere Betriebskraft anwenden müssen (Zugtiere, Wind, Dampf, Petroleum u. s. w.).

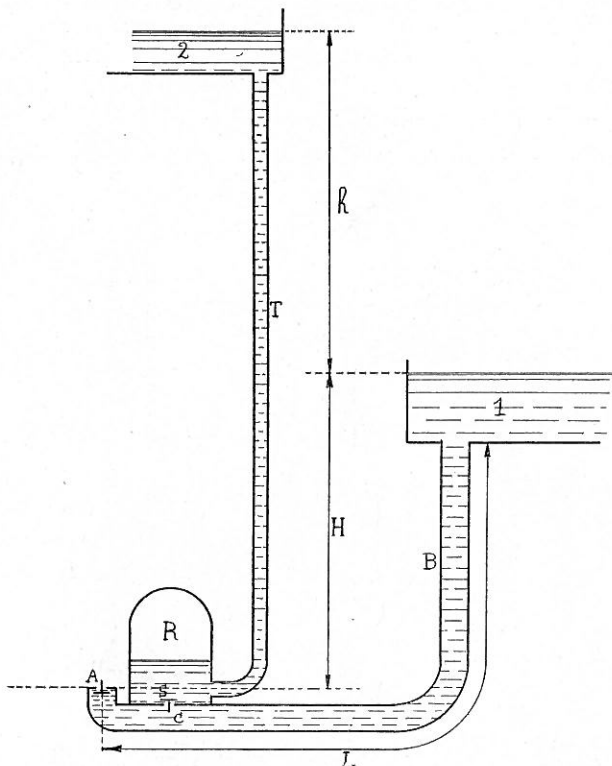
Der hydraulische Widder. — Er ist eine einfache Vorrichtung, um die Kraft eines Gefälles zur Wasserbeförderung zu benutzen.

Wasser soll z. B. aus dem Behälter 1 in den Behälter 2, der sich in bestimmter Höhe = h über dem ersten befindet, getrieben werden. (Siehe Zeich. 97). Man errichtet den Widder (Zeich. 98 u. 99 zeigen im Durchschnitt 2 verschiedene Betriebsstellungen) auf der Höhe = H, die so tief als möglich unter dem Wasserspiegel des Behälters 1 sich befindet. Zeichnung 98, in der B das Ein-



Zeich. 96. — Widder Backer.

Gewicht der Wassersäule in der Röhre T zu überwinden, das Steigventil öffnet sich (Zeich. 99), das Wasser steigt infolge des Druckes



Zeich. 97 — Durchschnitt.

in das Steigrohr und den Behälter 2, bis sich nach dem Stoß das Gleichgewicht wiederhergestellt und das rückfließende Wasser (Behälter 1 und 2 verhalten sich wie zwei verbundene Gefäße) plötzlich das Steigventil wieder schließt; der Wasserdruck in C hört auf, das Sperrventil fällt durch sein Gewicht wieder herab und öffnet sich, so daß das Spiel von neuem beginnen kann.

Je nach den verschiedenen Bauarten gibt es Widder, die in der Minute

mit 30 bis 100 Stößen arbeiten.

Das Einfallrohr und Gestell (Körper) des Widder's. — Um ein gutes Arbeiten des Widder's zu gewährleisten, muß die Länge = L des Einfallrohres und Gestells ungefähr der Druckhöhe gleichkommen.

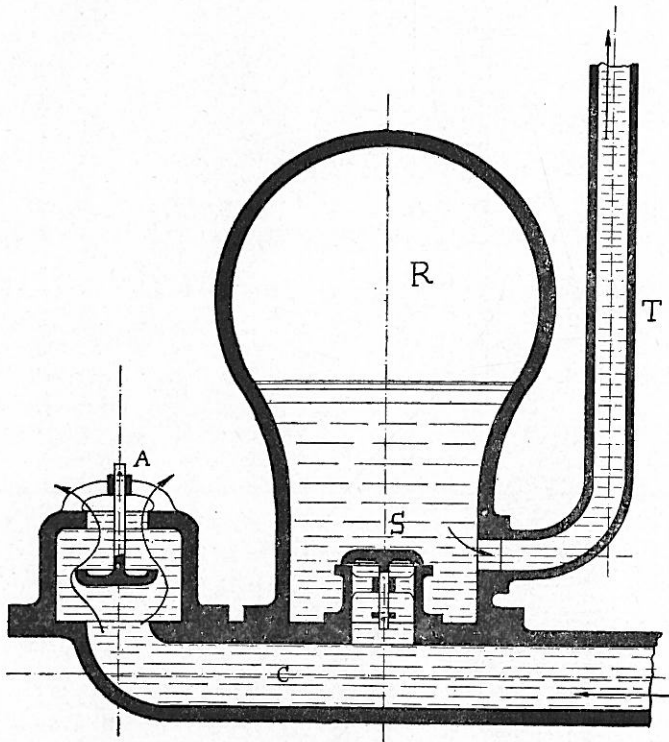
Der innere Durchmesser des Einfall- und Steigrohres wird so gewählt, daß das Wasser mit einer Schnelligkeit von 0,40 Meter in der Sekunde durch das Rohr fließen kann.

Eine einfache Berechnung gestattet, den Durchmesser der Röhren zu ermitteln, falls die Wasserkraft des Gefälles bekannt ist.

Uebrigens geben wir am Schluß an, welcher Durchmesser der Röhren am besten zu den verschiedenen Arten von Widdern paßt.

Der Windkessel. — Das Wasser steigt stoßweise durch das Steigventil und diese Bewegung würde sich der ganzen Wassermenge im Steigrohr mittheilen, falls der Windkessel luftleer und mit Wasser gefüllt wäre. Um die Bewegung im Steigrohr beständig zu erhalten, wird der Windkessel mit Luft, die bekanntlich ein dehnbarer Körper ist, angefüllt und diese übt einen beständigen gleichmäßigen Druck auf die Wassersäule im Steigrohr T aus.

Um das allmähliche Entweichen der Luft aus dem Windkessel



Zeich. 98. — Durchschnitt eines Widders. Das Sperrventil ist geöffnet.

zu vermeiden, hat man gewöhnlich in demselben ein nach innen sich öffnendes Luftventil angebracht, das bei jedem Stoß des Widders sich öffnet und kleine Mengen Luft in den Windkessel einströmen läßt.

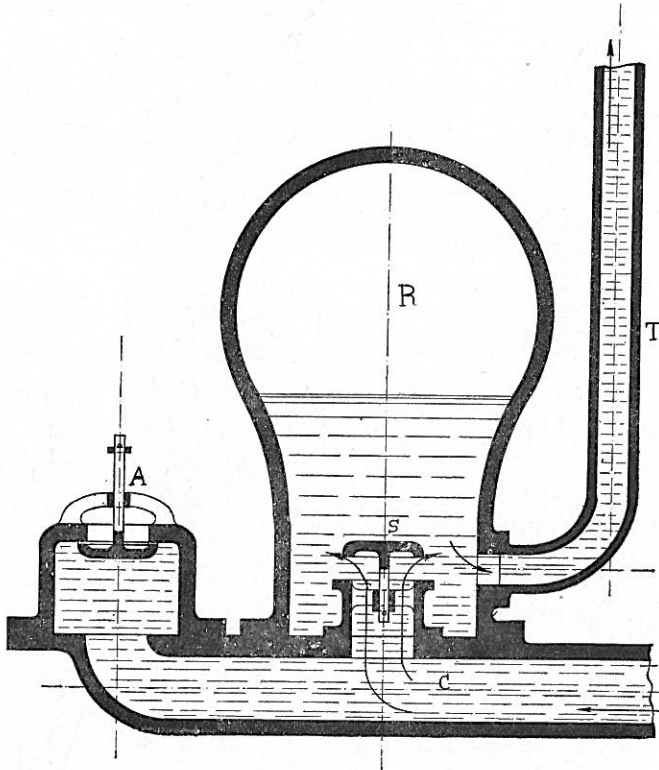
Bei Anbringung eines Luftventils achte man darauf, daß es höher ist, als der höchste Wasserstand im Windkessel.

Ruheeffekt und Berechnung desselben. — Wenn Q' die Wassermenge d. h. eine bestimmte Zahl von Litern (also Kilogramm), die durch das Sperrventil A (Zeich. 97) in einer

Sekunde strömt, darstellt, H in Metern angegeben ist, so würde dieses Wasser eine Antriebskraft von

$Q'H$ Kilogrammeter in der Sekunde erzeugen.

Setzen wir für die Liter der Wassermenge, die durch das Steigrohr T in der Sekunde getrieben werden, die Bezeichnung q fest und ist h in Metern angegeben, so wird die Arbeit des Auftriebes mit qh Kilogrammeter ermittelt.



Zeich. 99. — Das Sperrventil ist geschlossen, das Wasser steigt empor.

Wenn der Widder eine vollkommene Vorrichtung wäre, so würde

$$qh = Q'H \text{ sein}$$

aber da der Stoßheber nur einen Nutzeffekt von höchstens 0,50 hat, so lautet die Formel

$$qh = 0,5 Q'H (1)$$

Wenn Q die Zahl der Liter bedeutet, die in einer Sekunde durch das Einfallrohr strömen, so erhalten wir:

$$Q = Q' + q \text{ oder } Q' = Q - q$$

$$\text{und } qh = 0.50 (Q - q) H$$

folglich

$$q = \frac{0.50 QH}{h + 0.50 H} (2)$$

Die Anwendung dieser Formeln.

Beispiel 1.

Man verfügt über ein Gefälle von 3 Meter Höhe und 10 Liter in der Sekunde Fallwasser. Wasser soll 30 Meter hinaufgefordert werden. Wie groß wäre die Menge des Wassers, die man in diesem Falle 30 Meter heben könnte?

Man errichtet den Bidder so tief als möglich unter dem Ober-Wasserspiegel des Falles, so daß die Mündung des Sperrventils auf gleicher Höhe mit dem Wasserspiegel unterhalb des Falles sich befindet, dann ist $H=3$, $Q=10$, $h=30$ und Formel Nr. 2 ergibt:

$$q = \frac{0.50 \times 10 \times 3}{30 + 0.5 \times 3} = 0.48 \text{ Liter in der Sekunde.}$$

Beispiel 2.

Welche Wassermenge muß man einem Gefälle von 10 Meter Höhe entnehmen, um 10 Liter in der Sekunde 20 Meter hoch zu heben?

Man errichtet wieder den Bidder so tief als möglich, $H=10$, $q=10$, $h=20$.

Die Formel 1 ergibt:

$$Q' = \frac{q h}{0.5 H} = \frac{10 \times 20}{0.5 \times 10} = 40 \text{ Liter in der Sekunde.}$$

Das ist die Wassermenge, die durch das Sperrventil strömt, folglich ist die Wassermenge, die durch das Einfallrohr fließt und die man dem Wasserfall entziehen muß

$$40 + 10 = 50 \text{ Liter in der Sekunde.}$$

Beispiel 3.

Man wünscht unter Benutzung der Energie eines Gefälles von 10 Meter Höhe 1 Liter in der Minute 200 Meter hoch zu heben. Welche Wassermenge muß man dem Wasserfall entziehen?

Der Nugeffekt von 0.50 wird nur dann erreicht, wenn die Wasserbeförderung nicht über eine bestimmte Höhe (11 mal) über den Wasserspiegel des Falles hinausgeht. Es entsteht hier die

Frage, ob man im vorliegenden Falle nicht lieber 2 Widder, übereinander errichtet, anwenden soll.

a. Angenommen: es soll nur ein Widder aufgestellt werden (Zeich. 100) und der Nutzeffekt wäre 0.10, so ergibt sich nach Formel 2:

$$q = \frac{0.1 QH}{h + 0.1 H}, \text{ folglich } (h + 0.1 H) q = 0.1 QH$$

$$\text{und } Q = \frac{(h + 0.1 H)}{0.1 H} q.$$

Setzen wir jetzt für $h=200$, $q=1$, $H=10$, so erhalten wir

$$Q = \frac{(200 + 0.1 \times 10) 1}{0.1 \times 10} = 201 \text{ Liter}$$

Durch den Widder strömen 201 Liter und der Nutzeffekt ist nur 1 Liter in der Minute.

b. Bei Anwendung von 2 Widdern (Zeichn. 101) würde für beide $h=100$ sein und man erhält dann $\frac{h}{H} = 10$, der Nutzeffekt wäre aber 0.50.

1. Der obere Widder

$$Q = \frac{(h + 0.5 H)}{0.5 H} q, \text{ folgl. da } q=1, h=100, H=10 \text{ ist}$$

$$Q = \frac{1 (100 + 0.5 \times 10)}{0.5 \times 10} = 21 \text{ Liter in der Minute.}$$

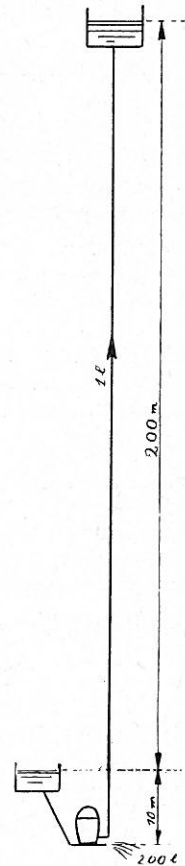
Dieser Widder braucht 21 Liter Wasser, um 1 Liter davon in die Höhe zu treiben.

2. Der untere Widder

Er muß 21 Liter dem oberen Widder abgeben.

$$q=21, h=100, H=10$$

$$Q=21 \frac{(100 + 0.5 \times 10)}{0.5 \times 10} = 441 \text{ Liter.}$$



Zeich. 100
1 einziger Widder.

Dieser Widder verbraucht also 441 Liter, davon 420 ohne Nutzeffekt.

Wir haben vorausgesetzt, daß der obere Widder von einem Gefälle von nur 10 Meter Höhe gespeist wird, errichten wir aber denselben nicht 10 Meter sondern 20 Meter unter dem mittleren Wasserfall, dann ist $H=20$ und oben angeführte Berechnung $Q=11$ Liter in der Minute für den oberen Widder, davon 10 ohne Nutz-

effekt und Q für den unteren Widder 231 Liter, davon 220 ohne Nutzeffekt.

Die Beantwortung der Frage, was zweckentsprechender ist, das 1- oder 2-Widdersystem, hängt von verschiedenen Umständen ab.

Falls der obere Widder nicht unter den Druck eines Gefälles von mehr als 20 Meter gestellt werden kann, so ist es vorteilhafter, nur einen Widder aufzustellen. Die Kosten sind beim 2-Widdersystem bedeutend höher und der Wasserverbrauch ohne Nutzeffekt weit größer.

Ist es aber möglich, den oberen Widder unter den Druck eines Gefälles von 30–40 Meter zu stellen, und wenn man das verbrauchte Antriebsswasser des 1-Widders zu einer Bewässerungsanlage nutzbringend verwenden kann, so dürfte das 2-Widdersystem sich empfehlen.

Der Wert des Nutzeffekts ist im vorhergehenden Beispiel mit 0,10 angegeben, diese Zahl ist nicht ganz genau, der wirkliche Nutzeffekt könnte unter Umständen eine erhebliche Abweichung aufweisen.

Anwendung des Widders.

Die Aufstellung des Widders (Stoßhebers) empfiehlt sich, wenn man zur Wasserförderung die Energie eines künstlichen oder natürlichen Gefälles benutzen kann und nicht gezwungen ist, mit dem Wasser des Falles sparsam umzugehen.

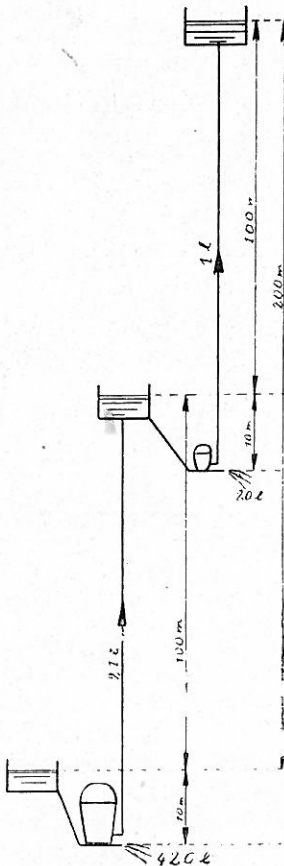
Bollée baut Widder, durch deren Sperrventile bis 100 Liter in der Sekunde (8000 m³ täglich) strömen können. Die gebräuchlichsten Widder besitzen eine Ausfluggeschwindigkeit von $\frac{1}{10}$ bis 25 Liter in der Sekunde.

Die Aufstellung des Widders.

1. Quelle, Wasserlauf, Bach ohne

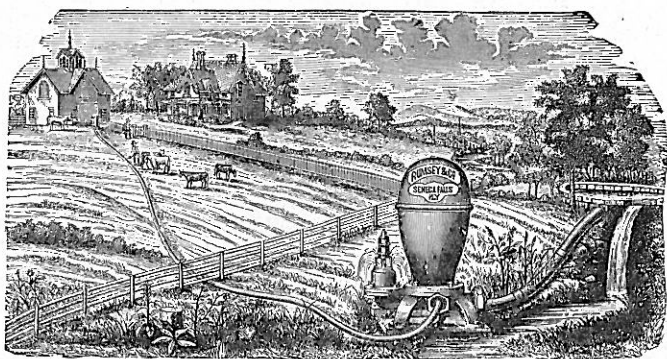
Wasserfall.

Die Zeichnung 102 zeigt die Aufstellung eines Widders, um das Wasser einer Quelle als Antriebskraft zu benutzen. Die Quelle wird von einer gemauerten Umfassung umgeben, ein Ausschnitt im Mauerrand verhindert das Ueberfüllen des Wasserbehälters und erhält den Wasserspiegel auf gleicher Höhe. Das Einfallrohr geht durch die gemauerte Umfassung hindurch und das Ende des Rohres



Zeich. 101. — 2 Widder.

innerhalb der Quelle mündet in einen mit Löcher versehenen Aufsatz, um das Verstopfen des Rohres zu verhüten. Der Widder ruht auf einer gemauerten Unterlage, möglichst tief unterhalb der Quelle, damit das Einfallrohr eine genügende Länge erhalten kann. Das Steigrohr leitet das Wasser zu dem höher liegenden Wohnhaus.



Zeich. 102. — Widder unterhalb einer Quelle.

Die Zeichnung 103 stellt die Ausnutzung der ganzen Wassermenge eines Baches dar, um einen Behälter in der Dachstube eines Hauses mit Wasser zu füllen. Man hat zu diesem Zwecke eine Schleuse den Bach entlang gezogen. Die Schleuse stellt einen gemauerten Kanal dar, um einen künstlichen Wasserfall zu erzeugen.

Will man nicht das ganze Wasser dieses Wehres verwenden, oder führt der Bach zeitweilig Hochwasser, so sorgt man für einen Abflußkanal zur Seite. (Zeich. 105.)

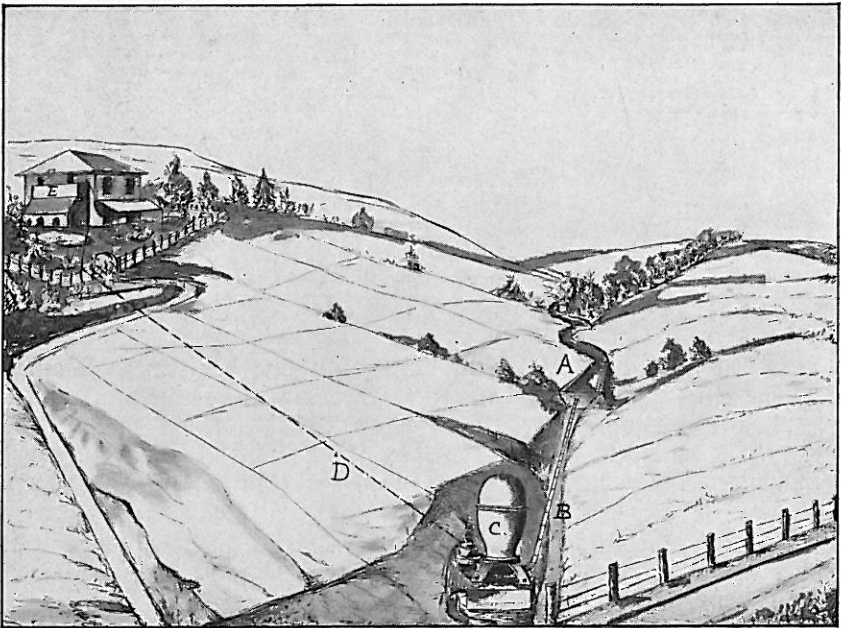
In der Zeichnung 104 sind 2 Widder errichtet worden. Der untere A unterhalb des Wasserfalles aus dem Staukanal R, das Steigrohr S führt Wasser in den Behälter C, ein Teil des Wassers dient zur Bewässerung des tiefer liegenden Landes durch Ueberschwemmen, der andere Teil zum Antrieb eines zweiten kleineren Widders D, dessen Steigrohr H Wasser in ein Wohnhaus leitet.

Die Zeichnung 104 hat zur Voraussetzung, daß das Wasser, welches durch das Sperrventil fließt, nutzlos verloren geht; man könnte es aber nutzbringend verwenden, indem man die Rinne M in eine Bewässerungsanlage einmünden läßt. Dadurch würde man die Fördermenge des Wassers, die Größe und Anschaffungskosten des unteren Widders vermindern.

Oft kann man auch die Anlegung des Abflußkanals M vermeiden, indem man das aus dem Sperrventil ausfließende Wasser direkt zur Bewässerung benutzt.

2. Bach, Fluß oder Strom, die Gefälle oder Stromschnellen haben.

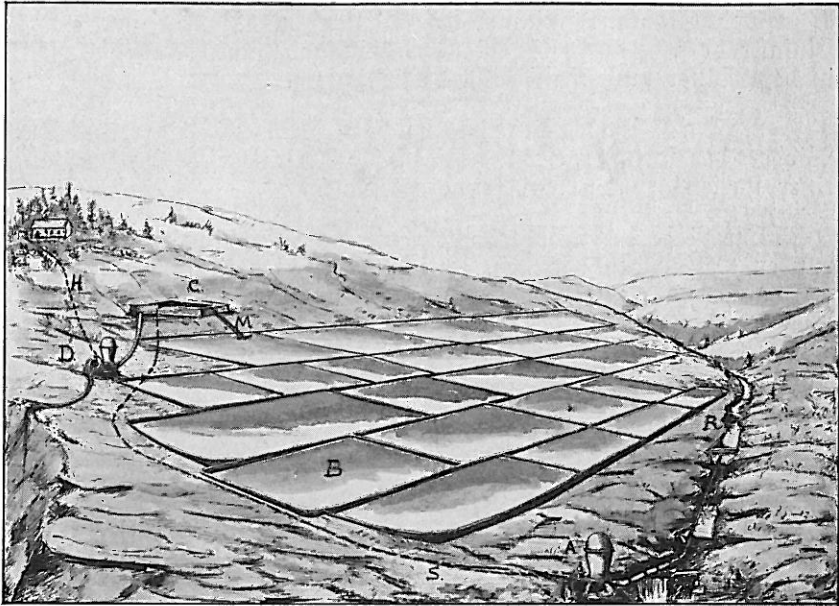
Die Zeichnung 103 zeigt, wie man den Höhenunterschied eines Flusses, der eine Stromschnelle bedingt, nützlich verwerten kann. Man zieht eine Längsschleuse im Anfang der Stromschnelle, die



Zeich. 103. — Widder am Bach.

mit dem gemauerten Damm B endet. Durch einen Einschnitt im oberen Rande der Mauer stellt man einen Abflußkanal her, um bei Hochwasser einer Ueberfüllung der Schleuse vorzubeugen. Unterhalb der Stromschnelle befindet sich der Widder C auf einer gemauerten Unterlage. Das Steigrohr D teilt sich in zwei Arme, der eine leitet Wasser in den Bewässerungsbehälter H, der andere Trinkwasser in das Wohnhaus auf dem Hügel. Ist es wegen der Bodenverhältnisse nicht möglich, einen Kanal anzulegen, so kann man das Wasser oberhalb der Stromschnelle durch eine Röhre in einen Behälter leiten, aus dem das Einfallrohr gespeist würde.

Diese Röhre oberhalb der Stromschnelle muß an einer Krümmung des Flusses mit demselben verbunden und durch einen mit



Zeich. 104. — Die Aufstellung von 2 Wibbern, der obere verwendet nutzbringend das Wasser vom unteren Wibber.

Löchern versehenen Aufflag vor Verunreinigung geschützt werden.

Wo aber ein steiler Wasserfall vorhanden ist, da kann man das Einfallrohr direkt im Fluß einmünden lassen.

Mauerwerk.

1. Die Dam mau ern. — Man verwendet guten Mörtel und die Ummauerung bietet vollständige Sicherheit, wenn (Siehe Zeich. 106 A) bei rechteckiger Form die Dicke $\frac{8}{10}$ der Höhe ausmacht. Für große Maueranlagen muß man die Trapezform der Zeichnung 106 B wählen; hier ist die Dicke der Mauer: unten gleich der Höhe und oben gleich der Hälfte der Höhe. Die senkrechte Seite der Skizze ist stromaufwärts gerichtet.

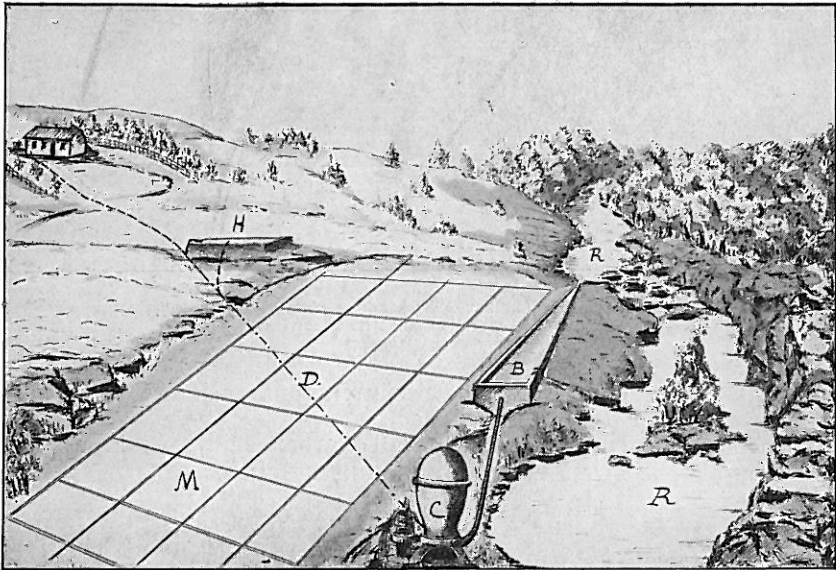
Die Mauern des Staukanals ruhen auf einem starken Untergrund (Fundament), der entsprechend den Bodenverhältnissen mehr oder weniger tief angelegt werden muß. Ist der Boden sumpfig, so muß er durch Bretter oder Pfähle gefestigt werden. Hat die

Stauung einen Abflußkanal, so muß man denselben im rechten Winkel zur Längsseite des Dammes anlegen, denn dadurch vermeidet man Unterspülungen der Dammauern durch das Wasser des Abzugkanals.

Der Staukanal nimmt das Wasser des Baches auf. Das Einfallrohr geht durch die Mauer des Staudammes und das Loch in der Mauer muß wasserdicht verstopft sein.

2. Das Fundament unter dem Widder. — Der Widder, der fortwährenden, heftigen Stößen ausgesetzt ist, muß auf einer starken, gemauerten Grundlage ruhen.

Die Füße des Widders sind, wie die Zeichnung 94 zeigt, mit runden Öffnungen versehen. Mit Bolzen oder Klammern werden



Zeich. 105. — Die Wasserentnahme aus einem Fluß, um einen Widder und ein Wohnhaus mit Wasser zu versorgen.

die Füße im Fundament eingemauert, wobei man besser Gips als Mörtel verwendet, die Schraubenmutter dienen zum festeren Anziehen des Gestells.

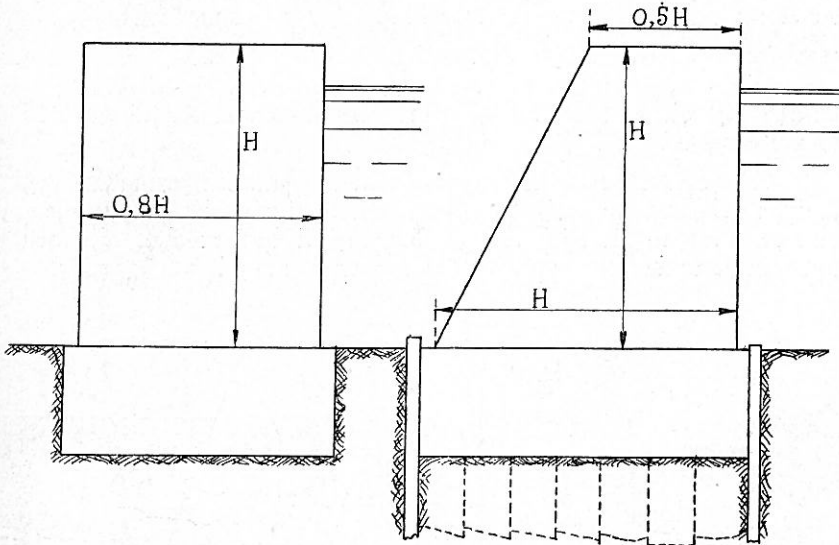
Schutzdach. — Nützlich und oft notwendig ist es, den Widder vor Wettereinflüssen und böswilliger Beschädigung zu sichern. Zu dem Zwecke errichtet man ein kleines Schutzhäuschen aus Holz, Ziegel oder anderem Gestein, und gestattet nur den Befugten den Zutritt zum Widder.

Widder, die besonderen Zwecken dienen.

Der Schöpfwidder Leblance, der meistens zur Trockenlegung von Sumpfboden verwendet wird. Er arbeitet unter Ausnützung eines künstlichen oder natürlichen Gefälles. Wir geben keine Beschreibung seiner Bauart, teilen nur mit, daß er ein Einfallrohr und ein Saugrohr hat, das aus dem morastigen Boden das Wasser aufsaugt und es, gemeinsam mit dem Wasser aus dem Sperrventil, durch ein Rohr in den Abflußkanal leitet.

Der 2-Wasser-Widder Blake. — Er benutzt die Energie eines Falles, das ungenießbares oder unreines Wasser führt, um das reine Wasser einer Quelle oder eines Brunnens zu heben.

Er wird genau so wie ein gewöhnlicher Widder errichtet, aber in der Nähe einer Quelle oder eines Flußlaufes und nicht höher



Zeich. 103. — Staudämme.

als 8 Meter über dem Wasserspiegel des reinen Wassers. Man stellt ihn sehr oft auf die Brunnendecke. Das Antriebswasser tritt in den Widder durch das Einfallrohr und läuft durch eine Abflußröhre ab. Das reine Wasser wird durch ein Saugrohr gehoben und durch ein Steigrohr in die Höhe getrieben, um einen Wasserbehälter zu füllen.

Dieser Widder liefert das reine Wasser ohne jeden Verlust in den Behälter ab und ist daher von großem Nutzen für Gegenden, die arm an Trinkwasser sind.

Die Vorzüge des hydraulischen Widders (Stoßhebers).

Die Widder haben, wie alle durch die „weißen Kohlen“ getriebenen Werke den Vorzug der kostenlosen Ausnutzung der Naturkraft. Die einzigen Ausgaben sind: Anschaffungs- und Aufstellungs-kosten. Da die innere Einrichtung eines Widders sehr einfach ist, so ist der Kostenpreis bedeutend geringer, als bei anderen Wasserförderungsanlagen.

Der Widder hat einen Nutzeffekt von 0.50—0.60, ein Vorteil, der besonders bei schwachem Gefälle und geringer Wassermenge von Bedeutung ist. Sein größter Vorzug besteht jedoch in seinem absolut selbstständigen Betrieb, der weder Ueberwachung noch Delung erfordert.

Eine halbjährliche (oder selbst jährliche) Besichtigung und Reinigung genügt, um den Widder im tadellosen Betrieb zu erhalten. Da er nur zwei Ventile hat, (alles übrige ist unbeweglich), so ist die Abnutzung sehr gering, und er kann jahrelang ohne Ausbesserung tätig sein.

Schlusfolgerung. Aus dem oben angeführten Gesichtspunkten ist die Anlage des hydraulischen Widders überall da, wo es die Umstände zulassen, zu empfehlen.

Der Widder ist eine sehr verbreitete Wasserförderungsanlage, er ist in Europa an vielen Orten in Betrieb und es ist zu wünschen, daß er auch in Belgisch Kongo Eingang finden möchte. In den anderen Kolonien europäischer Staaten trifft man ihn häufig an.



Alt-Witzzenhausen.